doing AGENCY
Aushandlung von Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren

.....

Dissertation
zur Erlangung des Grades
des Doktors der Naturwissenschaftslehre (Dr. phil. nat.)
der Naturwissenschaftlich-Technischen Fakultät
der Universität des Saarlandes

von
Pascal Philipp Kihm

Saarbrücken
(2025)

Tag des Kolloquiums:	16.12.2025
Dekan:	Prof. Dr.-Ing. Dirk Bähre
Berichterstatter:	Prof. Dr. Markus Peschel Prof. Dr. Katja Natalie Andersen Prof. Dr. Ludwig Duncker
Vorsitz:	Prof. Dr. Rolf Pelster
Akad. Mitglied:	Dr. Nele Hartung

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Prof. Dr. Markus Peschel für die wissenschaftliche Betreuung meiner Promotion: Mit deiner vielseitigen Expertise und deinem kritischen Blick hast du mich nicht nur wissenschaftlich, sondern auch persönlich durch die Höhen und Krisen meiner Promotion begleitet. Du hast mir die Freiheit und das Vertrauen gegeben, mich umfassend und tiefgehend mit Selbstbestimmung und Offenem Experimentieren zu beschäftigen – und mich gleichzeitig immer wieder vor der Komplexität meines Themas gewarnt. Unsere gemeinsamen Diskussionen und deine wertvollen Ratschläge haben maßgeblich zur Qualität meiner Arbeit beigetragen. Ohne das GOFEX gäbe es diese Arbeit nicht!

Darüber hinaus möchte ich Prof.'in Dr. Katja Andersen herzlich danken, die meine Promotion als „Critical Friend" von Anfang an begleitet hat: Du warst bei dem ersten Kolloquium anwesend, bei dem ich mein Forschungsvorhaben präsentiert habe, und hast mit deiner umfassenden Kompetenz die Entwicklung meiner Forschung, aber auch meine Entwicklung als Forscher unterstützt. Besonders schätze ich deinen kindorientierten Blick und deine sprachliche Expertise, mit der wir die ein oder andere meiner Vignetten diskutiert haben. Ich danke dir, dass du dich bereit erklärt hast, meine Dissertation zu begutachten.

Wenn aus Kolleginnen und Kollegen Freundinnen und Freunde werden, dann wird aus der Arbeit ein Ort, an dem man sich wohlfühlt: Ich möchte allen derzeitigen und ehemaligen und allen ‚assoziierten' Mitgliedern der AG Didaktik des Sachunterrichts danken: Ich erlebe die einzigartige Atmosphäre, die wissenschaftlichen Debatten und die unzähligen weiteren Momente, in denen wir uns gegenseitig unterstützen, als großartige Bereicherung. Eure Expertise, eure Hilfsbereitschaft, unsere Kolloquien, unsere Mittagessen und Kaffeepausen – und: unser Memes-Board – haben mich immer wieder aufs Neue motiviert.

Von kurzen Episoden, in denen ich mit dem Beruf des Rechtsanwaltes, Arztes, Psychologen oder Profitrainers liebäugelte, abgesehen, wollte ich immer Lehrer werden. Daran haben verschiedene Personen großen Anteil: Wenn deine Grundschullehrerin zu einer Dozentin in deinem Studium wird und dir schließlich auch im Vorbereitungsdienst als Teil der Leitung des Studienseminars begegnet, ist das etwas Besonderes. Liebe Iris, du hast bislang alle Phasen meiner Bildungsbiografie begleitet und durch deine Erfahrungen sowie deine herzliche, offene Art bereichert. Ich wünsche mir sehr, dass das so bleibt.

Am Anfang meines Studiums habe ich Jenny Diener kennengelernt. Über unzählige Seminare, Hausarbeiten und schließlich gemeinsame Ausflüge nach Lügde (Bildungsschule Harzberg) und Freiburg (Demokratische Schule Kapriole) haben wir gemerkt, dass wir Schule, Offenen Unterricht und Lernen ähnlich denken. Ich danke dir für zahlreiche fachliche Diskussionen zu unseren beiden Promotionsthemen, für die Erfindung des ‚Spazierofonierens' und für dein stets offenes Ohr in akademischen und privaten Belangen!

Meine Forschung wäre ohne die Schulklassen, die das GOFEX besucht haben, nicht möglich gewesen, ebenso unverzichtbar sind diejenigen, die die GOFEX-Tage durchgeführt haben. Ich danke deshalb allen Schülerinnen und Schülern, allen Lehrpersonen, allen GOFEX-Mitarbeitenden, allen studentischen Hilfskräften, die ich in meiner Forschung vier Jahre lang begleiten durfte: *doing* AGENCY würde es ohne euer Engagement nicht geben.

Zuletzt gilt mein tiefster Dank meiner Familie und meinem Freundeskreis. Ihr habt mich immer bedingungslos unterstützt, mir den Rücken freigehalten und mir das Vertrauen geschenkt, das ich brauchte, um diese Etappe meines Weges nun endlich abzuschließen. Besonders danken möchte ich dir, Marie, für deine unermüdliche Geduld, dein Verständnis und deine Motivation in den oft stressigen Phasen dieser Dissertation.

Zusammenfassung

Diese Dissertation untersucht, wie durch Interaktionsprozesse beim Offenen Experimentieren (Peschel 2016) Selbstbestimmung ausgehandelt wird.
Dem sozialwissenschaftlichen AGENCY-Ansatz (Raitelhuber 2012) folgend, wird Selbstbestimmung hierbei nicht individualpsychologisch operationalisiert, sondern als soziale Komponente der *Aushandlung* zwischen Grundschüler*innen und Lehrpersonen verstanden.
Mittels *Grounded Theory Methodologie* (GTM) werden Beobachtungsdaten des Offenen Experimentierens im *Grundschullabor für Offenes Experimentieren* analysiert und interpretiert. Dabei liegt der Fokus auf dem Spannungsfeld zwischen dem Experimentierhandeln der Schüler*innen und den pädagogisch-didaktischen Interventionen der Lehrpersonen.
Die Analysen und Interpretationen zeigen einerseits, wie Grundschüler*innen eigene, teilweise unkonventionelle Zugänge zu naturwissenschaftlichen Phänomenen entwickeln. Andererseits wird deutlich, wie diese individuellen Zugänge durch v. a. nonverbale Interventionen und implizit kommunizierte Erwartungshaltungen der Lehrpersonen beeinflusst werden. Neben der persönlichen Offenheit der Lehrperson, die sich über Kommunikationsprozesse rekonstruieren lässt, werden die kontextuellen Bedingungen als wesentliche Elemente von Öffnung beim Experimentieren rekonstruiert.
Insgesamt wird mit der Dissertation für ein differenziertes Verständnis von ‚Offenheit' und ‚Selbstbestimmung' in der Didaktik des Sachunterrichts plädiert.

Abstract

This dissertation assesses how self-determination is negotiated through interaction processes in open experimentation settings (Peschel 2016).
Following the social science AGENCY approach (Raitelhuber 2012), self-determination is not operationalised in terms of individual psychology, but rather understood as a social component of the negotiation between primary school pupils and teachers.
Grounded theory methodology (GTM) is used to analyse and interpret observation data from open experimentation in the primary school laboratory for open experimentation, focussing on the field of tension between the pupils' experimental behaviour and the teachers' pedagogical-didactic interventions.
On the one hand, the analyses and interpretations show how primary school pupils develop their own, sometimes unconventional approaches to scientific phenomena. On the other hand, it becomes clear how these individual approaches are influenced by non-verbal interventions and implicitly communicated expectations by the teachers. In addition to the personal openness of the teacher, which can be reconstructed via communication processes, the contextual conditions are reconstructed as essential elements of openness during experimentation.
Overall, the dissertation argues in favour of a differentiated understanding of "openness" and "self-determination" in the 'Didaktik des Sachunterrichts'.

INHALTSVERZEICHNIS

1 EINFÜHRUNG IN MEINEN FORSCHUNGSGEGENSTAND UND FORSCHUNGSFOKUS 1

2 METHODOLOGISCHER RAHMEN MEINER ARBEIT 10

2.1 QUALITATIVE FORSCHUNG 15

2.2 ERKENNTNISTHEORETISCHE GRUNDLAGEN DER GROUNDED THEORY METHODOLOGIE 18

2.2.1 Amerikanischer Pragmatismus (Peirce, James, Dewey) 18

2.2.2 Symbolischer Interaktionismus (Blumer, Strauss) 19

2.3 WISSENSCHAFTSTHEORETISCHE GRUNDLAGEN DER GROUNDED THEORY METHODOLOGIE 22

2.3.1 Kodieren und Kategorisieren, Konzept-Indikator-Modell 22

2.3.2 Vergleichs- und Interrogationsheuristik 25

2.4 GÜTEKRITERIEN DER GROUNDED THEORY METHODOLOGIE 26

2.4.1 Analytische Distanzierung 27

2.4.2 Intersubjektive Nachvollziehbarkeit 29

3 KOMPLEXITÄTSREDUKTIONEN BISHERIGER THEORIE UND FORSCHUNG 33

3.1 EXPERIMENTIEREN 36

3.1.1 Experimentieren aus naturwissenschaftlicher Sicht 37

3.1.2 Experimentieren aus sachunterrichtsdidaktischer Sicht 45

3.2 ÖFFNUNG BEIM EXPERIMENTIEREN 73

3.2.1 Offener Unterricht 73

3.2.2 Offenes Experimentieren 85

3.3 SELBSTBESTIMMUNG 132

3.3.1 Konfundierung mit anderen Begriffen: Begriffliche Ausschärfung 133

3.3.2 AGENCY in den Sozialwissenschaften 142

4 ÜBERBLICK ÜBER DEN BISHERIGEN FORSCHUNGSSTAND ZUM OFFENEN EXPERIMENTIEREN UND ZUR SELBSTBESTIMMUNG BEIM OFFENEN EXPERIMENTIEREN 153

4.1 EXPERIMENTELLE SCHULSTUDIE ZUR VARIATION AN STRUKTURIERTHEIT IM UNTERRICHT ZUM SCHWIMMEN UND SINKEN (BIQUA; MÖLLER ET AL. 2006; BLUMBERG 2008) 158

4.1.1 Experimentierverständnis 164

4.1.2 Öffnungsverständnis 166

4.1.3 Reanalyse der Videoaufzeichnungen und Transkripte 171

4.1.4 Selbstbestimmungsverständnis 178

4.2 SELBSTBESTIMMTES LERNEN IM NATURWISSENSCHAFTLICHEN SACHUNTERRICHT (HAASE 2018) 182

4.2.1 Experimentierverständnis 184

4.2.2 Öffnungsverständnis 185

4.2.3 Selbstbestimmungsverständnis 187

4.3 Freies Explorieren und Experimentieren (Köster 2006/2018) 189
4.3.1 Experimentierverständnis 191
4.3.2 Öffnungsverständnis 192
4.3.3 Selbstbestimmungsverständnis 194
4.4 Engagiertheit und Motivation in unterschiedlichen Experimentiersituationen im Sachunterricht (Köster et al. 2011; Waldenmaier et al. 2013a/b; 2015) 196
4.4.1 Experimentierverständnis 200
4.4.2 Öffnungsverständnis 200
4.4.3 Selbstbestimmungsverständnis 203
4.5 Freies Explorieren zum Thema elektrischer Stromkreis (Schütte 2019) 204
4.5.1 Experimentierverständnis 205
4.5.2 Öffnungsverständnis 206
4.5.3 Selbstbestimmungsverständnis 210
4.6 Fazit: Experimentier-, Öffnungs- und Selbstbestimmungsverständnis 211
5 AUSDIFFERENZIERUNG DER FORSCHUNGSFRAGE UND ENTWICKLUNG MEINES VORGEHENS 219
5.1 Explikation von Forschungsgegenstand, -fokus und -frage 220
5.2 Festlegung von Zielsetzungen 224
5.3 Verbreitung „Offenes Experimentieren“ im Primarbereich – Zum Feldzugang 225
5.4 Grundschullabor für Offenes Experimentieren (Gofex) 232
*5.4.1 Akteur*innen, Rollen und Funktionen im Gofex 234*
5.4.2 Didaktisches Konzept des Gofex 238
5.4.3 Gofex-Tage 245
5.4.4 Material- und Ordnungskonzept des Gofex 246
5.4.5 Raumkonzept des Gofex 249
5.5 Durchführung von Vorstudien zur Entwicklung der Vorgehensweise 251
5.6 Kommunikation zwischen Schüler*innen (Kihm & Peschel 2017) 256
5.6.1 Vorgehen der Datenerhebung und Ableitungen bzgl. der Hauptstudie 257
5.6.2 Vorgehen der Datenauswertung und Ableitungen bzgl. der Hauptstudie 261
5.6.3 Vorwegnehmende Aufgabenelemente evozieren einen Modus des schnellen Abarbeitens. 269
*5.6.4 Der Verzicht auf vorwegnehmende Aufgabenelemente evoziert einen Austausch zwischen Schüler*innen über ihre Experimente und Beobachtungen. 275*
5.6.5 Das Absichern von Lösungen und Lösungswegen ist ein typischer Modus der Erwartungshaltung von Kindern hinsichtlich kleinschrittiger Instruktionen. 278
5.6.6 Das Experimentiermaterial ist ein Element der Öffnung. 281
*5.6.7 Geöffnete und offene Experimentieraufgaben evozieren einen methoden-, inhalts- oder phänomenorientierten Austausch zwischen Schüler*innen. 283*
5.6.8 Fazit aus Vorstudie 1 289

5.7 KOMMUNIKATION ZWISCHEN LEHRKRÄFTEN UND SCHÜLER*INNEN (KIHM ET AL. 2020) 292

5.7.1 Vorgehen der Datenerhebung und Ableitungen bzgl. der Hauptstudie 293

5.7.2 Vorgehen der Datenauswertung und Ableitungen bzgl. der Hauptstudie 301

5.7.3 Das GOFEX ist ein geeignetes Forschungsfeld für Offenes Experimentieren. 310

5.7.4 Entgegen der sozialen Öffnung etablieren Lehrkräfte einen Ordnungsrahmen für das Offene Experimentieren im GOFEX. 313

*5.7.5 Lehrkräfte modifizieren organisatorische Aspekte des Experimentierens ihrer Schüler*innen und beeinflussen damit deren methodisches Vorgehen. 319*

5.7.6 Das methodische Verständnis von Experimentieren, das die Lehrkräfte im GOFEX transportieren, unterliegt einer Ergebnis- bzw. Produktorientierung. 326

5.7.7 Das nonverbale Handeln der Lehrperson erweist sich als nutzbarer Zugang zur persönlichen Offenheit der Lehrperson. 331

5.7.8 Fazit aus Vorstudie 2 336

6 METHODISCHES VORGEHEN ZUR ENTWICKLUNG DES KODIERPARADIGMAS 340

6.1 FELDZUGANG, PROBAND*INNEN UND STICHPROBE (THEORETISCHES SAMPLING) 340

6.2 DATENERHEBUNG: TEILNEHMENDE BEOBACHTUNG 346

6.3 DATENAUFBEREITUNG: BEOBACHTUNGSPROTOKOLLE 355

6.4 DATENAUSWERTUNG: GROUNDED THEORY KODIERVERFAHREN 359

7 ANWENDUNG DES KODIERPARADIGMAS 387

7.1 „DOSENTELEFON“ 388

7.1.1 Ursächliche Bedingungen 391

7.1.2 Kontext sowie Handlungs- und Interaktionsmuster 393

7.1.3 Intervenierende Bedingungen 402

7.1.4 Konsequenzen und Fazit 411

7.2 „FLAMMENSPRUNG“ 413

7.2.1 Ursächliche Bedingungen 415

7.2.2 Kontext sowie Handlungs- und Interaktionsmuster 419

7.2.3 Intervenierende Bedingungen 428

7.2.4 Konsequenzen und Fazit 430

7.3 „WASSERLÄUFER“ 432

7.3.1 Ursächliche Bedingungen 434

7.3.2 Kontext sowie Handlungs- und Interaktionsmuster 439

7.3.3 Intervenierende Bedingungen 451

7.3.4 Konsequenzen und Fazit 458

7.4 „Balance of Power“ 461
7.4.1 Ursächliche Bedingungen 463
7.4.2 Kontext sowie Handlungs- und Interaktionsmuster 467
7.4.3 Intervenierende Bedingungen 476
7.4.4 Konsequenzen und Fazit 485
8 BEANTWORTUNG DER EINZELFRAGESTELLUNGEN 488
8.1 Experimentieraufgaben mit modularer Öffnung 489
8.1.1 Umsetzung der Öffnungsstufen in sozialen Interaktionen 489
8.1.2 Zum ‚Modus des schnellen Abarbeitens‘ 494
8.2 Soziale Öffnung 505
8.2.1 Dokumentationszwang zur ‚Sichtbarmachung‘ von Lernergebnissen 505
8.2.2 Zum ‚Ordnungsrahmen‘: Übertragung von Praktiken aus dem Klassenzimmer 507
8.2.3 Meldekette: Verdeckte Hierarchie einer scheinbar offenen Kommunikationsform 516
8.3 Pädagogisch-didaktisch-fachliche Interventionen 529
8.3.1 Einflüsse der Lehrenden auf Planungsprozesse und organisatorische Öffnung 529
8.3.2 Direkte Interventionen und die Erwartungshaltung der Lehrenden 533
8.3.3 Interaktionsmuster ‚Frage-Antwort-Bewertung‘ und der Erwartungsmodus 538
8.3.4 Nonverbalitäten als Zugang zur persönlichen Offenheit der Lehrenden 549
8.4 Differenzen in den Interventionen der Lehrpersonen und GOFEX-Dozierenden 570
8.4.1 Aufrechterhaltung oder Auflösung schulischer Ordnung 570
8.4.2 Subjekt-Prozess-Orientierung oder Ergebnisorientierung beim Lehrhandeln 572
8.4.3 Verantwortungsabgabe, Kontrollmechanismen und Deutungshoheiten 577
8.4.4 Umgang mit divergenten Erkenntniswegen und Erkenntnissen 580
8.4.5 Deutung der Interaktionen zwischen Lehrpersonen und GOFEX-Dozierenden 585
8.5 Situative Kontextbedingungen 588
8.5.1 Zugänglichkeit und Mehrdeutigkeit der Materialien als Ermöglichungs- und Begrenzungsfaktor 589
8.5.2 Raum als Verhandlungsgegenstand zwischen selbstbestimmter Aneignung und pädagogischer Kontrolle 597
8.5.3 Zeit als Verhandlungsgegenstand zwischen Eigentempo und pädagogischer Taktung 608
8.5.4 Kumulative Wirkung der intervenierenden, situativen Kontextbedingungen 615
9 FAZIT 618
10 LITERATURVERZEICHNIS 627
11 TABELLENVERZEICHNIS 654
12 ABBILDUNGSVERZEICHNIS 656
13 ANHANG 657

1 Einführung in meinen Forschungsgegenstand und Forschungsfokus

Ich beginne diese Arbeit mit einem Ausschnitt aus einem meiner Beobachtungsprotokolle. Diesen Ausschnitt stelle ich meiner Arbeit voran, um in meinen Forschungsgegenstand und meinen spezifischen Forschungsfokus einzuführen.[1] In dem Ausschnitt beschreibe ich, wie zwei Erstklässler*innen, nachdem sie ein Dosentelefon entdeckt haben, dieses Dosentelefon gemeinsam einige Minuten lang ausprobieren. Ich habe die beiden Schüler*innen im Ausschnitt als S#1 und S#2 bezeichnet, so wie ich in meinen Beobachtungsprotokollen alle Schüler*innen entsprechend als ‚S#*Ziffer*' pseudonymisiert habe.[2]

Mein Forschungsgegenstand ist der Ansatz „Offenes Experimentieren" (Köster 2013; M: Peschel 2016; s. Kap. 3.2). Da Experimentieren in den Naturwissenschaften prinzipiell ergebnisoffen ist und methodisch divergent erfolgt (vgl. Höttecke 2008; Rheinberger 2019), ist Offenes Experimentieren eigentlich ein Pleonasmus. Das Attribut ‚offen' im Ausdruck ‚*Offenes* Experimentieren' bezieht sich deshalb m. E. weniger auf die naturwissenschaftliche Methodik des Experimentierens. Stattdessen adressiert ‚offen' in meinem Verständnis v. a. die Entscheidungsprozesse beim Experimentieren.

Experimentieren (s. Kap. 3.1) gilt als wichtiger Bestandteil naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung (vgl. Pernkopf 2006; Höttecke 2008) und als eine zentrale Methode im naturwissenschaftlich-orientierten Sachunterricht (vgl. Köster 2013; Hartinger 2015).[3] Beim ‚klassischen Experimentieren' (vgl. Michalik 2010; Kihm & Peschel 2021a) im naturwissenschaftlich-orientierten Sachunterricht werden Entscheidungen (z. B. bzgl. Sozialform, Vorgehen, Zielen, Inhalten) üblicherweise von der Sachunterrichtslehrperson und selten von Schüler*innen getroffen (vgl. Köster 2013). Mit dem Pleonasmus ‚Offenes Experimentieren' wird dagegen, primär von Fachdidaktiker*innen, gefordert, Schüler*innen selbst entsprechende Entscheidungen zum Vorgehen, den Inhalten oder Zielen des Experimentierens treffen zu lassen (vgl. Bewersdorff et al. 2020). Durch Großschreibung des Adjektives ‚offen' soll die Wichtigkeit einer Lexikalisierung solcher Konzepte „*Offenen* Ex-

---

[1] Mit ‚Forschungsgegenstand' ist hier das ‚Objekt' wissenschaftlicher Forschung gemeint, das, *was* untersucht wird. Unter ‚Forschungsfokus' verstehe ich den besonderen Schwerpunkt, mit dem, oder die besondere Perspektive, aus der ich mich mit diesem Forschungsgegenstand auseinandersetze und diesen beforsche.

[2] Ich schließe mich Rauterberg (1999: 6) an, der eine begriffliche „Differenzierung zwischen Kind und Schüler für relevant" hält. Dabei verstehe ich ‚Schüler*in', wie Rauterberg (ebd.), „als Rolle, die das Kind in der Schule innehat, die jedoch von der Alltagsrolle [...] des Kindes, die die des Geschwisters, der Jugendmusikschülerin, der Sozialhilfeempfängerin, der Internetsurferin usf. umfasst", nicht abgeschnitten ist (ebd.; zum Begriff der ‚Rolle' s. Kap. 5.4).
Mein Fokus liegt auf der Rolle ‚Grundschüler*in', die Kinder in der Grundschule (Jahrgangsstufe 1 bis 4) innehaben.

[3] Der Ausdruck ‚naturwissenschaftlich-orientierter Sachunterricht' bezieht sich auf die naturwissenschaftliche Perspektive des Sachunterrichts, wie sie von der Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU 2013) beschrieben wird. Durch das Attribut ‚orientiert' im Ausdruck ‚naturwissenschaftlich-*orientierter* Sachunterricht' möchte ich zusätzlich betonen, dass in dieser Arbeit konzeptionell *kein* ‚naturwissenschaftlicher Sachunterricht' zugrundegelegt wird, der weitere Zugänge eindeutig dominiert oder ausschließt. Der naturwissenschaftlich-orientierte Sachunterricht beinhaltet vielmehr in meinem Verständnis grundsätzlich immer auch kindorientierte, überfachliche, vielperspektivische sowie andere, als naturwissenschaftliche, fachorientierte Zugänge (vgl. auch Fischer et al. 2022).

perimentierens“ betont werden: „Der Unterricht, gebunden an ein Instruktionsmodell, soll ersetzt werden durch ein Modell der [...] eigenständigen Begegnung“ (Gruschka 2008: 14) mit Phänomenen (s. Kap. 3.1), das von einer (zunehmenden) Beteiligung von Schüler*innen an den Entscheidungsprozessen beim Experimentieren im Unterricht ausgeht (vgl. M. Peschel 2014; Köster 2018; Schütte 2019; s. Kap. 3.3 zum Begriff ‚Beteiligung‘).

Für die weitere Klärung der hier von mir verwendeten Begriffe, wie ‚Experimentieren‘, ‚Offenes Experimentieren‘ oder ‚Beteiligung‘, verweise ich auf Kapitel 3 meiner Arbeit und möchte jetzt wieder zu dem Ausschnitt aus dem Beobachtungsprotokoll überleiten.

Die Beobachtung, die ich im folgenden Ausschnitt meines Beobachtungsprotokolles beschreibe, habe ich bei einem Besuch einer Schulklasse im Grundschullabor für Offenes Experimentieren (GOFEX; s. Kap. 5.4) gemacht. Dort haben Grundschüler*innen, die das GOFEX gemeinsam mit ihrer Lehrperson besuchen, die Möglichkeit, offen zu experimentieren und werden bei diesem „Offenen Experimentieren“ (M. Peschel 2016; s. Kap. 3.2) von GOFEX-Mitarbeitenden unterstützt. Im Ausschnitt des Beobachtungsprotokolles interagieren die Erstklässler*innen S#1 und S#2 mit der GOFEX-Mitarbeiterin LB#1. „LB#*Ziffer*“ nutze ich zur Pseudonomisierung der Träger*innen der Rolle ‚Lernbegleitung‘ (Kelkel et al. 2025; s. Kap. 3.2; 5.4), deren Handeln ich in den Beobachtungsprotokollen beschreibe.[4]

Der Ausschnitt dient mir hier v. a. der Illustration und dem Nachvollziehbarmachen meines Forschungsgegenstandes und Forschungsfokus, weshalb ich an dieser Stelle auf Erläuterungen zur Konstruktion und Auswertung des Beobachtungsprotokolles sowie zur zugrundeliegenden Erhebung bzw. Beobachtung zunächst verzichten möchte. Diesbezüglich verweise ich auf die Ausführungen zu meinem methodischen Vorgehen (s. Kap. 5 und 6).

Ausschnitt aus meinem Beobachtungsprotokoll vom 17.01.2019: „Dosentelefon“

S#1 zieht die Dose mehrfach mit beiden Händen ruckartig näher an die Brust, wodurch die Schnur stärker gespannt durch den GOFEX-Raum verläuft. Einige Schüler*innen berühren die Schnur, stolpern, aber niemand fällt. S#1 grinst schelmisch, hält sich die Hände vor den kaum hörbar lachenden Mund. S#2 blickt etwas beschämt vor sich auf den Boden [...].

Etwa zeitgleich betritt LB#1 den GOFEX-Raum und schaut sich um. Mit den vor sich hingesprochenen Worten „Ne! Die machen das ja im Raum! Das finde ich gar nicht gut!“ geht LB#1 auf S#1 und S#2 zu. LB#1 umklammert die Schnur mit beiden Händen und spricht, abwechselnd zu beiden blickend: „Macht das doch lieber draußen auf dem Flur! Da habt ihr mehr Platz! Und ihr verletzt niemanden!“ Beide nicken und gehen auf den Flur. LB#1 geht vorweg [...].

[4] Weshalb ich das GOFEX als Feld meiner Forschung bzw. der hier beschriebenen Beobachtung ausgewählt habe, begründe ich mit weiteren methodischen Entscheidungen zur Datenerhebung, -aufbereitung und -auswertung in Kapitel 5 und 6.
Auf den Begriff ‚interagieren‘ gehe ich im weiteren Verlauf dieses Einführungskapitels noch ein.
Den Begriff ‚Lernbegleitung‘ präzisiere ich v. a. in Kapitel 5.4. Ich verstehe darunter, grob gesagt, eine Rolle, bei der GOFEX-Mitarbeitende, als Rollenträger oder Rollenträgerin, das Offene Experimentieren der Grundschüler*innen während der Schulklassenbesuche im GOFEX mit Impulsen, Nachfragen u. a. begleitet.

S#1 blickt S#2 an und sagt: „Ich fang an!“ S#1 artikuliert Flatulenz-Geräusche in die Dose und kichert dabei; teilweise lacht S#1 auch in die Dose hinein und krümmt sich vor Lachen. S#2 blickt irritiert [...]. Ich höre einige Minuten zu [...]. LB#1 läuft auf S#2 zu: „Sag du doch mal was! Ob S#1 dich dann auch hören kann!“ S#2 kichert vor sich hin, LB#1 wird von beiden nicht angeblickt. LB#1 geht von S#2 weg, positioniert sich mittig zwischen beiden an der Schnur. S#1 und S#2 kichern und lachen vor sich hin. S#1 artikuliert weiter Flatulenz-Geräusche in die Dose, die S#1 fest in Händen hält. Die Schnur des Dosentelefons ist straff gespannt. Die Sprecher- und Zuhörerrollen wechseln ab und an; dann flüstert S#2 für mich unverständliche Sätze, bis S#1 wieder mit den Flatulenz-Geräuschen beginnt. [...]

Nach einigen Wiederholungen wickelt S#1 die Schnur um die Hände auf. Dadurch zieht S#1 S#2 immer weiter zu sich. S#2 versucht anfangs, die Schnur mit beiden Händen in Richtung der eigenen Brust zurückzuziehen, gibt dann aber nach und läuft langsam auf S#1 zu. LB#1 wendet sich nun an beide, nimmt abwechselnd Blickkontakt auf: „Kommt, wir gehen wieder rein jetzt!“ LB#1 nimmt den beiden das Dosentelefon ab; S#2 geht zurück in den GOFEX-Raum, gefolgt von S#1 – und schließlich von LB#1. Im GOFEX-Raum angekommen, deponiert LB#1 das Dosentelefon für S#1 und S#2 unzugänglich auf einem hohen Regal. Die beiden Schüler*innen wenden sich infolgedessen einem anderen Experiment zu.

Ich nutze die hier beschriebene Beobachtung zunächst einmal, um zu verdeutlichen, wie komplex mein Forschungsgegenstand ‚Offenes Experimentieren‘ ist (vgl. auch Hartinger et al. 2006: 113f.; Schütte 2019: 39ff.; Bewersdorff et al. 2020: 124). Diese Komplexität ergibt sich m. E. primär durch die *Multidimensionalität des Offenen Experimentierens*. Damit ist gemeint, dass Offenes Experimentieren, wie ich es in dieser Arbeit verstehe, eine zunehmende Beteiligung von Schüler*innen an organisatorischen, methodischen und inhaltlichen Entscheidungen beim Experimentieren umsetzt – also, mit anderen Worten, das Experimentieren in mehreren ‚Dimensionen der Wissensaneignung‘ öffnet (zum Begriff ‚Dimensionen der Wissensaneignung‘ s. Kap. 3.2.1). Auf den Ausschnitt meines Beobachtungsprotokolls konkretisiert, bedeutet dies beispielsweise, dass es gemäß Offenem Experimentierkonzept des GOFEX (s. Kap. 3.2.2) legitim ist, dass z. B. S#1 in der beschriebenen Situation selbst Entscheidungen in *verschiedenen* Bereichen trifft:

- *organisatorisch* z. B. wie lange und wo sich S#1 mit dem Dosentelefon beschäftigt und ob S#1 dies allein, gemeinsam mit S#2 oder weiteren Schüler*innen tut,
- *methodisch* z. B. auf welche Art und Weise sich S#1 mit dem Dosentelefon auseinandersetzt bzw. wie S#1 dabei methodisch vorgeht,
- *inhaltlich* z. B. welche Ziele S#1 dabei verfolgt.

Sowohl im GOFEX als auch auf dem Flur setzt S#1 sich auf eigene, wenn auch m. E. unkonventionelle Art und Weise mit dem Dosentelefon auseinander: Im GOFEX spannt und lockert S#1 die Schnur des Dosentelefons wiederholt und spricht mit S#2 zunächst durch das Dosentelefon, was dann mit der Zeit allerdings zu einer ‚Stolperfalle‘ für andere wird. Gleichzeitig beinhaltet dieser unkonventionelle, für andere ggf. störende Umgang mit dem

Dosentelefon für S#1 (und S#2) Möglichkeiten, sich mit den Auswirkungen einer Veränderung des Spannungsgrades der Schnur auf die Übertragung von Schwingungen auseinanderzusetzen. Diese Möglichkeiten ergeben sich m. E. auch dann, wenn S#1 die Schnur im Flur aufwickelt und dadurch abermals ihren Spannungsgrad verändert. Schließlich stellen die mit dem Mund in die Metalldose hineinartikulierten Flatulenzgeräusche einen weiteren unkonventionellen Umgang mit dem Dosentelefon dar. Doch bei dieser Artikulation von Flatulenzgeräuschen ergeben sich, je nach Veränderung der Stellung der Lippen und der Position des Mundes, verschiedene Vibrationen und unterschiedliche Töne.

In den bisherigen Forschungen zum Offenen Experimentieren im naturwissenschaftlich-orientierten Sachunterricht (s. Kap. 4) wird Experimentieren häufig reduziert verstanden. Oft wird sogar von einer Gleichsetzung von Experimentieren mit dem Prüfen von Hypothesen (s. Kap. 3.1) ausgegangen, was z. B. Murmann (2007) und Höttecke (2008) als verkürzt kritisieren. Dieser Kritik schließe ich mich an und lege stattdessen ein Experimentierverständnis zugrunde, das nicht zwangsläufig von Hypothesen ausgehen muss, sondern explorative (s. Kap. 3.1), ggf. nicht zielgerichtete und unkonventionelle Näherungen an Erkenntnisse, wie solche, die ich bei S#1 beschrieben habe, ausdrücklich beinhaltet (vgl. M. Peschel 2016). Zudem verstehe ich beobachten, wiederholen, variieren, kommunizieren und reflektieren als wesentliche Elemente des Experimentier*prozesses*. Dieses weitergefasste, prozessorientierte Experimentierverständnis werde ich aus naturwissenschaftlicher und sachunterrichtsdidaktischer Sicht in Kapitel 3.1 aufarbeiten.

Konzepte „Offenen Experimentierens“ (s. Kap. 3.2), v. a. solche, die für den naturwissenschaftlich-orientierten Sachunterricht entwickelt wurden (z. B. M. Köster 2013; M. Peschel 2016), beinhalten ein solches erweitertes, prozessorientiertes Experimentierverständnis und lassen dementsprechend auch ein eigenes, unkonventionelles Vorgehen wie von S#1 zu, selbst wenn dieses Vorgehen von den im Vorfeld geplanten didaktischen Intentionen und Erwartungen abweicht (vgl. M. Peschel 2016; Kelkel et al. 2025). Offenheit wird dabei als „Öffnung hin zu den selbstkonstruierten Erkenntnissen der Kinder […] und Abwendung von der Zielfokussierung des Lehrers“ (M. Peschel 2009a: 268) aufgefasst. Geht man hingegen enger vom Prüfen von Hypothesen aus, wäre m. E. zu diskutieren, ob S#1 in dem obigen Ausschnitt überhaupt ‚experimentiert‘ oder was er sonst tut.

Im Ausschnitt meines Beobachtungsprotokolles beschreibe ich Möglichkeiten für S#1, sich selbst gewählte Inhalte, wie die Übertragung von Schwingungen, auf eigene, unkonventionelle Art und Weise, „durch eigenes [...] Experimentieren selbst“ (M. Peschel 2016: 123) zu erschließen und dabei methodische und inhaltliche Entscheidungen selbst zu treffen bzw. sich an diesen Entscheidungsprozessen zu beteiligen (vgl. Köster 2018: 88).

Übereinstimmend mit Bannach (2002: 51) oder Häcker (2007: 9) definiere ich eine solche Beteiligung (s. Kap. 3.3) von Schüler*innen an Entscheidungsprozessen über das Vorgehen, die Ziele und die Inhalte von Experimentierprozessen, als „Selbstbestimmung". Konkret auf „Offenes Experimentieren" bezogen, bedeutet „Selbstbestimmung" also, dass Schüler*innen, wie hier S#1, an „Entscheidungen über Inhalte und Ziele" (Köster 2018: 66) sowie über das Vorgehen beim Experimentieren beteiligt werden.

Dieses Konstrukt ‚Selbstbestimmung' (Bannach 2002; Häcker 2007; Köster 2018; s. Kap. 3.3) ist in den meisten Konzepten „Offenen Experimentierens" (Köster 2013; M. Peschel 2016) grundsätzlich bereits berücksichtigt, dies gilt m. E. v. a. bei solchen Konzepten, die für den naturwissenschaftlich-orientierten Sachunterrichts entwickelt wurden: Diese Konzepte zielen häufig auf ein selbstbestimmtes Vorgehen der Schüler*innen ab (vgl. Köster 2018: 79f.; Schütte 2019: 55f.) und verwirklichen dies u. a. mittels verschiedener Öffnungsstufen, die eine zunehmende Beteiligung der Schüler*innen an methodischen und inhaltlichen Entscheidungen umsetzen (vgl. M. Peschel 2009b; 2014; Bewersdorff et al. 2020). Diese Öffnungsstufen sind aber m. E. nicht ausreichend theoretisch entwickelt oder durch Forschung grundgelegt. So wurden etwa die Zusammenhänge zwischen *Öffnung*, *Beteiligung* und *Selbstbestimmung* bislang in meinen Augen nur wenig expliziert.

Außerdem wurde Selbstbestimmung in den bisherigen Forschungen zum Offenen Experimentieren im naturwissenschaftlich-orientierten Sachunterricht (s. Kap. 4) häufig auf intraindividuelles Selbstbestimmungs*empfinden* verkürzt und damit in der Erhebungssituation bzw. bei der Konstruktion von Erhebungsinstrumenten, wie z. B. Fragebögen, nur sehr reduziert erfasst. Mittels Itemlisten, die Schüler*innen etwa danach fragten, ob sie die Möglichkeit hatten, „oft selbst zu entscheiden, was sie machen oder wie sie etwas herausfinden" (Blumberg 2008: 130; vgl. auch Waldenmaier et al. 2015; Haase 2018), wurde ausschließlich das Selbstbestimmungs*empfinden* erfragt, ohne mit alternativen geeigneteren Instrumenten zu erfassen, wie dieses Selbstbestimmungsempfinden zustande gekommen ist. Diese Kritik an bisheriger Forschung erläutere ich in Kapitel 4.

Mein spezifischer Forschungsfokus in dieser Arbeit ist dagegen die „*Aushandlung* von Selbstbestimmung" (Kihm & Peschel 2019; s. Kap. 3.3) zwischen Lehrenden und Lernenden.[5] Der dabei genutzte Begriff ‚Aushandlung' findet in der soziologischen Forschung vielfach Verwendung, zumeist jedoch ohne dabei terminologisch präzise gefasst zu wer-

[5] ‚Lernende' benutze ich synonym zu ‚Schüler*innen'. Unter ‚Lehrenden' subsumiere ich (a) Sachunterrichtslehrpersonen allgemein bzw. (b) spezifisch die Lehrpersonen der Schulklassen, die das GOFEX besuchen, *und* (c) die GOFEX-Mitarbeitenden (die ich später GOFEX-Dozierende nenne), die Träger*innen der Rolle ‚Lernbegleitung' sind (s. Kap. 5.4).
, GOFEX-Dozierende' verweist immer auf Mitarbeitende des GOFEX in der Rolle ‚Lernbegleitung' im GOFEX (wie in c). Nutze ich ‚Lehrperson' adressiere ich je nach Verwendung und Kontext entweder Sachunterrichtslehrpersonen allgemein (wie in a) oder beziehe mich spezifisch auf die Lehrperson der Schulklasse, die das GOFEX besucht (wie in b).

den (vgl. Mick 2012a). ‚Aushandlung' beschreibt in meinem Verständnis den Prozess des Zustandekommens und der ‚sozialen Verursachtheit'[6] von Selbstbestimmung in den Interaktionen zwischen Lehrenden und Lernenden. Konzepte „Offenen Experimentierens" beinhalten m. E. immer solche Interaktionen (vgl. M. Peschel 2016; Köster 2018) und adressieren damit die Frage nach der Initiierung und Begleitung von Experimentierprozessen.

> „Negotiation generally will stand for one of the possible means of ‚getting things accomplished' when parties need to deal with each other to get those things done. The choice of negotiation as a means is neither fortuitous nor divorced from the social conditions under which it is made" (Strauss 1978: 234; vgl. Combe & Kolbe 2008: 858).

Der Begriff ‚Interaktionen' (*lat. ‚inter' für ‚zwischen' und ‚actio' für ‚Handlung'*) verweist dabei auf das wechselseitig aufeinander bezogene Handeln von Akteur*innen, hier: Lehrenden und Lernenden (vgl. Schaub & Zenke 2007: 309; Kekeritz 2017: 65; zum Begriff ‚Handeln' s. a. Kap. 2.1). Dies umfasst den „Austausch und [die] Einwirkungsprozesse [...] hinsichtlich ihrer Haltungen, Einstellungen und allemal auch körpergebundenen Aktionen" (Brumlik 2014: 215). Nach Latour (2010: 123f.) ist alles, was „eine gegebene Situation verändert, indem es einen Unterschied macht, ein Akteur" (*lat. ‚actor' für ‚Handelnde*r', ‚Antreibende*r'*). Die „Wechselwirkung" (Naujok et al. 2008: 779) und das „Miteinanderhandeln" (Böhm & Seichter 2017: 237) der Akteur*innen sind durch bestimmte begrenzende soziale, aber auch räumliche, materielle und zeitliche Gegebenheiten definiert (vgl. Schaub & Zenke 2007: 309; Naujok et al. 2008: 779; Kekeritz 2017: 65).

In dieser Arbeit rekurriere ich zudem auf den AGENCY-Ansatz, einen sozialwissenschaftlichen Ansatz (Betz & Eßer 2016; s. Kap. 3.3). Diesem AGENCY-Ansatz nach sollte Selbstbestimmung nicht nur als Wahrnehmungskategorie oder Fähigkeit *von* einzelnen Individuen erfasst, sondern v. a. als Ergebnis und Prozess der Aushandlung von Entscheidungen *zwischen* verschiedenen Individuen betrachtet werden (vgl. Biesta & Tedder 2007: 136).

Die Komplexität meines Forschungsgegenstandes ‚Offenes Experimentieren' ergibt sich zum einen, wie bereits beschrieben, durch seine Multidimensionalität, zum anderen durch die *Multimodalität der Lehrenden-Lernenden-Interaktionen*, bei denen Verbalitäten und Nonverbalitäten (vgl. Košinàr 2009; Kihm et al. 2023) sowie Bezugnahmen auf bzw. Nutzungsweisen von Experimentiermaterialien (vgl. Stieve 2008; Nohl 2011b) und -räumen (vgl. Barrett et al. 2015; Stadler-Altmann & Lang 2023) eng miteinander verwoben sind.[7] Diese

[6] Den Begriff ‚soziale Verursachtheit' habe ich konstruiert und ich führe ihn hier ein, um mein Verständnis zu betonen, dass Selbstbestimmung resp. das Treffen von Entscheidungen, sich nicht allein als Fähigkeit bzw. mit Blick auf die Wahrnehmung eines Individuums und dessen intrapsychologische Prozesse erklären lässt, sondern im Hinblick auf interpsychologische Prozesse, d. h. mit Blick auf Interaktionen zwischen Individuen erklärt werden muss (s. Kap. 3.3).
[7] Die in diesem Abschnitt genutzten Begriffe, wie ‚Multimodalität', ‚Verbalitäten und Nonverbalitäten', ‚Experimentiermaterialien' oder ‚Experimentierräume' definiere ich im weiteren Verlauf dieser Arbeit (insb. in Kap. 2 und 3).

sozialen, räumlichen und materiellen Gegebenheiten müssen m. E. sorgsam simultan interpretiert werden, um die Prozesse der Aushandlung von Selbstbestimmung zu verstehen (vgl. Asbrand et al. 2013: 184f.). Dabei gilt es, zu prüfen, inwiefern sich welche der o. g. Gegebenheiten auf die Entscheidungen und Handlungen der Lernenden auswirken:

- Wie wird Selbstbestimmung zwischen den Lehrenden und Lernenden ausgehandelt?
- Welche Anteile an der Aushandlung von Selbstbestimmung haben welche Akteur*innen und wie wirken die verschiedenen Akteur*innen miteinander bzw. zusammen?
- Welche weiteren Gegebenheiten, wie Experimentiermaterialien oder Experimentierräume, hängen mit den Entscheidungen bzw. Handlungen der Lernenden zusammen?
- Wie beeinflussen diese Gegebenheiten die Aushandlung von Selbstbestimmung?

Im Ausschnitt meines Beobachtungsprotokolles interagiert die GOFEX-Dozentin LB#1 (Lehrende) mit den Schüler*innen S#1 und S#2 (Lernende).[8] Wie bereits dargestellt, setzt sich S#1 dabei eigenständig und auf eigene, unkonventionelle Art und Weise mit dem Dosentelefon auseinander. Angesichts der o. g. Fragen untersuche ich in dieser Arbeit u. a. den Einfluss des Dosentelefons, als Experimentiermaterial, auf die Handlungen von S#1. Mit Stieve (2008) oder Nohl (2011b) lässt sich annehmen, dass Experimentiermaterialien einen appellativen Charakter haben und Schüler*innen zu bestimmten Handlungen, wie hier dem Nutzen als Stolperfalle oder dem Artikulieren von Flatulenzgeräuschen, geradezu ‚auffordern'. Experimentiermaterialien sind m. E. zwar „keine Träger von Handlungen" (Asbrand et al. 2013: 176), aber sie haben „eine Bedeutung für das Soziale, wenn sie mit Menschen bzw. die Menschen mit den Dingen eine Verbindung eingehen und sich beide dadurch verändern [...]. Dinge eröffnen den Menschen weitere Handlungsmöglichkeiten, die sie ohne sie nicht hätten" (ebd.). Auch die räumlichen Gegebenheiten beeinflussen m. E. die Handlungsmöglichkeiten der Lernenden: S#1 nutzt das Dosentelefon im vergleichsweise engen und mit 26 Personen gefüllten GOFEX-Raum sicher anders als im weitläufigeren und ‚menschenleereren' Flur. Aber, ob damit der Raum als „dritter Pädagoge" (Müller-Naendrup 2013; Krawcyzk 2021) wirksam wird, wäre zu diskutieren.

Vor allem untersuche ich in dieser Arbeit die Wirkungsweise bzw. den genauen Einfluss der Interventionen der LB#1, die m. E. aus bestimmten Erwartungen an Schüler*innen und deren Lernen resultieren (vgl. Diener & Peschel 2019), auf die Entscheidungen bzw.

[8] Über die Lehrenden-Lernenden-Interaktionen zwischen Schüler*innen und GOFEX-Dozierenden hinaus ist Offenes Experimentieren im GOFEX von den Lehrenden-Lernenden-Interaktionen zwischen den Schüler*innen und ihrer Lehrperson geprägt (vgl. Diener & Peschel 2019). Diese Interaktionen zwischen den Schüler*innen und ihrer Lehrperson werden im hier gewählten Ausschnitt aus dem Beobachtungsprotokoll zwar noch nicht deutlich. Viele weitere meiner Beobachtungsprotokolle (s. Kap. 5 und 6) beschreiben diese Lehrenden-Lernenden-Interaktionen aber im Detail.
Ebenfalls zu diskutieren wären Lernenden-Lernenden- bzw. Peer-Interaktionen, wie zwischen S#1 und S#2. Darum geht es jedoch in dieser Einführung nicht, da ich hier zunächst v. a. die Interaktion zwischen LB#1 und S#1 fokussiere.

Handlungen von S#1 und S#2: So werden die beiden Schüler*innen von LB#1 dazu aufgefordert, sich in den Flur vor dem GOFEX-Raum zu begeben, wo sie mehr Platz haben und niemanden stören können. Bei ihrer Auseinandersetzung mit dem Dosentelefon auf dem Flur werden S#1 und S#2 von LB#1 dann subtil kommandiert, mit dem Mund keine Flatulenzgeräusche in die Dose zu artikulieren und die Schnur des Dosentelefons nicht aufzuwickeln. Letztlich sollen sie mit dem ‚Quatsch' aufhören, niemanden durch ‚Stolperfallen' gefährden und sich stattdessen ‚ordentlich' mit dem Dosentelefon beschäftigen.

Den Begriff „Interventionen" nutze ich für „[verbal-]sprachliche, mimische, gebärdenhafte oder gegenstandsgestützte Aufforderung[en] an die Lernenden, mit dem Zweck, eine Reaktion hervorzurufen" (Riedl 2010: 182; Anm. d. V.) und bestimmte Handlungen zu initiieren, zu modifizieren oder zu unterbinden (vgl. Steindorf 2000: 146; Glöckel 2003: 23). Mit solchen Interventionen unterbindet LB#1 im Ausschnitt meines Beobachtungsprotokolles v. a. „Abweichungen oder Unzulänglichkeiten" (Murmann 2013: 4) von den üblichen, konventionellen Verwendungsweisen eines Dosentelefons und lenkt die beiden Schüler*innen stattdessen auf bestimmte, kanonisierte Verwendungsweisen des Dosentelefons (vgl. dazu die ähnlichen Beispiele in Kruse 2006; Häcker 2007). So sollen S#1 und S#2 z. B. miteinander ‚durch' das Dosentelefon sprechen und dabei ihre Sprecher- und Zuhörerrollen abwechseln, anstatt Flatulenzgeräusche zu artikulieren usw.

Im Ausschnitt des Beobachtungsprotokolles drückt LB#1 solche unterbindenden bzw. lenkenden Interventionen teilweise verbalsprachlich aus (z. B. „*Macht das doch lieber draußen auf dem Flur*") und unterstützt die entsprechenden Äußerungen körpersprachlich (z. B. „*LB#1 umklammert die Schnur mit beiden Händen*"; „*LB#1 geht vorweg [auf den Flur]*").[9] Teilweise ersetzt das körpersprachliche Handeln der LB#1 aber auch eine explizite verbalsprachliche Aufforderung, z. B. dann, wenn LB#1 sich mittig zwischen S#1 und S#2 positioniert. Diese Bewegung im Raum kann m. E. als Intervention betrachtet werden, die Artikulation der Flatulenzgeräusche durch S#1 zu unterbinden. Schließlich habe ich auch beobachtet, wie eine verbalsprachliche Äußerung von LB#1 („*Kommt, wir gehen wieder rein jetzt!*"), die m. E. nur einen Raumwechsel (aus dem Flur in den GOFEX-Raum zurück) impliziert, durch die körpersprachlichen Handlungen der LB#1 noch um eine andere Bedeutung ergänzt bzw. erweitert wird: Dass LB#1 den beiden zugleich das Dosentelefon abnimmt und es für sie unzugänglich deponiert, betrachte ich als Intervention, die Auseinandersetzung der Schüler*innen mit dem Dosentelefon gänzlich zu beenden und die Schüler*innen eben nicht nur zu einem Raumwechsel aufzufordern.

[9] Die Begriffe ‚verbalsprachlich' und ‚körpersprachlich' kläre ich, ebenso wie den entsprechenden Oberbegriff ‚Kommunikation' und seine Differenzierung zum Begriff ‚Interaktion', in Kapitel 2.2.

Die Wirkungsweise bzw. der Einfluss solcher körper- *und* verbalsprachlicher Lehrenden-Interventionen auf die Handlungen und Entscheidungen der Schüler*innen stellt m. E. ein Desiderat dar (s. Kap. 4), das für meine Forschung zur Aushandlung von Selbstbestimmung von besonderem Interesse ist. Mit solchen ‚multiverbalen' Interventionen unterbindet LB#1 nämlich m. E. das von S#1 intendierte Lernen auf eigenen, individuellen Wegen. Dieses Lernen des S#1 reproduziert eben nicht die konventionellen ‚Königswege'[10], wie man mit dem Dosentelefon umgehen *sollte* und was man dabei z. B. hinsichtlich Schallübertragung herausfinden kann. Konzepte „Offenen Experimentierens" lassen solche eigenen Wege bewusst zu und intendieren, dass Schüler*innen eigene Entscheidungen bzgl. des Vorgehens, der Inhalte und Ziele beim Experimentieren treffen.

Der Ausschnitt des Beobachtungsprotokolles wirft m. E. die Frage auf, wie diese programmatisch bzw. konzeptionell intendierte Beteiligung der Schüler*innen an organisatorischen, methodischen und inhaltlichen Entscheidungsprozessen in den Lehrenden-Lernenden-Interaktionen und vor dem Hintergrund u. a. sozialer, materieller und räumlicher Gegebenheiten konkret ausgehandelt wird. Mit dieser Arbeit verfolge ich das Ziel, transparent zu machen, wie ich über eine solche *Aushandlung* (Forschungsfokus) von Selbstbestimmung eine Grounded Theory (Strauss & Corbin 1996; Glaser & Strauss 2010) entwickelt habe.

Ich fokussiere die Aushandlung von Selbstbestimmung beim Forschungsgegenstand ‚Offenes Experimentieren', da hier aufgrund der konzeptionell grundgelegten methodisch-inhaltlichen Offenheit (vgl. M. Peschel 2009a; Köster 2013; s. Kap. 3.2) und der besonderen Rolle ‚Lernbegleitung' (vgl. M. Peschel 2016; s. Kap. 3.2; 5.4) m. E. mit einer Vielzahl an solchen Interaktionsprozessen zwischen Lehrenden und Lernenden zu rechnen ist.

Bislang habe ich, an *einem* Ausschnitt aus *einem* Beobachtungsprotokolle, die Komplexität meines Forschungsgegenstandes ‚Offenes Experimentieren' und meinen Forschungsfokus ‚*Aushandlung von* Selbstbestimmung' erläutert. Zudem habe ich erste Ideen zum Einfluss von Lehrenden-Lernenden-Interaktionen und materiellen bzw. räumlichen Gegebenheiten auf die Aushandlung von Selbstbestimmung aufgeworfen, um das Potenzial meines besonderen Forschungsfokus ‚*Aushandlung von* Selbstbestimmung' aufzuzeigen.

Bevor ich in Kapitel 3 mit der theoretischen Grundlegung fortfahre und mein Vorverständnis bzgl. Experimentieren, Offenem Experimentieren und Selbstbestimmung offenlege, um vor diesem Hintergrund in Kapitel 4 eine Analyse des Forschungsstandes zum Offenen Experimentieren und zur Aushandlung von Selbstbestimmung vornehme, werde ich im folgenden Kapitel 2 den methodologischen Rahmen meiner Forschung erläutern.

[10] ‚Königsweg' bezieht sich auf eine Redensart des Griechen Euklid bzgl. kurzer, leicht begehbarer Abkürzungen.

2 Methodologischer Rahmen meiner Arbeit

Mein Forschungsgegenstand ist der Ansatz „Offenes Experimentieren“ (M. Peschel 2016). Diesen habe ich im qualitativen Forschungsparadigma der Grounded Theory Methodologie (vgl. Strauss & Corbin 1996; Glaser & Strauss 2010) und mit dem Fokus untersucht, *wie* Selbstbestimmung zwischen den Lernenden und den Lehrenden ausgehandelt wird.[11]

Die Grounded Theory Methodologie dient der Entwicklung von Theorien auf Basis von empirischen Daten (vgl. Corbin 2011).[12] Eine solche, solide in den Daten begründete und konzeptuell dichte Theorie wurde von Anselm Strauss und Barney Glaser, als „Grounded Theory“ bezeichnet. Das Adjektiv ‚Grounded‘ leitet sich daraus ab, die zu entwickelnde Theorie systematisch in den Daten zu verankern, sie zu „verwurzel[n], [zu] begründe[n], englisch *grounded*“ (Muckel et al. 2017: 3). Das Substantiv ‚Theory‘ verweist auf die Vorläufigkeit jeder (empirisch verankerten) Theorie (vgl. Strübing 2014; Reichertz 2016). Wegen dieser spezifischen, methodologischen Begrifflichkeiten verzichte ich in dieser Arbeit bewusst auf eine Übersetzung von „Grounded Theory“ und nutze den Ausdruck stattdessen als feststehenden Anglizismus bzw. nachfolgend in abgekürzter Form („GT“).

Die Grounded Theory Methodologie ist weniger „ein Set von Methoden, sondern [...] ein Stil, analytisch über soziale Phänomene nachzudenken“ (Legewie & Schervier-Legewie 2004: 58).[13] In diesem Forschungsstil wird einerseits „die subjekt- bzw. autorseitig geprägte Arbeitsweise“ (Breuer 2010: 40) betont, andererseits werden „intuitive Deutungen immer wieder an die Daten zurückgebunden“ (Schlömerkemper 2010: 160).

Die Entwicklung der Grounded Theory Methodologie erfolgte wesentlich in den 1960er-Jahren im Rahmen der medizinsoziologischen Forschungsprojekte von Anselm Strauss und Barney Glaser (vgl. Kühlmeyer et al. 2020: 15). Die beiden etablierten die Grounded Theory Methodologie „gegenüber einem methodologischen Mainstream […], der die deduzierende Falsifikation von Hypothesen […] in den Mittelpunkt“ (Strübing 2014: 56) des Forschungsprozesses rückte. Bei der Grounded Theory Methodologie ging (und geht es bis heute) hingegen weniger darum, vor Studienbeginn Hypothesen[14] aus *bestehen-*

---

[11] Ich möchte erneut und letztmalig darauf hinweisen, dass ich ‚Lernende‘ synonym zu ‚Schüler*innen‘ benutze und mit ‚Lehrende‘ sowohl (a) Sachunterrichtslehrpersonen allgemein als auch (b) spezifisch die Lehrpersonen der Schulklassen, die das GOFEX besuchen, *und* (c) GOFEX-Dozierende in der Rolle Lernbegleitung meine (s. a. Kap. 3.2 und 5).

[12] ‚Empirisch‘ meint hier: Erkenntnisse bzw. Daten, die auf Sinneserfahrungen beruhen (vgl. Kleemann et al. 2013). Der Begriff ‚Daten‘ wird „nicht in einem naturalistischen Sinn [verwendet], mit dem Daten als etwas verstanden werden, das man im Feld schlicht auf- bzw. erheben muss, um es dann konserviert an den Schreibtisch zu tragen“ (Lange 2017: 60). Daten sind Resultat vielfältiger Konstruktionsprozesse und werden *von mir* zu dem Zweck produziert, im Hinblick auf das, was für *meine* Fragestellung von Interesse sein könnte, *von mir* ausgewertet zu werden (vgl. Reichertz 2016: 65).

[13] Unter einem ‚sozialen Phänomen‘ verstehen Strauss und Corbin (1996: 79) ein „Ereignis [oder] Geschehnis, auf das eine Reihe von Handlungen/Interaktionen gerichtet sind [sic!], um es zu bewältigen oder damit umzugehen“.

[14] Unter einer ‚Hypothese‘ verstehe ich hier zunächst eine auf dem Stand wissenschaftlicher Theorie gründende Annahme, die geeignet ist, bestimmte soziale Phänomene zu erklären, deren Gültigkeit aber noch in Frage steht (s. a. Kap. 3.1).

den Theorien *abzuleiten* und diese zu überprüfen, sondern v. a. darum, aus den empirischen Daten heraus *neue*, begründete Theorien zu *entwickeln* (vgl. Reichertz 2016: 74).

Anders als die meist quantitative ‚Mainstream-Forschung', die die *Schritte* der Datenerhebung, Datenaufbereitung und Datenauswertung üblicherweise genau einmal und streng sequenziell nacheinander durchführt (vgl. Schlömerkemper 2010), schlagen Glaser und Strauss (2010: 60) einen Forschungsstil vor, bei dem diese Schritte fortwährend eng miteinander verschränkt sind und durch diese Verschränkung zur Theoriebildung führen sollen. Die o. g. *Prozesse* der Datenerhebung, Datenaufbereitung und Datenauswertung wechseln sich in der Grounded Theory Methodologie mehrfach iterativ ab und stehen in funktionaler Abhängigkeit zueinander (vgl. Strübing 2014: 11; Muckel et al. 2017: 3).

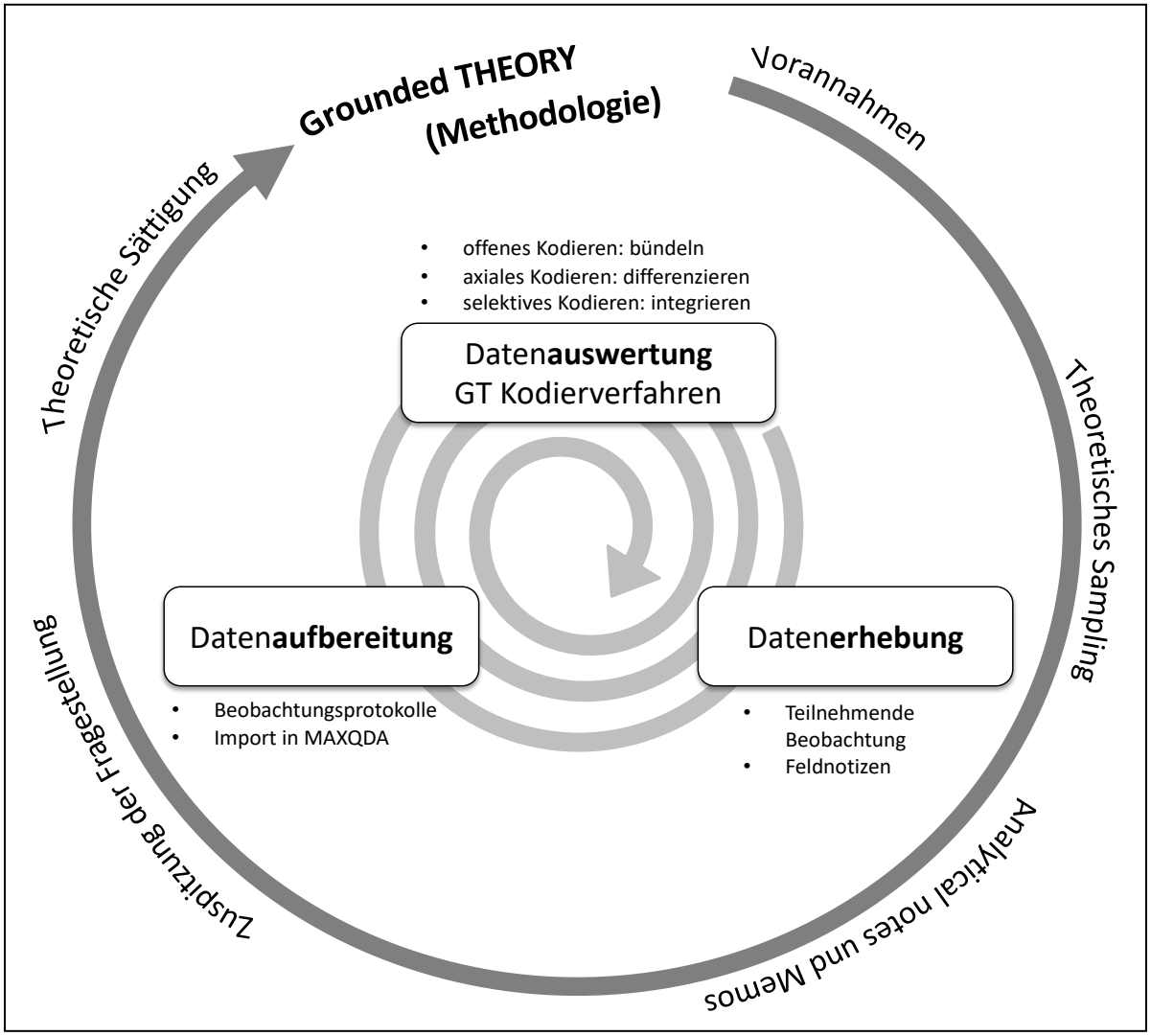


Abbildung 1: Grounded Theory Methodologie – Erkenntnisspirale (selbst erstellt)

Der spezifische Forschungsprozess der Grounded Theory Methodologie lässt sich m. E. gut mit einer Erkenntnisspirale verdeutlichen (s. Abb. 1), bei der jede Wendung der Spirale sinnbildlich für ein tieferes Eindringen in die empirischen Daten und für vertiefte Erkenntnis bzgl. des Forschungsgegenstandes steht (vgl. Schlömerkemper 2010: 58).

Charakteristisches Element dieser Erkenntnisspirale ist m. E. das „Hin- und Her-Pendeln zwischen unterschiedlichen Forschungsphasen“ (Breuer 2010: 55). Diese iterative Annäherung habe ich genutzt, um meinen Forschungsgegenstand ‚Offenes Experimentieren‘ (M. Peschel 2016; s. Kap. 3.2) unter dem spezifischen Forschungsfokus ‚*Aushandlung* von Selbstbestimmung‘ zu verstehen[15] und zu erklären[16] (vgl. auch Strauss 1991: 33).

Nach der gemeinsamen Publikation „The Discovery of Grounded Theory“ (1967) entwickelten Anselm Strauss und Barney Glaser ihre Methodologie allerdings unterschiedlich weiter: Während Barney Glaser die Grounded Theory Methodologie „im Sinne des kritischen Rationalismus und somit eher als quantifizierende methodische Forschungspraxis“ (Kehrbaum 2009: 62) konturierte, entwickelte Anselm Strauss eine pragmatistische, weniger dogmatische Variante der Grounded Theory Methodologie weiter (s. Kap. 2.2). Die pragmatistische Variante von Strauss akzentuiert, verglichen mit Glasers kritisch-rationalistischer Variante, die Entwicklung und fortlaufende Ausdifferenzierung der Grounded Theory mehr als die anschließende Überprüfung der entwickelten Theorie (vgl. Breuer 2010: 58). In meiner Forschung orientierte ich mich an dieser von Strauss geprägten pragmatistischen Grounded Theory Methodologie, was ich in Kapitel 2.2 begründe.

Eine GT wird in einem „interpretative[n] Prozess [generiert], in dem die Theorie aus der Interaktion der Analysierenden mit dem Datenmaterial entsteht“ (Corbin 2011: 70). Dieser interpretative Prozess umfasst das Finden von Mustern in den empirischen Daten, das Verknüpfen dieser Muster zu Konzepten und das Verknüpfen der Konzepte zu Theorien (vgl. Reichertz 2016: 269).[17] Interpretieren setzt einen „Modus des deutenden Verstehens“ (Kleemann et al. 2013: 236) der Muster voraus. Deuten ist das sukzessive Erschließen einer oder mehrerer Lesart/en (vgl. Reichertz 2016: 74) solcher Muster, um nachzuvollziehen, „welche (überindividuellen und sozial verankerten) Sinnstrukturen“ den Mustern zugrundeliegen (Kleemann et al. 2013: 17). Dies ist m. a. W. „ein Vorgang der zutreffenden Zuordnung [...] einer Bedeutung zu einem Zeichen“ (Reichertz 2016: 235), das i. d. R. nicht für sich selbst, sondern für etwas anderes steht: Wenn ich z. B. den ausgestreckten Arm als ‚Hinweishandlung‘ (Zeichen) erkannt habe, wird daraus ein ‚Zeigen‘.

---

[15] Verstehen ist ein Prozess, bei dem einer beobachteten Handlung oder einem Ereignis Sinn verliehen wird (vgl. Soeffner 2004: 165). Mit dem Konstrukt ‚Sinn‘ „wird ganz explizit der Zufall oder das Schicksal negiert“ (Reichertz 2016: 57).

[16] Erklären bezieht sich in der Grounded Theory Methodologie auf die Identifizierung von beeinflussenden Gegebenheiten hinter beobachteten Handlungen/Ereignissen, ohne auf Kausalitäten reduziert zu sein (vgl. Reichertz 2016: 102). In klassischen Forschungsparadigmen wird Erklären, im Sinne der Aufklärung kausaler Gesetzmäßigkeiten verstanden, eher den quantitativen Methoden zugeschrieben (vgl. Schlömerkemper 2010: 56). Aus Sicht der Grounded Theory Methodologie sind ‚Erklären‘ und ‚Verstehen‘ jedoch keine Gegensätze (vgl. Strauss 1991: 33; Strübing 2014: 13).

[17] Muster sind durch gleichartige Wiederholung geprägte Denk-, Handlungs- oder Interaktionsweisen (Strauss 1991). Unter ‚Konzept‘ verstehe ich eine allgemeine, abstrakte Idee, die, wenn sie elaboriert wird, einer Kategorienbildung bzw. sprachlichen Bezeichnung zugrunde liegt und die hilft, Beobachtungen zusammenzufassen (s. Kap. 2.3; Reichertz 2016). Theorie bezieht sich hier auf die anvisierte, empirisch fundierte GT (vgl. Strauss & Corbin 1996; Strübing 2014).

Tabelle 1: Interpretieren als Modus des deutenden Verstehens (selbst erstellt)

Begriff	Klärung
Handeln	Mit Bezug auf Weber (1984: 19) und Giddens (1997: 77f.) verstehe ich Handeln als ein tatsächliches oder in Erwägung gezogenes Tun, Dulden oder Unterlassen, mit dem „der Akteur in seine Umwelt eingreift und [...] daraus resultierend einen Unterschied hinterlässt" (Hüpping 2016: 80). Handeln ist (a) „sozial, als es sich auf das Verhalten anderer bezieht und sich in seinem Ablauf daran orientiert" (Pietsch 2010: 12). Es ist (b) sinnhaft, „als der oder die Handelnden mit ihm einen subjektiven Sinn verbinden" (Weber 1984: 19) bzw. das Handeln einem sozialen Sinn folgt (s. u.). Es verläuft (c) in „typisierbaren Bahnen" (Reichertz 2016: 279).
Sinn	Mit dem Konstrukt ‚Sinn' „wird ganz explizit der Zufall oder das Schicksal negiert [...]. Handeln, das sich auf andere und anderes richtet, ist in dieser Sicht sinnhaft" (Reichertz 2016: 57) und kann im Hinblick auf seinen *subjektiven Sinn* bzw. seinen *sozialen Sinn* betrachtet werden: „Der subjektive Sinn ist der Sinn, den die Handelnden mit ihrem Handeln (bewusst) verbinden" (Reichertz 2016: 27), z. B. die Motive und Intentionen oder die Handlungsbegründungen von Individuen bzw. Subjekten. Der soziale Sinn dagegen bezieht sich auf die sozial „geltende[n] Regeln, in die ein Handeln eingebettet ist: die Regeln einer übergreifenden, von allen Mitgliedern eines Kollektivs geteilten Vorstellung einer Ordnung" (Esser 2000: 34). Unter einer solchen (sozialen) Ordnung verstehe ich, ähnlich wie Esser (ebd.) oder Weber (1984: 54), dass das Zusammenleben von Menschen in Gemeinschaften und Gesellschaften durch angebbare, allgemein akzeptierte soziale Normen und Rituale geregelt wird.
Subjekt	Der Begriff ‚Subjekt' wird in den Sozialwissenschaften verwendet, wenn ein Individuum „mit Ich-Bewusstsein, Handlungsintentionalität, Identität und Reflexivität ausgestattet" (Schrödter 2011: 1585) ist. Verschiedene Subjekttheorien (s. Kap. 3.3) unterscheiden sich danach, „in welchem Maße sie diese Instanz als Träger und Sitz von Handlungsfähigkeit oder als kommunikative Zuschreibungskategorie betrachten" (ebd.).
Handlungsmuster	Handlungsmuster sind Formen des Handelns, das sich auf andere und anderes richtet, gleichartig bzw. wiederholt auftritt und somit bestimmten Regelmäßigkeiten folgt (vgl. Soeffner 2004: 23f.; Perrez et al. 2006: 359). Solche Handlungsmuster lassen sich unmittelbar in Interaktionen beobachten (vgl. Paseka et al. 2011: 23). Ihnen liegen sog. Sinnstrukturen zugrunde, die allerdings interpretativ erschlossen werden müssen (s. u.).
Strukturen	Der Begriff ‚Struktur' wird oft unscharf für alles verwendet, „was als einschränkend erlebt wird" (Paseka et al. 2011: 17). Diese Gleichsetzung von ‚Struktur' und ‚Einschränkung' bewerte ich als verkürzt und daher als für meine Zwecke unzureichend (s. a. Kap. 3.3). Eine m. E. aussagekräftige terminologische Differenzierung legt Porpora (1989: 195ff.) vor: Strukturen umfassen (1) ein zeitstabiles Muster aggregierten Handelns sowie (2) ein Set von kollektiven sozialen Regeln und schließlich (3) eine zeitstabile Verteilung von Ressourcen. Diese Handlungsmuster, die sozialen Regeln und Ressourcen *können* das Handeln von Subjekten beeinflussen, ohne es aber notwendigerweise zu determinieren (s. a. Kap. 3.3).

Begriff	Klärung
Ressourcen	Ressourcen sind nach Bourdieu (1987: 203ff.) Mittel, Güter oder Gegebenheiten, mit denen ein Subjekt Ziele verfolgt, Anforderungen bewältigt oder spezifische Handlungen tätigt. Ressourcen können materiell (Zeit-, Raum-, Material-Ressourcen) oder immateriell (soziale Ressourcen) sein.
Sinnstrukturen	Sinnstrukturen sind – anders als Handlungsmuster – nicht beobachtbar und nicht explizierbar (vgl. Kleemann et al. 2013: 239); der Rückgriff auf sie läuft unbewusst ab (vgl. Reichertz 2016: 322). Zugänglich werden Sinnstrukturen nur, wenn sie aus beobachteten Handlungsmustern erschlossen werden (vgl. Kleemann et al. 2013: 14f.). Grundlage dieser Möglichkeit der Erschließbarkeit von Sinnstrukturen aus beobachteten Handlungsmustern ist die Annahme eines grundsätzlich subjektiv bzw. sozial (s. o.) „sinnhaften Handeln[s] und Tun[s] von Subjekten" (Reichertz 2016: 23).

Vor dem Hintergrund dieses Begriffsverständnisses (s. Tab. 1) und meines methodologischen Rahmens, der Grounded Theory Methodologie (Strauss & Corbin 1996; Glaser & Strauss 2010), werde ich als nächstes überblicksweise mein methodisches Vorgehen zur Beantwortung der Forschungsfrage, wie Selbstbestimmung zwischen Lehrenden und Lernenden ausgehandelt wird, skizzieren. Anschließend erläutere ich die erkenntnis- und wissenschaftstheoretischen Grundannahmen der Grounded Theory Methodologie.

Zur Beantwortung der Forschungsfrage habe ich beim Offenen Experimentieren *zunächst* die wechselseitigen Handlungen bzw. Interaktionen von Lernenden (Schüler*innen) und Lehrenden (Lehrpersonen, GOFEX-Dozierenden) beobachtet und in Beobachtungsprotokollen beschrieben. *Im zweiten Schritt* habe ich diese Beobachtungsprotokolle in Hinblick auf bestimmte Handlungs- und Interaktionsmuster analysiert.[18] Prämisse meines Vorgehens war dabei, dass den Mustern in Lehr-Lern-Situationen[19] meist tradierte Sinnstrukturen unterliegen (s. Tab. 1; vgl. Gudjons & Traub 2016; Gebauer & Herbst 2020). Das Deuten resp. Erschließen dieser Sinnstrukturen (vgl. Helfferich 2013: 81) vollzog ich *im dritten Schritt* „als Schluss von äußerlich wahrnehmbaren Zeichen (wie z. B. Gebärden, Lauten oder Schriftzeichen) auf ein Inneres, das dabei als den Zeichen zugrunde liegender ‚Sinn'" (Koller 2011: 83) aufgefasst wird. Es ging mir dabei jedoch nicht primär um die Erschließung des subjektiven Sinns hinter den analysierten Handlungs- und Interak-

[18] Analysieren meint das Betrachten bzw. Untersuchen und ggf. Ordnen, Systematisieren, Unterscheiden von Objekten auf bestimmte Merkmale hin und beinhaltet noch keine Deutung oder Interpretation dieser Merkmale im o. g. Sinne.

[19] Lehr-Lern-Situationen verstehe ich nach Breidenstein (2006: 91) als „Formate, in denen Schüler und Schülerinnen miteinander" und mit Lehrenden interagieren. Kinder bzw. Erwachsene treten üblicherweise in komplementären Rollen auf (z. B. ‚Schüler*in' und ‚Lernbegleitung'; vgl. Neubert et al. 2011; Reusser 2009a: 881; s. Kap. 5.4), die sich hinsichtlich Alter, Erfahrung, Wissen und Können unterscheiden (vgl. de Boer 2008; zum Begriff ‚Rolle' s. Kap. 5.4). „Konstitutiv für ‚Situation' als soziale Erscheinung sind letztendlich nur der Bezug von Akteuren auf eine thematische Ereigniskonstellation, in welche sie zusammen mit anderen Akteuren [...] verwickelt sind, sowie die Aufspannung eines gemeinsamen Orientierungs- und Aktivierungsrahmens mit Bezug auf die geteilte Ereigniskonstellation" (Schütze 2020: 157f.). Diese geteilte Ereigniskonstellation ist durch „ganz bestimmte, begrenzte räumliche, zeitliche, soziale und umweltbedingte Gegebenheiten" (Schultheis 1999: 311) konstituiert (vgl. Böhm & Seichter 2018: 434).

tionsmustern, sondern v. a. darum, deren *sozialen S*inn zu erschließen: „[W]e were less interested in individual characteristics of the learners than in their social interactions, as well as the ways in which opportunities to engage in interaction in their specific situations were structured" (Toohey & Norton 2003: 59). Obwohl solche sozialen Sinnstrukturen handlungsgenerierend sind, können die Beteiligten sie nur begrenzt selbst explizieren. Sie sind jedoch anhand der analysierten Handlungsmuster, die sie generieren, „vollständig öffentlich" (Hirschauer 2015: 73) und erschließbar: Ich begriff daher das Handeln der Akteur*innen als je individuellen und beobachtbaren „Ausdruck überindividueller" (Meuser 2011: 142) sozialer Sinnstrukturen (vgl. Kleemann et al. 2013: 17). Bei der Rekonstruktion[20] solcher sozialer Sinnstrukturen wird deshalb den beobachteten „Handlungen und Interaktionen [...] eine entscheidende Rolle" (Kehrbaum 2009: 84) zuteil.

Im vierten Schritt habe ich die Lehr-Lern-Situationen, die ich beobachtet habe, auf Grundlage der rekonstruierten sozialen Sinnstrukturen und des jeweiligen Kontextes (s. Kap. 3), im Hinblick auf die Aushandlung von Selbstbestimmung interpretiert (s. Kap. 7 und 8).

Meine Interpretationen bzgl. der Aushandlung von Selbstbestimmung zwischen Lernenden und Lehrenden habe ich ausgehend von den empirischen Daten, Analysen und Rekonstruktionen über ein mehrstufiges qualitatives Verfahren sukzessive entwickelt (vgl. Lüders 2015: 384f.). Einen solchen Zugang ermöglicht die Grounded Theory Methodologie (Strauss & Corbin 1996; Glaser & Strauss 2010), deren Grundannahmen ich nun erläutere.[21]

2.1 Qualitative Forschung

Unter Qualitativer Forschung verstehe ich jede Art von Forschung, die eine „Ausdeutung von Sachverhalten" (Reichertz 2016: 107) vornimmt, um „Handlungen und Aussagen – sowie im weitesten Sinne Interaktionen von Personen in deren Lebenswelt – zu verstehen" (Muckel et al. 2017: 2) und zu erklären (vgl. Strauss 1991: 33; Strübing 2014: 13).

> „Qualitative Forschung hat ihren Ausgangspunkt im Versuch eines vorrangig deutenden und sinnverstehenden Zugangs zu der interaktiv ‚hergestellt' und in sprachlichen wie nicht-sprachlichen Symbolen repräsentiert gedachten sozialen Wirklichkeit. Sie bemüht sich dabei, ein möglichst detailliertes und vollständiges Bild der zu erschließenden Wirklichkeitsausschnitte zu liefern" (Kardorff 1995: 4).

Nachfolgend verorte ich meine Arbeit hinsichtlich einiger Postulate Qualitativer Forschung.

---

[20] „Der Begriff der Rekonstruktion verweist [...] auf die immer schon vorgängig stattgefundenen Konstruktionen – eben die Vorstrukturiertheit – sozialer Wirklichkeit, die es verstehend und interpretierend zu analysieren gilt" (Jakob & Wensierski 1997: 9). Diese soziale Wirklichkeit gilt als „sinnhaft konstruiert[.] und intersubjektiv vermittelt[.]" (ebd.; vgl. auch Mayring 2016: 10). Re-Konstruktion meint die offene Suche nach der sozialen Ordnung (s. o.) dieser sozialen Wirklichkeit. „Rekonstruierende Verfahren ermöglichen Aussagen über die Existenz von Deutungen, Sinnsystemen [...] etc. Sie können Sinnsysteme beschreiben und im systematischen Vergleich Unterschiede und Gemeinsamkeiten herausarbeiten, aus denen ‚typische' Grundformen der Sinnmuster bestimmt werden" (Helfferich 2013: 76).

[21] Dass jeder Beobachtung und jeder Beschreibung einer Beobachtung immer eine Interpretation zugrunde liegt, ist eine Grundannahme der Grounded Theory Methodologie (s. Kap. 1.3 zur theoretischen Sensibilität; vgl. Reichertz 2016).

Gegenstandsangemessenheit: Die Forschungsmethoden müssen „dem untersuchten Gegenstand angemessen sein und dementsprechend ausgewählt" (Flick 2016: 124) bzw. angepasst werden, *nicht* umgekehrt (vgl. Muckel et al. 2017). Um die Angemessenheit meiner Forschungsmethoden zum Gegenstand ‚Offenes Experimentieren' und zum Forschungsfokus ‚*Aushandlung* von Selbstbestimmung' zu prüfen, habe ich zwei Vorstudien durchgeführt, deren Ergebnisse und methodische Ableitungen ich in Kapitel 5 diskutiere.

Offenheit: Die Offenheit zeigt sich im Forschungsprozess zum einen darin, sich „ohne gezielte theoretische Annahmen und mit offenem Ergebnis in ein Feld [zu] begeben, [...] die Eindrücke auf sich wirken [zu] lassen und [...] in mehreren Schritten und mit wiederholten (Selbst-)Prüfungen" (Schlömerkemper 2010: 19) das im Feld Beobachtete zu deuten.[22] Sowohl das theoretische Vorverständnis als auch methodische Verfahren dürfen dabei „den Blick auf wesentliche Aspekte des Gegenstandes nicht versperren" (Mayring 2016: 28). Diese Offenheit bedeutet jedoch *nicht*, sich als Forscher „im Hinblick auf den untersuchten Gegenstand" (Reichertz 2016: 88) überhaupt nicht zu informieren.

Ich habe mich entsprechend theoretisch mit Experimentieren (s. Kap. 3.1), Offenem Experimentieren (s. Kap. 3.2) und Selbstbestimmung (s. Kap. 3.3) auseinandergesetzt und den Forschungsstand zum Offenen Experimentieren und zur Aushandlung von Selbstbestimmung aufgearbeitet (s. Kap. 4). Diese grundlegende Auseinandersetzung mit meinem eigenen theoretischen Vorverständnis gipfelt jedoch im Grounded Theory methodologischen Vorgehen „nicht […] im Hypothesenansatz ex ante" (Hoffmann-Riem 1980: 343), weil „die Gewinnung neuer Einsichten" (Strübing 2014: 59) durch vorab ausschließlich auf theoretischer Basis festgelegte ex ante-Hypothesen möglicherweise eingeschränkt werden kann:[23] Der Zugang zu „Sinn- und Bedeutungsstrukturen, mit denen die Akteure ihre soziale Alltagswelt [...] strukturieren" (Kelle & Kluge 2010: 16), wird durch vorab formulierte ex ante-Hypothesen ggf. „überblendet" (ebd.) und somit verstellt.

Die Entwicklung einer ‚neuen' Theorie ‚aus den Daten heraus' bedeutet aber keinesfalls „Verzicht auf die Berücksichtigung vorgängiger Theorien" (Strübing 2014: 59; vgl. auch Strauss 1991: 35ff.). Die Auseinandersetzung mit vorgängigen Theorien beziehe ich allerdings v. a. auf „die grundlagentheoretische Explikation dessen, was überhaupt der Untersuchungsgegenstand ist" (Breidenstein 2006: 16), sowie darauf, mit welchem be-

[22] Unter einem Forschungsfeld verstehe ich dabei „natürliche soziale Handlungsfelder im Gegensatz zu künstlichen situativen Arrangements [...], die extra für Forschungszwecke geschaffen werden" (Wolff 2015: 335; s. a. Kap. 5).
[23] Der Begriff der ex ante-Hypothese bzw. der ‚Hypothesenansatz ex ante' bezieht sich auf die im quantitativen Paradigma gängige Praxis, bereits vor Studienbeginn Annahmen über das zu untersuchende soziale Phänomen zu formulieren, die ausschließlich auf dem Stand wissenschaftlicher Theorie gründen, ohne bereits erste Feldkontakte zu berücksichtigen, und diese Annahmen dann in getrennten Schritten der Datenerhebung und -auswertung zu überprüfen.

sonderen Forschungsfokus ich ihn beforscht habe (s. Kap. 3). Aus demselben Grund, meinen Forschungsfokus zu schärfen und die zu schließenden Desiderata herauszuarbeiten, habe ich die Analyse des bisherigen Forschungsstandes vorgenommen (s. Kap. 4).

Die Grounded Theory Methodologie verzichtet auf die Formulierung und Überprüfung von ex ante-Hypothesen. Stattdessen werden, ausgehend vom empirischen Datenmaterial und ersten Auswertungen bzw. im Zuge von Vorstudien (s. Kap. 5), sog. „ad hoc Hypothesen" (Strübing 2014: 90) aufgestellt. Dabei handelt es sich um Annahmen über den Forschungsgegenstand, die angesichts erster Feldkontakte entwickelt wurden und sich im weiteren, iterativen Forschungsprozess als nützlich für den spezifischen Forschungsfokus erweisen müssen oder aber verworfen werden (s. Kap. 2.3 und 5). Ad hoc Hypothesen werden fortwährend mit weiteren empirischen Daten verglichen und mit jeder Wendung der Erkenntnisspirale (s. Abb. 1) erweitert und verändert (vgl. Koller 2011).

Subjektivität: „Forschende [...] werden als die Datenanalyse beeinflussende Subjekte [...] angesehen und unterliegen daher einer ständigen Reflexion ihres forscherischen Handelns" (Wollny & Marx 2009: 470). Beobachtungsdaten z. B. „sind als erzeugter Sinn immer Produkt des Erhebungskontextes und sie sind immer von den dabei involvierten Subjektivitäten gekennzeichnet" (Helfferich 2013: 83). Diese nicht vermeidbare Subjektivität Qualitativer Forschung wird „sozial kontrolliert" (Brügelmann 2015: 125), d. h. bewusst gemacht und in ihrer Wirkung auf das Zustandekommen von Ergebnissen reflektiert. Die soziale Kontrolle von Subjektivität erfolgt durch „Transparenz, d. h. dokumentierte[.] Vorgehensweisen und [...] intersubjektive Nachvollziehbarkeit" (Murmann 2013: 5; s. Kap. 2.3), sowie durch Vergegenwärtigung des eigenen Vorverständnisses.

Epistemologischer Wert differenter Sichtweisen: Unterschiedliche Interpretationen derselben Beobachtung „dementieren sich [...] nicht gegenseitig, sondern im Gegenteil: sie ergänzen einander" (Reichertz 2016: 269). Sie sind Ausdruck der Subjektivität der Forschenden (vgl. Kühlmeyer et al. 2020: 18). Die Grounded Theory Methodologie stimuliert eine „maximale Divergenz möglicher Interpretationen [...]. Bei solch divergenten Interpretationsprozeduren wird zunächst keine Entscheidung darüber getroffen, was die richtige [bessere, passendere, konsensfähigere] Interpretation ist" (Muckel 2007: 220; Anm. d. V.). Zur Debatte steht ausschließlich, ob die jeweils entwickelte Deutung und Interpretation nachvollziehbar und überzeugend bzw. schlüssig ist (vgl. Reichertz 2016: 300). Überzeugend oder schlüssig ist eine Deutung dann, wenn sie im professionellen Handeln brauchbar, tauglich, tragfähig ist und sich in der Bewältigung des Alltags, der Kommunikation und der Wissenschaft bewährt (ebd.; vgl. Rauterberg 2007: 3).

2.2 Erkenntnistheoretische Grundlagen der Grounded Theory Methodologie

Der Grounded Theory Methodologie liegt v. a. die Erkenntnistheorie des Symbolischen Interaktionismus (Herbert Blumer, Anselm Strauss) zugrunde, deren bedeutsamster Vorläufer v. a. der Amerikanische Pragmatismus (Charles Peirce, William James, John Dewey) war (vgl. Schubert 2009: 345), den ich deshalb nachfolgend zuerst darstelle.

2.2.1 Amerikanischer Pragmatismus (Peirce, James, Dewey)

Der Amerikanische Pragmatismus fordert, einen Gedanken, ein Konzept oder eine Theorie immer im Hinblick auf deren mögliche praktische Verwendung, deren Konsequenzen und Wirkungen hin zu beurteilen (vgl. Krinninger 2019: 654). Dass dieser Gedanke, dieses Konzept oder diese Theorie dagegen „akteursunabhängig Geltung" (Kehrbaum 2009: 69) erlangen könnte, sei dem Amerikanischen Pragmatismus zufolge nicht möglich. Der Amerikanische Pragmatismus distanziert sich von erkenntnistheoretischen Positionen, die ‚perspektivenbefreit' und ‚universell', also unabhängig von Beobachtenden und ihren Beobachtungen, ‚objektiv' „eine ‚Welt an sich' erkennen wollen" (Faulstich 2008: 40; vgl. auch Reich 2012: 114). Was Individuen als ‚Realität' bzw. ‚Wirklichkeit' erkennen, hänge jedenfalls „nicht einfach davon ab, was es an sich ist, sondern ebenso vom Beobachter" (Strübing 2014: 48).[24] Die epistemologische Vorstellung bzw. Repräsentation von ‚Welt' ist deshalb immer bereits von den Beobachtungsprozessen des Individuums und vom Kontext, in dem das Individuum sich befindet, abhängig. Das Individuum wird demzufolge „nicht als widerspiegelndes oder abbildendes Subjekt" (Reich 2012: 118f.) einer ‚Welt an sich' konzeptualisiert, sondern als Subjekt, das durch eigene Beobachtungsprozesse und „in Verständigung mit anderen" (ebd.: 119) ‚seine Welt' „re-/de-/konstruiert" (ebd.). ‚Realität' bzw. ‚Wirklichkeit' gilt im Amerikanischen Pragmatismus demzufolge als immer schon „soziale bzw. [...] kommunikative Konstruktion" (Reichertz 2016: 50).

> „Damit wird in der Regel nicht behauptet, dass die Welt und alle Gegenstände und Menschen in ihr von den Menschen erst geschaffen werden, sondern dass die Menschen sich von den in der Welt vorgefundenen Elementen ihr ‚soziales Bild' machen und dass diese ‚Bilder' die Grundlage menschlichen Handelns ausmachen" (Reichertz 2016: 51).

‚Wirklichkeit' „als im Handeln und also auch im Forschungshandeln beständig neu hervorgebracht zu verstehen" (Strübing 2014: 45), bedeutet notwendig, dass diese ‚Wirklichkeit' „immer nur [...] zu einem bestimmten Zeitpunkt" (ebd.) repräsentiert werden kann. Dies evoziert, insbesondere auch in Forschung und Theoriebildung, einen „nahezu

[24] Der Amerikanische Pragmatismus bezeichnet mit den Begriffen ‚Realität' und ‚Wirklichkeit' *synonym* Konstruktionen des Individuums von der Welt, wie es sie wahrnimmt. Eine Unterscheidung von ‚Realität' und ‚Wirklichkeit' ist demzufolge grundsätzlich obsolet (vgl. Krinninger 2019: 654), da eine mögliche externe „Welt an sich" (Faulstich 2008: 40) im Verständnis des Amerikanischen Pragmatismus ohnehin nicht unmittelbar für Menschen zugänglich ist.

immer vorläufige[n] Begriff von Wirklichkeit“ (Kehrbaum 2009: 68). In Übereinstimmung mit dem Amerikanischen Pragmatismus rückt die Grounded Theory Methodologie deshalb „soziale Interaktion[en] und die sozialen Prozesse“ (Strauss 1991: 30) der Aushandlung individueller Bedeutungen in den Mittelpunkt ihrer Betrachtungen und Überlegungen. ‚Wirklichkeit‘ und die Theorien über sie befinden sich „in einem kontinuierlichen sozialen Herstellungsprozess“ (Kehrbaum 2009: 69; vgl. Strübing 2014: 38).

2.2.2 Symbolischer Interaktionismus (Blumer, Strauss)

Der Symbolische Interaktionismus lässt sich anhand von drei Prämissen charakterisieren: Seine erste Prämisse besagt, dass Menschen den Dingen ihrer Umgebung gegenüber „auf der Grundlage der Bedeutung handeln, die diese Dinge für sie besitzen“ (Blumer 1973: 322).[25] Diese individuelle Bedeutung der Dinge lässt sich, gemäß der pragmatistischen Grundposition (vgl. Krinninger 2019: 654), als ihre Eigenschaft definieren, verhaltensrelevant zu sein bzw. Verhaltenskonsequenzen auszulösen (vgl. Schubert 2009).

Die zweite Prämisse besagt, dass die individuelle Bedeutung „solcher Dinge aus der sozialen Interaktion, die man mit seinen Mitmenschen eingeht, abgeleitet ist oder aus ihr entsteht“ (Blumer 1973: 322). Die Bedeutung, die das Individuum bestimmten Objekten, Situationen und Beziehungen beimisst und auf die es sein jeweiliges Handeln ausrichtet, ist also „weder empiristisch gegeben [...] noch auf Kategorien des Verstandes [...] zurückzuführen“ (Schubert 2009: 351). Die Bedeutung von Dingen wird vielmehr „in symbolisch vermittelten Prozessen der Interaktion hervorgebracht“ (Breuer 2010: 113). Die dabei genutzten signifikanten (also bedeutungstragenden) Symbole werden „im Prozess der sozialen Interaktion definiert und an die Mitglieder einer gesellschaftlichen Gruppe weitervermittelt; gleichzeitig regulieren sie die Interaktion“ (Perrez et al. 2006: 375).[26]

In Anlehnung an Tajmel (2013: 203) bezeichne ich die „einer Situation angemessene und einem Zweck dienliche Verwendung“ solcher sozial, interaktiv definierter Symbole als „sprachliches Handeln“. Ein solches sprachliches Handeln, das dem wechselseitigen Austausch von Informationen, Einstellungen, Haltungen und Erwartungen dient, bezeichne ich darüber hinaus als „Kommunikation“ (vgl. Gröschner 2007: 2; Reichertz 2016: 252).

> „Der Mensch drückt sich durch Gesten aus und erschließt sich seine Umwelt über symbolische Bedeutungen; Kommunikation ist – so ein zentraler Gedanke im symbolischen Interaktionismus – die ‚Voraussetzung für eine Gesellschaftsordnung‘ (Mead 1978: 39)“ (Stadler-Altmann & Lang 2023: 189).

[25] Dinge bezeichnet dabei alles, auf das Menschen sich in ihren Kommunikationen und Interaktionen beziehen können: Objekte, Institutionen, andere Menschen, Handlungen anderer, aber auch abstrakte Ideen, Werte und Normen uvm.
[26] Symbole „bezeichnen etwas, was ‚hinter‘ den Zeichen, Worten, Begriffen, bloßen Sätzen, die wir sprechen, steht, was neben dem Gesprochenen oder Geschriebenen auch zugleich eine Intention, einen Sinn ausdrückt“ (Reich 2012: 104).

Ein Großteil menschlicher Kommunikation findet über nonverbale Anteile statt, die gegenüber verbaler Sprache zwischen 50 % und 95 % ausmachen (vgl. z. B. Košinàr 2009; Gudjons 2011; Argyle 2013). Inhalte und Informationen (Inhaltsseite) werden nach Schulz von Thun (2010) zwar überwiegend verbal ausgetauscht. Wechselseitige Einstellungen, Haltungen und Erwartungen (Beziehungsseite) werden dagegen v. a. nonverbal ausgetauscht, v. a., je unbewusster sie ausgesendet werden (vgl. Rosenbusch 1995).

Wenn Menschen miteinander kommunizieren, nutzen sie also verschiedene Modalitäten, um Informationen, Einstellungen und Erwartungen mit anderen auszutauschen:

- **Verbalitäten – verbal-vokale Kommunikation:** Dieser Bereich deckt die gesprochene Sprache ab, wobei es um Inhalte und Informationen geht, die übermittelt bzw. ausgetauscht werden und die somit die Inhaltsseite der Kommunikation fokussieren (vgl. Schulz von Thun 2010). Nach Rosenbusch (1995) können Inhalte und Informationen z. B. Begriffe, Regeln, Sachverhalte oder Handlungen sein.
- **Vokalitäten – nonverbal-vokale Kommunikation:** „Intonation (Prosodik), z. B. Sprachmelodie, Pausen, Sprachrhythmus und selbstständige Akzente wie Lachen und Seufzen“ (Košinàr 2009: 22), sind die akustische Sprachbegleitung bzw. die akustische Stütze der Inhalts- und Informationsübermittlung („Paralinguistik“).
- **Nonvokalitäten – nonverbal-nonvokale Kommunikation:** Dieser Bereich umfasst „neben Gestik, Mimik, Körperhaltung und Blickrichtung auch räumliches Verhalten, Körperbewegung, Kleidung, Frisur und Artefakte“ (ebd.: 22) bzw. materielle Dinge[27], Körperspannung und Atmung („Körpersprache“, „Proxemik“).
- **Nonverbalitäten** – **nonverbale Kommunikation** – bezieht sich auf den nonverbal-nonvokalen *und* nonverbal-vokalen Anteil der Sprache. „Non-verbal communication is simply defined as communication without words” (Pratolo 2019: 121).

Menschliche Kommunikation dient somit in dem hier vertretenen Verständnis nicht allein (und m. E. auch nicht vornehmlich) der Übermittlung von inhaltsbezogenen Botschaften (vgl. Reichertz 2016: 252), sondern v. a. der Aushandlung sozialer Beziehungen zwischen den beteiligten Akteur*innen (vgl. ebd.; Naujok et al. 2008: 780). „Freude, Begeisterung, Zuneigung, Angst [oder Ablehnung; Anm. d. V.] werden relativ selten verbalisiert, spiegeln sich jedoch häufig in der Mimik, Gestik und Paralinguistik von Schülern und Lehrern wider“ (Rosenbusch 1995: 179). Dabei gilt, „dass die Beziehungsseite in

[27] Dinge bezeichnet, wie zuvor definiert, alles, auf das Menschen sich in ihren Kommunikationen und Interaktionen beziehen können (Objekte, Handlungen anderer, Ideen uvm.) Nachfolgend verwende ich den Begriff der materiellen Dinge ausschließlich im Sinne von physisch existenten Objekten (vgl. Lauterbach 2020: 62). Dies umfasst Alltagsgegenstände, (bearbeitete) natürliche Objekte, aber auch didaktisierte Objekte (d. h. eigens hergestellte, didaktisch gestaltete Artefakte) und schulisch verwendete ‚eingeschulte‘ Alltagsgegenstände (vgl. Wiesemann & Lange 2015; Lange 2017).

zwischenmenschlicher Kommunikation stets wesentlich in die Inhaltsseite hineinspielt“ (Neubert et al. 2001: 258) – und auch „wesentlich darüber bestimmt, wie auf der Inhaltsseite gelernt“ (ebd.; vgl. auch Gruschka 2011: 207) wird (vgl. Reich 2012: 103).

Bei der Analyse von Interaktionen kann man den Blick „eher auf die handelnden Individuen oder stärker auf die Funktionsweise der Interaktion richten“ (Naujok et al. 2008: 780). Im ersten Fall werden „psychische Systeme“ (Luhmann 1987: 18) ausgehend von den Handlungen der Individuen untersucht. Fokus der Analysen sind die individuellen Motive dieser Handlungen und damit der subjektive Sinn.[28] Im zweiten Fall, und dies ist der Fokus meiner Forschung, werden ausgehend von den beobachteten Handlungen und Kommunikationen der Beteiligten „soziale Systeme“ (ebd.) bzw. Ordnungen der Interaktionen rekonstruiert. Konkret habe ich die Interaktionen von Lehrenden und Lernenden im Zusammenspiel mit den Nutzungsweisen von u. a. materiellen und räumlichen Ressourcen beforscht. Als Forschungsgegenstand nutzte ich den Ansatz „Offenen Experimentierens“, um aus meinen Analysen der Interaktionen und Nutzungsweisen interpretativ auf die Aushandlung von Selbstbestimmung zu schließen. Der Kommunikation wird dabei „eine konstitutive Funktion für den Verlauf der sozialen Situation sowohl im Hinblick auf den Beziehungsaspekt als auch auf den Inhaltsaspekt zugesprochen“ (Naujok et al. 2008: 780).

Die dritte Prämisse des Symbolischen Interaktionismus besagt schließlich, dass die Bedeutung der Dinge, die in zwischenmenschlichen Interaktionen durch „Verwendung signifikanter Symbole“ (Schubert 2009: 357) zum Ausdruck gebracht wird, von Individuen nicht einfach unverändert angewandt wird. Die individuelle Bedeutung der Dinge wird vielmehr von den beteiligten Akteur*innen jeweils bestätigt – oder aber verändert. Mit den Worten von Strauss (1978: 234) wird sie ausgehandelt („negotiated“). Dies gilt nach Strauss (1991), der eine handlungs- und strukturintegrative Betrachtung von ‚Realität‘ bzw. ‚Wirklichkeit‘ favorisiert, ausdrücklich auch für Strukturen (s. Tab. 1 zum Begriff).

„Das, was wir in der Regel unter Strukturen verstehen, bedingt [...] oder besser: interagiert mit dem Denken und Handeln […]. Dabei wird schon sichtbar, dass Strauss ‚Struktur‘ nicht als etwas, unabhängig von den Akteuren existierendes, begreift“ (Kehrbaum 2009: 81f.). Vielmehr geht Strauss (1978; 1991) von einer ‚gemachten‘ oder ‚hergestellten‘ Struktur aus, die durch soziale Interaktionen entwickelt und ggf. reproduziert (vgl. Strübing 2014: 45) wird und keine Handlungsdeterminante darstellt, sondern den Indi-

[28] Dabei sind im *Symbolischen Interaktionismus* die grundlegenden Motive des individuellen Handelns „nicht wie im *Utilitarismus* gegebene Ziele, die Akteure nutzenmaximierend realisieren wollen, aber auch nicht internalisierte soziale Normen, die die Handlungen der Akteure kanalisieren [*Strukturfunktionalismus*], sondern Handlungsprobleme [...], die durch experimentelles Handeln überwunden werden müssen“ (Schubert 2009: 364; Anm. d. V.). Dies ist überdies anschlussfähig an eine subjektwissenschaftliche Theorie des Lernens (vgl. Holzkamp 1995; Kruse 1996).

viduen bloß Handlungsmöglichkeiten eröffnet, die diese ergreifen oder ungenutzt lassen, aber auch in weiteren Interaktionen modifizieren können. Dies ist anschlussfähig an Giddens Strukturationstheorie, einer wesentlichen AGENCY-Positionierung (s. Kap. 3.3): „Gemäß dem Begriff der Dualität von Struktur sind die Strukturmomente sozialer Systeme sowohl Medium wie Ergebnis der Praktiken, die sie rekursiv organisieren" (Giddens 1997: 77). Mit anderen Worten: Strukturen sind nicht mit Zwang gleichzusetzen, sondern haben einen Doppelcharakter „als Ermöglichung und als Restriktion" (ebd.: 14) individuellen Handelns. Sie „spannen einen Möglichkeitsraum auf" (Paseka et al. 2011: 19) und bleiben insgesamt „gestaltungsoffen" (ebd.: 17). Sie erlauben es Individuen immer, „auch ‚anders zu handeln' und aktiv in den Handlungsfluss einzugreifen" (ebd.: 13).

Die erkenntnistheoretische Grundannahme der Grounded Theory Methodologie, dass Strukturen in sozialen Interaktionen fortlaufend entwickelt, reproduziert und modifiziert werden, hat methodische Konsequenzen: Es ist notwendig, „ins Feld zu gehen, wenn man verstehen möchte" (Strauss & Corbin 1996: 9), wie solche Strukturen ausgehandelt werden (vgl. Hirschauer 2001; Gruschka 2007). Da ich die verschiedenen Strukturen und Gegebenheiten beforschen möchte, die die Aushandlung von Selbstbestimmung begrenzen bzw. ermöglichen, bedarf es entsprechender Feldforschung (s. Kap. 5).

2.3 Wissenschaftstheoretische Grundlagen der Grounded Theory Methodologie

Da Selbstbestimmung in meinem Verständnis „erst durch interaktive Zuschreibung" (Koller 2011: 84f.) in Aushandlungsprozessen zustande kommt (s. a. Kap. 1; 3.3), kann Selbstbestimmung m. E. nur im Hinblick auf diese Aushandlungsprozesse interpretiert werden (vgl. Przyborski & Wohlrab-Sahr 2013: 189). Dazu ist es notwendig, Interaktionen zu beobachten, Interaktionsmuster zu analysieren und deren soziale Sinnstrukturen zu rekonstruieren, die dann im Hinblick auf Aushandlungsprozesse zu kontextualisieren und interpretieren sind. Dazu bietet die Grounded Theory Methodologie kategorienbildende Verfahren und heuristische Instrumente, die ich in den nachfolgenden Kapiteln kurz skizziere.

2.3.1 Kodieren und Kategorisieren, Konzept-Indikator-Modell

Die kategorienbildenden Verfahren der Grounded Theory Methodologie setzen die Figur der Erkenntnisspirale (Abb. 1) methodisch um (vgl. Breuer 2010: 93). Sie entfalten ihren Sinn allerdings erst „im Rahmen der ausgebauten konsekutiv-iterativ-rekursiven Strategie des Hin und Her, des Vor und Zurück zwischen Datenerhebung, Konzeptbildung, Modellentwurf und Modellprüfung sowie der Reflexion des Erkenntniswegs" (ebd.: 69).

Kodieren bezeichnet in der Grounded Theory Methodologie ein Durchgehen, Sortieren und Annotieren der empirischen Daten, die auf relevante Ereignisse hin analysiert werden (vgl. Corbin 2011).[29] Mit ‚Ereignisse' beziehe ich mich in Anlehnung an Kastl (1999) auf Handlungs- und Interaktionsmuster, die sich in den empirischen Daten identifizieren lassen. Das Finden, Benennen und Inbeziehungsetzen solcher besonderer Muster ist eine Suche nach Relevanzen und Strukturen in den Daten (vgl. Strauss & Corbin 1996: 194).

Konzepte, synonym **Konzept-Codes**, sind in der Grounded Theory Methodologie prägnante Bezeichnungen, die den als relevant identifizierten Ereignissen, Handlungs- bzw. Interaktionsmustern in den empirischen Daten zugeordnet werden (vgl. ebd.: 43). Diese Bezeichnungen sollten über eine ausschließlich beschreibende Zusammenfassung der Ereignisse hinausgehen, was Muckel (2007) an einem konkreten Beispiel verdeutlicht:

> „Eine Beobachtung kann ich beschreiben als: ‚Zwei Menschen sprechen miteinander.' Wenn ich jedoch nach einer präziseren und zugleich konzeptualisierenden Benennung suche, könnte ich sagen: ‚Ein Mensch berät einen anderen.' ‚Beraten' ist eine konzeptualisierende Benennung im Unterschied zum Miteinander-Sprechen, weil das Beraten bereits eine bestimmte Rollenverteilung impliziert und so Fragen nach der Beziehung der beiden Personen zueinander [...] etc. eröffnet" (Muckel 2007: 217).

Konzepte oder Konzept-Codes sind präziser als „allgemein gehaltene Beschreibungen" (ebd.; vgl. Wollny & Marx 2009: 468; Strübing 2014: 16) über die in den empirischen Daten als relevant identifizierten Ereignisse. Gleichzeitig sollten sie „analytisch sein – d. h. hinreichend allgemein, um die *Charakteristika* konkreter Einheiten und nicht die Einheiten selbst zu bezeichnen" (Glaser & Strauss 2010: 56). Sie „erklären, was da los ist" (Corbin 2011: 73), in den Handlungsmustern (vgl. Legewie & Schervier-Legewie 2004: 59).

Dem Kodiervorgang in der Grounded Theory Methodologie liegt das **Konzept-Indikator-Modell** zugrunde: „Daten(-ausschnitte) werden als Anzeichen, Indikatoren für (dahinterliegende) Konzepte" (Kühlmeyer et al. 2020: 8; vgl. auch Strübing 2014: 52f.) genutzt.

> Die Indikatoren sind dabei „das Unmittelbare und Sichtbare, die allgemeinen Konzepte das Dahinterliegende. Letztere sind in den Daten gewissermaßen eingeschlossen, versteckt und müssen durch methodische und kreative Aktivität des Forschers […] zu Tage gefördert werden" (Breuer 2010: 71).

Beim Kodieren der Daten geht es folglich darum, ähnliche und wiederkehrende Ereignisse zu finden, die Indikatoren für dasselbe dahinterliegende Konzept sind. Diese ähnlichen und wiederkehrenden Ereignisse werden mit einem Konzept-Code benannt, d. h. sie werden in einer typisierenden Weise begrifflich zusammengefasst, gruppiert, „abstrahiert und [...] etikettiert" (Corbin 2011: 73; vgl. auch Strauss & Corbin 1996: 55).

---

[29] Ereignisse sind allgemein Geschehen, die den normalen, erwartbaren Ablauf als etwas Bemerkenswertes unterbrechen. Diese Nutzung des Begriffes ‚Ereignis' darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass es sich bei Ereignissen immer bereits um Konstruktionen und somit Interpretationen des Forschers handelt (vgl. Strübing 2014; Reichertz 2016).

Das Kodieren und Analysieren der Daten findet in der Grounded Theory Methodologie zeitgleich statt (vgl. Glaser & Strauss 2010: 116). Konzept-Codes sind damit das Ergebnis der Analyse, aufgrund der die bis dahin implizit gebliebenen sozialen Sinnstrukturen der beobachteten Interaktionen nun rekonstruiert werden können (vgl. Muckel et al. 2017: 4). Nachdem die ersten, meist vorläufigen Konzept-Codes formuliert wurden, ist es dazu notwendig, sich noch einmal intensiver mit diesen Konzept-Codes auseinanderzusetzen „mit dem Ziel, diese weiter aufzuschlüsseln und zu verdichten" (Wollny & Marx 2009: 471). Sie werden verglichen (s. Kap. 2.3.2) und weiter zu sog. Kategorien gruppiert.

> „Concepts that are found to pertain to the same phenomenon are grouped to form categories. Not all concepts become categories. The latter are higher level, more abstract concepts, than those they represent. They are generated through the same analytic process of making comparisons for similarities and differences as was used to produce the lower level concepts. Categories are the ‚cornerstones' of a developing theory. They provide the means by which a theory is integrated" (Corbin & Strauss 1990: 420).

Kategorien sind Elaborationen von Konzept-Codes (vgl. Strübing 2014). Sie veranschaulichen Zusammenhänge und Beziehungen zwischen den Konzept-Codes, halten diese zusammen und verweisen u. a. stärker auf deren soziale Sinnstrukturen (vgl. Corbin 2011: 73). Kategorien können im Forschungsprozess zu jedem Zeitpunkt reformuliert werden (vgl. Kühlmeyer et al. 2020: 10). Sie werden zudem in Bezug auf ihre Eigenschaften und Dimensionen ausgeschärft: **Eigenschaften** sind „Attribute oder Charakteristika" (Strauss & Corbin 1996: 43) einer Kategorie. Werden diese Eigenschaften „entlang eines Kontinuums verortet" (Flick 2016: 391; vgl. auch Strauss 1991: 41), ergeben sich die **Dimensionen** der Kategorie. Dimensionen sind Ausprägungen der Eigenschaften einer Kategorie.

> „Durch das Kontinuum einer Dimension werden verschiedene Fälle einer Kategorie [...] erkennbar. Eine Dimension ermöglicht es, eine Kategorie gleichsam zu strukturieren und systematisch zu analysieren. Sie wirft Fragen nach anderen Fällen auf, die in dem ursprünglich analysierten Datenausschnitt vielleicht nur implizit oder noch gar nicht angesprochen worden waren" (Muckel et al. 2017: 13f.).

Der Prozess des Vergleichs (s. Kap. 2.3.2), der „Selektion, Zusammenfassung, Sortierung [und] Fokussierung" (Breuer 2010: 74) der Konzept-Codes, die sich nach Ansicht des Forschers auf ein ähnliches ‚soziales Phänomen' beziehen bzw. die ähnlichen sozialen Sinnstrukturen unterliegen, wird **Kategorisieren** genannt (vgl. Strauss & Corbin 1996: 47).

Jedes konkrete Auftreten einer Kategorie in den empirischen Daten besitzt „ein einzigartiges dimensionales Profil [...]. Das dimensionale Profil repräsentiert die spezifischen Eigenschaften" (Strauss & Corbin 1996: 51) einer Kategorie unter einem je gegebenen Satz von **kontextuellen Bedingungen**. „Das Nachdenken über bzw. das Suchen nach Kategorien-Eigenschaften und deren Dimensionen dient der Ausdifferenzierung" (Breuer 2010: 84) der einzelnen Kategorien und der sukzessiven Berücksichtigung der Kom-

plexität des Forschungsgegenstandes (s. Kap. 1): Situative Kontexte und situative Unterschiede werden dadurch verdeutlicht und nicht reduziert (vgl. auch Strauss 1991: 41).

Entgegen einem häufigen Sprachgebrauch ist es so, „dass Konzepte und Kategorien *nicht* emergieren, sondern vielmehr in einem aktiven und – hoffentlich – kreativen Prozess durch Zutun der Forschenden erzeugt werden" (Strübing 2014: 58).[30] Das Analysieren der empirischen Daten, das Finden und Benennen von Ereignissen (Kodieren) und das Elaborieren und Gruppieren dieser Ereignisse (Kategorisieren), ist eine beobachtergebundene „Konstruktion – wenn auch keine beliebige, sondern eine, welche die ‚Reibung' an den Daten benötigt" (Reichertz 2016: 150). Diese ‚Reibung an den Daten' erfolgt in der Grounded Theory Methodologie mittels spezifischer Vergleich- und Interrogationsheuristiken, die ich v. a. im nächsten Kapitel beschreiben werde. Hinzu kommen kommunikative Prozesse, da „nicht nur mentale Prozesse, sondern auch und vor allem die Kommunikation mit Kollegen und Kolleginnen ganz wesentlich für die Entdeckung des Neuen verantwortlich ist" (ebd.). Die „Interpretation der Daten [wird] immer entweder kommunikativ erarbeitet oder aber kommunikativ validiert" (ebd.: 51; s. Kap. 2.4).

2.3.2 Vergleichs- und Interrogationsheuristik

Um Konzept-Codes, Kategorien und ihre theoretischen Eigenschaften in den empirischen Daten zu identifizieren und zueinander in Beziehung zu setzen, werden bei der Analyse ständig *Vergleiche angestellt*: Dabei werden Ähnlichkeiten, Gemeinsamkeiten bzw. Unterschiede zwischen Handlungs- und Interaktionsmustern (s. Kap. 2.3.1) in den empirischen Daten gesucht; zudem werden Situationen bzw. Kontexte dieser Muster kontrastiert (vgl. Glaser & Strauss 2010: 128; Nohl 2011a: 100f.; Strübing 2014: 17).

> „Zum einen können die in dieselbe Kategorie kodierten Ereignisse miteinander verglichen werden. Im Fortgang der Analyse können die Kategorie selbst miteinander verglichen werden und es kann versucht werden Zusammenhänge und Unterschiede auszubuchstabieren. Im Verlauf dieses fortwährenden Vergleichens werden die zunächst nur vorläufig benannten Kategorien selbst zunehmend modifiziert, präzisiert und dimensionalisiert" (Kastl 1999: 7).

Ähnliche Handlungs- bzw. Interaktionsmuster bekommen denselben Konzept-Code, unterschiedliche dagegen verschiedene Konzept-Codes (vgl. Strauss & Corbin 1996: 45). Aus Unterschieden lassen sich theorierelevante Differenzierungen innerhalb einer Kategorie ableiten und verschiedene Kategorien sukzessive ausschärfen und hinsichtlich ihrer Dimensionen und Eigenschaften kontextualisierend weiterentwickeln (vgl. Strübing 2014: 17).

---

[30] Emergenz bezeichnet die autopoietische Herausbildung bzw. das ‚Auftauchen' von Strukturen eines Systems, ohne Einwirken von außen, infolge eines Zusammenspiels seiner Elemente. Bezogen auf die Grounded Theory Methodologie bezeichnet Emergenz das Missverständnis, Konzepte und Kategorien würden von selbst, ohne Zutun des Forschers ‚herauskommen'.

Neben der Vergleichsheuristik stellt die Interrogationsheuristik ein zentrales Instrument der Grounded Theory Methodologie dar, das „der weiteren Entwicklung von Kategorien, Eigenschaften und ihren Dimensionen“ (Strauss & Corbin 1996: 58) dient: Die empirischen Daten werden dabei fortwährend, theorieinduziert – und zugleich auf Theoriegenese orientiert – befragt (vgl. Strübing 2014: 87):

> „Worum geht es hier? Welches Phänomen wird angesprochen? Welche Personen, Akteure sind beteiligt? Welche Rollen spielen sie dabei? Wie interagieren sie? Welche Aspekte des Phänomens werden angesprochen (oder nicht angesprochen)? Wann? Wie lange? Wo? Wie viel? Wie stark? Warum? [...] Womit?“ (Böhm 2015: 477f.; vgl. auch Strauss 1991: 44).

Die Generierung von Fragen und das ständige Vergleichen führen überhaupt erst „zu einem ‚Aufbrechen‘ der Daten [...], die dadurch gleichzeitig zusammengefasst, geordnet und zum Sprechen gebracht werden“ (Muckel et al. 2017: 13). Deshalb bezeichnet Strauss die ‚Methode des ständigen Vergleichens unter Verwendung generativer Fragen‘ in einem Interview mit Heiner Legewie und Barbara Schervier-Legewie (2004: 14f.) als unverzichtbares Element der Grounded Theory Methodologie (vgl. auch Strübing 2014: 93).

2.4 Gütekriterien der Grounded Theory Methodologie

Die Gütekriterien Quantitativer Forschung sind m. E. nicht auf Qualitative Forschung anwendbar, da sie auf abweichenden wissenschafts- und erkenntnistheoretischen Annahmen basieren. So ist z. B. die Replizierbarkeit von Ergebnissen ein unhintergehbares Gütekriterium Quantitativer Forschung (vgl. Schlömerkemper 2010). Dagegen verweist z. B. Strübing (2014: 80) mit Blick auf Qualitative Forschung darauf, „dass für soziale Phänomene eine buchstäbliche Wiederholbarkeit der Studie mit identischen Ergebnissen faktisch ausscheidet [...]. Dahinter steht die Idee der Prozesshaftigkeit sowohl der sozialen Wirklichkeit als auch der Theorien darüber“ (ebd.; s. Kap. 2.2), zudem die Prämisse der Kontextualität, nach der jede Situation in einen einmaligen Zusammenhang eingebunden ist (s. Kap. 2.2). Insofern bedarf es spezifischer Gütekriterien für Qualitative Forschung, die im Hinblick auf die Grounded Theory Methodologie bereits verschiedentlich diskutiert worden sind (vgl. z. B. Corbin 2011; Strübing 2014; Reichertz 2016; Muckel et al. 2017).

Ein zentrales Gütekriterium der Grounded Theory Methodologie ist (1) die Forderung nach argumentativer Interpretationsabsicherung und intersubjektiver Nachvollziehbarkeit des Forschungsprozesses in all seinen Teilschritten (vgl. Reichertz 2016: 83). Diese argumentative Interpretationsabsicherung und intersubjektive Nachvollziehbarkeit des Forschungsprozesses bezieht sich zum einen auf das theoretische Vorverständnis bzw. die Definitionen der zentralen Begriffe (s. Kap. 3) und zum anderen auf die möglichst detaillierte Dokumentation und Herleitung der Entscheidungen hinsichtlich angewandter Methoden (s. a. Kap. 2.1: Gegenstandsangemessenheit; Kap. 5 und 6; vgl. auch Flick 2016: 28).

Ein weiteres Gütekriterium der Grounded Theory Methodologie besteht (2) in der „Doppelbewegung“ des Forschers zwischen verstehender Annäherung und analytischer Distanzierung: Während „die Erhebungssituation und die Erschließung der interessierenden sozialen Praxis von Nähe, Empathie und (zunehmender) Vertrautheit gekennzeichnet sind, geht es in der Datenanalyse, Interpretation oder Reflexion der Aufzeichnungen oder Beobachtungen darum, die analytische Distanz und Neutralität (wieder) herzustellen“ (Breidenstein 2008: 37). In den folgenden Kapiteln betrachte ich diese beiden, m. E. besonders wichtigen Gütekriterien der Grounded Theory Methodologie: die analytische Distanzierung (s. Kap. 2.4.1) und die intersubjektive Nachvollziehbarkeit (s. Kap. 2.4.2).

Qualitative Forschung muss sich (3) zudem dadurch auszeichnen, dass sie intern widerspruchsfrei ist und ein konsistentes Aussagensystem aufweist, das die soziale Wirklichkeit adäquat repräsentiert (vgl. Strübing 2014: 83). Ein letztes, hier angelegtes Gütekriterium bezieht sich (4) auf die praktische Anwendbarkeit der entwickelten GT: Sie soll Akteur*innen bei der „Bewältigung praktischer Handlungsprobleme in umgrenzten Bereichen des gesellschaftlichen Lebens“ (Kehrbaum 2009: 84) unterstützen und kollegiale Verständigung ermöglichen, indem sie einen Beitrag dazu leistet, „die beforschten [sozialen] Phänomene gründlicher zu verstehen“ (Muckel et al. 2017: 23; Anm. d. V.).

2.4.1 Analytische Distanzierung

Das Vorgehen mittels Grounded Theory Methodologie bewegt sich auf einer dauerhaften „Gratwanderung zwischen Nähe und Distanz“ (Przyborski & Wohlrab-Sahr 2013: 46). Ohne Nähe und sukzessive Vertrautheit mit dem Forschungsfeld wird man von der beforschten Situation zu wenig verstehen, ohne analytische Distanz wird man nicht in der Lage sein, die beobachtete Situation zu erschließen bzw. zu reflektieren (vgl. ebd.).

> „Jede ‚verstehende‘ oder rekonstruktive Forschung erfordert zunächst die Herstellung von Nähe, die die Beobachtung und den Nachvollzug des interessierenden Geschehens ermöglicht […]. Der Errichtung und Aufrechterhaltung der für die Analyse notwendigen Distanz dienen [...] alle verschiedenen Verfahren der Datenauswertung und -interpretation, die in der qualitativen Sozialforschung angewendet werden“ (Breidenstein 2008: 37).

Um eine solche „Distanzierung von den Daten“ (Böhm 2015: 477) zu ermöglichen, werden bei der Arbeit mit der Grounded Theory Methodologie von Beginn an und fortwährend im gesamten Forschungsprozess sog. ‚Memos‘ produziert (vgl. Wollny & Marx 2009: 471). Memos sind kleine konzeptuelle Texte bzw. schriftliche Analyse- oder „Gedankenprotokolle, in denen Erkenntnisschritte festgehalten werden“ (Strübing 2014: 88; vgl. auch Breuer 2010: 103) und die sich fortwährend „auf das Ausarbeiten der Theorie beziehen“ (Strauss & Corbin 1996: 169). Mit ihnen werden prozessbegleitend alle Überlegungen, Ideen und Lesarten protokolliert, die in der Auseinandersetzung mit den Daten auftreten.

Abbildung 2 zeigt ein solches Memo, das entstanden ist, als ich ein Beobachtungsprotokoll zu einer von mir durchgeführten Teilnehmenden Beobachtung kodiert habe.[31] Dieses Memo dient hier lediglich der Exemplifizierung der Art des Schreibens von Memos und der Verdeutlichung der Bedeutsamkeit des Schreibens von Memos. Es ist *ein* Beispiel für hunderte von Memos, die ich im Forschungsprozess geschrieben habe.[32]

Ausschnitt aus Beobachtungsprotokoll vom 17.01.2019, auf das sich das Memo bezieht	**Memo vom 16.07.2021**
*Die zwei Schüler*innen S#1 und S#2 sind mit einem Dosentelefon und begleitet von der GOFEX -Dozentin LB#1 in den Flur vor dem GOFEX-Raum gegangen. S#1 und S#2 halten jeweils eine Dose des Dosentelefons fest und sprechen ‚über das Dosentelefon' miteinander.* *Nach einigen Wiederholungen wickelt S#1 die Schnur um die Hände auf. Dadurch zieht S#1 S#2 immer weiter zu sich. S#2 versucht anfangs, die Schnur mit beiden Händen in Richtung der eigenen Brust zurückzuziehen, gibt dann aber nach und läuft langsam auf S#1 zu.* *LB#1 wendet sich nun an beide, nimmt abwechselnd Blickkontakt auf: „Kommt, wir gehen wieder rein jetzt!" LB#1 nimmt den beiden das Dosentelefon ab; S#2 geht zurück in den GOFEX-Raum, gefolgt von S#1 – und schließlich von LB#1. Im GOFEX-Raum angekommen, deponiert LB#1 das Dosentelefon für S#1 und S#2 unzugänglich auf einem hohen Regal.* *Die beiden Schüler*innen wenden sich infolgedessen einem anderen Experiment zu.*	Mir fällt auf, dass die körpersprachliche (nonverbal-nonvokale) Intervention der LB#1 über das hinausgeht, was LB#1 zu den Schüler*innen sagt (verbal-vokal). Diese Unstimmigkeit zwischen der Verbalität und Nonvokalität könnte beeinflussen, wie Selbstbestimmung beim Experimentieren zwischen S#1, S#2 und LB#1 ausgehandelt wird. LB#1 sagt zu S#1 und S#2: „Kommt, wir gehen wieder rein jetzt!" (verbal-vokal). Damit wird m. E. ‚nur' ein Ortswechsel, aber kein Abbruch des Experiments impliziert. Dagegen signalisieren die Abnahme und v. a. das unzugängliche Deponieren des Dosentelefons durch LB#1, m. E. eindeutig (nonverbal-nonvokal), dass S#1 und S#2 ihr Experiment mit dem Dosentelefon beenden sollen (was die beiden folglich auch tun). Was LB#1 nonverbal-nonvokal tut (Beenden der Auseinandersetzung mit dem Dosentelefon) geht damit weiter als das, was sie sagt (Ortwechsel). Was LB#1 tut, nimmt zudem m. E. stärkeren Einfluss auf das Handeln der Schüler*innen als das, was LB#1 sagt. Dies gilt es nun in weiteren Beobachtungsprotokollen zu verifizieren!

Abbildung 2: Beispielhaftes Memo zum Einfluss des nonverbalen Lehrendenhandelns (selbst erstellt)

Es handelt sich dabei (s. Abb. 2) um ein beispielhaftes Memo, das eine erste Auffälligkeit, ein erstes Gewahrwerden beschreibt, das sich im weiteren Forschungsprozess als wesentlicher Erkenntnisschritt herausgestellt hat: *der Einfluss des nonverbalen Handelns der Lehrenden auf die Aushandlung von Selbstbestimmung*. Hier bemerkte ich diesen Ein-

[31] Es handelt sich um das gleiche Beobachtungsprotokoll, das ich bereits in Kapitel 1 genutzt habe, um den Forschungsgegenstand ‚Offenes Experimentieren' und meinen Forschungsfokus ‚Aushandlung von Selbstbestimmung' einzuführen. Ich verzichte auch hier darauf, mein Vorgehen (Teilnehmende Beobachtung, Schreiben der Beobachtungsprotokolle) und das spezifische Feld, in dem ich geforscht habe, zu explizieren und begründen. Dies erfolgt in den Kapiteln 5 und 6.

[32] „Es gibt Memos, in denen die Auseinandersetzung mit den Daten, das Kodieren und Analysieren, festgehalten wird. Es gibt Memos, die Diagramme enthalten und visualisieren, welche Beziehungen es zwischen Kodes und Kategorien gibt. Es gibt Planungs-Memos, die Hinweise und Fragen für die Gestaltung des weiteren Forschungs- und Datenerhebungsprozesses enthalten" (Muckel et al. 2017: 4f.) und Entscheidungen nachvollziehbar machen und begründen.

fluss in der Auseinandersetzung mit den empirischen Daten erstmals und hielt ihn deshalb als flüchtige Überlegung in einem Memo fest. Diese Überlegung hat sich, in der Formulierung Strübings (2014: 34) „als brauchbar erwiesen“ und wurde folglich „weiter ausgebaut, detailliert und mit anderen Aspekten der Theorie zusammengeführt“ (ebd.).

Das Schreiben solcher und weiterer Memos verhindert zudem „den Verlust analytisch wertvoller Ideen, die in der Materialbearbeitung ‚aufblitzen‘ und zwingt durch das Moment der Explizierung im Schriftlichen zu einer größeren gedanklichen Präzision und Konsistenz“ (Strübing 2014: 88). Es dient dem „Verfertigen und Präsentieren von Überlegungen, Gedankengängen und Deutungen“ (Breuer 2010: 103). Indem man die Erfahrungen im Feld und bei der anschließenden Datenauswertung reflektiert, gewinnt man „Distanz gegenüber Sachverhalten und Erlebnissen aus der Interaktion mit den Untersuchungspartnern“ (ebd.).

2.4.2 Intersubjektive Nachvollziehbarkeit

Intersubjektive Nachvollziehbarkeit bedeutet, dass die methodischen Entscheidungen, von der Fallauswahl, über die Datenerhebung und -aufbereitung, bis zur Datenauswertung bzw. Analyse und Interpretation, die im Forschungsprozess getroffen werden, anderen systematisch ‚zugänglich gemacht‘ und dadurch für diese erkennbar, ersichtlich bzw. nachvollziehbar werden (vgl. Strübing 2014). Zu diesem Zweck habe ich mein Forschungsvorhaben, meine Vorstudien und meine daraus abgeleiteten methodischen Entscheidungen sowie erste vorläufige Ergebnisse regelmäßig zum einen in meinem Forschungsteam, zum anderen mit Critical Friends besprochen, diskutiert und reflektiert.

Mein Forschungsteam setzte sich aus dem Inhaber der Professur für Didaktik des Sachunterrichts sowie einigen PostDocs und Doktorand*innen dieses Lehrstuhls zusammen, die im Rahmen vierteljährlicher wissenschaftlicher Kolloquien ihre Studien vorstellen, dabei Designfragen, aber auch Ergebnisse diskutieren und reflektieren. In diesem Rahmen habe ich mein Vorgehen und meine Ergebnisse regelmäßig zur Diskussion gestellt.

Zudem habe ich mein Forschungsvorhaben im Rahmen von Vorträgen auf internationalen und nationalen Fachtagungen, Methodenworkshops und Forschungswerkstätten präsentiert, um meine getroffenen methodischen Entscheidungen bzgl. Fallauswahl, Datenerhebung und -aufbereitung sowie meine vorläufigen Analysen bzw. Interpretationen mit Critical Friends zu diskutieren (s. Tab. 2). Dadurch habe ich meine methodischen Entscheidungen und die Entwicklungsstände meiner GT fortwährend größtmöglichem Plausibilitäts- bzw. Begründungsdruck ausgesetzt (vgl. Breidenstein 2006: 25f.). Den fortwährenden Austausch mit Critical Friends habe ich somit, begleitet von „(Selbst-)Reflexion und Systematisierung, zum Erkenntnisgewinn genutzt“ (Ammann & van Holten 2017: 7).

Zusätzlich zu meiner Strategie der Steigerung der intersubjektiven Nachvollziehbarkeit mittels Teilnahme an Fachtagungen, Methodenworkshops und Forschungswerkstätten habe ich mein Forschungsvorhaben, die methodischen Entscheidungen und vorläufige Ergebnisse in Publikationen veröffentlicht, u. a. in den Schriftenreihen „Lernen und Studieren in Lernwerkstätten“ (Klinkhardt), „GDSU Journal bzw. Jahresband“ (Klinkhardt), „Jahrbuch Grundschulforschung der DGfE“ (Klinkhardt) und „Außerschulische Lernorte – Beiträge zur Didaktik“ (LIT-Verlag) sowie in der „Zeitschrift für Grundschulforschung“ (ZfG). Eine ausführliche Liste mit den einschlägigen Publikationen zu meinem Forschungsvorhaben findet sich unter: www.markus-peschel.de/personen/pascal/kihm.

Tabelle 2: Intersubjektive Nachvollziehbarkeit – Diskussion meines Forschungsvorhabens und meiner Ergebnisse gegenüber Critical Friends im Rahmen von Fachtagungen, Methodenworkshops und Forschungswerkstätten (selbst erstellt)

Jahr	**Tagung / Beitragsart**	**Schwerpunkt**
2018	11. Internationale Fachtagung der Hochschullernwerkstätten an der Universität Erfurt / **Posterpräsentation**	**Theoretischer Hintergrund**: „*doing* AGENCY*:* Aushandlung von Selbstbestimmung beim Experimentieren“
2018	27. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts an der Universität Dresden / **Posterpräsentation**	
2018	GINT-Forschungstagung „Orte und Prozesse außerschulischen Lernens erforschen und weiterentwickeln“ an der Universität Oldenburg / **Vortrag mit Diskussion**	**Ergebnisse der Vorstudien und Ableitungen bzgl. Forschungsdesign der Hauptstudie**
2018	Magdeburger Methodenworkshop an der Universität Magdeburg / **Methodenworkshop mit Forschungswerkstatt**	
2018	Leipzig Summer School der Universität Leipzig / **Methodenworkshop mit Forschungswerkstatt**	
2019	12. Internationale Fachtagung der Hochschullernwerkstätten an der Universität Brixen (IT) / **Vortrag mit Diskussion**	**Theoretischer Hintergrund: „**Experimentieren als soziale Interaktion – Aushandlungsprozesse“
2019	28. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts an der Universität Lüneburg / **Posterpräsentation**	**Theoretischer Hintergrund**: „doing AGENCY*:* Aushandlung von Selbstbestimmung beim Experimentieren“
2019	28. Jahrestagung der DGfE-Kommission Grundschulforschung und Pädagogik der Primarstufe an der Universität Erfurt / **Posterpräsentation**	
2019	Nachwuchstagung der Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts an der Universität Lüneburg / **Vortrag mit Diskussion**	**Theoretischer Hintergrund** und **Forschungsdesign der Hauptstudie: „**doing AGENCY*:* Aushandlung von Selbstbestimmung beim Experimentieren“

Jahr	Tagung / Beitragsart	Schwerpunkt
2019	Nachwuchstagung der DGfE-Kommission Grundschulforschung und Pädagogik der Primarstufe an der Universität Erfurt /**Forschungswerkstatt**	**Ergebnisse der Vorstudien und Ableitungen bzgl. Forschungsdesign für die Hauptstudie**
2019	Methodenworkshop „Qualitative Forschungsmethoden im Vergleich“ im Rahmen des Graduiertenprogrammes der Universität des Saarlandes / **Forschungswerkstatt**	
2020	Doktorand*innenkolloquium der Hans-Böckler-Stiftung/ **Vortrag mit Diskussion; Forschungswerkstatt**	**Theoretischer Hintergrund, Vorstudien, Forschungsdesign der Hauptstudie:** „doing AGENCY*:* Aushandlung von Selbstbestimmung beim Experimentieren“
2020	13. Internationale Fachtagung der Hochschullernwerkstätten an der Universität Wien (AT) / **Vortrag mit Diskussion**	**Forschungsdesign der Hauptstudie:** *„doing* AGENCY – zur Komplexität der Erforschung von Lernbegleitung“
2020	29. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts an der Universität Augsburg / **Posterpräsentation**	
2021	14. Internationale Fachtagung der Hochschullernwerkstätten an der Universität des Saarlandes **Hauptvortrag mit Diskussion**	**Ergebnisse der Hauptstudie:** „Interaktionen in Hochschullernwerkstätten“
2021	28. Jahrestagung der DGfE-Kommission Grundschulforschung und Pädagogik der Primarstufe an der Universität Erfurt / **Vortrag mit Diskussion**	**Forschungsdesign der Hauptstudie:** *„doing* AGENCY – zur Komplexität der Erforschung von Lehr-Lern-Prozessen“
2022	31. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts an der Universität zu Köln / **Vortrag mit Diskussion**	**Ergebnisse der Hauptstudie:** „Kommunikationsaspekte der Zukunft im Klassenraum“
2023	16. Internationale Fachtagung der Hochschullernwerkstätten an der Universität Trier **Vortrag mit Diskussion**	**Ergebnisse der Hauptstudie:** „(Hochschul-)Lernwerkstätten als demokratische Räume?! – ein kritischer Blick auf Kommunikation und Interaktion“
2023	31. Jahrestagung der DGfE-Kommission Grundschulforschung und Pädagogik der Primarstufe an der Universität Siegen / **Forschungswerkstatt**	**Ergebnisse der Hauptstudie:** „Offenes Experimentieren ‚verpackt‘?! – zur Umsetzung der Idee von Phänomenorientierung in Koffern und Kisten“
2024	16. Internationale Fachtagung der Hochschullernwerkstätten an der Päd. Hochschule Graz **Vortrag mit Diskussion**	**Ergebnisse der Hauptstudie:** „Aushandlung von Selbstlernkonstruktionen und Instruktionsanteilen – Analyse der Tiefenstrukturen des pädagogischen Handelns“
2024	Netzwerktreffen der Begabungsförderung Saar mit den Initiativen ProfIL und LemaS-Transfer **Hauptvortrag mit Diskussion**	**Ergebnisse der Hauptstudie:** „Zum Einfluss von Aufgaben, Material und Körpersprache auf ein selbstbestimmtes Experimentieren"

Im konkreten wissenschaftlichen Diskurs nutzt die Grounded Theory Methodologie die Perspektiven- und ‚Entwurfs'vielfalt aufgrund der Subjektivität, die jeder Beobachtung zu eigen ist (s. Kap. 2.1), bewusst aus: Wenn eine bestimmte, individuelle Deutung eines Ereignisses, einer Handlung bzw. einer Beobachtung nicht als (end-)gültig und letztlich als ‚wahr' bewiesen werden kann (s. Kap. 2.2), „können auch andere Deutungen richtig sein bzw. mit guten Gründen Geltung beanspruchen! [...] Hermeneutisches Interpretieren beinhaltet kein ‚Feststellen', sondern ein ‚Entwerfen' von Sinn" (Breuer 2010: 47).

Die „Beschränktheiten" (Reichertz 2016: 73) der/des Einzelnen im ‚Entwerfen von Sinn' werden gleichzeitig durch „Hinzuziehung weiterer Interpreten/innen" (ebd.) ausgeglichen. Die Zusammenarbeit in einem Forschungsteam und mit Critical Friends dient daher auch „der Erweiterung [...] des Datenverständnisses" (Wollny & Marx 2009: 468). „Die Macht, Gültigkeit zu verleihen, wird auf diese Weise nicht mehr an eine objektivierbare, kontrollierbare [...] Prozedur [...] gebunden, sondern ausdrücklich dem Diskurs interessierter Wissenschaftler/innen [...] überantwortet" (Reichertz 2016: 260f.).

Unterschiedliche Interpret*innen werden dabei zwangsläufig zu divergierenden Sichtweisen auf die empirischen Daten gelangen (vgl. Strübing 2014: 19). Einer solchen „Divergenz zwischen den Sichtweisen von Interpretierenden" (Kühlmeyer et al. 2020: 11) wird in der Grounded Theory Methodologie große Wertschätzung entgegengebracht: Es geht *nicht* um ein gemeinsames, ‚abgestimmtes' Verständnis hinsichtlich der Lesart der empirischen Daten, sondern um intersubjektive Nachvollziehbarkeit der je eigenen Lesart. Eine konkrete „Interpretation des Datenmaterials ist sicherlich nicht die einzig mögliche […], aber sie wird nachvollziehbar und sinnvoll sein und [sollte] weiteren Ausarbeitungen und Überprüfungen an der Wirklichkeit standhalten" (Strauss 1991: 37). Als Grundregel der diskursiven Datenauswertung gilt dabei, dass „Interpretationen nicht gesetzt, sondern argumentativ begründet" (Mayring 2016: 145) werden müssen.

3 Komplexitätsreduktionen bisheriger Theorie und Forschung

Quantitative Forschungszugänge reduzieren die Komplexität von Forschungsgegenständen meist in der Erhebungssituation bzw. bei der Konstruktion von Erhebungsinstrumenten: „Probleme, die auf einer höheren Komplexitätsebene virulent sind, werden [...] auf einer Ebene geringerer (eben forschungsmethodisch leichter zu beherrschender) Komplexität untersucht“ (Giest 2019: 16; vgl. auch Helfferich 2013: 77; Kosler 2016: 11). Diese Komplexitätsreduktion betrifft bei meinem Forschungsgegenstand ‚Offenes Experimentieren‘ m. E. vornehmlich drei Teilaspekte, die ich im ersten Kapitel bereits mit Blick auf den Ausschnitt aus meinem Beobachtungsprotokoll einführend kurz benannt habe und deren Rezeption ich in den folgenden Kapiteln ausführlicher diskutieren werde:

1. Experimentieren: Untersucht wird meist nur hypothesenprüfendes Experimentieren; weitere z. B. explorative Formen bleiben dagegen oft unberücksichtigt.
2. Offenes Experimentieren: Beforscht wird meist nur organisatorisch geöffnetes Experimentieren, z. B. an Stationen, ohne weitergehende methodisch-inhaltliche Öffnungsdimensionen – und damit die Multidimensionalität Offenen Experimentierens (s. Kap. 1) – bei der Datenerhebung und -auswertung zu berücksichtigen.[33]
3. Selbstbestimmung: In Fragebögen wird mittels Itemlisten z. B. ausschließlich das Selbstbestimmungsempfinden erfragt, ohne die Aushandlung von Selbstbestimmung grundzulegen und mit alternativen geeigneteren Instrumenten zu erfassen.

Bislang werden oft einige wenige, leicht operationalisierbare Teilaspekte von Experimentieren, Offenem Experimentieren und Selbstbestimmung (s. 1.-3.) aus dem komplexen „Gesamtzusammenhang herausgenommen, [...] um ihre Wirkungsweise“ (Gruschka 2007: 28), z. B. auf Lernleistungen von Schüler*innen, zu überprüfen (vgl. Lüders & Rauin 2008: 722). Solche Komplexitätsreduktionen, wie in 1.-3. vorgenommen, sind zwar durchaus notwendig, um Aussagen über Teilaspekte und Teilzusammenhänge zu treffen (vgl. Kosler 2016). Dort, wo im Forschungsprozess Komplexität reduziert wird, werden jedoch „– in der Regel unwiderruflich – Erkenntnismöglichkeiten abgeschnitten“ (Helfferich 2013: 79).

Lehr-Lern-Interaktionen können nur bedingt in Teilaspekte oder „Einzelfaktoren aufgespalten [...] werden“ (Ramseger 1985: 55; vgl. auch Lind 2019: 64f.), da sie, wie in den folgenden Teilkapiteln und in Kapitel 4 noch konkretisiert wird, sehr komplex sind (vgl. Tenorth 2014: 13f.; Reichertz 2016: 102). When „we focus on one factor, it is still acting in

[33] Dies ist insbesondere deshalb problematisch, weil z. B. Bohl und Kucharz (2010: 144) oder F. Peschel (2019: 76ff.) erst von Offenheit bzw. Offenem Unterricht sprechen, wenn Schüler*innen eigene Interessen einbringen, eigene Lernziele setzen und Lerninhalte selbst bestimmen können, also auch eine methodische und v. a. inhaltliche Öffnung vorliegt. Dies lässt sich m. E. auch auf das Offene Experimentieren im Sachunterricht übertragen (s. Kap. 3.2.).

the context of all the others“ (Barrett et al. 2015: 127). Befunde über Teilaspekte und Teilzusammenhänge sind deshalb nur begrenzt verallgemeinerbar oder übertragbar, denn im Umkehrschluss führen Komplexitätsreduktionen wie in 1.-3. dazu, dass „maßgebliche, für das den Gesamtzusammenhang determinierende System relevante Variablen ausgeklammert“ (Giest 2019: 16; vgl. auch Schlömerkemper 2010: 37) werden. Durch Reduktion von sozial, interaktiv und kommunikativ ausgehandelter Selbstbestimmung auf Selbstbestimmungs*empfinden* werden z. B. diese soziale Dimension der *Aushandlung* von Selbstbestimmung zwischen verschiedenen Akteur*innen sowie deren Rückwirkung auf die individuellen Entscheidungen des Individuums vernachlässigt (vgl. Kihm & Peschel 2021b: 74).

Ein Qualitätsmerkmal der Grounded Theory Methodologie ist dagegen ein methodisches Vorgehen, das bei der Datenerhebung „zielgerichtet [...] Vielfalt erzeugt“ (Helfferich 2013: 77) und dadurch Komplexität steigert bzw. verdichtet (vgl. Kalthoff 2010: 362).

Ein Instrument dazu ist das sog. theoretische Sampling (vgl. Strauss 1991): Die Stichprobe in der Grounded Theory Methodologie wird „bewusst nach dem Kriterium der kontrastreichen Vielfalt zusammengestellt“ (Helfferich 2013: 81). Durch Einbezug unterschiedlicher Fälle[34] und verschiedener Kontexte sollen möglichst viele Kategorien, Dimensionen und Eigenschaften entwickelt werden, um den Forschungsgegenstand in seiner Variationsbreite zu erschließen und der Komplexität des Forschungsgegenstandes gerecht zu werden (vgl. Muckel 2007: 216; Corbin 2011: 72; Strübing 2014: 86f.).

In der Quantitativen Forschung „spielt die Repräsentativität der Stichprobe die zentrale Rolle für die Verallgemeinerbarkeit. Repräsentativität im engeren Sinne bedeutet dabei, dass die Stichprobe die Zusammensetzung der Grundgesamtheit nach wesentlich Merkmalen abbildet“ (Helfferich 2013: 81). In der Qualitativen Forschung dagegen geht es v. a. um die Relevanz der Stichprobe (*engl. „Sample“*), d. h. um die Exemplarizität, Spezifizität und Passung der einzelnen Fälle zur Forschungsfrage und zum Forschungsfokus.

In der Grounded Theory Methodologie wird die Auswahl der Fälle nicht – wie bei einem deduzierenden, quantitativen Vorgehen üblich – zu Beginn des Forschungsprozesses erschöpfend festgelegt. Vielmehr „besteht programmatisch die Möglichkeit, stets neu über einzuschlagende Interessenausrichtungen, die Auswahl bedeutsam erscheinender Fälle [...] und Datenausschnitte zu entscheiden“ (Breuer 2010: 55) und so „die Stichprobe während des laufenden Erhebungsverfahrens auszubauen“ (Helfferich 2013: 81). Dabei wird die Fallauswahl „eher auf inhaltlich-konkreter als auf abstrakt-formaler Ebene geplant

[34] Unter einem Fall wird dabei jede Einheit der ‚Forschungsdurchführung‘ verstanden, z. B. jedes einzelne Interview, das durchgeführt wird, oder jede einzelne Beobachtung, die in einer je bestimmten Situation durchgeführt wird. Meine Fälle sind entsprechend die einzelnen, insgesamt vierzehn Beobachtungen, die ich im GOFEX durchgeführt habe.

und umfasst eher gezielte Entscheidungen für einen speziellen Fall als etwa eine Zufallsauswahl“ (Flick 2016: 170). Das Theoretical Sampling leitet diese gezielten Entscheidungen „methodisch und systematisch, genauer: reflektiert und begründet an“ (Muckel et al. 2017: 9). Die Auswahl der Fälle wird sukzessive in Abhängigkeit vom aktuellen Stand der Theorieentwicklung vorgenommen (vgl. Breuer 2010: 55; Corbin 2011; s. a. Kap. 6).

„Soziale Phänomene sind komplex: Also braucht man, um sie zu erfassen, eine komplexe Grounded Theory. Damit ist eine konzeptuell dichte Theorie gemeint“ (Strauss & Corbin 1996: 25). Die Grounded Theory Methodologie strebt deshalb, nicht nur in der Datenerhebung, sondern auch in der Daten*auswertung*, eine „Verdichtung von Komplexität“ (Flick 2016: 124) an, indem sie den Kontext von Datenausschnitten explizit bei der Datenanalyse und -interpretation miteinbezieht. Der soziale Sinn von Handlungen ist immer „an den Kontext gebunden und nur aus diesem heraus erschließbar“ (Lamnek & Krell 2016: 53). Da der Kontext sich aber in jeder Situation neu konstituiert, sollten die „breiteren Randbedingungen, die das untersuchte [soziale] Phänomen beeinflussen“ (Strauss & Corbin 1996: 218f.; Anm. d. V.), bei der Entwicklung der GT berücksichtigt werden. „Der Entstehungskontext der Daten wird in die Interpretation aufgenommen, das heißt die Daten werden stets als Daten-im-Kontext-Einheit gesehen“ (Helfferich 2013: 83f.), um die im Feld beobachteten Interaktionen im Hinblick auf ihre immanenten, sozialen Sinnstrukturen zu rekonstruieren.

Mit dem Ziel, sich Offenem Experimentieren gegenstandsangemessen, als einem *komplexen* Forschungsgegenstand anzunähern, stellen die Kapitel 3.1 bis 3.3 getrennt voneinander die Vielschichtigkeit und Komplexität von ‚Experimentieren‘, ‚Offenem Experimentieren‘ und ‚Selbstbestimmung‘ dar. Dabei lege ich mein theoretisches Vorverständnis offen, um „die Heuristik [zu] erläutern, gewissermaßen die ‚Brille‘, die aufzusetzen ich vorschlage, um einen spezifischen Blick“ (Breidenstein 2006: 16) auf meinen Forschungsgegenstand ‚Offenes Experimentieren‘ zu gewinnen. Demnach zielt ‚*meine* Brille‘ z. B.

(1) *nicht* nur auf eine organisatorische „Pseudo-Öffnung“ (F. Peschel 2019), sondern auf einen multidimensionalen Ansatz ‚Offenen Experimentierens‘ (M. Peschel 2016).
(2) *nicht* auf fachliche Leistungen, sondern auf sozial ausgehandelte Selbstbestimmungsanteile beim Offenen Experimentieren.
(2) *nicht* auf intraindividuelle Eigenschaften wie z. B. das Selbstbestimmungsempfinden, sondern auf interindividuelle Selbstbestimmungsaushandlungsprozesse.

Eine anschließende Analyse des Forschungsstandes erfolgt mit dem Ziel, Desiderate bisheriger Studien abzuleiten und ein Studiendesign zu entwickeln, das die Komplexität des Forschungsgegenstandes ‚Offenes Experimentieren‘ bewusst zulässt und ihn unter dem Fokus ‚*Aushandlung* von Selbstbestimmung‘ forschungsmethodisch zugänglich macht.

3.1 Experimentieren

Experimentieren ist ein vielfältiger Begriff: In den Naturwissenschaften (z. B. Steinle 2004; Pernkopf 2006; Rheinberger 2019), aber auch im Kontext des naturwissenschaftlich-orientierten Sachunterrichts (z.B. Wodzinski 2006; Murmann 2007; Hartinger 2015; M. Peschel 2016), bezeichnet man verschiedene Handlungen mit diesem Begriff. Als „ein zentrales Ergebnis der Historisierung der Analyse naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung" (Kosler 2016: 21) gilt i. d. R. auch, dass in den Naturwissenschaften kein Standardverfahren des Experimentierens existiert (vgl. Amann 2008; Höttecke 2008; Kizil & Kattmann 2015). In fachdidaktischen, empirischen Untersuchungen wird der Begriff ‚Experimentieren' allerdings oft entweder „übergeneralisierend für jede Art naturwissenschaftlicher Untersuchung verwendet" (Bewersdorff et al. 2020: 109) oder er wird „ohne nähere Erläuterung gebraucht" (Schütte 2019: 38). Eine universelle Aussage, was der Begriff ‚Experimentieren' beinhaltet und was nicht, scheint dabei kaum möglich (vgl. Suhr 2013), denn es gibt nicht *die* eine Art zu experimentieren – weder in den Naturwissenschaften noch im Sachunterricht (vgl. Murmann 2008; Höttecke 2008; 2010).

Die nachfolgende Arbeitsdefinition I zum Begriff ‚Experimentieren' soll deshalb einem möglichst breiten und tragfähigen Begriffsverständnis folgen. Gleichzeitig soll die Arbeitsdefinition aber trennscharf genug sein, um verkürzte Rezeptionen wie die Reduktion von Experimentieren auf das Prüfen von Hypothesen (s. a. Kap. 1) zu verhindern.

Arbeitsdefinition I: **Experimentieren (einschl. Phänomen und Explorieren)**

Experimentieren ist eine spezifische „Form von Erfahrung, die durch Intervenieren charakterisiert ist" (Pernkopf 2006: 16; vgl. Murmann 2009: 220). Intervenieren meint dabei „Eingreifen in Naturzusammenhänge" (Höttecke 2008: 294; vgl. Murmann 2007: 83). Dieses Eingreifen vollzieht sich als *aktive* Auseinandersetzung von Personen (Wissenschaftler*innen, hier: Grundschüler*innen) mit naturwissenschaftlichen Phänomenen (vgl. Gottwald 2016: 149).

Als (naturwissenschaftliches) Phänomen wird in diesem Zusammenhang eine Naturerscheinung bezeichnet, die „den Sinnen erscheint" (Köhnlein 2012: 288) und damit beobachtbar ist (vgl. Fischer & Peschel 2023). Ein Phänomen kann mittels Experimentieren zugänglich und handhabbar gemacht werden (vgl. Gottwald 2016: 149; Gyllenpalm & Wickman 2011: 911).

> Phänomene zeigen sich „unmittelbar (oder auf einfache, durchschaubare Weise vermittelt) [...]; und zwar so, dass wir sie als ein Gegenüber empfinden und auf uns wirken lassen noch ohne Vorurteil und Eingriff, auch wir also unbefangen, noch nicht festgelegt auf einen bestimmten Aspekt, sei es der physikalische, der ästhetische oder sonst einer" (Wagenschein 1977: 129).

Experimentieren „verbindet in spezifischer Weise die sinnliche Wahrnehmung" (Köhnlein & Spreckelsen 1992: 160) und Beobachtung von Phänomenen mit dem (Nach)Denken über diese Phänomene und dem Erzeugen bzw. Erschließen dieser Phänomene (vgl. Schütte 2019: 41). Wiederholen und Variieren (im Sinne von Abwandeln bzw. Verändern der Bedingungen, unter denen sich das Phänomen beobachten und erzeugen lässt; Murmann 2007: 83) sowie Kommunizieren und Reflektieren sind wesentliche Elemente in diesem weiter gefassten, prozess-

orientierten Experimentierbegriff; explorative, nicht zielgerichtete Näherungen werden ausdrücklich zugelassen und gelten zudem ebenfalls als wesentlich Elemente des Experimentierprozesses (vgl. Murmann 2008; Köster 2013; M. Peschel 2016; Dunker 2015; Kosler 2016).

Unter explorativen Näherungen verstehe ich eine offene Herangehensweise, bei der zunächst unsystematisch, später ggf. zunehmend systematischer, Bedingungen eines Phänomens untersucht werden, um zu ermitteln, welche Bedingungen für das Auftreten des Phänomens unerlässlich sind und welche es nur modifizieren. Dies erfolgt ohne konkret oder zielgerichtete Ergebniserwartung, d. h. die Ergebniserwartung ist nicht in Form einer klassischen Hypothese zu verstehen. Es geht vielmehr darum, die Bedingungen, unter denen ein Phänomen erzeugbar oder veränderbar ist, zu identifizieren und zu definieren, um sie ggf. zu isolieren. Im Sinne einer ‚was-passiert-wenn-Methodik' wird das Phänomen dabei wiederholt und verändert.

Experimentieren beinhaltet zudem immer soziale *und* sachlich-dingliche[35] Bezüge zugleich:
a) *Sach-Interaktionen in Auseinandersetzung mit einem Phänomen* (vgl. Wagenschein 1977: 129; Muckenfuß 2013: 19; Crawford 2014: 517).
a) *Soziale Interaktionen zwischen den anwesenden Akteur*innen* (hier sind dies v. a. Schüler*innen und Lehrende; vgl. auch Gottwald 2016; Krumbacher 2016; Kihm & Peschel 2020a).
c) Diese *Interaktionen werden mediiert*, u. a. durch den Raum und seine Ausgestaltung mit materiellen Dingen wie z. B. Geräten oder Experimentiermaterialien[36], durch Zeitvorgaben usw., die die Interaktionen zwischen den Akteur*innen bzw. zwischen den Akteur*innen und dem Phänomen beeinflussen (vgl. auch Heering & Höttecke 2014: 1480; Röhl 2015; Lange 2017).

Die sozialen Interaktionen und die Sach-Interaktionen – mediiert durch u. a. räumliche, materielle, zeitliche u. a. Ressourcen oder Rahmenbedingungen – konstituieren die in meiner Arbeit zu untersuchenden (Offenen) Experimentier-Lehr-Lern-Situationen.

3.1.1 Experimentieren aus naturwissenschaftlicher Sicht

Das Substantiv ‚Experiment' bezeichnet primär eine materielle Anordnung zur reproduzierbaren Überprüfung einer Hypothese (vgl. Köhnlein & Spreckelsen 1992: 165; Rheinberger 2019: 27; zum Begriff Hypothese s. Kap. 3.1.1.1). Verwende ich das Substantiv ‚Experiment', fokussiere ich entsprechend eben solche materiellen Anordnungen. Ein solches Experiment ist hochgradig kontrollierbar und stark durchgeplant (vgl. Lange 2017: 225f.). Dabei gibt es „Gemenge aus unterschiedlichen Formen des Experiments, die sich wohl nur in der Vorstellung als Idealgestalt voneinander abgrenzen lassen" (Suhr 2013: 11). Als „materielle[s] Arrangement" (Lange 2020a: 121) aus verschiedenen Geräten und materiellen Dingen gibt das Experiment allerdings „über die tatsächlichen Abläufe des Experimentierens weniger Auskunft" (Lange 2017: 227) als über die (vermeintlichen) Endresultate.

[35] In Bezug auf Experimentieren umfasst Sache v. a. konkret fassbare, physische und materielle Dinge oder naturwissenschaftliche Erscheinungen (= Phänomene) und Wahrnehmungen, aber auch Ereignisse, Vorgänge und Zustände „unseres Denkens, Sprechens und Handelns, also Bewusstseinszustände und soziale Beziehungen sowie Vorstellungen, Theorien, Wissensbestände und Intentionen" (Köhnlein 2015: 89). Jede Sache erscheint „zunächst anschaulich als Phänomen[.], [das] wir zu erkennen, zu deuten, zu erklären und zu verstehen versuchen" (Köhnlein 2012: 20). Mit dieser „Begegnung [einer Schülerin, eines Schülers] mit dem Phänomen, das zur Sache des Sachunterrichts führt, sie präsentiert oder sie repräsentiert" (Lauterbach 2020: 62; Anm. d. V.), befasst sich die Didaktik des Sachunterrichts.
[36] Ich unterscheide (originär haptische, mit den Sinnen erfassbare) *Experimentier*materialien von rein „originär schriftlichen (Buch, Heft, Kopie usw.)" *Arbeits- oder Lehr-Lern-Mitteln* (Lange 2017: 40; vgl. auch Unglaube 2015).

Das Verb ‚experimentieren' betont dagegen m. E. deutlicher diesen Erkenntnis*weg*. Der Erkenntnisweg beinhaltet, neben explorativen Näherungen, der Aufstellung und Prüfung von Hypothesen, Beobachtungen, Wiederholungen und Variationen sowie Deutungen und Schlussfolgerungen, m. E. immer auch Irrwege, Umwege und Korrekturen (vgl. Pernkopf 2006; Heinicke 2012; Rheinberger 2019). „Der Prozess des wissenschaftlichen Experimentierens im Labor ist unsicherer, konstruierter" (Lange 2017: 227), als es das reproduzierbare, kontrollierbare Experiment letztlich nahelegt. Als Prozess (Verb) ist experimentieren dabei „oft zufällig und vielfach mitnichten sauber reproduzierbar" (ebd.: 227).

Die Rolle eines Experiments im Experimentierprozess bestimmt sich aus dem wechselseitigen Zusammenhang von Beobachtung, Theorie und Erkenntnis (vgl. Tesch & Duit 2002: 2; Murmann 2007: 93). Das Verhältnis zwischen Beobachtung, Theorie und Erkenntnis ist vielfältig und wird entscheidend vom jeweiligen Wissenschaftsverständnis und erkenntnistheoretischen Standpunkt beeinflusst (vgl. Höttecke & Rieß 2015: 133).

Aus naturwissenschaftlicher Sicht kann beim Experimentieren entweder induktiv oder deduktiv vorgegangen werden; „es kann etwas ausprobiert und vermutet werden oder es kann eine Hypothese überprüft werden" (Tesch & Duit 2002: 2), die vorab aus der Theorie abgeleitet wurde. Weiterhin kann experimentiert werden, um einen naturwissenschaftlichen Sachverhalt oder eine naturwissenschaftliche Theorie zu veranschaulichen oder um eine Entscheidung zwischen konkurrierenden naturwissenschaftlichen Theorien herbeizuführen (vgl. ebd.; Hodson 1998: 14ff.; Pernkopf 2006: 48; s. Abb. 3).

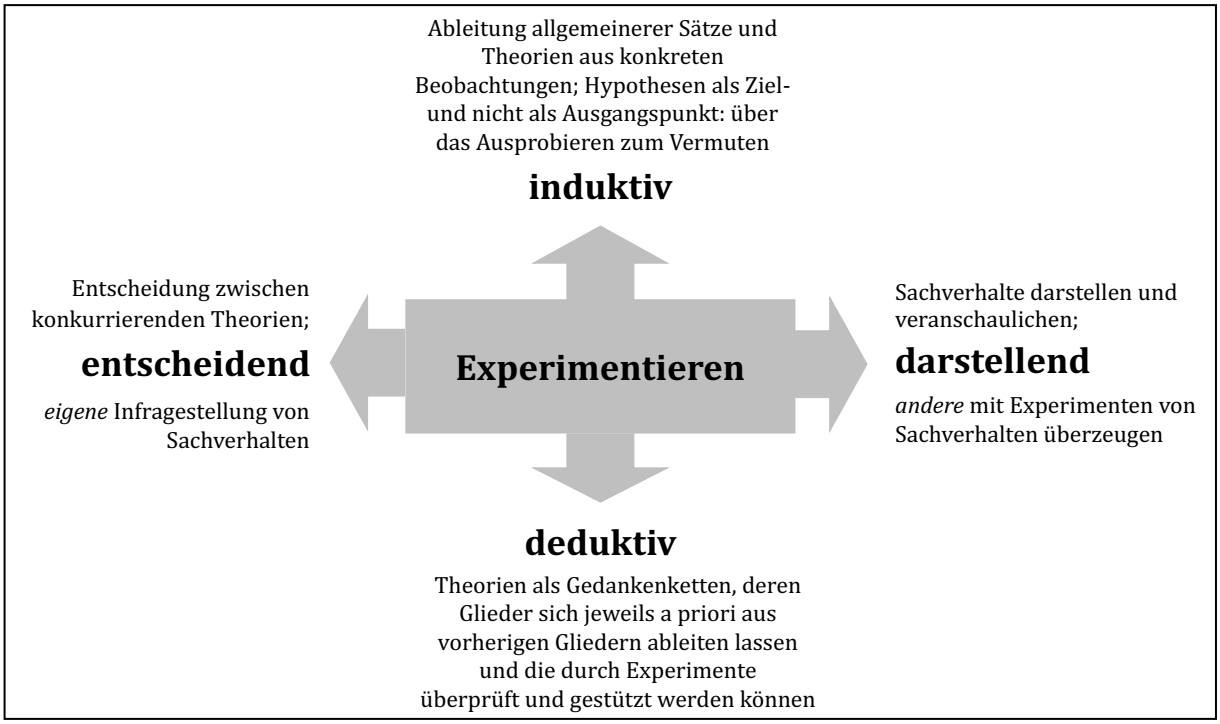


Abbildung 3: Funktionen des Experimentierens aus naturwissenschaftlicher Sicht (modifiziert nach Tesch & Duit 2002)

Aus fachdidaktischer Sicht werden idealtypisch oftmals (1) ein *hypothesenprüfendes Experimentieren*, das der kontrollierten Prüfung von zuvor aus der Theorie deduktiv abgeleiteten Hypothesen – mittels Experiments – dient (s. Kap. 3.1.1.1), und (2) ein *exploratives Experimentieren* zur induktiven Theoriebildung bzw. -generierung (s. Kap. 3.1.1.2) differenziert (vgl. Höttecke 2008: 294f.; Krumbacher 2016: 43ff.). Je nach Idealtyp (1) bzw. (2) werden beim Experimentieren sowohl „Überlegungen und Einfälle – durchdacht oder intuitiv – in praktische Handlungen überführ[t] als auch [...] praktische Erfahrungen und Beobachtungen [ge]nutz[t], um Vorstellungen bzw. Theorien weiter zu entwickeln“ (Murmann et al. 2007: 83). Zwischen diesen beiden Idealtypen liegt ein „Spektrum von Experimentierweisen, die mit unterschiedlichen Stadien in der Begriffs- und Theoriebildung verbunden sind“ (Pernkopf 2006: 47). Es existiert keine einheitliche naturwissenschaftliche Methode ‚experimentieren‘ und kein ‚Königsweg‘ beim Experimentieren (vgl. Pernkopf 2006; Rheinberger 2006; Höttecke 2008; Kizil & Kattmann 2015). Aus diesem Grund sollten auch Schüler*innen beim Experimentieren „nicht nur einen Weg der Erkenntnisgewinnung vermittelt bekommen und Experimente nicht nur nach einer bestimmten Vorschrift durchführen“ (M. Peschel 2009b: 230; vgl. Suhr 2013).

3.1.1.1 Hypothesenprüfendes Experimentieren

Hypothesenprüfendes Experimentieren setzt eine Hypothese voraus, die mittels Planung, Durchführung und Auswertung eines Experiments an der Erfahrung geprüft wird (vgl. Breil 2011). Eine Hypothese ist eine Annahme darüber, welche Bedingungen in welcher Weise dazu führen, dass ein (naturwissenschaftliches) Phänomen auftritt bzw. sich in bestimmter Weise verändert (vgl. Schulz et al. 2012: 29). Bei der Aufstellung der Hypothese wird angenommen, dass hinter dem „beobachteten Phänomen eine Gesetzmäßigkeit bzw. ein kausaler Zusammenhang“ (Mayer & Ziemek 2006: 6) steckt. Die Annahme über diese Gesetzmäßigkeit bzw. diesen kausalen Zusammenhang muss zunächst konsistent aus dem bisherigen Wissensbestand hergeleitet werden (vgl. Suhr 2013: 11). „A prerequisite for this type of experimentation is an existing theory that can be transformed into a testable expectation; otherwise it would not be adequate to speak of a hypothesis but rather of a guess“ (Murmann 2008: 2). Die Hypothese stellt somit eine Verdichtung von bisherigen Wahrnehmungen bzw. Vorerfahrungen dar (vgl. Breil 2011).

Bevor ein Experiment zur Überprüfung einer Hypothese über die vermutete Gesetzmäßigkeit bzw. den vermuteten kausalen Zusammenhang hinter einem Phänomen durchgeführt werden kann, müssen zunächst differenzierbare Merkmale des Phänomens identifiziert und isoliert sowie operationalisiert werden (vgl. Schulz et al. 2012: 29). Sol-

che differenzierbaren Merkmale eines Phänomens, die unterschiedlich ausgeprägt sein können und variabel (‚veränderlich') sind, nennt man „Variablen" (ebd.; vgl. Suhr 2013).

- *Identifizieren und Isolieren von Variablen*: In einem Experiment werden einzelne Variablen „aus dem natürlichen Zusammenhang [herausgenommen], um sie beliebig manipulieren zu können und darüber ein tieferes Verständnis von Teilzusammenhängen zu erlangen" (Kosler 2016: 11). Beim Aufstellen einer Hypothese sind demnach nur bestimmten Variablen, die zunächst identifiziert und isoliert werden müssen, und nur bestimmte Teilzusammenhänge von Interesse.
- *Operationalisieren von Variablen*: Die Operationalisierung legt genau fest, wie die identifizierten und isolierten Variablen beobachtet und gemessen werden sollen (vgl. Breuer 2010: 72). Bei der Operationalisierung „wird ein Verfahren, ein ‚methodischer Vorgang', eine ‚Operation', angegeben, nach dem [sic!] die Ausprägung eines Merkmals quantitativ bestimmt werden kann" (Schlömerkemper 2010: 46).

Durch das Identifizieren, Isolieren und Operationalisieren von Variablen wird das Phänomen simplifiziert und für die Prüfung einer Hypothese zugänglich gemacht. D. h., die vermutete Gesetzmäßigkeit oder der vermutete kausale Zusammenhang hinter dem Phänomen soll geprüft werden. Um allerdings testen zu können, ob die Hypothese „mit experimentellen Befunden übereinstimmt" (Suhr 2013: 11), muss die Hypothese explizit formuliert werden. Zudem muss sie prinzipiell falsifizierbar sein (vgl. Amann 2008: 29).

Der Prüfvorgang selbst wird in den Naturwissenschaften als Experiment bezeichnet (vgl. Suhr 2013). Er zeichnet sich durch „Planmäßigkeit, Wiederholbarkeit und systematische Variation [von Variablen], respektive Konstanthaltung von [anderen] Variablen" (Barzel et al. 2012: 113; Anm. d. V.) aus. Das Experiment wird eingeleitet, indem eine Variable zielgerichtet, planmäßig und systematisch verändert wird (vgl. Murmann 2007: 91). Bei der Durchführung des Experiments werden die Auswirkungen dieser gezielten Veränderung der einen (unabhängigen) Variable auf eine andere (abhängige) Variable beobachtet und gemessen (s. u.), während andere Variablen konstantgehalten werden (vgl. ebd.).

Tabelle 3: Variablen eines Phänomens in einem naturwissenschaftlichen Experiment (selbst erstellt)

unabhängige Variable (UV)	manipulierte, d. h. variierte bzw. gezielt veränderte Variable; (vermutete) Ursache für auftretende Veränderung bei der abhängigen Variable
abhängige Variable (AV)	Variable, auf die sich die Variation der UV erwartungsgemäß auswirken soll, diese Variable wird selbst nicht gezielt verändert, sondern ‚nur' beobachtet
„Stör"variablen	alle weiteren möglichen Einflussfaktoren und Alternativursachen des Phänomens sind Variablen, die kontrolliert/konstantgehalten werden müssen

Verändert wird ausschließlich *eine* Variable des Phänomens (Isolation der UV; s. Tab. 3). Verändert man nämlich *mehrere* Variablen des Phänomens gleichzeitig, lassen sich die beobachteten Veränderungen nicht mehr eindeutig auf *eine* Variable zurückführen. Kausalbeziehungen lassen sich nur dann eindeutig bestimmen, wenn Experimente sich nur durch die Ausprägung *einer* Variable, die gezielt verändert wird, unterscheiden (die UV; s. Tab. 3). Alle anderen Variablen des Phänomens sowie Randbedingungen, bei denen das untersuchte Phänomen auftritt, müssen konstantgehalten werden, um den alleinigen Einfluss der einen Variable (UV) auf die Veränderung des Phänomens nachzuweisen (vgl. Hammann et al. 2006; Schulz et al. 2012; Kosler 2016). Diese bewusste Variation der UV bei Konstanthaltung aller anderen relevanten Variablen bezeichnet man als Variablenkontrollstrategie: „CVS [Control-of-variables-strategy] is a method for creating experiments in which a single contrast is made between experimental conditions […] In short, CVS is the fundamental idea underlying the design of unconfounded experiments from which valid causal inferences can be made" (Chen & Klahr 1999: 1098; Anm. d. V.).

Bei der Durchführung des Experiments werden die Auswirkungen der Variation der UV auf die AV (s. Tab. 3) beobachtet und daran anschließend gemessen. Beobachten bedeutet „*exaktes*, *differenziertes* Wahrnehmen von [...] Veränderungen an einem [...] Phänomen [bzw. an der AV]. Es umfasst alle Sinne und schließt auch Denkvorgänge und das Beschreiben des Wahrgenommenen" (Frischknecht-Tobler & Labudde 2013: 136; Herv. und Anm. d. V.) sowie die Verknüpfung der Wahrnehmungen mit eigenen Vorerfahrungen mit ein (vgl. Ayres 2016; s. Kap. 3.1.2.4). Messen bezeichnet einen „Vorgang, durch den ein spezieller Wert einer physikalischen Größe als Vielfaches einer Einheit oder eines Bezugswerts ermittelt wird" (Plaßmann 2013: 717). Im strengen Sinne ist Messen nur auf quantitative Aussagen bezogen („dies hat 21 Grad Celsius"). Beim Erfassen der Auswirkungen der Variation der UV auf ein bestimmtes Merkmal eines Phänomens bzw. auf die AV sind jedoch auch halbquantitative Vergleiche („dies ist wärmer als das") oder qualitative Aussagen („dies ist warm") möglich (vgl. M. Peschel 2014: 70f.).

Widersprechen die Messergebnisse der vorab formulierten Hypothese, gilt diese als falsifiziert. Die zugrundeliegende Theorie muss ggf. revidiert werden, da sie in ihrer Gültigkeit widerlegt wurde (vgl. Schlömerkemper 2010: 64). Das hypothesenprüfende Experimentieren setzt sich mit ggf. neu formulierten, wiederum vorläufigen und aus der (revidierten) Theorie abgeleiteten Hypothesen fort. Stehen die Messergebnisse dagegen in Einklang mit der formulierten Hypothese, bekräftigt dies die dahinterstehende Theorie und die Messergebnisse werden entsprechend zu belastbaren Befunden. Dann können spezifischere Hypothesen formuliert werden, um zu prüfen, ob auch diese die Theorie stützen.

> Man spricht im wissenschaftlichen Diskurs allerdings nicht von bewiesenen Erkenntnissen, Hypothesen oder Theorien, sondern immer nur „von belastbaren Befunden. Damit ist gemeint, dass bisherige Prüfungen positiv ausgegangen sind und dass dies wohl auch für zukünftige Falsifikationsversuche erwartet werden darf" (Schlömerkemper 2010: 64).

Das Ziel beim hypothesenprüfenden Experimentieren ist nicht die Bestätigung einer Hypothese, sondern lediglich die Prüfung, ob eine Hypothese falsifiziert werden kann oder aber, ob sie belastbare (im Sinne von ‚stützende') Befunde für die zugrundeliegende Theorie liefert (vgl. Osborne 2014: 583). Experimente geben niemals endgültigen Antworten darauf, ob eine wissenschaftliche Theorie ‚richtig' oder ‚falsch' ist (vgl. ebd.). Naturwissenschaftliche Erkenntnis ist *immer* vorläufig (vgl. Höttecke & Rieß 2015: 136).

Die bisherige Darstellung des hypothesenprüfenden Experimentierens entspricht der Tradition des Kritischen Rationalismus in fachwissenschaftlichen (Popper 2009; Breil 2011) oder fachdidaktischen (Schulz et al. 2012; Suhr 2013) Publikationen. Das vorgestellte Prüfverfahren kommt in den Naturwissenschaften allerdings nur in fortgeschrittenen Forschungsphasen und bereits ausdifferenzierten Theoriedomänen zum Einsatz (vgl. Steinle 2004; Rheinberger 2006): Erst dann nämlich, wenn es gelungen ist, „ein unerklärliches Phänomen verlässlich zu reproduzieren" (Murmann & Krumbacher 2008: 300), wenn identifiziert wurde, unter welchen Bedingungen das Phänomen erzeugbar oder veränderbar ist, wenn ermittelt wurde, welche Bedingungen für das Phänomen unerlässlich sind und welche es nur modifizieren (explorative Näherungen; s. Arbeitsdefinition I), „wenn Erfahrungen mit den Randbedingungen des Phänomens gesammelt und erste Theorien der Deutung entwickelt und gegeneinander abgewogen wurden, können theoriebasiert Hypothesen formuliert und geprüft werden" (ebd.). Eine solche Verdichtung der Erfahrungen mit dem Phänomen wird allerdings selten nach einmaliger Durchführung eines Experiments erlangt. Es bedarf vielmehr einiger Wiederholungen, wobei ggf. Anpassungen der bisherigen materiellen Anordnung, der Messinstrumente oder der zugrundeliegenden Theorie notwendig werden (vgl. Hacking 1996; Höttecke & Rieß 2015). Denn Experimente entstehen „in einem Wechselspiel, in dem diese Elemente" (Kosler 2016: 21), also die materielle Anordnung, die Messinstrumente und die Theorie, „so lange variiert werden, bis Experiment und Theorie zusammenpassen und sich gegenseitig stabilisieren" (ebd.). Rheinberger (2006; 2019) spricht, in diesem Kontext der Austarierung, von umfassenden Experimentalsystemen (im Gegensatz zu engen Experimentalanordnungen).[37]

[37] „Der Begriff des Experimentalsystems steht für das Integral aller Ingredienzien – Materialien, Forschungstechnologien, Laborumgebung, kollektives Erfahrungswissen –, die dazu nötig sind, einen [...] Experimentierprozess in Bewegung zu setzen und in Gang zu halten [...]. Mit dem Begriff des Systems ist hier keine rigide, in sich geschlossene Struktur gemeint" (Rheinberger 2019: 27), sondern „die kleinsten funktionsfähigen [...] Forschungseinheiten [...], die Materialien sowie Forschungstechnologien umfassen und Forschende als handlungsfähig darstellen" (ebd.).

Experimentieren – im hier vertretenen Verständnis – ist folglich nicht nur nachträgliche Prüfinstanz vorhandener Theorien und daraus abgeleiteter Hypothesen, sondern dient (auch) der erfahrungsbasierten Entwicklung neuer Theorien und Hypothesen (vgl. Rheinberger 2019). „Wenn Experimente ihren Ort von der Wissenschaftsphilosophie oft einzig in einem ‚context of justification' zugewiesen bekamen, so spielen sie auch in ‚contexts of discovery, investigation and persuasion' eine Rolle" (Pernkopf 2006: 10; vgl. Amann 2008). Insbesondere das Fehlen von vorhandenen Theorien und Vorerfahrungen zu bestimmten Phänomenen erfordert deshalb zunächst explorative Näherungsformen und macht ein Exploratives Experimentieren notwendig (vgl. Murmann 2008: 2).

3.1.1.2 Exploratives Experimentieren

In den Naturwissenschaften hat v. a. Steinle das Explorative Experimentieren rekonstruiert und beschrieben. Seiner Auffassung nach findet sich Exploratives Experimentieren „zu allen Zeiten und in sehr vielen Bereichen und kontrastiert zu einer ebenfalls anzutreffenden theoriebestimmten Arbeitsweise" (Steinle 2006: 202), die sich primär beim hypothesenprüfenden Experimentieren zeigt (s. Kap. 3.1.1.1). Exploratives Experimentieren beinhaltet dagegen einen primär „probierend-entdeckenden Zugang" (Suhr 2013: 11) zu theoretisch wenig oder noch gar nicht erschlossenen Phänomenen (vgl. Pernkopf 2006: 177). This „type of experimentation aims at generating theory rather than testing it" (Murmann 2008: 2). It is „not an alternative but a strategy taken up by scientists for different reasons and under different circumstances than theory driven experimentation" (ebd.). Steinle (2002: 419) beschreibt Exploratives Experimentieren wie folgt:

> „The first aim here is to find out which of the various parameters affect the effect in question, and which of them are essential. Closely connected, there is the central goal of formulating empirical regularities about these dependencies and correlations. Typically, they have the form of ‚if-then' propositions, where both the if- and the then-clauses refer to the empirical level […]. It is here, in the realm of concept-formation, where exploratory experimentation has its most unique power and importance" (Steinle 2002: 419).

Beim Explorativen Experimentieren geht es zunächst v. a. darum, ein vielleicht überraschendes Phänomen „ein zweites Mal zu erzeugen und – so dies gelingt – als nächstes Bedingungen [zu] verändern, um zu sehen, ob und wie sich dies" (Murmann 2007: 85) auf das Phänomen auswirkt. Um dabei zu ermitteln, welche Bedingungen unerlässlich für das Auftreten des Phänomens sind und welche es nur modifizieren, wird eine große Zahl verschiedener ‚experimenteller Parameter' variiert (vgl. Steinle 2002: 419).[38]

[38] Parameter wird im Kontext des Explorativen Experimentierens von Steinle und anderen (z. B. Heering & Höttecke 2014; Höttecke & Rieß 2015) synonym zu Variable und damit für die differenzierbaren Merkmale eines naturwissenschaftlichen Phänomens, die unterschiedlich ausgeprägt sein können und variabel (‚veränderlich') sind, genutzt.

Die Bedingungen eines Phänomens werden zunächst unsystematisch, später ggf. zunehmend systematischer, verändert, um ein besseres Verständnis für die Erzeugung und Modifikation des Phänomens zu erlangen. Dies erfolgt ohne konkret oder zielgerichtete Ergebniserwartung, d. h. nicht in Form einer klassischen Hypothese. Die „Veränderung experimenteller Parameter" (Höttecke & Rieß 2015: 134) beim Explorativen Experimentieren ist deshalb nicht mit der Variablenkontrollstrategie des hypothesenprüfenden Experimentierens (s. Kap. 3.1.1.1) gleichzusetzen, aber auch nicht mit einem planlosen Herumprobieren oder Trial-and-Error zu verwechseln. Es geht beim Explorativen Experimentieren vielmehr darum, die Bedingungen, unter denen ein Phänomen erzeugbar oder veränderbar ist, zu identifizieren und zu definieren, um sie ggf. zu isolieren, dies dann *später* auch im Sinne einer Variablenkontrollstrategie (s. Kap. 3.1.1.1): „Laboratory procedures for exploratory purposes typically include a broad and systematic variation of many experimental parameters and provide the experimenter with experience and detailed knowledge about observable processes" (Murmann 2008: 2).

Diese „systematische Variation experimenteller Parameter" (Höttecke & Rieß 2015: 134; vgl. Pernkopf 2006: 63) ist ein Mittel, um Regelmäßigkeiten in Bezug auf die beobachteten Phänomene, ihre Erzeugung und Modifikation, zu identifizieren (vgl. Steinle 2004; 2006). Im Vordergrund steht dabei insbesondere die Beschreibung von wenn-dann-Zusammenhängen: „*Wenn* bestimmte Bedingungen vorliegen, *dann* tritt dieser oder jener Effekt ein" (Krumbacher 2016: 44; vgl. Steinle 2004; 2006). Im Sinne dieser ‚was-passiert-wenn-Methodik' wird das Phänomen mehrfach reproduziert und verändert.

> „Beim explorativen wissenschaftlichen Experimentieren erfolgt der Wechsel zwischen Denken und Handeln probierend, sammelnd und durchaus auch unsystematisch und intuitiv. Beim hypothesenprüfenden wissenschaftlichen Experimentieren ist Genauigkeit im Hinblick auf gezieltes Variieren bestimmter Parameter und das Konstanthalten anderer wesentlich" (Murmann et al. 2007: 83).

Insgesamt erweist sich die Vorstellung eines linearen Experimentierprozesses– angesichts der aktuellen Wissenschaftsforschung (Hacking 1996; Pernkopf 2006; Rheinberger 2006; 2019) – als primär retrospektiv verzerrte Idealisierung (vgl. Amann 2008: 26; Höttecke & Rieß 2015: 133; Kosler 2016: 126). Ursächlich für diese Verzerrung ist m. E. zum einen die naturwissenschaftliche Kanonisierung, die dazu tendiert, in der Rückschau v. a. Resultate, weniger jedoch deren Entstehungs- und Herstellungsbedingungen darzulegen: „Die Dynamik naturwissenschaftlichen Experimentierens sollte nicht mit den post-hoc getroffenen Rationalisierungen in Publikationen verwechselt werden, die ein hochsystematisiertes Vorgehen suggerieren" (Höttecke & Rieß 2015: 133). Experimentelle Schwierigkeiten, Um-, Irrwege und die o. g. „Maßnahmen ‚interaktiver Stabili-

sierung' werden im Publikationsprozess zumeist unsichtbar" (Höttecke 2008: 295; vgl. auch Ruf & Gallin 2005: 118; Rheinberger 2006: 25; Kosler 2016: 126; s. a. Kap. 3.1.2).

Im Widerspruch zu gängigen Vorstellungen experimenteller Naturwissenschaft prägen zum anderen Zufälle und Improvisationen den Forschungsalltag in einem weitaus größeren Maß als determinierende Planung und gezielte Kontrolle (vgl. Murmann 2007: 86). „Intuition, Kreativität und zufällige Beobachtungen"(ebd.: 85) haben in der Entwicklung naturwissenschaftlicher Theorien eine höhere Bedeutung, als meist angenommen wird, „wie nicht zuletzt aus zahlreichen Autobiographien und Interviews mit erfolgreichen NaturwissenschaftlerInnen hervorgeht" (ebd.; vgl. auch Crawford 2014: 522). Naturwissenschaftliche Erkenntnisse resultieren nicht immer aus einer planvollen und gezielten, hypothesenüberprüfenden Variablenkontrollstrategie. Experimentieren wird vielmehr oft „zu einer kaum planbaren Suche nach neuem Wissen" (Lange 2017: 52).[39]

Diese Bedeutung von explorativen Näherungen, kommunikativen Aushandlungen und Zufällen „entspricht nicht den unter SachunterrichtsdidaktikerInnen verbreiteten Vorstellungen von experimenteller Naturwissenschaft" (Murmann 2007: 86), sondern eher vereinzelt vertretenen Experimentierverständnissen (z. B. Murmann 2007; Köster 2013; M. Peschel 2016). Häufig rezipierte fachdidaktische Studien (z. B. Hardy et al. 2006; Möller et al. 2006; Möller 2016; Haase 2018) betonen dagegen „beim Experimentieren wesentlich seine Planbarkeit, Wiederholbarkeit und v. a. Variablenkontrollstrategien im Rahmen von Hypothesentests" (Höttecke & Rieß 2015: 136). Diese Durchgeplantheit und die „Vorstrukturiertheit experimenteller Lernumgebungen [...] [legen] eine Stringenz physikalischer Erkenntnisprozesse [nahe], die der Forschung selbst gar nicht [zu] eigen ist" (ebd.: 131). Insofern stimmt der in den o. g. Studien m. E. favorisierte Experimentierbegriff häufig nicht mit dem aktuell in der Wissenschaftsforschung vertretenen Experimentierbegriff überein, wie in Kapitel 4 noch konkreter zu zeigen sein wird und mich dazu veranlasst, meiner Studie den hier entwickelten, breiteren Experimentierbegriff grundzulegen (s. Arbeitsdefinition I).

3.1.2 Experimentieren aus sachunterrichtsdidaktischer Sicht

Begrifflichkeiten zu Erkenntnismethoden im naturwissenschaftlich-orientierten Sachunterricht finden sich in der fachdidaktischen Literatur zuhauf. Sie werden nicht einheitlich, teils sogar mehrdeutig oder überlappend gebraucht. Häufig wird dabei nicht spezifiziert, was konkret gemeint ist bzw. was im Sachunterricht umgesetzt wird (wird expe-

[39] Beispiele dafür: Wilhelm Conrad Röntgen und die Röntgenstrahlen (Steinle 2004), Louis Pasteur, die Milchsäuregärung und die Hefe (Nohl 2011b), Alexander Flemming und die Entdeckung von Penicillin (Höttecke & Rieß 2015).

rimentiert, werden Versuche durchgeführt, wird exploriert, ...?) (vgl. Wodzinski 2006). „Ebenso wie beim ‚wissenschaftlichen' Experimentieren, das mehrere Vorgehensweisen umfasst (z.B. exploratives Experimentieren, hypothesenprüfendes Experimentieren)" (Murmann & Krumbacher 2007: 293), liegt den didaktischen Experimentierkonzepten des Sachunterrichts keine einheitliche Definition bzgl. Experimentieren zugrunde. Zum Teil werden „verschiedene wissenschaftliche Erkenntnismethoden gleichgesetzt [...]. Das birgt die Gefahr, dass implizit ein einseitiges Verständnis vom Experimentieren als (natur-)wissenschaftlicher Methode vermittelt wird" (Murmann & Krumbacher 2007: 293).

Experimentieren steht jedoch – wie im vorherigen Kapitel ausführlich dargestellt wurde – „im Zentrum naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung und [sollte] damit auch im [Zentrum] naturwissenschaftlich- bzw. physikalisch orientierten Sachunterricht[s]" (M. Peschel 2009b: 230) stehen. Allerdings ist vor dem Hintergrund der o. g. fachlichen Differenzierungen aus Kap. 3.1.1 im Einzelfall zu klären, inwiefern Experimentieren im fachdidaktischen Sinne tatsächlich als „eine an das wissenschaftliche Experimentieren angelehnte Methode" (Wodzinski 2006: 124) bezeichnet werden kann. Dabei werde ich in den nachfolgenden Kapiteln sukzessive zeigen, dass die unterschiedlichen naturwissenschaftlichen Auslegungen des Experimentierens, die idealtypisch vom hypothesenprüfenden bis zum explorierenden Experimentieren reichen, in naturwissenschafts- und sachunterrichtsdidaktischen Modellierungen häufig nur sehr verkürzt rezipiert werden.

3.1.2.1 Formate des naturwissenschaftlichen Experimentierens

Die Autor*innengruppe Hartinger et al. (2013) differenziert für den Sachunterricht vier verschiedene Formate des naturwissenschaftlichen Experimentierens: *Experimentieren, Versuchedurchführen, Laborieren und Explorieren* – oft in einer Vierfeldertafel dargestellt (vgl. Grygier & Hartinger 2013; Hartinger 2015; Tab. 4). Die vier Formate unterscheiden sich im Hinblick auf das Vorhandensein einer Handlungsanweisung oder -anleitung für die Schüler*innen und bzgl. des Ausgangspunktes einer Fragestellung oder Vermutung.

Tabelle 4: „Formate des naturwissenschaftlichen Experimentierens" (Hartinger et al. 2013: 7)

Fragestellung/Vermutung **Vorgehensweise/Handlungsanweisung**	**vorhanden**	***nicht* vorhanden**
vorgegeben	Laborieren	Versuchedurchführen
***nicht* vorgegeben**	Experimentieren	Explorieren

Experimentieren bezeichnet nach Hartinger et al. (2013: 5) eine Handlung, bei der zu Beginn eine ‚Fragestellung' oder ‚Vermutung' (zu beiden Begriffen s. Kap. 3.1.2.2) der Schü-

ler*innen steht. Die Schüler*innen bearbeiten diese Fragestellung oder Vermutung mittels eigener zielgerichteter Planung, Durchführung und Auswertung eines Experimentes (vgl. ebd.). Das Ziel ist dabei die Beantwortung der Fragestellung bzw. die Überprüfung der Vermutung. Eine Vorgehensweise oder Handlungsanweisung zur Beantwortung der Fragestellung bzw. Überprüfung der Vermutung wird den Schüler*innen nicht vorgegeben. Dagegen werden Formate, „in denen Kinder vorgegebene Schritte durchführen, diese dann gegebenenfalls dokumentieren [und] [...] erklären" (ebd.: 5), von Hartinger et al. als Versuchedurchführen bezeichnet. Im Unterschied zum Experimentieren steht eine vorgegebene „Handlungsanweisung und nicht eine Frage am Beginn des Prozesses" (ebd.: 5).[40] Die Selbsttätigkeit beim Versuchedurchführen bezieht sich nur auf die Ausführung der Arbeitsanweisung; die Selbsttätigkeit beim Experimentieren bezieht sich dagegen auf die Planung, Durchführung und Auswertung der Experimente (vgl. Hartinger 2015: 74f.).

Die verbleibenden Formate sind Rekurse, zum einen auf „Laborieren" (Wiebel 2000). Ausgangspunkt ist dabei „eine Frage oder Vermutung; doch im Unterschied zum Experimentieren werden die Kinder nicht aufgefordert, selbst Ideen zur Bearbeitung der Frage zu generieren, sondern durch die Lehrperson angeleitet" (Hartinger et al. 2013: 6), die die Schritte zur Bearbeitung der Frage bzw. Vermutung und damit zur Planung, Durchführung und Auswertung eines Experimentes sukzessive modelliert (vgl. Wiebel 2000).

Zum anderen rekurrieren Hartinger et al. (2013: 6) auf „Explorieren". Dabei wird „Explorieren" – von Hartinger et al. (2013: 6) – als „selbstbestimmte Beschäftigung mit naturwissenschaftlichen Materialien und/oder Themen" definiert, wobei weder die Beantwortung einer vorab gestellten Fragestellung noch die Überprüfung einer Vermutung oder die Umsetzung einer Handlungsanweisung vorgesehen ist (vgl. auch Wodzinski 2006; Grygier & Hartinger 2013). Inwiefern diese Definition von Explorieren als „selbstbestimmte Beschäftigung mit naturwissenschaftlichen Materialien und/oder Themen" (Hartinger et al. 2013: 6) an Kösters Ansatz „Freies Explorieren und Experimentieren" (FEE; Köster 2018) anschlussfähig ist, wird Gegenstand meiner nachfolgenden kritischen Auseinandersetzung mit der Vierfeldertafel sein und darüber hinaus in Kap. 3.2.2.5 und 4.3 aufgegriffen.

Kritische Auseinandersetzung mit der Systematik nach Hartinger et al. (2013): Die Vierfeldertafel ist m. E. zu formalistisch (vgl. auch Nießeler 2020: 96). Die Differenzierung zwischen Experimentieren und Versuchedurchführen ist in der sachunterrichtsdidaktischen Literatur zwar weitestgehend konsensfähig (vgl. Wodzinski 2006: 124; Giest 2020: 114ff.; Nießeler 2020: 96). Die Unterscheidung zwischen Laborieren und Versu-

[40] Die Frage der Synonymität von ‚Frage' und ‚Fragestellung' ist Gegenstand von Kapitel 3.1.2.2.

chedurchführen ist dagegen jedoch m. E. nicht trennscharf genug; sie wird von anderen Autor*innen so nicht vorgenommen (vgl. Wodzinski 2006; Muckenfuß 2013). Bei vorangestellter Fragestellung oder Vermutung ordnen Hartinger et al. (2013) eine vorgegebene Vorgehensweise als Laborieren ein, ohne explizit benannte Fragestellung oder Vermutung dagegen ordnen sie es als Versuchedurchführen ein (s. Tab. 4). Wenn sich eine Schülerin die entsprechende Frage nun aber implizit stellt, laboriert sie dann, führt sie Versuche durch oder experimentiert sie sogar, wenn sie zusätzlich versucht, die Frage selbständig mit einem Experiment zu beantworten? Aufgrund dieser Unklarheiten werde ich nachfolgend zwar zwischen Experimentieren und Versuchedurchführen unterscheiden, aber keine weitere Abgrenzung von Versuchedurchführen und Laborieren nutzen.

Experimentieren wird in der Vierfeldertafel dadurch bestimmt, eine Fragestellung selbständig zu beantworten bzw. eine Vermutung selbständig zu überprüfen (vgl. Hartinger et al. 2013: 5). Dies reduziert Experimentieren auf die zielgerichtete Beantwortung von Fragen bzw. die zielgerichtete Überprüfung von Vermutungen. In den Naturwissenschaften ist dagegen m. E. konsensfähig, dass Experimentieren nicht nur „Anordnungen zur [...] Erteilung von Antworten“ (Rheinberger 2006: 25) auf Fragen und zur Überprüfung von Vermutungen beinhaltet (vgl. Höttecke 2008). Vielmehr dient Experimentieren zunächst der „Materialisierung von Fragen“ (Rheinberger 2006: 25) und Entwicklung von Vermutungen und gibt dabei teilweise „noch unbekannte Antworten auf Fragen [...], die der Experimentator ebenfalls noch gar nicht klar zu stellen in der Lage ist“ (ebd.).

Auch der Begriff „Explorieren“ wurde in Hartingers Vierfeldertafel m. E. verkürzt aufgenommen: Köster bezeichnet „Explorieren“ in Anlehnung an Soostmeyer (1978: 181) als „eher unspezifisches, noch relativ ungerichtetes Wahrnehmen und Manipulieren“ (Köster 2018: 190) von Gegenständen, Geräten und Experimentiermaterialien in der Auseinandersetzung mit einem Phänomen (s. Kap. 3.2.2.5 und 4.6). Obgleich Explorieren oft spontan wirkt, ist es, im Verständnis von Köster (ebd.), aber auch anderen Autor*innen, „durch das Tastende, Suchende, [...] Orientierende geprägt“ (ebd.) und in hohem Maße ein Suchen nach den Bedingungen, die für das Auftreten eines Phänomen unerlässlich sind bzw. dieses Phänomen nur modifizieren (vgl. Murmann 2007: 85; Nentwig-Gesemann et al. 2012: 44ff.; Krumbacher 2016: 41; Schütte 2019: 3). Die bei dieser Suche stattfindende, zunächst unsystematische, später ggf. zunehmend systematische „Variation experimenteller Parameter“ (Höttecke & Rieß 2015: 134), zielt nämlich v. a. auf die Beschreibung von wenn-dann-Zusammenhängen –und ist kein planloses Herumprobieren oder Trial-and-Error, wie ich bereits in Kapitel 3.1.1.2 beschrieben habe. Die von mir als ‚was-passiert-wenn-Methodik‘ bezeichnete Handlungsebene hinter der ‚bloßen‘, scheinbar ziellosen „Beschäf-

tigung mit naturwissenschaftlichen Materialien und/oder Themen“ (Hartinger et al. 2013: 6) wird in Hartingers Vierfeldertafel nicht expliziert, obgleich sie m. E. das zentrale Kennzeichen explorativer Näherungen ist und v. a. dazu dient, Regelmäßigkeiten in Bezug auf die Erzeugung und Modifikation der Phänomene zu identifizieren. Stärker als Hartinger betonen Soostmeyer (1978: 169ff.) und Köster (2018: 190) diese ‚was-passiert-wenn-Methodik‘, geht es doch beim Explorieren primär darum, teils unsystematisch, teils systematisch, die Bedingungen, unter denen sich Phänomene beobachten lassen, zu verändern, und Erfahrungen in der Reproduktion und Modifikation der Phänomene zu sammeln (vgl. Köster & Balluseck 2009: 2). Dass Explorieren ein wichtiger und notwendiger Schritt auf dem Weg zur Erkenntnis ist (vgl. auch Köhnlein 2012), weil es u. a. der „Erfahrungserweiterung“ (Köster 2018: 190) und der „Entdeckung von Bedingungen“ (Murmann & Krumbacher 2008: 301) im Hinblick auf wenn-dann-Zusammenhänge (vgl. Krumbacher 2016: 44) dient, wird in der Vierfeldertafel dagegen stark vernachlässigt.

Werden Experimentieren und Explorieren so deutlich voneinander abgegrenzt, wie in der Vierfeldertafel, lässt sich Experimentieren unter Umständen als elaboriertere oder professionalisierte Fortführung des Explorierens missverstehen, wie z. B. hier: „Im Unterschied zum Explorieren richtet sich auch im Grundschulunterricht das Experimentieren auf die Beantwortung von Fragen“ (Köster & Mehrtens 2020: 122; vgl. Wodzinski 2006: 124). Explorieren sei dem Experimentieren dabei als Vorstufe auf dem „Weg hin zum Experimentieren“ (Schütte 2019: 2) vorgelagert (vgl. Möller 1987; 2016). Im Unterschied zum Explorieren müssten aber beim Experimentieren „der Blick bereits fokussiert“ (Köster 2018: 190), die Aufmerksamkeit eindeutig auf bestimmte Aspekte des Phänomens gerichtet und die Handlungen spezifischer und zielgerichteter sein (vgl. ebd.; s. a. Kap. 4.3).[41]

Dieser „Unterscheidung zwischen wissenschaftlichem Experimentieren und laienhaftem Explorieren liegen überholte und unangemessen einengende wissenschaftstheoretische Aussagen sowie Unwissenheit über die naturwissenschaftliche Forschungspraxis zugrunde“ (Murmann 2007: 87). Dagegen bestimmt z. B. M. Peschel (2016: 121) explorative Näherungen als „wesentliche[n] Teil vieler Experimentierprozesse“. Explorationen entfallen (sowohl in der Phänomenbegegnung von Kindern als auch in der Forschungspraxis von Wissenschaftler*innen) „nur dann, wenn bereits eine Erfahrungsbasis besteht, die Explorationen also früher stattgefunden haben“ (Murmann 2007: 87). Die Erfahrungsbasis durch Explorieren ist Grundlage der Formulierung von Hypothesen.

[41] Entsprechende fokussiertere, gerichtetere Handlungen sind z. B. „Testhandlungen, der Vergleich, die Unterscheidung und das Ordnen von Materialien, Geräten, Sachen und Phänomenen nach ihren wahrnehmbaren Eigenschaften, Verwendungszwecken und Funktionen“ (Soostmeyer 1978: 181). Köster bezieht sich in ihrem Konzept auf Soostmeyer (1978).

> Explorative naturwissenschaftliche Forschungen (Kap. 3.1.1.2) und explorative Phämomenerkundungen von Kindern bzw. Schüler*innen (Kap. 4.3) dienen beide „der Gewinnung von Erfahrungen, der Entdeckung von Bedingungen, erlauben (und erfordern ggf.) einen offenen Erwartungshorizont für Handlungseffekte und eine systematische, aber nicht zuletzt breite Variation von Parametern sowie wiederholte Beobachtungen“ (Murmann & Krumbacher 2008: 301). Will man „Strategien wissenschaftlicher Laborarbeit als Orientierung für didaktische Zielsetzungen heranzieh[en], und dies ist quer durch die didaktische Literatur üblich, dann bilden für den Sachunterricht insbesondere explorative wissenschaftliche Strategien [als sinnvoller *Bestandteil* des Experimentierprozesses; M. Peschel 2016] einen sinnvollen Bezugspunkt“ (ebd.; Anm. d. V.).

Mit der Vierfeldertafel liegt – angesichts des hier vertretenen Experimentierbegriffs (s. Arbeitsdefinition I) – eine „Begriffscharakterisierung (zielgerichtet, geplant, auf Frage oder Hypothese bezogen)“ (Lange 2017: 48f.) vor, die m. E. symptomatisch für den gegenwärtigen sachunterrichtsdidaktischen Fachdiskurs ist. So wird in der Vierfeldertafel u. a. hypothesenprüfendes, anleitungsgebundenes Experimentieren („Laborieren“, „Experimentieren“, „Versuchedurchführen“) mit drei Feldern gegenüber dem explorativen Experimentieren in nur einem Feld deutlich überrepräsentiert und überbetont. Diese Überbetonung in der Vierfeldertafel entspricht der „im didaktischen Diskurs immer noch häufig zu findende Bestimmung“ (Murmann 2007: 86), beim Experimentieren „handele es sich um ein hypothesenprüfendes Verfahren“ (ebd.; vgl. auch Wodzinski 2006: 124), das der zielgerichteten Beantwortung von Fragen dient. Diese Gleichsetzung von Experimentieren und Hypothesenprüfen ist aus fachwissenschaftlichen Gründen nicht haltbar; sie wird aktuellen wissenschaftstheoretischen Positionen und Ausdifferenzierungen wie „Explorativem Experimentieren“ nicht gerecht (s. Kap. 3.1.1.2). Aber auch aus sachunterrichtsdidaktischen Gründen ist die Gleichsetzung von Experimentieren und Hypothesenprüfen abzulehnen, denn sie wird dem Vorgehen von Kindern beim Experimentieren nicht gerecht (s. Kap. 3.1.2.3 und Kap. 4.3): Das Experimentieren von Kindern ist insbesondere durch explorative, nicht zielgerichtete Näherungen, Irr- und Umwege ausgezeichnet, die deshalb m. E. als wesentlich Elemente des Experimentierprozesses modelliert werden sollten (vgl. Murmann 2008; Köster 2013; Dunker 2015; Kosler 2016). Die nächsten Kapitel gehen auf aktuell rezipierte Modellierungen des Experimentierprozesses, wie z. B. sog. Forschungskreisläufe (Marquardt-Mau 2011), ein.

3.1.2.2 Forschungskreisläufe und Forschungskreise

Stiftungsinitiativen, wie „prima(r)forscher" (DTS & DKJ 2011) und „Kinder forschen“ (2024) rekurrieren in Veröffentlichungen auf „Forschungskreise“ (Kinder forschen 2024) und „Forschungskreisläufe“ (Ramseger 2009). Solche Forschungskreisläufe bzw. -kreise sind Modelle (vgl. ebd.: 17), die „in didaktischer Absicht erstellt“ (Marquardt-Mau 2011: 32) wurden, um Schüler*innen beim „Experimentieren [...] die Bedeutung der zentralen

Schritte und deren Beziehung zueinander deutlich werden zu lassen“ (ebd.; vgl. Ramseger 2009: 16f.). Sofern deren „feste Abläufe und [...] klare Abfolge“ (Haider & Munser-Kiefer 2019: 29) stringent befolgt und verinnerlicht werden, sollten Forschungskreisläufe bzw. -kreise, so ihre Befürworter, zum Lernerfolg im naturwissenschaftlich-orientierten Sachunterricht führen (vgl. ebd.). „Ein naturwissenschaftliches Denken ist danach ein Denken, das sich an der dort angegebenen schrittweisen Abfolge orientiert“ (Kosler 2016: 14).[42]

Zunächst einmal irritiert an solchen Modellen m. E. die unklare Verwendung der Begriffe ‚forschen‘ und ‚experimentieren‘ in Publikationen zu „*Forschung*skreisläufen“ bzw. „*Forschung*skreisen“, die sich – trotz der Reminiszenz auf ‚*Forschen*‘ im Titel – auf *Experimentieren* im Sachunterricht beziehen (vgl. Ramseger 2009: 16f.; Marquardt-Mau 2011: 32). Die *Forschung*skreisläufe bzw. *Forschung*skreise sollen Schüler*innen, wie oben zitiert, beim „*Experimentieren* [...] die Bedeutung der zentralen Schritte“ (ebd.; Herv. d. V.) verdeutlichen. Unterschiede zwischen ‚Experimentieren‘ und ‚Forschen‘ werden durch diese unklare Verwendung der Begriffe m. E. vernachlässigt und es bleibt ungeklärt, inwieweit ein „*Forschungs*kreis(lauf)“ überhaupt genutzt werden kann, um Experimentieren für den Sachunterricht zu modellieren und zu unterstützen. Unter „Forschen“ verstehe ich in Anlehnung an Messner (2009: 15) die „Suche nach neuer Erkenntnis“. Während Experimentieren sich im engen Sinne auf naturwissenschaftliche Phänomene bezieht und eine bestimmte Methodik beinhaltet (mit verschiedenen Ausprägungen wie z. B. exploratives Experimentieren, hypothesenprüfendes Experimentieren; s. Kap. 3.1.1), umfasst Forschen z. B. auch soziologische, sprachliche oder geologische Inhalte und verschiedene Methodiken.

> Forschen ist eine „wissenschaftliche Praktik, die auf weiterführende Erkenntnisse auf dem jeweiligen disziplinären, inter- oder transdisziplinären Wissensgebiet zielt. Sie sucht Theorien zu überprüfen bzw. zu ihrer Weiterentwicklung beizutragen [...]. Sie verfährt stets systematisch und verwendet dabei empirische wie auch nicht empirische Methoden. Forschende stellen sicher, dass ihr Vorgehen bis zu den Auswertungen und Interpretationen intersubjektiv nachvollziehbar und überprüfbar ist“ (Beywl et al. 2015: 135).

Die nachfolgend vorgenommene Analyse von Forschungskreisläufen bzw. -kreisen erfolgt vor dem Hintergrund dieser begrifflichen Unklarheit: Die Modelle rekurrieren auf das Verb und die Praxis ‚forschen‘, werden aber m. E. – dies legen auch Publikationen zu den Modellen nahe (vgl. z. B. Ramseger 2009: 16f.; DTS & DKJ 2011: 82) – insbesondere beim Experimentieren im naturwissenschaftlich orientierten Sachunterricht eingesetzt (vgl. Kosler 2016; Kihm et al. 2024a). Experimentieren kann als *eine* Methodik wissenschaftlicher Forschung eingeordnet werden; in den Naturwissenschaften ist experimentieren

[42] Im internationalen Raum finden sich entsprechende „learning cycles for inquiry“ oder „investigation cycles“, z. B. bei Newman et al. (2004: 259) oder Minner et al. (2010: 479).

sogar die zentrale Methodik, daneben existieren allerdings, beim Forschen in- und außerhalb der Naturwissenschaften, weitere Methodiken, z. B. Befragung, Quellenanalyse, die ebenso eingesetzt, aber in der missverständlichen Modellierung ‚Forschungskreislauf bzw. -kreis' vernachlässigt werden (vgl. Messner 2009: 23). Die Modelle suggerieren zudem m. E. eine Gleichsetzung des Forschens/Experimentierens „mit einer Abfolge aus acht Schritten, die linear aufeinander aufbauen" (Kihm et al. 2018: 68) und insgesamt dazu dienen, zielgerichtet eine Frage zu beantworten bzw. eine Vermutung zu überprüfen.

Trotz dieser beiden Verkürzungen gibt es bislang vergleichsweise wenig Kritik an solchen Modellen. Ausnahmen sind u. a. Crawford (2014), Wedekind (2016), Kosler (2016) und die Arbeiten meiner Kolleg*innen und mir (vgl. M. Peschel 2009c; Kihm et al. 2018; Kihm et al. 2024a). Ich möchte hier deshalb eine kritische Würdigung dieser Modelle vornehmen.

Beispielhaft wird in diesem Kapitel zunächst der Forschungskreislauf von Marquardt-Mau (2011) beschrieben, auf den sich z. B. „prima(r)forscher" (DTS & DKJ 2011) bezieht (s. Abb. 4). Anschließend wird der Forschungskreislauf von Marquardt-Mau mit dem aktuelleren Forschungskreis der Stiftung „Kinder forschen" (2024; s. Abb. 5) verglichen.



Abbildung 4: Forschungskreislauf von Marquardt-Mau (2011); „prima(r)forscher" (DTS & DKJ 2011: 37)

Den Anfangspunkt des Forschungskreislaufes von Marquardt-Mau (2011; s. Abb. 4) bildet eine (explizit) formulierte Fragestellung, die entweder von den Schüler*innen oder von der Lehrperson gestellt wird (Schritt 1). Um diese Fragestellung zu beantworten (vgl. ebd.: 32), sollen zunächst die Ideen und Vermutungen (Schritt 2) der Schüler*innen gesammelt werden. Von diesen Ideen und Vermutungen geht der weitere Erkenntnisweg aus: Bei der gemeinsamen Durchführung *eines* Versuches (Singular; Schritt 3) in „Teamarbeit" (Schritt 4) sollen die Schüler*innen „genau beobachten" (Schritt 5), welche Ideen und Vermutungen sich bestätigen lassen bzw. welche nicht. Anschließend sollen die Schüler*innen „alles aufschreiben" (Schritt 6), was sie bei der einmaligen Durchführung des Versuchs beobachtet haben. Auf der Grundlage dieser Notizen sollen sie schließlich Ergebnisse, d. h. eine konkrete Antwort auf die eingangs gestellte Fragestellung, festhalten (Schritt 7) und im letzten Schritt diese „Ergebnisse erörtern" (Schritt 8).

Etwa zeitgleich und mit Bezugnahme auf Marquardt-Mau hat Ramseger (2009: 17) ein achtschrittiges „Kreismodell des Forschens" (ebd.) veröffentlicht, das in der Abfolge der Schritte mit dem Forschungskreislauf von Marquardt-Mau (2011) übereinstimmt. Deshalb fasse ich beide Modelle in der nachfolgenden Diskussion zusammen. „Unterschiede ergeben sich hinsichtlich der verwendeten Begriffe: z. B. *Fragestellung* (Marquardt-Mau) statt *eine Frage an die Natur* (Ramseger)" (Kihm et al. 2018: 68). Marquardt-Mau (2011) benennt die Schritte 7 und 8 außerdem *Ergebnisse festhalten* und *Ergebnisse erörtern*; Ramseger (2009) dagegen schreibt *Befunde dokumentieren* und *Befunde erörtern*.

Auch der Forschungskreis der Stiftung „Kinder forschen" (2024; s. Abb. 5) wurde nach eigenen Angaben „in Anlehnung an Marquardt-Mau" (ebd.) entwickelt. Während die geometrische Darstellung als Kreis beibehalten wurde, fehlt die Nummerierung der Schritte allerdings im Forschungskreis von 2024. Dennoch beinhaltet auch dieser Forschungskreis m. E. einen ausgewiesenen Startpunkt, den einerseits die im Internet verfügbaren Erläuterungen (Stiftung „Kinder forschen" 2024) klar definieren[43] und der andererseits durch den kleinen Wagen angedeutet wird, der am Anfang des Weges abgebildet ist und in den Forschungskreis hineinführen soll.[44] Bei diesem Startpunkt in den Forschungskreis (ebd.; s. Abb. 5) handelt es sich um eine „Frage an die Natur", die die Schüler*innen in Bezug auf ein beobachtbares „Naturphänomen" (ebd.) stellen sollen (Schritt 1; zur Unterscheidung des Begriffes ‚Frage', den Ramseger und die Stiftung „Kinder forschen"

[43] „Das gezielte Forschen beginnt, wenn ein Kind nicht mehr nur willkürlich ausprobiert, sondern auf eine Frage stößt, der es genauer nachgehen möchte" (https://www.stiftung-kinder-forschen.de)

[44] Den im Internet verfügbaren Erläuterungen lassen sich folgende Hinweise dazu entnehmen: „Der Zugang zu naturwissenschaftlichen [...] Themen [...] beginnt mit fast beiläufigen Entdeckungen im Alltag [...]. Umfassende Grunderfahrungen mit Phänomenen und Materialien sind unerlässlich, bevor die Mädchen und Jungen konkrete Fragen und Vermutungen entwickeln und eigene Schwerpunkte setzen können" (https://www.stiftung-kinder-forschen.de).

in ihren Modellen genutzt haben, vom Begriff ‚Fragestellung', der im Modell von Marquardt-Mau genutzt wurde, s. u.). Analog zum Modell von Marquardt-Mau werden im Modell der Stiftung „Kinder forschen" (2024; s. Abb. 5) zunächst Ideen und Vermutungen der Schüler*innen gesammelt (Schritt 2), bevor die Schüler*innen ausprobieren sollen, wie die Frage untersucht werden könnte, und schließlich *ein* Versuch durchgeführt wird (Singular; Schritt 3). Bei der Durchführung des Versuchs sollen die Schüler*innen „beobachten und beschreiben" (Schritt 4), wie „sich die Dinge im Versuch verhalten" (ebd.) haben und welche Ideen und Vermutungen sich bestätigen lassen bzw. welche nicht. Anschließend sollen die Schüler*innen ihre „Ergebnisse dokumentieren", z. B. mittels Zeichnungen, Fotos oder Notizen, die die zentralen Beobachtungen in Bezug auf die eingangs gestellte Fragestellung festhalten (Schritt 5). Zuletzt sollen die Schüler*innen ihre „Ergebnisse erörtern" (Schritt 6): „Was haben die Kinder herausgefunden? Welche ihrer Vermutungen stimmten, welche nicht? Was könnte dahinterstecken?" (ebd.).

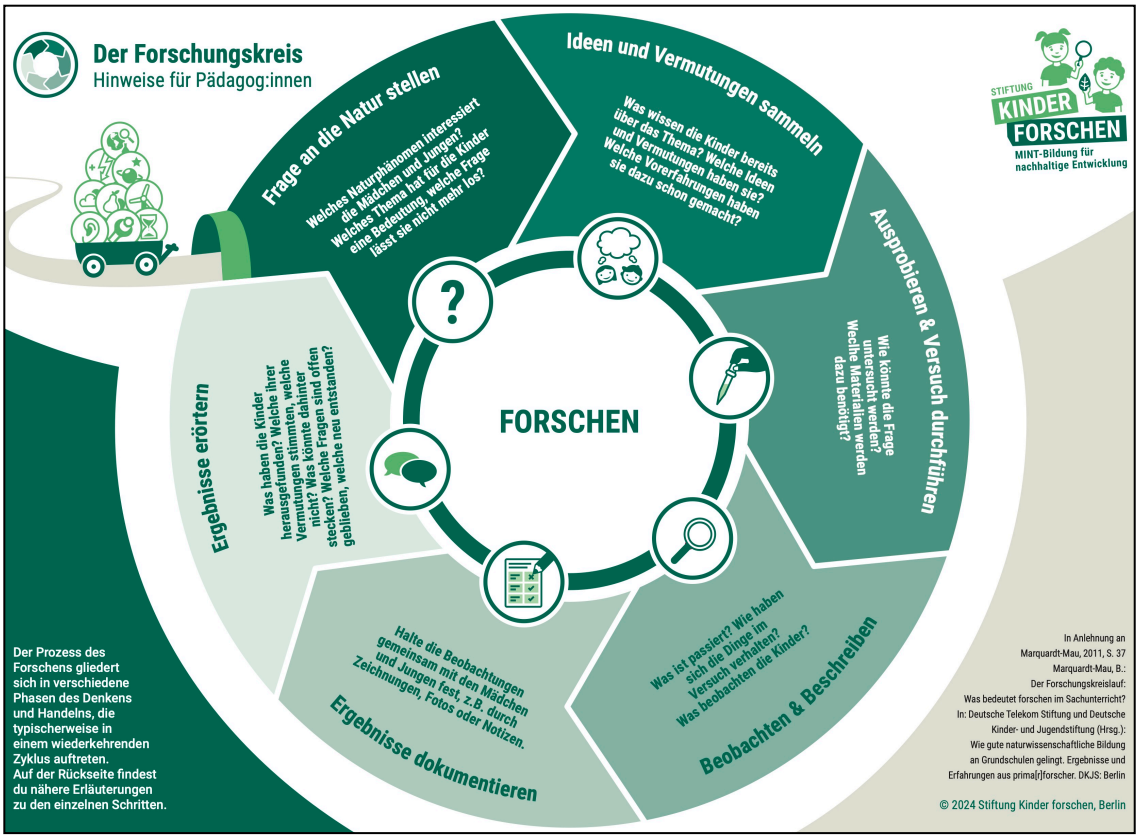


Abbildung 5: Forschungskreis der Stiftung „Kinder forschen" (2024; online)

Der Forschungskreislauf von Marquardt-Mau (2011; s. Abb. 4) resp. Ramseger (2009) besteht aus acht Schritten, der Forschungskreis der Stiftung „Kinder forschen" (2024; s. Abb. 5) dagegen nur aus sechs Schritten; zudem unterscheiden sich auch die Bezeichnungen der Schritte in den Modellen teilweise (s. Tab. 5). Dieser Unterschied in der Anzahl der Schritte ergibt sich u. a. daraus, dass der vierte Schritt „Teamarbeit" aus dem Forschungskreislauf von Marquardt-Mau/Ramseger im Forschungskreis der Stiftung

„Kinder forschen“ ersatzlos gestrichen wurde. Dies erscheint mir im Hinblick auf ein sachunterrichtsdidaktisches Experimentierverständnis schlüssig. „Teamarbeit“ lässt sich nämlich m. E. nur bedingt in eine Schrittfolge zum Vorgehen beim Experimentieren bzw. Forschen (s. o.) einordnen; die Forderung nach einer bestimmten Sozialformen stellt eher eine didaktische bzw. pädagogische Variante beim Experimentieren dar und ist m. E. unabhängig von den Erkenntnisschritten zu sehen. Ein weiterer Unterschied in der Anzahl der Schritte besteht darin, dass explorative Näherungen, die in dem Forschungskreislauf von Marquardt-Mau/Ramseger gänzlich fehlten, im Forschungskreis der Stiftung „Kinder forschen“ zumindest angedeutet sind (v. a. im dritten Schritt 3, der nun als „*Ausprobieren* & Versuch durchführen“ bezeichnet wird; im Modell von Marquardt-Mau/Ramseger hieß dieser Schritt noch „3. Versuch/Durchführung“). Aber auch im Modell der Stiftung „Kinder forschen“ findet sich kein expliziter, begrifflicher Rekurs auf explorative Näherungen!

Tabelle 5: Bezeichnungen der Schritte im Forschungskreislauf und im Forschungskreis im Vergleich (selbst erstellt)

Forschungskreislauf (Marquardt-Mau 2011)	**Forschungskreis (Stiftung „Kinder forschen“ 2024)**
1. Fragestellung	Frage an die Natur stellen
2. Ideen/Vermutungen	Ideen & Vermutungen sammeln
3. Versuch/Durchführung	Ausprobieren & Versuch durchführen
4. Teamarbeit	/
5. genau beobachten	Beobachten & Beschreiben
6. alles aufschreiben	
7. Ergebnisse festhalten	Ergebnisse dokumentieren
8. Ergebnisse erörtern	Ergebnisse erörtern

Die unterschiedliche Anzahl an Schritten resultiert außerdem daraus, dass die beiden im Forschungskreislauf von Marquardt-Mau (2011) noch separierten Schritte „5. genau beobachten“ und „6. alles aufschreiben“ im Forschungskreis der Stiftung „Kinder forschen“ (2024) zu einem Schritt „Beobachten & Beschreiben“ zusammengefasst wurden: Die Schüler*innen führen einen Versuch genau einmal durch. Dabei beobachten sie (2011: „5. genau beobachten“, 2024: „*beobachten* & ...“) und beschreiben ihre Beobachtungen anschließend (2011: „6. alles aufschreiben“, 2024: „... & beschreiben“). Erst danach entscheiden sie, welche der Beobachtungen relevant sind, um die „Fragestellung“ (2011) bzw. die „Frage an die Natur“ (2024) zu beantworten (2011: „7. Ergebnisse festhalten“, 2024: „Ergebnisse dokumentieren“). Phasen der Kommunikation und Diskussion über die Ergebnisse finden sich in beiden Modellen erst im letzten Schritt, der sowohl im Forschungskreislauf (Marquardt-Mau 2011) als auch im Forschungskreis (Stiftung „Kinder forschen“ 2024) als „Ergebnisse erörtern“ bezeichnet wird (s. Tab. 5).

Kritische Auseinandersetzung mit Forschungskreislauf und Forschungskreis:

1. Linearität: Sowohl im Modell „Forschungskreislauf“ (Marquardt-Mau 2011) als auch im Modell „Forschungskreis“ (Stiftung „Kinder forschen“ 2024) wird forschen bzw. experimentieren (Begriffsunterscheidung s. o.) als feste, „routinemäßige Abfolge von Schritten“ (Geiss & Schumann 2014: 20) modelliert (vgl. Haider & Munser-Kiefer 2019: 29).

Diese Abfolge darf aber m. E. nicht mit Experimentieren im eigentlichen Sinne (s. Kap. 3.1.1 und Arbeitsdefinition I) gleichgesetzt werden. Investigation Cycles „promote the misconception that science is done in a prescribed, linear manner” (Crawford 2014: 525). „Scientific inquiry, far from a rigid set of steps, has more flexibility than the linear method commonly depicted in textbooks” (AAAS 1989: Chapter 1; zitiert nach Crawford 2014: 522; vgl. auch Gyllenpalm & Wickman 2011: 909; Bjønness & Kolstø 2015: 225).

Dieses Missverständnis eines streng linearen Vorgehens beim Experimentieren resultiert m. E. aus der Publikationstradition naturwissenschaftlicher Disziplinen (s. Kap. 3.1.1.2; vgl. Höttecke & Rieß 2015: 133; Kosler 2016: 126). „Dort hat sich als Publikationsstrategie etabliert, den zurückliegenden Forschungsprozess idealisiert in Kategorien wie Forschungsfrage, Hypothesen, Studiendesign, Ergebnisse, Interpretation darzustellen“ (Kihm et al. 2024a: 6; s. Kap. 3.1.1.2). Anhand von Labortagebüchern lässt sich dagegen rekonstruieren (vgl. Heering & Höttecke 2014), dass der tatsächliche Experimentierprozess i. d. R. nicht linear, sondern diskontinuierlich verläuft, mit Einschnitten, (Mess-)Fehlern, Stagnationen, Sprüngen, Irr- und Umwegen (vgl. Heinicke 2012; Suduc et al. 2015: 474).

Auseinandersetzungen mit explorativen Näherungen (vgl. Schütte 2019: 51), Irr- und Umwegen oder Umplanungen aufgrund eigener Beobachtungen (vgl. Plappert 2012: 47) und die Fokussierung von Randaspekten (vgl. Rauterberg 2013: 39) werden allerdings sowohl im Forschungskreislauf (Marquardt-Mau 2011) als auch im Forschungskreis (Stiftung „Kinder forschen“ 2024) vernachlässigt. In contrast, the investigation cycles „narrow[..] the students’ tasks by making some activities seem relevant and others irrelevant […]. Thus, it put[s] restrictions on the students’ activities […], indicating that there was no ‚space‘ for going outside these borders” (Bjønness & Kolstø 2015: 230).

2. Funktion der Frage/Fragestellung im Experimentierprozess: In den Forschungskreis- bzw. -kreislauf-Modellen stellt eine „Fragestellung“ (Marquardt-Mau 2011) bzw. eine „Frage an die Natur“ (Stiftung „Kinder forschen“ 2024) den Ausgangspunkt des Experimentierens der Schüler*innen dar. Dies wird auch in anderen sachunterrichtsdidaktischen Publikationen gefordert: „Jedes Experiment benötigt [...] zum Anfang eine Fragestellung“ (Unglaube 2015: 49; vgl. auch Hartinger 2015; Köster & Mehrtens 2020).

Auffällig ist hier m. E. zuvorderst die unterschiedliche Begriffsverwendung (Fragestellung vs. Frage) und die damit einhergehende begriffliche Unschärfe, die unklar lässt, inwieweit ‚Fragestellung' und ‚Frage' synonym sind oder aber Unterschiedliches konnotieren. Im Vergleich zur weitergefassten Frage ist die Fragestellung m. E. bereits elaborierter und zielgerichteter im Hinblick auf spezifische Hypothesen (s. Kap. 3.1.1.1).

> „Das von vielen Kindern schnell formulierte (und für sie zumeist ausreichende!) ‚Wie geht das?' ist [als Frage] im Sinne einer naturwissenschaftlichen Herangehensweise nicht differenziert genug. Besonders die unterschiedlichen Zielsetzungen in ähnlichen Experimenten erfordern eine spezielle [oder elaborierte] Fragestellung, da auf die Unterschiede besonderer Erkenntniswert gelegt wird, z. B.: *Wann* wird das Metall angezogen? *Wie* richtet sich der Magnet aus? *Wo (genau*) muss man zwei Magnete aneinander halten, damit sie sich abstoßen" (M. Peschel 2006: 73; Herv. i. O.; Anm. d. V.).

Einige fachdidaktische Auseinandersetzungen mit Experimentieren (Murmann 2007; M. Peschel 2016; Köster 2018; Schütte 2019) stellen die Frage bzw. Fragestellung nicht mehr so prominent an den Anfang des Erkenntnisprozesses, wie dies im Forschungskreislauf (s. Abb. 4; Marquardt-Mau 2011) oder im Forschungskreis (s. Abb. 5; Stiftung „Kinder forschen" 2024) erfolgt. In den Naturwissenschaften dient Experimentieren insbesondere der „Materialisierung von Fragen" (Rheinberger 2006: 25; s. Kap. 3.1.2.1). Wissenschaftler*innen entwickeln elaborierte Fragestellungen oft erst in der explorativen Auseinandersetzung mit (naturwissenschaftlichen) Phänomenen (vgl. Steinle 2004; 2006; Murmann 2007; Breil 2011; s. Kap. 3.1.1.2). Eine Fragestellung „kann den Erkenntnisprozess dann weiterführen und ausdifferenzieren, determiniert aber das Experiment nicht schon zu Beginn" (M. Peschel 2016: 121; vgl. Rheinberger 2006: 25).

Auch das Vorgehen von Kindern beim Expermentieren bildet die Frage bzw. Fragestellung als Ausgangspunkt nicht adäquat ab: „In den seltensten Fällen war bei Kindern […] eine explizite Fragestellung der Start ins Forschen, wie dies im Forschungskreislauf […] beschrieben" (Wedekind 2016: 209; vgl. auch Nentwig-Gesemann et al. 2012) wird. Stattdessen berichten z. B. Köster (2018) oder Schütte (2019) von Anfangsphasen des Explorierens, die zunächst eben nicht zielgerichtet und nicht an einer Frage oder Fragestellung ausgerichtet erfolgen, sondern – wie in der Forschungspraxis – eher dem Generieren von *eigenen* Fragen (und anknüpfenden Fragestellungen) dienen (s. a. Kap. 4.3).

3. Explorieren als Bestandteil des Experimentierprozesses: Explorative Näherungen sind kein expliziter Bestandteil des Forschungskreislaufs (Marquardt-Mau 2011) bzw. des Forschungskreises (Haus der kleinen Forscher 2018). Da das wiederholte Beobachten und die breite Variation von Variablen im Hinblick auf wenn-dann-Zusammenhänge (vgl. Krumbacher 2016: 44), beides Kernelemente explorativer Näherungen (vgl. Murmann & Krumbacher 2008: 301; s. Kap. 3.1.1.2 und 3.1.2.1), jedoch für die „Erfahrungs-

erweiterung“ (Köster 2018: 190) und „Entdeckung von Bedingungen“ (Murmann & Krumbacher 2008: 301) unerlässlich sind (s. Kap. 3.1.1.2 und 3.1.2.1), erweisen sich explorative Näherungen m. E. als wichtiges Element in einem kindorientierten[45] (s. Kap. 4.3), aber auch naturwissenschaftlich realistischen Experimentierprozess (s. Kap. 3.1.1.2).

> Die Erfahrungen, die die Kinder bei explorativen Näherungen machen, sind „Grundlage und Voraussetzung für systematischeres Vorgehen, was u. a. das Überprüfen von Vermutungen über die Bedingungen eines Phänomens beinhalten kann. Wenn Kinder aber die Handlungsabläufe des Forschungskreises [...] so weit verinnerlicht haben, dass sie Forschen nur noch in der Art erleben und eben nicht ungerichtet oder ohne Fragen und Vermutungen an einem Phänomen und seinen Bedingungen (Wenn-dann-Beziehungen) gearbeitet werden kann, wird das Forschen verkürzt und dadurch vieler seiner Chancen beraubt“ (Kihm et al. 2024a: 6; vgl. auch Köster & Balluseck 2009: 2).

4. Funktion der Vermutung/Hypothese im Experimentierprozess: Das Sammeln von „Vermutungen“ (Ramseger 2009: 17; Marquardt-Mau 2011: 33; Stiftung „Kinder forschen“ 2024) ist der zweite Schritt im Forschungskreislauf bzw. -kreis. Anschließend prüfen die Schüler*innen, „ob sich ihre Vermutungen durch den Ausgang eines Versuchs bestätigen lassen oder nicht“ (Marquardt-Mau 2011: 35). „Wichtig ist“ dabei, betont Marquardt-Mau (ebd.: 33), dass die Schüler*innen „ein erstes Grundverständnis zur Hypothesenprüfung erlangen, die auch Grundlage des naturwissenschaftlichen Forschungsprozesses ist“. Sie sollen „die Funktion der Vermutung für ein Experiment“ (ebd.) erkennen.

Wie Marquardt-Mau (ebd.) verwendet auch Ramseger (2010: 16) die Begriffe ‚Vermutung‘ und ‚Hypothese‘ teilweise synonym. Dabei bestehen prinzipielle Unterschiede: In den Naturwissenschaften muss eine Hypothese in sich stimmig sein und konsistent aus einer Theorie abgeleitet werden (vgl. Suhr 2013: 11). Sie stellt eine Verdichtung von Vorerfahrungen aus dem bisherigen Wissensbestand dar (vgl. Breil 2011; s. Kap. 3.1.1.1). Sicherlich kann, wie es Hartinger et al. (2013: 5) im Hinblick auf den Experimentierprozess von Schüler*innen empfehlen, beim Aufstellen von Vermutungen auf die in sich stimmige Ableitung aus der Theorie und auf die Elaboriertheit der Formulierung verzichtet werden. Dann sollte aber m. E. nicht von ‚Hypothesen‘ im eigentlichen Sinne (s. Kap 3.1.1.1) gesprochen werden, sondern eben von ‚Vermutungen‘. Solche ‚Vermutungen‘ lassen sich aber, ebenso wenig wie ‚Hypothesen‘, *nicht* „bestätigen“ (Marquardt-Mau 2011: 35), sondern nur widerlegen. Eine Vermutung „durch den Ausgang eines Versuchs bestätigen“ (ebd.; vgl. Ramseger 2010: 13) zu wollen, ist im Sinne der ‚Nature of Science‘ schlichtweg falsch (s. Kap. 3.1.1.1). ‚Vermutungen‘ bzw. (elaborierter, konsistenter, theoriebezogener)

[45] Kindorientierung (umfassender: Subjektorientierung) verstehe ich als „Orientierung an den lernenden Personen“ (Gervé 2002: 178f.) und ihren *Lern*zielen bzw. „weg von den Lehrenden“ (ebd.) und vorgegebenen *Lehr*zielen als Bezugspunkte didaktischen Handelns (vgl. auch Holzkamp 1995; Kruse 1996).

‚Hypothesen' können allenfalls belastbare (im Sinne von ‚stützende') Befunde für eine Theorie liefern (vgl. Osborne 2014: 583; Höttecke & Rieß 2015: 136; s. Kap. 3.1.1.1).

Ohne entsprechende Vorerfahrungen sind Schüler*innen zudem nicht dazu in der Lage, vor einem Experiment oder vor einem Versuch Stellung zu beziehen, „weil sie nicht wissen oder ahnen können, was auf sie zukommt" (M. Peschel 2011: 54). Obwohl sie „mehrheitlich ausprobieren wollen, [...], [haben sie] [...] große Schwierigkeiten und einen Widerwillen dagegen [...], vom Ausprobieren immer wieder abgehalten zu werden und dazu aufgefordert zu werden, ohne Exploration eine Vermutung zu äußern" (Geiss & Schumann 2014: 11).

> „Kritisch zu bewerten ist jedoch, wenn [...] Kinder aufgefordert werden, Vermutungen zu äußern, bevor sie mit einem Phänomen Erfahrungen machen konnten. Denn dann müssen sie, statt explorieren zu dürfen, letztlich an einem Ratespiel teilnehmen, weil es vermeintlich wissenschaftlich ist, stets erst dann zu handeln, wenn man eine Idee und einen dazugehörigen Prüfplan hat. Dabei gibt der Mangel an Theorie ja in diesem Falle gerade Anlass zum Explorieren. Es geht um neue Erfahrungen und Beobachtungen, die erst die Grundlage und Voraussetzung für systematisches Vorgehen schaffen" (Murmann 2007: 86).

Im Wissenschaftsbetrieb müssen eben nicht zwangsläufig „zunächst ausformulierte Vermutungen angestellt oder Hypothesen formuliert werden (wie dies häufig von Schüler*innen erwartet wird)" (ebd.: 86). Zielgerichtete Hypothesen können nämlich erst entwickelt werden, wenn Wissenschaftler*innen (analog gilt dies für Schüler*innen) über Vorerfahrungen in dem entsprechenden Phänomenbereich verfügen: Ein Phänomen muss deshalb zuvor bereits reproduziert, mehrfach wahrgenommen und beobachtet sowie ggf. auch variiert worden sein; die Hypothese ist dann die kognitive Verdichtung dieser Vorerfahrungen und die theoretisch begründete Verknüpfung der Vorerfahrungen mit dem eigenen Vorwissen (vgl. Bjønness & Kolstø 2015: 225; Giest 2020: 217).

Die Aufforderung, „Erwartungen an den Ausgang eines Versuchs zu formulieren, ist [...] nicht in erster Linie eine wissenschaftsorientierte, sondern eine didaktische [...] Entscheidung" (Murmann 2007: 86). So wird das Formulieren von Vermutungen z. B. im Schulunterricht häufig eingesetzt, um das Vorwissen der Schüler*innen zu aktivieren (vgl. Hellmich & Höntges 2013). Wird Experimentieren allerdings mit dem Aufstellen und Prüfen von Vermutungen gleichgesetzt, findet eine unzulässige Verkürzung von Experimentierprozessen statt. In den Naturwissenschaften umfasst Experimentieren nicht nur die „Überprüfung" (Rheinberger 2006: 25) von Hypothesen, sondern beinhaltet auch die Entwicklung von Hypothesen in der explorativen Näherungen an Phänomene (s. Kap. 3.1.1.1; 3.1.1.2). Das Auslassen des anfänglichen Explorierens im Forschungskreis(lauf) reduziert die Vielfalt an Erkenntnisprozessen, bei denen ein gerichteter Fragen-beantwortender bzw. Hypothesen-prüfender Experimentierverlauf nur *eine* Möglichkeit der naturwissenschaftlichen, aber auch kindorientierten Näherung darstellt.

5. Frage-Zeichnung-Antwort-Schema und Begrenzung des Beobachtens: Die Modelle Forschungskreislauf (Marquardt-Mau 2011) und Forschungskreis (Stiftung „Kinder forschen“ 2024) suggerieren, dass das Forschen resp. Experimentieren zuverlässig eine passende Antwort auf die vorab eingeforderte „Frage an die Natur“/„Fragestellung“ (s. Kritikpunkt 1) liefert. Um diesen Fragenbeantwortungsprozess zielgerichtet anzugehen, müsse ein bestimmter Versuch nur genau einmal durchgeführt werden, währenddessen wird beobachtet und aufgezeichnet bzw. aufgeschrieben, was beobachtet wurde (vgl. Ramseger 2009: 17; Marquardt-Mau 2011: 37). Die Antwort auf die Frage(stellung) könne dann unmittelbar aus der zentralen Beobachtung geschlussfolgert werden. Die Aufforderung zur Vermutung lenkt die Aufmerksamkeit der Schüler*innen dabei „gezielt auf vermeintliche Hauptaspekte“ (Kihm et al. 2024a: 6). Randaspekte, darunter verstehe ich entsprechende Beobachtungen abseits der vermeintlichen Hauptaspekte, werden jedoch durch die zugewiesene Rolle des Versuchs im Forschungskreis(lauf) begrenzt, bleiben häufig unberücksichtigt und werden von Schüler*innen deshalb m. E. oft übersehen (s. a. Kap. 3.1.2.4).[46]

Durch diese Begrenzung wird den Schüler*innen entsprechend das eigene, hingebungsvolle und zunächst ungerichtete, aber eben stets genaue und intensive Beobachten erschwert (vgl. Geiss & Schumann 2014: 14), was sowohl Hauptaspekte, also die vermeintlich zentrale Beobachtung, als auch Nebenaspekte umfasst (vgl. Kihm et al. 2024a: 6f.). Solche Nebenaspekte sind jedoch im Experimentierprozess von Wissenschaftler*innen von hoher Bedeutung (vgl. Murmann 2007: 86; Crawford 2014: 522; s. Kap. 3.1.1.2).

Beide Modelle verkürzen Experimentieren auf einen Fragenbeantwortungsprozess, bei dem das Experiment, ausgehend von der zentralen Beobachtung, die passende Antwort auf eine vorgegebene Frage liefert. In Anlehnung an M. Peschel (2016: 121) bezeichne ich diese Verkürzung von Beobachten und Experimentieren als „Frage-Zeichnung-Antwort-Schema“: „Stelle eine Frage [...]. Zeichne auf, was du gemacht hast [...]. Versuche eine Antwort zu finden“ (M. Peschel 2006: 72), die auf die Frage passt.[47]

---

[46] Ein Beispiel dafür ist der Versuch „Kerze unter einem umgestülpten Glas“: „Wenn die Schüler:innen [...] etwa vermuten, dass die Flamme zunächst kleiner wird und dann schließlich erlischt, werden sie genau darauf achten und genau dies dann günstigstenfalls beobachten [Hauptaspekt]. Wie jedoch die Kerzenflamme flackernd immer kleiner wird, welche farblichen Änderungen sich dadurch im Leuchten der Flamme ergeben, was genau beim Erlöschen der Flamme im Kerzennapf passiert, wie Rauch aufsteigt, sich am kühlen Glasrand absetzt, in Wolken nach unten ‚wabert‘, wie ‚etwas‘ kondensiert u. v. m. [Nebenaspekte], bleibt dagegen unberücksichtigt“ (Kihm et al. 2024a: 6f.; Herv. d. V.).

[47] Die Frage ist bei vielen Experimentieraufgaben vorformuliert oder wird häufig durch die Lehrperson vorgegeben. „Es ist für die Kinder daher eher ein Abschreiben der Frage bzw. Aufgabenstellung als eine eigene Formulierung“ (M. Peschel 2006: 73) oder eine (ggf. gemeinsame) Entwicklung der Frage. Wenn die Experimentieraufgabe zudem bereits eine Zeichnung beinhaltet (s. Kap. 5.4), ist auch „die zeichnerische Auseinandersetzung [...] eher ein Abmalen als eine eigene Gestaltung im Rahmen ‚freien‘ Experimentierens“ (ebd.). Durch das Auf- oder Abschreiben bzw. -malen von Frage und Zeichnung wird „zwar ein (vorzeigbares) Ergebnis erzielt, dieses enthält aber wenig eigene Anteile und voraussichtlich auch keine für die Kinder bedeutsamen und wesentlichen Elemente [...]. Nach den vorhergehenden Erfahrungen stellt sich [außerdem] die Frage, warum sich die Kinder noch Mühe bei der Formulierung einer Antwort geben sollten, wenn doch schon sowohl die Frage als auch die Zeichnung vorgegeben war“ (ebd.: 73; Anm. d. V.).

Das Frage-Zeichnung-Antwort-Schema suggeriert, in meinen Augen, eine „Eindeutigkeit und einfache Beantwortbarkeit, wo häufig langwierige wissenschaftliche Arbeit den Erklärungen zugrunde liegt oder immer noch offene Fragen bestehen“ (Murmann 2007: 88). Dabei geraten notwendige explorative Näherungen (s. Kritikpunkt 3), Umplanungen, Irr- und Umwege, das ungerichtete, intensive „Beobachten sowie der Austausch darüber, zentrale Aspekte beim Experimentieren [...], in den Hintergrund des Suchens nach (exakt) einer passenden Antwort zur gestellten Frage“ (Kihm et al. 2018: 69).

6. Zirkularität: Im Forschungskreislauf von Marquardt-Mau (s. Abb. 4) bzw. im Forschungskreis der Stiftung „Kinder forschen“ (s. Abb. 5) wird nur *ein* Versuch genau *einmal* durchgeführt, es wird *nur einmal* beobachtet, um *die* vermeintlich zentrale Beobachtung als Ergebnis festzuhalten (s. a. Kritikpunkte 1 und 5 zur Linearität bzw. dem Frage-Zeichnung-Antwort-Schema und der Begrenzung des Beobachtens). Im Anschluss daran wird besprochen, ob das Ergebnis den Vermutungen entspricht oder nicht. Anschließend wird ein *neuer* Versuch mit einer *neuen* Fragestellung durchgeführt, d. h. „der Kreislauf des Forschens [beginnt] *erneut*“ (Marquardt-Mau 2011: 36; Herv. d. V.).

> „Was in einem Versuch oder Experiment das Wesentliche ist, ergibt sich jedoch oft erst nach mehreren Wiederholungen und nachdem man die Bedingungen, unter denen sich [...] ein Phänomen beobachten lässt, verändert [...[. Aus der einmaligen Durchführung eines Versuchs oder Experiments lässt sich u. E. praktisch nichts ableiten!“ (Kihm et al. 2024a: 6).

Vielmehr sind Beobachten, Kommunizieren und Verändern die drei Kernelemente eines fachwissenschaftlich realistischen Experimentierprozess. Diese Teilprozesse werden jedoch, anders als in den Forschungskreisläufen bzw. -kreisen dargestellt, „mehrmals, iterativ und immer ausdifferenzierter, vertiefter durchlaufen“ (ebd.: 7; vgl. Höttecke 2008: 294). Experimentieren verläuft also nicht „‚im Kreis‘, sondern nähert sich Erkenntnis eher linear-spiralförmig (oder in hermeneutischen Annäherungen)“ (Kihm et al. 2024a: 7). Deshalb bietet sich für die Modellierung des Experimentierprozesses m. E. eher eine Erkenntnisspirale oder eine Linearisierung an, die die Teilprozesse ‚Beobachten‘, ‚Kommunizieren‘ und ‚Verändern‘ im Sinne mehrerer kleiner Schlaufen (oder Spiralwendungen) abbildet, die mehrmals durchlaufen werden (vgl. Kihm et al. 2018; s. Kap. 3.1.2.4).

Der Forschungskreislauf bzw. Forschungskreis dagegen transportiert durch seine kreisförmige Geometrie m. E. ein sehr begrenztes, eingeschränktes Experimentierverständnis. Als „idealisierende Reduzierung“ (Bewersdorff et al. 2020: 115) stehen seine Abläufe einer realistischen Auffassung naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung entgegen (vgl. Wedekind 2016; Kosler 2016). Als Routine gelernt und verinnerlicht (vgl. Haider & Munser-Kiefer 2019), wird die Abfolge von Schüler*innen allerdings oft unreflektiert angewandt (vgl. Geiss & Schumann 2014: 21; Kosler 2016: 152; Adamina & Hild 2019: 126).

Wenn Schüler*innen diese Routine aber soweit verinnerlich haben, dass sie „Experimentieren [...] in der Art erleben und eben nicht ungerichtet oder ohne Hypothese gearbeitet werden kann“ (M. Peschel 2016: 121), führen diese Verkürzungen „zu einem eingeschränkten Verständnis naturwissenschaftlicher Methoden“ (Tesch & Duit 2004: 51) oder zu einer „sich verfestigenden falschen Vorstellung der experimentellen Methode“ (Schütte 2019: 43; vgl. auch Mayer & Ziemek 2006: 5). „Aus wissenschaftsphilosophischer, -soziologischer und -historischer Perspektive bietet die Heuristik damit kaum eine Orientierung, um Kinder an naturwissenschaftliches Denken heranzuführen“ (Kosler 2016: 21; vgl. auch Geiss & Schumann 2014: 11). Dieser Einschätzung stimme ich zu.

*3.1.2.3 Handlungsziele von Schüler*innen und didaktische Ziele beim Experimentieren*

Murmann (2008; 2009) sowie Murmann und Krumbacher (2008) haben die handlungsleitenden Ziele von experimentierenden Grundschüler*innen rekonstruiert. Um solche handlungsleitenden Ziele zu rekonstruieren, wurde den Schüler*innen von einem Interviewer zunächst ohne weitere Instruktionen ein physikalisches Phänomen präsentiert, über das sie selbständig mehr herausfinden sollten. Der Interviewer präsentiert das Phänomen, um die Grundschüler*innen zum Experimentieren zu bringen. Ausgehend von den beobachteten Handlungen während zweier Experimentierphasen und den elizierten Äußerungen während einer Reflexionsphase[48], unterschieden die Autorinnen folgende Handlungsziele:

a) **Handlungsgelegenheiten nutzen:** Das Phänomen wird erstmalig wahrgenommen, dann bewusster und gezielter beobachtet und schließlich zum Gegenstand von eigenen Handlungen und/oder Äußerungen der Schüler*innen.
b) **Herausfinden, „wie“ etwas passiert**: In der eigenen Auseinandersetzung wird das Phänomen erstmals selbst erzeugt, reproduziert bzw. wiederholt (es geht also zunächst ‚nur‘ um die Realisierbarkeit und Reproduzierbarkeit des Phänomens).
c) **Herausfinden, „wodurch“ etwas passiert**: Dann werden Bedingungen, Umstände und Variationsmöglichkeiten für das Erzeugen des Phänomens sondiert (dies entspricht der Suche nach Bedingungskausalität und wenn-dann-Zusammenhängen).
d) **Herausfinden, „warum“ etwas passiert**: Erst zuletzt werden Wirkmechanismen (im Sinne theoretischer Erklärungen, Begründungen bzw. Hypothesen) vermutet und ggf. überprüft, was der Suche nach Wirkkausalität entspricht („..., weil...“).

[48] Zwei Experimentierphasen wechselten sich mit einer Reflexionsphase in Kleingruppen ab, in der es darum ging, dass die Schüler*innen versprachlichen bzw. verbalisieren, was sie bereits herausgefunden haben und welchen Ideen sie in der darauffolgenden Experimentierphase nachgehen wollen. „The interviewer did not provide children with ideas, but […] acted as a moderator if needed. Also, the children were not restricted in case they turned to playful activities or activities not dealing with the phenomenon that had been presented at first“ (Murmann 2008: 4).

Fischer und Peschel (2023: 108f.) haben diese Handlungsziele a) bis d) von Grundschüler*innen tabellarisch dargestellt und um didaktische Ziele ergänzt (s. Tab. 6).

Tabelle 6: Experimentieren – Handlungsziele (Murmann 2009: 221) und Didaktische Ziele (Fischer & Peschel 2023: 108f.)

Handlungsziele	**Didaktische Ziele**
a) Handlungsgelegenheiten nutzen	a) Exploration, Wahrnehmung, Erfahrung
b) Herausfinden, „wie“ etwas passiert	b) Beobachtung, Wiederholung
c) Herausfinden, „wodurch“ etwas passiert	c^1) Variation c^2) Hypothesen aufstellen und überprüfen
d) Herausfinden, „warum“ etwas passiert	Erklärungen finden

Die Handlungsziele und Didaktischen Zielen (Tab. 6) können „die Wahrnehmung von Lehrern und Lehrerinnen dafür schärfen, dass sich die Aufmerksamkeit ihrer SchülerInnen beim Experimentieren unabhängig vom konkreten Phänomen auf sehr unterschiedliche Ziele richten mag, denen didaktisch Rechnung zu tragen ist“ (Murmann 2009: 222).

Fischer und Peschel (2023: 108f.) kritisieren am schulischen Sachunterricht, dass „die Handlungsziele und -gelegenheiten a) bis c) sowie die korrespondierenden didaktischen Ziele a) bis c)“ (ebd.: 109) oft übersprungen würden. Die Frage nach dem „Warum“ und damit das didaktische Ziel, eine Erklärung zu finden (Tab. 6; d), werde dagegen häufig fokussiert, *bevor* das Phänomen ausreichend exploriert, erfahren und wahrgenommen (Tab. 6; a), reproduziert und beobachtet (Tab. 6; b) sowie variiert werden konnte (Tab. 6; c).

Erklärungen, meist von der Lehrperson und m. E. verfrüht gegeben (vgl. Murmann 2007: 88; M. Peschel 2011), machen das eigene Beobachten obsolet (vgl. Schumann 2013: 59; Schütte 2019). So wäre z. B. das Heben des Wassers beim Herausziehen eines Glases aus einer Schüssel mit Wasser „nur so lange ‚ein Phänomen’, wie es nicht erklärt ist. Mit akzeptierter Erklärung (z. B. als Effekt des Luftdrucks)“ (Theilmann et al. 2013: 399) ist das Beobachtete dagegen nicht mehr länger irritierend oder zweifelhaft und ein Beobachten deshalb nicht mehr notwendig. Zentral für einen eigenen Erkenntnisgewinn der Schüler*innen ist deshalb m. E., „dass Lehrkräfte nicht versuchen, [zu] schnell zur [vermeintlich] ‚richtigen‘ Erklärung zu kommen, indem sie diese nennen oder passende Antworten von Kindern entsprechend hervorheben“ (Hartinger et al. 2013: 13; Anm. d. V.).

Außerdem, so Fischer und Peschel (2023: 108f.) weiter, erfolge die Aufforderung, Hypothesen aufzustellen (Tab. 6; c^2), im schulischen Sachunterricht häufig viel zu früh.[49]

[49] Wie bereits in Kapitel 3.1.2.2 kritisiert, erfolgt das „Sammeln von Vermutungen“ auch im Forschungskreislauf (Marquardt-Mau 2011) bzw. Forschungskreis (Stiftung „Kinder forschen“ 2024) als zweiter Schritt und damit m. E. verfrüht.

> „The more sophisticated programmes are in terms of introducing ‚science' the more they tend to focus on experimentation solely as a means of testing hypotheses […]. This is not what children (can) do, when they explore unknown phenomena. But neither is it what scientists do when they enter a field of research of which they have little knowledge so far. According to modern views of science (e. g. Rheinberger 2006), exploratory […] experimentation is common in laboratories and fundamentally necessary for the development of theory" (Murmann 2008: 1) (s. Kap. 3.1.1.2; 3.1.2.2).

In der Übersicht der Handlungsziele (Murmann 2009) und der didaktischen Ziele (Fischer & Peschel 2023; s. Tab. 6) erfolgt das Aufstellen und Überprüfen von Hypothesen dagegen erst an vorletzter Stelle (c^2). Zuvor benötigen Schüler*innen – dies legt Tab. 6 nahe, es entspricht aber auch meiner Einschätzung (vgl. Kihm et al. 2018; Kihm et al 2024a) – ausreichend Gelegenheit zu Explorationen, Wahrnehmungen und Erfahrungen (a), zu Wiederholungen und Beobachtungen (b) und zu Variationen des Phänomens (c^1). Bevor sie herausfinden können, *warum* ein Phänomen auftritt, müssen sie – ausgehend von genutzten Handlungsgelegenheiten – zunächst herausfinden, *wie* und *wodurch* das Phänomen auftritt oder eben auch *nicht* auftritt (vgl. Murmann & Krumbacher 2007; Murmann 2009; Fischer & Peschel 2023). Es sollte „*nicht* sogleich nach den Ursachen, sondern zuerst nach den Bedingungen [gefragt werden], unter welchen bestimmte Phänomene erscheinen" (Köhnlein 2012: 29). Um zu sondieren, welche Bedingungen für das Phänomen unerlässlich sind und welche es nur modifizieren (s. Kap. 3.1.1.2), wird das fragliche Phänomen „in tastenden Annäherungen [...] reproduzier[t] [...] und [...] variier[t]" (ebd.: 25), wobei die Schüler*innen zuerst individuell beobachten und sich über diese Beobachtungen dann gemeinsam austauschen müssen (vgl. M. Peschel 2009c; Theilmann et al. 2013; s. Kap. 3.1.2.2).

Das folgende Kapitel stellt abschließend eine weitere sachunterrichtsdidaktische Modellierungen zum Experimentieren von Schüler*innen vor: „Wege zur (gemeinsamen) Erkenntnis" (M. Peschel 2009c). Dieses Modell bildet die Bedeutung von explorativen Näherungen an Phänomene für die Erkenntnisgewinnung m. E. adäquater ab als der von mir kritisierte Forschungskreislauf bzw. -kreis. Zudem repräsentiert das Modell „Wege zur gemeinsamen Erkenntnis" ein breiteres Experimentierverständnis als der Forschungskreislauf bzw. -kreis, der Experimentieren missverständlich auf die Prüfung von Hypothesen bzw. auf das Frage-Zeichnung-Antwort-Schema verkürzt (s. Kap. 3.1.2.2).

Auch die Übersicht der Handlungsziele (Murmann 2009) und der didaktischen Ziele (Fischer & Peschel 2023; s. Tab. 6) greift solche explorativen Näherungen auf und legt m. E. ein ausdifferenziertes, komplexes Experimentierverständnis zugrunde. Verglichen mit der Übersicht (s. Tab. 6) akzentuiert das Modell „Wege zur gemeinsamen Erkenntnis" aber m. E. den iterativen Charakter der methodischen Teilprozesse ‚Beobachten', ‚Kommunizieren' und ‚Verändern' (Schlaufen, Spiralwendungen) noch deutlicher (s. Kap. 3.1.2.2).

3.1.2.4 Wege zur (gemeinsamen) Erkenntnis

Das Modell „Wege zur (gemeinsamen) Erkenntnis“ (M. Peschel 2009c; s. Abb. 6) stellt die methodischen Teilprozesse ‚beobachten‘, ‚kommunizieren‘ und ‚verändern‘ ins Zentrum des Erkenntnisprozesses und betont ihren iterativen Charakter: Im Erkenntnisprozess werden Experimente wiederholt, dann erweitert bzw. verändert und wieder mehrfach durchgeführt, wobei jeweils beobachtet und kommuniziert wird. Daher finden sich in M. Peschels Modellierung die Phasen ‚Experiment, Teil 1‘, ‚Experiment, Teil 2‘ usw. mit den entsprechenden ‚untergeordneten‘ methodischen Teilprozessen, die im Sinne mehrerer kleiner Schlaufen (oder Spiralwendungen) mehrmals durchlaufen werden.

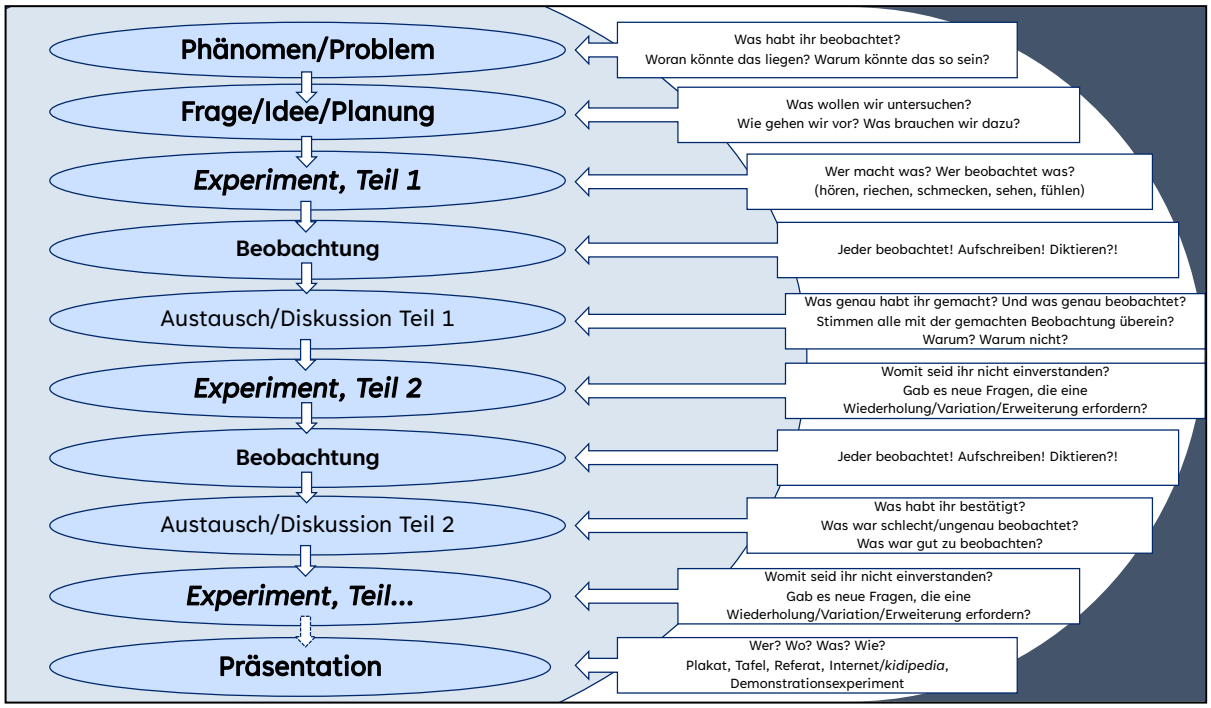


Abbildung 6: Wege zur (gemeinsamen) Erkenntnis (selbst erstellt in Anlehnung an M. Peschel 2009c: 27)

Ausgangspunkt des Erkenntnisprozesses im Modell „Wege zur (gemeinsamen) Erkenntnis“ ist keine Frage(stellung), wie im Forschungskreislauf oder -kreis, sondern ein (naturwissenschaftliches) Phänomen, das die Schüler*innen wahrgenommen haben und das einer Erklärung bedarf.[50] Das Modell setzt die „Phänomenerfahrung als Ausgangspunkt“ (Lauterbach 2020: 73) für das individuelle Lernen der Schüler*innen (vgl. Köhnlein 2012: 21). Gleichwohl sollen die Schüler*innen, auch dies beinhaltet das Modell „Wege zur (gemeinsamen) Erkenntnis“, wenn auch implizit, „eine Fragehaltung [...] entwickel[n]“ (M. Peschel 2009c: 26). Wenn sie ein Phänomen wahrnehmen und, zunächst unsystematisch, später ggf. zunehmend systematisch, die Bedingungen verändern, unter denen sich

[50] Einen Übersichtsartikel zur Bedeutung von Phänomenen in den naturwissenschaftlich orientierten Fachdidaktiken haben Theilmann et al. (2013) publiziert. Die Autor*innen konstatieren „eine symptomatische Sprachverwirrung über den Phänomenbegriff“ (ebd.: 398) und arbeiten diesen Phänomenbegriff aus Sicht verschiedener Disziplinen auf.

das Phänomene beobachten lässt, *kann* – und das ist aus meiner Sicht der entscheidende Punkt – eine *Frage* entstehen (vgl. Kihm et al. 2018). Aber diese Frage determiniert den Experimentier- bzw. Erkenntnisprozess nicht schon zu Beginn (vgl. M. Peschel 2016).

In den folgenden Absätzen werde ich die methodischen Teilprozesse ‚beobachten' (und ‚wahrnehmen'), ‚kommunizieren' sowie ‚verändern' (und ‚wiederholen') darstellen. Zuvor werde ich auf den zugrundeliegenden Phänomenbegriff eingehen, da das Phänomen in M. Peschels (2009c) Modellierung der Ausgangspunkt der Erkenntnisgewinnung ist.

1. Phänomene: In Übereinstimmung mit meinen Ausführungen in Arbeitsdefinition I zum Begriff ‚Experimentieren' definiere ich (naturwissenschaftliche) Phänomene als

> „Naturerscheinungen, die uns unmittelbar (oder auf einfache, durchschaubare Weise vermittelt) sich selbst sinnenhaft zeigen; und zwar so, dass wir sie als ein Gegenüber empfinden und auf uns wirken lassen noch ohne Vorurteil und Eingriff, auch wir also unbefangen, noch nicht festgelegt auf einen bestimmten Aspekt, sei es der physikalische, der ästhetische oder sonst einer" (Wagenschein 1977: 129).

In didaktischer Hinsicht ist ein Phänomen „ein Ereignis, dessen Ursache in Frage steht und das einer Erklärung bedarf" (Köhnlein 2012: 21). Als „auffällige, bisweilen ungewöhnliche Erscheinungen" (Furtner 2016: 29) führen Phänomene zu Irritationen und Staunen (vgl. Reich 2012: 199f.; Nießeler 2020: 10). Diskrepanzerfahrungen zwischen dem unbekannten Phänomen und den bisherigen kognitiven Schemata bzw. dem Vorwissen, das sich als unzureichend oder unvollständig erweist, um diese Irritationen oder das Staunen aufzulösen (vgl. Lauterbach 2020: 73), provozieren den Wunsch, ‚dahinterkommen *zu wollen*' (vgl. Furtner 2016; Kosler 2016), *wie* das Phänomen ‚funktioniert', *wodurch* und *warum* es passiert (vgl. Murmann 2009: 221; Fischer & Peschel 2023: 108f.; s. Kap. 3.1.2.3). Die Diskrepanzerfahrungen lösen so einen Verstehensprozess aus.

Verstehen ist ein „bewusst gesuchtes (oder: zu suchendes) Bezogenheits-Verhältnis [...] zwischen Ich und Welt" (Theilmann et al. 2013: 410f.). Wir nehmen Phänomene zunächst „affektiv wahr, ehe wir sie betrachten, beobachten und untersuchen; und weil wir sie verstehen wollen [...], versuchen wir sie selbst hervorzubringen" (Köhnlein 2012: 23). Haben wir das Phänomen schließlich mindestens „ein zweites Mal [...] erzeug[t]" (Murmann 2007: 85), überwinden wir „[d]urch explorierendes Handeln [...] situative Fixierungen [...] und gewinnen Erfahrungen [...] Wir verstehen leichter, was wir selbst hervorbringen können" (Köhnlein 2012: 23f.). Mittels Experiment (s. Kap. 3.1.1) werden sodann die Bedingungen der Erzeugung des Phänomens verändert, um zu beobachten, ob und wie sich diese Veränderungen auf die Erzeugung(en) des Phänomens auswirken. Einer Deutung zugänglich wird das Phänomen erst durch solche „Veränderungen der Bedingungen, unter denen es wahrgenommen wird" (Köhnlein 2012: 288).

Die Irritationen und das Staunen ergeben sich allerdings nur, „wenn das staunende Subjekt sich für das Staunen zuständig erklärt, wenn es staunen *will*“ (Reich 2012: 199). Was ein „relevantes, die Aufmerksamkeit reizendes Phänomen ist, was als fragwürdig und einer Erklärung bedürftig oder einfach als intuitiv evident erscheint, hängt weitgehend von einem schon vorhandenen Vorverständnis“ (Köhnlein 2012: 38) des Subjekts und dessen Vorerfahrungen ab. Dass ein Phänomen möglicherweise unerwartet erscheint, Diskrepanzerfahrungen, Irritationen, Staunen und ein Bedürfnis nach Erklärung auslöst, geht also vornehmlich auf das „Verhältnis zwischen Subjekt und Objekt zurück“ (Höttecke & Rieß 2015: 130). Dieses Verhältnis kann allerdings m. E. nur begrenzt von außen determiniert werden (vgl. Holzkamp 1995).[51] Eine zu frühe Fokussierung oder Lenkung der Aufmerksamkeit durch (Lehr-)Impulse[52] von außen „verunmöglicht Erfahrung[en] von Neuem“ (Pernkopf 2006: 77) und verleitet ggf. dazu, für das Phänomen relevante Unterschiede zu übersehen oder zu vernachlässigen (vgl. Gruschka 2011: 65; s. Beispiel „Kerze unter einem umgestülpten Glas" in Kap. 3.1.2.2). Das Beobachten naturwissenschaftlicher Phänomene erfordert deshalb „eine möglichst große Freiheit von Didaktisierung[en]“ (Aissen-Crewett 1998: 104) und „pädagogisierenden Zugriffen“ (ebd.; vgl. auch Köster 2018).

Dies ist anschlussfähig zum hier vertretenen Phänomenbegriff: Das Wahrnehmen und Beobachten von „Naturerscheinungen [...] [erfolgt] noch ohne Vorurteil und Eingriff“ (Wagenschein 1977: 129), „Festlegung oder Vorgaben“ (Aissen-Crewett 1998: 318) sowie „noch nicht bezogen auf eine dahinterstehende Theorie, noch nicht zerlegbar in ein äußerliches Geschehen“ (Theilmann et al. 2013: 400). „Nevertheless, this is not always reflected in school science inquiry, where ‚observations‘ are mostly directed by the teacher” (Bjønness & Kolstø 2015: 224). Der Anspruch, „die Erkenntnisgewinnung zugunsten der genauen Beobachtung und der Infragestellung [...] zurückzustellen“ (M. Peschel 2014: 73), impliziert jedoch, dem ungerichteten Wahrnehmen und aufmerksamen Beobachten als individuelle Vorgänge, dem Kommunizieren und der gemeinsamen Deutung des Beobachteten im Gespräch Vorrang gegenüber einem häufig verfrühten Erklären naturwissenschaftlicher Phänomene zu gewähren (vgl. Grygier & Hartinger 2013).

Diese methodischen Teilprozesse, die beim Experimentieren mehrmals zu durchlaufen sind, um das Phänomen erklären zu können, differenziert M. Peschel (2009c) im Modell „Wege zur (gemeinsamen) Erkenntnis“ (s. Abb. 6) weiter aus. Die folgenden Abschnitte greifen diese methodischen Teilprozesse auf und verorten sie im Erkenntnisprozess.

---

[51] Die Zusammenhänge zwischen Diskrepanzerfahrungen, Irritationen, Subjektintentionen und Lernprozessen differenziert die subjektwissenschaftliche Auffassung von Lehr-Lern-Prozessen aus, die Holzkamp 1995 begründet hat.
[52] Im pädagogischen Wörterbuch wird Impuls mit „Denkanstoß, der zu einer kognitiven Leistung führen soll“ (Böhm & Seichter 2018:228) übersetzt und vom lateinischen Wort für ‚Anregung‘, ‚Antrieb‘, ‚Anstoß‘ hergeleitet.

2. Wahrnehmen: Was wir zunächst unbewusst empfinden und (dann) wahrnehmen, ist „Ergebnis eines außerordentlich aktiven, konstruktivistischen Prozesses [...], bei dem das Gehirn die Initiative hat“ (Singer 2002: 72) und – für uns größtenteils unbewusst – äußere Reize selektiert. „Wäre Wahrnehmung eine bloße Verarbeitung äußerer Reize, dann würde die menschliche Handlungs- und damit Überlebensfähigkeit sofort zusammenbrechen“ (Kahlert 2022: 100). Alles, was wir wahrnehmen, ist daher Ergebnis eines komplexen Prozesses und Zusammenwirkens von äußeren Reizen, Sinnen bzw. Sinnesorganen und Vorerfahrungen bzw. Erinnerungen (Gedächtnis) (vgl. Strübing 2014).

Das sensorische System bezeichnet die gesamte nervale Struktur zur Aufnahme, Weiterleitung und Verarbeitung von äußeren Reizen. Ein Sinn bzw. Sinnesorgan ist eine „Einrichtung unseres Körpers, um Informationen aus der Außenwelt oder der Innenwelt des Körpers aufzunehmen“ (Müller 2016: 4f.). Traditionell lassen sich folgende Sinne (Sinnesorgane) unterscheiden: Sehen als visuelle Wahrnehmung (Augen), Tasten als taktile Wahrnehmung (Haut), Riechen als olfaktorische Wahrnehmung (Nase), Hören als auditive Wahrnehmung (Ohren), Schmecken als gustatorische Wahrnehmung (Zunge). Die moderne Physiologie unterscheidet jedoch noch weitere Sinne, z. B. Thermorezeption, Schmerzempfindung, Gleichgewicht oder Propriozeption (vgl. Duus 2001; Ayres 2016).

Das sensorische System wird permanent mit einer Vielzahl von äußeren Reizen konfrontiert; seine Sinnesorgane registrieren einen Reiz zunächst unbewusst. Dieser Reiz wird in Nervenimpulse, elektrische Signale, die zu vorübergehenden Potenzialveränderungen an den Zellemembranen des Sinnesorgans führen, übersetzt (vgl. ebd.). Diese Potenzialveränderungen führen zur Erregung von Nervenfasern und zur – immer noch unbewussten – Weiterleitung des Nervenimpulses an das zuständige sensorische Areal im Gehirn. Im Gehirn werden die Informationen aus *einem* Sinnesorgan mit den Informationen aus anderen Sinnesorganen – und mit Vorerfahrungen – abgeglichen (sensorische Integration): Auf dieser Grundlage wird das bislang vollständig unbewusst Verarbeitete (das sog. ‚Empfundene‘) schließlich in das Vorwissen eingeordnet und interpretiert; man spricht (erst) ab jetzt von einer Sinneswahrnehmung (vgl. ebd.).

> „Phänomene [...] werden von den Individuen durch Aufmerksamkeit und mentale Konstruktion als strukturelle Einheiten erst hervorgebracht, d. h. sie beruhen nicht allein auf sinnlicher Wahrnehmung, sondern zugleich auf Denktätigkeit, also auf Vorstellen, erfassendem Begreifen, auf – zumindest beginnender – begrifflicher Konzeptualisierung, Symbolisierung und Repräsentation“ (Köhnlein 2012: 21f.).

Wahrnehmen ist kein linearer Abbildungsprozess, keine „Widerspiegelung oder Repräsentation einer vom Erlebenden unabhängigen [...] Welt“ (Faulstich 2008: 40). „Wahrnehmen [ist vielmehr] ein Interpretieren [...]. Wir müssen uns aus der Vielfalt von Ein-

drücken und Stimuli selbst ein Bild machen“ (Nießeler 2020: 74; Herv. d. V.). Dies verläuft immer individuell (z. B. sei auf die kulturell differente Deutung von Wolkenbildern oder Sternzeichen verwiesen; vgl. Reich 2012: 115) und als, „interne Konstruktion eines aktiven, denkenden Subjekts“ (Faulstich 2008: 40; vgl. auch Glasersfeld 1997: 22).

In Anlehnung an Polanyi (1985) unterscheide ich zwischen einem anfänglichen, ungerichteten Wahrnehmen und einem aufmerksamkeitsgesteuerten Wahrnehmen: Mittels ungerichtetem Wahrnehmen ‚registriert‘ das Subjekt zunächst unbewusst „staunenswerte Sachen und spürt etwas auf, das [...] bedeutsam wird und das seine Aufmerksamkeit auf sich zieht, ohne dass dies beabsichtigt sein muss“ (Nießeler 2020: 95).

Aufmerksamkeitsgesteuertes Wahrnehmen bezeichnet – im Anschluss daran – das Bemerken und gerichtete Wahrnehmen von Randaspekten (vgl. Pernkopf 2006). Es ist eine Hintergrundaufmerksamkeit oder „beiläufige Aufmerksamkeit“ (ebd.: 75). Diese Steuerung der Aufmerksamkeit erfolgt durch die oben beschriebenen kognitiven Prozesse des sensorischen Systems (vgl. auch Duus 2001; Ayres 2016). Sowohl das anfängliche, ungerichtete Wahrnehmen als auch das sich daran anschließende aufmerksamkeitsgesteuerte, gerichtete Wahrnehmen erfolgen beide unbewusst. Auf das aufmerksamkeitsgesteuerte Wahrnehmen folgt schließlich das bewusste, zunehmende fokussierende Beobachten, das als weiterer methodischer Teilprozess im folgenden Abschnitt erläutert wird.

3. Beobachten bedeutet bewusstes, „exaktes, differenziertes Wahrnehmen von typischen Merkmalen und Veränderungen an einem Gegenstand, einem Lebewesen oder einem Phänomen. Es umfasst alle Sinne und schließt auch Denkvorgänge und das Beschreiben des Wahrgenommenen mit ein“ (Frischknecht-Tobler & Labudde 2013: 136). Im hier vertretenen Verständnis wird Beobachten also ausdrücklich „nicht auf Sehen reduziert“ (Ammann & van Holten 2017: 7; vgl. auch Aissen-Crewett 1998: 318).

Noch gegen Ende des 19. Jahrhunderts wurde Beobachten primär als „passives Registrieren“ (Höttecke & Rieß 2015: 134) verstanden. Neuropsychologisch betrachtet ist Beobachten jedoch – wie Wahrnehmen – ein „aktiver Vorgang“ (Nießeler 2020: 93), der die Integration aus differenzierten sensorischen Subsystemen und die Verknüpfung mit den eigenen Vorerfahrungen umfasst (vgl. Pernkopf 2006; Ayres 2016). Entsprechend sollte immer erst individuell, mehrfach und mit wechselnden Fokussen beobachtet werden.

Damit einzelne Merkmale des (naturwissenschaftlichen) Phänomens allerdings anfänglich ungerichtet, später aufmerksamkeitsgesteuert wahrgenommen (s. o.) und schließlich bewusst, zunehmend fokussiert beobachtet werden können, bedarf es mehrerer Wiederho-

lungen, d. h. das Phänomen muss zuerst reproduziert bzw. wiederholt hervorgebracht oder erzeugt werden (vgl. Newman et al. 2004; Köster & Balluseck 2009; Köster 2018).

Auch wenn die Übergänge fließend sind, lassen sich Beobachten und Wahrnehmen grundsätzlich in der Bewusstheit und Fokussiertheit des Vorgehens voneinander abgrenzen (vgl. Greve & Wentura 1997). Unter Fokussiertheit wird dabei verstanden, dass einzelne Merkmale eines Phänomens exakt und differenziert mit ‚voller Aufmerksamkeit' beobachtet werden (vgl. Polanyi 1985; Pernkopf 2006). Diese Fokussiertheit und die Bewusstheit des Vorgehens beim Beobachten zeigen sich in folgenden Punkten:

- die (Erkenntnis-)Absicht, die ich beim Beobachten verfolge,
- die Selektion bestimmter Merkmale des Phänomens und Fokussierung der Aufmerksamkeit auf diese Merkmale (als Ausrichtung meiner Wahrnehmung in Bezug zur o. g. Erkenntnisabsicht, zu meinen Vorannahmen und Vorerfahrungen),
- die Ausrichtung auf die Auswertbarkeit und Deutbarkeit des Beobachteten.

Beobachten kann in den Punkten „Systematik, methodische Kontrolle und Reflektiertheit" (Schulz et al. 2012: 25) weiter ausdifferenziert werden, wobei alltägliches und wissenschaftliches Beobachten zu unterscheiden sind. So werden z. B. die Beobachtung bzw. Beschreibung der Beobachtung und die Deutung beim alltäglichen Beobachten häufig vermischt, beim wissenschaftlichen Beobachten dagegen streng getrennt (s. Tab. 7).[53]

Tabelle 7: Nuancierungen von alltäglichem und wissenschaftlichem Beobachten (orientiert an Kohlhauf et al. 2011: 219)

Alltägliches Beobachten	**Wissenschaftliches Beobachten**
mehr oder weniger zufällig nach individuellen Bedürfnissen, ggf. beiläufig, wenig reflektiert	planvoller, aktiver Prozess mit Suchhaltung und Reflexionstätigkeit
Beobachtung und Deutung vermischt	Beobachtung und Deutung getrennt
mehr oder weniger beliebig	unter standardisierten Bedingungen
hohe Subjektivität	intersubjektiv überprüfbar/nachvollziehbar
unstandardisiert, höchstens unregelmäßige Notizen	standardisiertes Vorgehen, dokumentiert

Diese Trennung von Beobachtung und Deutung muss beim Beobachten eines Phänomens erlernt werden (vgl. Murmann 2004: 6). Phänomen*deutungen* sind „zwangsläufig das Ergebnis einer Interpretation" (ebd.: 5) der Beobachtungen – vor dem Hintergrund

[53] Ein Beispiel für diese Unterscheidung von Beobachtung und Deutung: Taucht man die Hand in einem großen Müllbeutel in ein hohes Gefäß mit Wasser, lässt sich u. a. *beobachten*, wie der Wasserspiegel ansteigt und der Müllbeutel an der eigenen Hand zusammengedrückt wird. Je tiefer die Hand geführt wird, desto höher steigt der Wasserspiegel und desto stärker wird der Müllbeutel an der Hand zusammengedrückt. „Dies lässt sich wie folgt *deuten*: Es wirkt ein (Wasser-)Druck auf die Hand im [...] Müllbeutel. Der (Wasser-)Druck wirkt in unterschiedlicher Tiefe unterschiedlich stark (er nimmt mit der Tiefe zu)" (Fischer & Peschel 2023: 113). Die eintauchende Hand (und der Arm) verdrängen Wasser, sonst würde es nicht weitersteigen.

von theoretischen Vorkenntnissen und Vorerfahrungen einschließlich ungerichteter, aber v. a. auch aufmerksamkeitsgesteuerter Wahrnehmungen. Der zunächst „sinnliche Zugriff [auf ein Phänomen] wird auf dem Weg zu einer tragfähigen Vorstellung und Begriffsentwicklung rational überformt, d. h. es muss ein Konzept gefunden werden, das eine Erklärung der Erscheinung ermöglicht“ (Köhnlein 2012: 288f.; Anm. d. V.).

4. Kommunizieren: Der m. E. zentrale Punkt beim Experimentieren, das Beobachten, ist neuropsychologisch betrachtet immer ein individueller Vorgang (s. o.; vgl. auch Aissen-Crewett 1998). Daher müssen und sollen (auch) Schüler*innen „zunächst alleine beobachten“ (M. Peschel 2009c: 25). (Erst) Anschließend werden die Ergebnisse (d. h. die Beobachtungen eines Experimentes, das *mehrfach* wiederholt und variiert wurde) für andere verbalisiert, d. h. versprachlicht oder beschrieben (s. dazu die Leitfragen in Abb. 6).

Im Austausch werden verschiedene Beobachtungen gegenübergestellt, verglichen und hinterfragt. Ähnliche Beobachtungen werden zusammengeführt, unterschiedliche Beobachtungen kontrastiert (vgl. Grygier & Hartinger 2013) – und ggf. auf unterschiedliche Vorgehensweisen rückbezogen.[54] Es geht nicht darum, vorschnell „möglichst ‚ein‘ Ergebnis abzustimmen, Unterscheide einzuebnen, sondern darum, Ergebnisse kontrovers zu diskutieren“ (Marquardt-Mau 2011: 35) und die individuellen „Sichtweise[n] auf den Gegenstand erneut zu überprüfen“ (Schomaker 2013: 149). Dazu muss die eigene Beobachtung, aber v. a. auch die eigene Deutung dieser Beobachtung, den anderen Schüler*innen gegenüber *nachvollziehbar* beschrieben werden. Die Nachvollziehbarkeit der eigenen Beobachtung bzw. der eigenen Deutung des Beobachteten gehört m. E. zwangsläufig „in einen offenen Austausch, in dem gemeinsam um eine Einsicht gerungen wird“ (Murmann 2007: 89; vgl. Schomaker 2013: 149). Insbesondere „Widersprüche zwischen Beobachtungen“ (Kihm et al. 2024a: 7) sind m. E. „von hoher Bedeutsamkeit, um ein Bewusstsein von Forschen im Sinne einer Scientific Literacy auszubilden“ (ebd.). Solche Widersprüche sollten zur „Überarbeitung, d. h. zum erneuten, zielgerichteten Experimentieren“ (M. Peschel 2009c: 26) an die Schüler*innen zurückgegeben werden. Dagegen beschränkt sich der Austausch im naturwissenschaftlich-orientierten Sachunterricht oft auf die unverbundene Sammlung verschiedener Beobachtungen, die vorschnell mit Deutungen vermischt (vgl. Murmann 2004: 4f.; Köhnlein 2012: 429f.) und von der Lehrperson als ‚richtig‘ bzw. ‚falsch‘ validiert (vgl. Murmann et al. 2007; Muckenfuß 2013) werden. Diese ‚Validierungsfunktion‘ der Lehrperson widerspricht in meinen Augen den Zielen einer na-

[54] Im Forschungskreislauf bzw. -kreis würden Widersprüche zwischen Beobachtungen schnell im Hinblick auf die vorab eingeforderten Vermutungen ‚einkassiert‘ (s. Kap. 3.1.2.2; vgl. auch Geiss & Schumann 2024).

turwissenschaftlichen Grundbildung (Scientific Literacy; vgl. Kelkel et al. 2025), Schüler*innen dafür zu qualifizieren, das Vorgehen und die Ergebnisse von Experimenten/ beim Experimentieren selbst kritisch einzuschätzen und entsprechend einzuordnen.

> „Ziel der lernenden Aneignung von Naturwissenschaft ist [...] gar nicht primär eine wünschenswerte Konformität oder Berichtigung falscher Standpunkte, sondern eine Emanzipation des Lerners von unreflektierten Standpunkten, Denk- und Urteilsweisen. ‚Verstehen' wird also nicht mehr aus einem für gültig gehaltenen Diskurs abgeleitet, sondern entsteht im eigenverantwortlichen Ausgleich und Abwägen verschiedener Standpunkte und Blickrichtungen" (Theilmann et al. 2013: 402).

5. Wiederholen und Variieren: Führt das Experiment nicht zu einem gruppen- bzw. klassenweit intersubjektiv anerkannten Ergebnis, muss es – ggf. unter Fokussierung anderer oder weiterer (Teil-)Aspekte bei der Beobachtung – wiederholt werden. Experimentieren ist – über die Uneinigkeit in der Gruppe/Klasse hinaus, *grundsätzlich*(!) – „kein einmaliger Ablauf, sondern eine schrittweise und immer wieder zu durchlaufende Annäherung" (Murmann et al. 2007: 83): „Nur Wiederholungen zeigen, welche Eigenschaften und Phänomene wesentlich sind. Ein einmaliges Experiment erlaubt darauf keine Rückschlüsse […]. Gesetzmäßigkeiten werden [erst] in der statistischen Reihung sichtbar" (Gottwald 2016: 175; Anm. d. V.; vgl. Ramseger 2009). Ein Phänomen muss mittels Experiment zunächst wiederholt selbst erzeugt oder reproduziert werden, um herauszufinden, *wie genau* das Phänomen hervorgebracht wird (vgl. Murmann 2009).

Ein Verständnis der jeweiligen Phänomene wird jedoch beim Experimentieren nicht dadurch vertieft, dass das gleiche Experiment „unendlich oft in identischer Weise" (Schlömerkemper 2010: 151) wiederholt wird. „Die Grundmethode des Experiments ist die Methode der Variation" (Mach 2004: 202). Bedingungen eines Phänomens werden verändert, um festzustellen, welche der Bedingungen für das Auftreten des Phänomens unerlässlich sind und welche es nur modifizieren: „Experimentatoren repetieren unablässig, ohne deshalb an Identitäten interessiert zu sein. Sie suchen vielmehr nach dem, was sie ‚spezifische Differenzen' nennen" (Rheinberger 2006: 96). Diese spezifischen Differenzen führen zu den Bedingungen und den Modifikatoren eines Phänomens; sie lassen sich in Form von „wenn..., dann..."-Zusammenhängen ausdrücken (vgl. Murmann 2009). Mittels Wiederholens wird beim Experimentieren erschlossen, *wie* ein Phänomen überhaupt hervorgebracht wird (bzw. wie nicht). Mittels Variierens dagegen lässt sich beim Experimentieren herausfinden, *wodurch* das Phänomen hervorgebracht wird, es geht hier also verstärkt um die Bedingungen und Ursachen des beobachteten Phänomens.

3.2 Öffnung beim Experimentieren

In der (allgemeinen) Grundschulpädagogik (vgl. z. B. Ramseger 1985; Brügelmann 2015) und in anderen Grundschulfachdidaktiken sind Diskurse über die Öffnung von Grundschulunterricht länger und stärker vertreten als in der Didaktik des Sachunterrichts. „Freies Schreiben" (Spitta 1989; Reichen 1991) ist ein fachdidaktisches Beispiel für „die Bemühungen um eine Öffnung des Unterrichts" (Hagstedt 1992: 368). Es ist „in erster Linie auf den Lernbereich Sprache" (ebd.) bezogen. Im Lernbereich Mathematik wird z. B. die Rechenaufgabe, in Abkehr vom „Türmchenrechnen", mit Programmen wie „Mathe2000" (Wittmann & Müller 1990) hinsichtlich der Ergebnisse und Lösungswege fachdidaktisch begründet methodisch geöffnet. In den 1990er-Jahren hielten „Eigenproduktionen" (Selter 1995) zunehmend Einzug in den Mathematikunterricht, um „künstliche Zahlraum-Verengungen im Anfangsunterricht" (Hagstedt 1992: 368) aufzubrechen.

Der Begriff ‚Öffnung'[55] ist theoretisch vielschichtig, vielfältig und komplex; er wird unterschiedlich definiert, akzentuiert und genutzt (vgl. Bohl et al. 2013) – dies gilt auch für den verwandten Begriff der Offenheit.[56] Trotz der o. g. fachdidaktischen Referenzen, z. B. in den Lernbereichen Sprache oder Mathematik, ist m. E. insbesondere in fachdidaktischen Umsetzungen, z. B. im Bereich des Experimentierens (vgl. Priemer 2011; M. Peschel 2016; Baur et al. 2020), häufig eine Reduktion bzw. verkürzte Rezeption von Öffnung und Offenheit festzustellen (vgl. M. Peschel 2009a). Dies wird erkennbar, wenn man die fachdidaktischen Umsetzungen in Bezug zu den allgemeinen, grundschulpädagogischen, meist mehrdimensionalen, Überlegungen und Konzeptualisierungen von „Offenem Unterricht" setzt. Das folgende Kapitel befasst sich zuerst mit dem Begriff ‚Offener Unterricht' und analysiert Schwachstellen der im Primarstufenbereich m. E. meist referenzierten Konzeption Offenen Unterrichts von Falko Peschel (2019).

3.2.1 Offener Unterricht

Der Begriff ‚Offener Unterricht' wird in (grundschul-)pädagogischer bzw. allgemeindidaktischer Theoriebildung und Forschung oft undifferenziert verwendet (vgl. Lipowsky 2002; Müller-Naendrup 2008; Gruschka 2011; Bohl et al. 2013; Brügelmann 2015). Die Frage, was ‚Offener Unterricht' eigentlich ist, scheint insgesamt keinesfalls

[55] In einem allgemeinen Zugang könnte man Öffnung darauf beziehen, etwas zuvor Geschlossenes zu öffnen. In Bezug auf Unterricht werden z. B. das Vorgehen, die Ziele oder Inhalte meist von der Lehrperson vorgegeben und könnten daher als ‚geschlossen' angesehen werden. Sie könnten, bleibt man bei diesem allgemeinen Zugang, ‚geöffnet' werden, indem man Schüler*innen selbst über das Vorgehen, die Ziele und Inhalte des Unterrichts bestimmen lässt (vgl. Lipowsky 2002; Bohl & Kucharz 2010). Dieses Begriffsverständnis wird nachfolgend ausdifferenziert.

[56] Öffnung (Verb ‚*öffnen*' mit Suffix ‚*ung*') bezeichnet einen Prozess, Offenheit (Adjektiv ‚*offen*' mit Suffix ‚*heit*') dagegen eine Eigenschaft oder einen Zustand. „Offener Unterricht" meint ein spezifisches, hier diskutiertes Konzept.

einfach zu beantworten zu sein (vgl. Hartinger 2005; 2008; Gruschka 2011; F. Peschel 2019): Unterrichtsform, -methode oder -stil – bzw. überhaupt noch Unterricht?[57]

> „Die Erforschung von offenem Unterricht ist aufgrund der großen Unterschiede in der Konzeption und Begrifflichkeit sowie der Komplexität des Geschehens bisher nur ansatzweise möglich. Vorliegende Studien unterscheiden sich in ihrem Design und in der theoretischen Strukturierung erheblich" (Bohl & Kucharz 2010: 82).

Auf der Suche nach einem gemeinsamen Element der meisten Definitionen von Offenem Unterricht eignet sich m. E. „die hohe Bedeutung des Grades an Selbst- und Mitbestimmung von Schüler(inne)n" (Bohl et al. 2013: 283) im Unterricht. Mitbestimmung bedeutet dabei, dass Schüler*innen bei Entscheidungen bzgl. Inhalten und Vorgehen im Unterricht *mit-einbezogen* werden, diese also *gemeinsam als Gruppe* aus Schüler*innen, Lehrpersonen, ggf. auch Eltern u. a. m., getroffen werden (vgl. Schröder 2001: 12; Derecik et al. 2017: 30; s. Kap. 3.3.1.1). Selbstbestimmung bezieht sich dagegen v. a. darauf, dass Schüler*innen Entscheidungen bzgl. Inhalten und Vorgehen im Unterricht aufgrund der eigenen Interessenslage *selbst* und *individuell* treffen (vgl. Hartinger 1997: 64; Derecik et al. 2017: 30; s. Kap. 1; 3.3.1.1). Mit dem Grad an Selbst- und Mitbestimmung lässt sich „trotz der höchst unterschiedlichen Begriffsklärungen ein Kernmerkmal" (Bohl et al. 2013: 283) Offenen Unterrichts benennen (vgl. auch Gervé 2002: 179; Hanke 2005: 40; Bohl & Kucharz 2010: 18; F. Peschel 2019: 78ff.). Dieses Kernmerkmal bedeutet ganz allgemein (fächerunspezifisch), dass Schüler*innen für sie „relevante Teile ihres Lernens selbst bestimmen bzw. zumindest mitbestimmen können" (Hartinger 2008: 188) und somit unterrichtsrelevante Entscheidungen von Schüler*innen getroffen oder zumindest mitgetroffen werden (vgl. auch Hartinger 2001; 2005).[58]

3.2.1.1 Dimensionen und Stufen Offenen Unterrichts nach Falko Peschel

Auch Falko Peschel (2019) nutzt den Grad an Selbst- und Mitbestimmung im Unterricht als Kernmerkmal von Offenem Unterricht in seinem allgemeindidaktisch bzw. (grundschul-)pädagogisch orientierten Modell (vgl. F. Peschel 2019: 78). Er konkretisiert den Grad an Selbst- und Mitbestimmung im Hinblick auf verschiedene Entscheidungsbereiche und auf Grundschulunterricht bezogen. Das Modell geht von fünf aufeinander bezogenen, nicht losgelöst voneinander zu sehenden ‚Dimensionen von Offenheit' aus. Diese Dimensionen sind die o. g. Entscheidungsbereiche eines Grundschulunterrichts, die sich

[57] Ohne die Diskussion hier in Gänze nachzuzeichnen, gibt es „durchaus gerechtfertigte Kritik daran, offenen Unterricht als Unterrichtsform zu interpretieren [...]. Die Alternative, die dann meist vorgeschlagen wird, ist, Offenheit vor allem im Hinblick auf die Offenheit und das Welt- bzw. Menschenbild des Lehrenden zu definieren. ‚Offener Unterricht ist [dann] keine Unterrichtsform, sondern ein Unterrichtsstil' (Haarmann 1989, S. 32)" (Hartinger 1997: 63).
[58] Daneben wird oft das Ausmaß der „Übertragung von Verantwortung" (F. Peschel 2002: 165) für eigene, individuelle Lernprozesse, aber v. a. auch für notwendige Absprachen mit anderen – bzgl. Konfliktlösungen und Umgangsweisen (also bzgl. sozialer Aspekte) – als Kernmerkmal Offenen Unterrichts angesehen (vgl. Bohl & Kucharz 2010: 144).

öffnen lassen. ‚Öffnen lassen' bedeutet dabei, dass nicht mehr nur die Lehrperson verbindliche und eindeutige Vorgaben in diesen Bereichen macht, sondern die Schüler*innen verstärkt Entscheidungen in diesen Bereichen mit- bzw. selbst bestimmen bzw. aus vorgegebenen Alternativen auswählen (vgl. ebd.: 76f.).

Auf der Suche nach entsprechenden Dimensionen rekurriert F. Peschel auf Benner und Ramseger (1981) bzw. Ramseger (1985: 22), die „auf einer analytischen Ebene zwischen drei Dimensionen von Offenheit" unterscheiden: einer *methodisch-organisatorischen*, *didaktisch-inhaltlichen* und *pädagogisch-institutionellen Dimension*. Anders als Benner und Ramseger differenziert F. Peschel die methodisch-organisatorische Dimension in eine *organisatorische Dimension*, die er ‚nur' auf die Lernorganisation bezieht (Sozialform, Bearbeitungsreihenfolge, Bearbeitungszeit bzw. -dauer und -ort), und eine *methodische Dimension* aus, die er dagegen explizit auf den Lernprozess bezieht (Bearbeitungs- und Lernwege). Die didaktisch-inhaltliche Dimension von Benner und Ramseger (1981) übernimmt F. Peschel (2019) als *inhaltliche Dimension*, bezogen auf die Lerninhalte (Themen, Fragen).

Die ersten drei der fünf Dimensionen von F. Peschel (2019) beziehen sich auf den Prozess der „Wissensaneignung" (ebd.: 78). Wissensaneignung versteht er als zwar individuellen Erkenntnisprozess, der aber in Kommunikation und Interaktion mit Peers und der Lehrperson eingebettet ist (vgl. ebd.; s. Kap. 1; 3.1.2). Um dies zu berücksichtigen und dabei zu verhindern, dass *die Lehrperson* die Lernorganisation, den Lernprozess oder die Lerninhalte „maßgeblich durch [...] Impulse und Strukturierungen" (ebd.) steuert, ergänzt F. Peschel diese **Dimensionen der Wissensaneignung** um eine *soziale bzw. politisch-partizipative Dimension*, die auf die Kommunikation und Interaktion innerhalb der Klasse bezogen ist, sowie um eine *persönliche Dimension*, die auf die Kommunikation und Interaktion zwischen der Lehrperson und den Schüler*innen bezogen ist (s. Tab. 8). Diese Ausdifferenzierung gegenüber der pädagogisch-institutionellen Dimension von Ramseger (1985: 22) ergibt sich, da F. Peschel die soziale Dimension als „Verbindung zwischen der letztgenannten Dimension der persönlichen Offenheit und den drei erstgenannten Dimensionen der Wissensaneignung" (F. Peschel 2019: 78) stärkt. Die soziale Dimension bezieht sich auf die Selbstverwaltung der Klasse, z. B. bzgl. Arbeitsweise, Kommunikationsformen und Regelfindung. Die persönliche Dimension adressiert die pädagogische Haltung der Lehrperson gegenüber den Problemen, Interessen und Bedürfnissen der Schüler*innen, die sich in der Kommunikations- und Interaktionsgestaltung manifestiert. Beides sind m. E. eher pädagogische **Dimensionen der Kommunikation und Interaktion**, die jedoch nicht unabhängig von den ersten drei Dimensionen der Wissensaneignung und damit von einer eher (fach-)didaktischen Ausrichtung auf den Erkenntnisprozess verstanden werden können (s. u.).

Tabelle 8: Dimensionen von Offenheit bzw. Dimensionen Offenen Unterrichts (selbst erstellt)

Dimension	**Aspekte der Selbst-/Mitbestimmung in Lehr-Lern-Situationen**
1. Organisation (organisatorische Dimension)	(Arbeits-)Ort bzw. Raum, räumliche Flexibilität (*wo*) Zeiteinteilung, Bearbeitungsdauer, Tempo, zeitl. Flexibilität (*wann*) Bearbeitungsreihenfolge von Aufgaben (*wann*) Sozialform/Gruppeneinteilung/Lernpartner*innen (*mit wem*) Zugänglichkeit von Materialien (*womit*)
2. Methode (methodische Dimension)	Lern-/Lösungswege, Vorgehens-/Herangehensweisen, Zugänge (*wie*) Lernziele/Lehrziele (*warum, wozu*) Auswahl von Materialien (*womit*)
3. Inhalte (inhaltliche Dimension)	(Lern-)Gegenstand, Phänomen, Lerninhalte, Lernstoff, Themen (*was*) Fragestellung (*was*), Unterrichtsvorhaben, Projekte (*was*) Lehrziele/Lernziele (*warum, wozu*)
4. Selbstverwaltung (soziale oder politisch-partizipative Dimension)	Arbeits-/Verfahrensweisen, Kommunikationsformen und -normen, Konflikt-, Störungs-/Problemmediation, Konfliktlösungen Dokumentation, Präsentation und Kontrolle von Arbeitsergebnissen Umgangsweisen miteinander: (Verhaltens-)Regeln, Rituale
5. Haltung (persönliche Dimension)	Respektvolle Beziehung zwischen allen Beteiligten, wechselseitig an den Bedürfnissen orientiert (Kommunikation und Interaktion)

Falko Peschel legt mit seinen Dimensionen Offenen Unterrichts einen Rahmen für die Analyse von Lehr-Lern-Situationen vor: „Je mehr die Kinder [in diesen Dimensionen] im Unterricht selbst- beziehungsweise mitbestimmen können, desto ‚offener' wird der Unterricht bewertet" (Waldenmaier et al. 2013: 138b; vgl. auch Gervé 2002: 179).

> „Es erscheint notwendig, eine Definition ‚offenen Unterrichts' auf einer Dimensionierung des Begriffes aufzubauen, die eine quantitative, aber besser noch qualitative Einordnung [...] der ‚Öffnung' von Unterricht zulässt. Ansonsten wird die Dehnbarkeit der verwendeten Begriffe jegliche Definition wieder zunichte machen. Es geht also um möglichst operationalisierbare Kriterien, die sich zur Beschreibung jeglichen Unterrichts eignen und [...] die für uns wesentlichen Merkmale offenen Unterrichts zufriedenstellend berücksichtigen" (F. Peschel 2019: 76).

Angelehnt an sein Grundverständnis[59] von Offenem Unterricht skaliert F. Peschel die Dimensionen der Wissensaneignung und die Dimensionen der Kommunikation und Interaktion so, „dass einem zu untersuchenden Unterricht jeweils ein bestimmter Grad der Öffnung in jeder der Dimensionen zugeordnet werden kann" (F. Peschel 2019: 78). Jede Dimension ist in entsprechende Grade der Öffnung geteilt von „nicht vorhanden" (Grad 0) bis „weitestgehend" (Grad 5). Das Matrixmodel zur Skalierung der Dimensionen Offenen Unterrichts, das sich daraus ergibt, findet sich auf der nächsten Seite in Tabelle 9.

[59] „Offener Unterricht gestattet es dem Schüler, sich unter der Freigabe von Raum, Zeit und Sozialform Wissen und Können innerhalb eines ‚offenen Lehrplanes' an selbst gewählten Inhalten auf methodisch individuellem Weg anzueignen. Offener Unterricht zielt im sozialen Bereich auf eine möglichst hohe Mitbestimmung bzw. Mitverantwortung des Schülers bezüglich der Infrastruktur der Klasse, der Regelfindung innerhalb der Klassengemeinschaft sowie der gemeinsamen Gestaltung der Schulzeit ab" (F. Peschel 2019: 78).

Tabelle 9: Matrixmodell zur Skalierung der Dimensionen Offenen Unterrichts (aus F. Peschel 2019: 79f.)

		Org. Offenheit	**Method. Offenheit**	**Inhaltliche Offenheit**	**Soziale Offenheit**	**Persönliche Offenheit**
5	**Weitestgehend**	Primär auf eig. Arbeits-organisation der Kinder basierender Unterricht	Primär auf „natürlicher" Methode/ Eigen-produktion basierender Unterricht	Primär auf selbstge-steuertem/ interessen-geleitetem Arbeiten basierender Unterricht	Selbstregierung der Klassenge-meinschaft	Auf „Gleichbe-rechtigung" abzielende „über-schulische" Beziehung
4	**Schwerpunktmäßig**	Offene Rahmen-vorgaben	Meist zulassen eigener Zu-gangsweisen/ Lernwege der Kinder	Inhaltlich offe-ne Vorgaben von Rahmen-themen oder Fachbereichen	Kinder können eigenverant-wortlich in wichtigen Be-reichen mitbe-stimmen	Für Beachtung der Interessen des Einzelnen offene Beziehungs-struktur
3	**Teils-teils**	Öffnung der Rahmen-vorgaben in einzelnen Teil-bereichen	In Teil-bereichen stärkerer Ein-bezug eigener Wege	In Teil-bereichen stärkere Öffnung der inhaltlichen Vorgaben zu vorgeg. Form	Kinder können eigenverant-wortlich in von Lehrperson festgelegten Teilbereichen mitbestimmen	In bestimmten Teilbereichen/ bei bestimmten Kindern offener Umgang
2	**Erste Schritte**	Punktuelle Öffnung der Rahmen-vorgaben in einzelnen Teil-bereichen	Kinderwege werden aufge-griffen, aber die Hinführung zum Normweg bestimmt das Geschehen	Kinder können aus festem Arrangement frei auswählen oder Inhalte zu vorgeg. Aufga-ben selbst be-stimmen	Kinder können gelenkt in Teil-bereichen mit-bestimmen	Schüler werden zeitweise an-gehört und dann auch be-achtet
1	**Ansatzweise**	Öffnung der Rahmen-vorgaben kaum wahrnehmbar/ begründbar	Anhören ein-zelner Ideen der Kinder, aber der Lehr-gang bestimmt das Geschehen	Einzelne inhaltliche Alternativen ohne große Abweichung werden zuge-lassen	Lehrperson weiß vorher, wie es laufen sollte; Kinder werden nur peripher ge-fragt, können in (belanglosen) Teilbereichen mitbestimmen	Kinder werden angehört, aber Lehrperson bestimmt das Geschehen
0	**Nicht vorhanden**	Vorgabe von Arbeitsabfolge, -tempo, -ort usw. durch Lehrperson oder Material	Vorgabe von Lösungswegen durch Lehr-person oder Arbeitsmittel	Vorgabe von Aufgaben/ Inhalten durch Lehrperson oder Arbeitsmittel	Vorgabe von Verhaltens-regeln durch Lehrperson oder Schul-vorgaben	Begründung der Beziehung durch Alter oder Rollen-/ Gruppen-hierarchie

Bezugnehmend auf die Dimensionen Offenen Unterrichts (s. Tab. 8) unterscheiden Bohl und Kucharz (2010: 144) zwischen geöffnetem Unterricht, der sich durch Beteiligung der Schüler*innen in ausschließlicher der organisatorischen Dimension oder in der organisatorischen und methodischen Dimension definiert, und Offenem Unterricht. Sie sprechen dabei, wie F. Peschel (2019: 76ff.), erst von Offenem Unterricht, wenn die Schüler*innen *zusätzlich*, bezogen auf die inhaltliche Dimension, Lerninhalte selbst bestimmen können.

Diese Unterscheidung zwischen geöffnetem Unterricht und Offenem Unterricht impliziert eine Reihenfolge oder Stufung der Implementierung Offenen Unterrichts dahingehend, dass auf jeder Stufe ein weiterer Bereich von Öffnung hinzukommt und den jeweiligen Grad an Selbst- und Mitbestimmung der Schüler*innen im Unterricht erhöht.

Folgendes Implementierungsmodell schlägt F. Peschel (2019) vor:

Stufe 0 (Vorstufe): „Pseudooffener Unterricht" mit rein organisatorischer Öffnung, bei der Inhalte und Methoden weiterhin festgelegt und vorgeschrieben sind – meist umgesetzt in Arbeitsformen wie „Lernen an Stationen" oder „Werkstattunterricht" (s. a. Kap. 3.2.2.3).

Stufe 1: „Geöffneter Unterricht", der individuelle Lernwege und verschiedene Ziele zulässt. Diese methodische Öffnung erfolgt durch eine Auseinandersetzung mit Inhalten, die weiterhin von der Lehrperson festgelegt und vorgeschrieben werden, aber auf eine Art und Weise, die nicht mehr festgelegt, vorgeschrieben und vorstrukturiert verläuft.

Stufe 2: Methodisch-inhaltliche Öffnung **–** als Grundbedingung für „Offenen Unterricht"– verzichtet zusätzlich auf die Vorgabe von Inhalten durch die Lehrperson. Damit ist allerdings ausdrücklich „nicht die ‚Freigabe' vorgegebener Inhalte gemeint, d. h. der freie Rückgriff auf die üblichen Arbeitsmittel, Karteien, Spiele und Lehrgänge, sondern ein *interessegeleitetes Lernen*" (F. Peschel 2002: 169; Herv. d. V.). Diese interessegeleitete Bestimmung von Inhalten kann entweder „auf individueller (jede/r Schüler/in bestimmt [...]) oder auf gemeinsam-demokratischer Ebene (die Inhalte werden in der Klasse abgestimmt) ablaufen" (Hartinger 1997: 64), also als Selbst- oder Mitbestimmung (s. o.).

Stufe 3: „Offener Unterricht", der eine weitergehende soziale bzw. politisch-partizipative Öffnung des Unterrichts durch Selbstverwaltungsprozesse in Richtung Basisdemokratie verwirklicht, z. B. über die gemeinsame Vereinbarung von Regeln.

3.2.1.2 Kritik an der bestehenden Öffnungsdimensionierung von Falko Peschel

Für die stufenweise[60] Öffnung von Grundschulunterricht werden meist dezidiert (grundschul-)pädagogische oder allgemeindidaktische Bezüge und Begründungen angeführt, aber selten fachdidaktische Argumentationen (vgl. z.B. Scheerer-Neumann 2020: 103). Häufig werden dabei „bereichs- und fächerübergreifend Prinzipien für Bildung unabhängig von spezifischen Lerninhalten und Lernprozessen" (Nießeler 2020: 116) thematisiert.

Die methodische Öffnung in F. Peschels (2019) Dimensionierung (s. Tab. 9) und im Implementierungsmodell wird z. B. v. a. lernpsychologisch und (grundschul-)pädagogisch als Maßnahme zur Individualisierung bzw. Differenzierung des Lernprozesses legitimiert:

> „Methodische Öffnung basiert auf der konstruktivistischen und lernpsychologischen Annahme, dass Lernen ein eigenaktiver Prozess ist. Niemand kann für einen anderen lernen. Wirklich verstehen kann ich nur das, was ich selber ‚konstruiert' habe, d. h. durch aktive Auseinandersetzung in meine bestehenden Denkstrukturen eingebettet habe" (F. Peschel 2019: 88).

Eine fachdidaktische Argumentation, die die Spezifität methodischer Offenheit für Experimentierprozesse anerkennt, würde m. E. die Unbestimmtheit im Vorgehen und die Ergebnisoffenheit des Experimentierens anführen: Das „Ausprobieren verschiedener alternativer Möglichkeiten" (Heidelberger 2005: 202) und die „Freiheit der Themen- und Methodenwahl" (Arnold 2012: 9) gehören zum Experimentieren aus einer fachwissenschaftlichen bzw. fachdidaktischen Perspektive dazu, ebenso wie die *eigene* Entwicklung und Planung des methodischen Vorgehens (vgl. Amann 2008: 19f.; Krull 2014: 271f.) – sonst ist es kein Experimentieren, sondern ein Versuchedurchführen (s. Kap. 3.1.2.1).

Aus fachdidaktischer Sicht liegt die Legitimation methodischer Öffnung also darin, die Auswahl des methodischen Vorgehens beim Experimentieren selbst zum unverzichtbaren Bestandteil des (Offenen) Experimentierens zu machen (vgl. M. Peschel 2014). Die Auswahl des methodischen Vorgehens unterliegt dabei jedoch immer auch „fachliche[n] Aspekte[n], [...] die bislang – aufgrund der eher allgemein ausgerichteten grundschulpädagogischen Sichtweise – bei Falko Peschel weniger im Fokus liegen" (M. Peschel 2014: 74). Ein solcher, fachlich relevanter Aspekt ist z. B. die Zugänglichkeit von Experimentiermaterialien sowie die Möglichkeit zu bestimmten Experimentierhandlungen angesichts der räumlichen Bedingungen; „denn beim Experimentieren geht es z. B. um die Gefährdung durch bestimmte Handlungsweisen [...], andererseits sind bestimmte Themen mehr oder weniger gefährlich und damit generell weniger öffnungsfähig" (ebd.).

---

[60] Auch wenn „Stufenmodelle einen sehr statischen Charakter haben und eine Einteilung [...] des Unterrichts in ein solches Modell immer schwierig ist, gibt diese Einteilung doch eine Matrix an die Hand, die eine Abschätzung der Öffnungsvarianten auch im Sachunterricht zulässt" (M. Peschel 2009a: 270; vgl. auch Nießeler 2020: 77).

Solche Begründungen der Dimensionen bzw. Öffnungsstufen entlang fachdidaktischer Überlegungen, wie sie z. B. in Bezug auf den Schriftspracherwerb (Freies Schreiben; Spitta 1989; Reichen 1991) oder das Anfangsrechnen in Form von „Eigenproduktionen" (Wittmann & Müller 1990; Selter 1995) vorliegen, nimmt F. Peschel nicht vor. Insgesamt gibt es m. E. bislang erst wenige fachdidaktische Begründungen für eine Öffnung des naturwissenschaftlich-orientierten Sachunterrichts. Eine mögliche fach- bzw. sachunterrichtsdidaktische Wendung der Dimensionierung, des Matrix- und Implementierungsmodells liegt mit den Konzepten „Offenen Experimentierens" (M. Peschel 2009a; 2014; s. Kap. 3.2.2) vor.

Was diese Konzepte „Offenen Experimentierens" allerdings m. E. nur begrenzt berücksichtigen, ist die soziale und persönliche Dimension des Offenen Unterrichts (s. Tab. 8; 9):

Bei F. Peschel (2019: 139) ist die soziale Öffnung bildungstheoretisch bzw. gesellschaftspolitisch begründet, sie bezieht sich auf die Selbstverwaltung der Klasse, beinhaltet v. a. Kommunikationsformen und -normen, Konfliktlösungen, Regeln und Rituale und bezieht sich damit auf Aspekte von Demokratiebildung (vgl. ebd.). Die persönliche Öffnung, und damit die ‚offene' Haltung der Lehrperson gegenüber den Problemen, Interessen und Bedürfnissen der Schüler*innen, begründet F. Peschel (ebd.: 168ff.) m. E. vornehmlich mit Bezug auf die Lernatmosphäre und den Beziehungsaufbau zwischen Lehrenden und Lernenden. So machten „nicht bestimmte Methoden [oder Inhalte] [...] einen Unterricht zu einem Offenen Unterricht, sondern ein bestimmtes Lehrerhandeln, das offen ist für die individuellen Probleme und Bedürfnisse des einzelnen Kindes" (Jaumann-Graumann 1997: 33; Anm. d. V.). Neben diesen bildungstheoretischen bzw. gesellschaftspolitischen und motivationspsychologischen Begründungen fehlt aber m. E. eine explizite fachdidaktische Begründung der sozialen und der persönlichen Offenheit in F. Peschels Modellierung, aber auch in den Konzepten „Offenen Experimentierens".

Ohne eine explizit fachdidaktische Begründung der sozialen und persönlichen Offenheit des Unterrichts bleibt aber m. E. verborgen, dass der individuelle Erkenntnisprozess einer Schülerin/eines Schülers, der sich mit den Dimensionen der Wissensaneignung (mit Bezug die Lernorganisation, den Lernprozess und die Lerninhalte) beschreiben lässt, selbst einen Vorgang sozialer Art darstellt, d. h., dass die zuvor genannten Dimensionen (a) mit den Mitschüler*innen und (b) mit der Lehrperson ausgehandelt werden (vgl. Kruse 1996: 16) – und diese Dimensionen deshalb nur sozial wirken. Einen solchen Versuch, die (a) soziale und (b) persönliche Öffnung *aus fachdidaktischer Perspektive* und mit Bezug auf Experimentieren zu begründen, unternehme ich in Kapitel 3.2.2.5. Zuvor wende ich mich der Operationalisierung der einzelnen Dimensionen zu und fokussiere insbesondere das Problem der Operationalisierung von persönlicher Offenheit.

3.2.1.3 Oberflächen- und Tiefenstrukturen in Falko Peschels Öffnungsdimensionierung

F. Peschel (2019) verfolgt mit seiner Öffnungsdimensionierung (s. Tab. 8; 9 in Kap. 3.2.1.1) nach eigener Aussage v. a. das Ziel, „eine quantitative, aber besser noch qualitative Einordnung [...] der ‚Öffnung' von Unterricht" (F. Peschel 2019: 76) vorzunehmen. Um diese Einordnung vorzunehmen und „praktizierten Unterricht intersubjektiv zumindest einigermaßen kategorisierbar zu machen, erscheint es [ihm] angebracht, zunächst konkret nachweisbare Sachverhalte als Beobachtungsgrundlage zu verwenden" (ebd.: 77; Anm. d. V.). Als Beobachtungsgrundlage stellt er daher „möglichst operationalisierbare Kriterien" (ebd.: 76) zur Diskussion, die festlegen sollen, wie die „wesentlichen Merkmale offenen Unterrichts" (ebd.) beobachtet und gemessen werden können.

Eine solche Operationalisierung[61] gelingt F. Peschel m. E. nur für die organisatorische, methodische und inhaltliche Dimension Offenen Unterrichts, also für die Dimensionen der Wissensaneignung (s. Kap. 3.2.1.1; Tab. 8; 9), überzeugend, da nur dort konkret nachweisbare Indikatoren (Anzeichen) für den Grad der Offenheit angebbar sind. Die Gründe, die ich dafür sehe, diskutiere ich in Kürze. Verglichen mit diesen drei Dimensionen der Wissensaneignung, sind die Indikatoren der sozialen bzw. politisch-partizipativen und persönlichen Dimension Offenen Unterrichts, also für die Dimensionen der Kommunikation und Interaktion, dagegen m. E. wesentlich vager und interpretationsoffen formuliert.

Ein Beispiel für einen m. E. relativ eindeutig beobachtbaren Indikator für die *organisatorische Offenheit* ist die Sozialformwahl, also ob die Schüler*innen die Sozialform immer (Stufe 5) bzw. teilweise (Stufe 3) frei wählen können oder ob sie stets (Stufe 0) durch die Lehrperson bzw. das Arbeitsmittel vorgegeben ist. Ebenso interpretationsarm ist m. E., der von F. Peschel angegebene Indikator für *methodische Offenheit*, ob eigene Lern- und Lösungswege der Schüler*innen immer (Stufe 5) bzw. teilweise (Stufe 3) zugelassen sind oder die Lern- und Lösungswege stets (Stufe 0) durch die Lehrperson bzw. das Arbeitsmittel vorgegeben werden. Ein ebenfalls recht konkret nachweisbarer Indikator für die *inhaltliche Offenheit* ist, ob ein konkreter Lerninhalt (Stufe 0) oder ein Rahmenthema (Stufe 3) durch die Lehrperson bzw. das Arbeitsmittel vorgegeben wird oder die Schüler*innen sich mit selbst gewählten Lerninhalten auseinandersetzen (Stufe 5; s. a. Tab. 9).

Ob dagegen „alle Verhaltensregeln durch die Lehrperson vorgegeben" (Stufe 0) werden, ob „Kinder eigenverantwortlich in wichtigen Bereichen mitbestimmen" (Stufe 3) oder ob „die Klassengemeinschaft sich selbst reguliert" (Stufe 5), unterliegt in meinen Augen

[61] Hier sei zudem an die Definition von Operationalisierung aus Kap. 3.1.1 erinnert: Bei der Operationalisierung „wird ein Verfahren, ein ‚methodischer Vorgang', eine ‚Operation', angegeben, nach dem [sic!] die Ausprägung eines Merkmals quantitativ [oder qualitativ] bestimmt werden kann" (Schlömerkemper 2010: 46; Anm. d. V.).

der Einschätzung des Beobachters in einem größeren Ausmaß als die Einschätzung bzgl. der o. g. Indikatoren für die Dimensionen der Wissensaneignung. Auch die Indikatoren für die persönliche Dimension sind m. E. eher interpretationsoffen formuliert: „Begründung der Beziehung durch Alter oder Rollen-/Gruppenhierarchie“ (Stufe 0), „in bestimmten Teilbereichen offenerer Umgang“ (Stufe 3); „auf ‚Gleichberechtigung’ abzielende ‚überschulische‘ Beziehung“ (Stufe 5; s. Tab. 9; vgl. F. Peschel 2019: 79ff.).

Der Grund dafür, dass F. Peschel m. E. eine überzeugende Operationalisierung nur für die organisatorische, methodische und inhaltliche Dimension Offenen Unterrichts vorlegt, aber nicht für dessen soziale und persönliche Dimension, liegt m. E. darin, dass die drei Dimensionen der Wissensaneignung eher der Oberflächenstruktur von Lehr-Lern-Situationen zuzuordnen sind. Die zwei letztgenannten Dimensionen der Kommunikation und Interaktion dagegen lassen sich m. E. eher auf der Ebene der Tiefenstruktur verorten.

Der folgende Abschnitt führt in die Unterscheidung zwischen Oberflächen- und Tiefenstruktur ein, die für meine Forschung von grundlegender Bedeutung ist. Grob gesagt geht es darum, „das an Unterricht unmittelbar Sichtbare (die Oberflächen- oder auch Sichtstruktur) von den darunterliegenden und auszudeutenden Wirkmechanismen von Unterricht (der Tiefenstruktur) zu unterscheiden“ (Kihm 2023a: 28). Dazu erinnere ich an die bereits getroffene, methodologische Unterscheidung zwischen Handlungs-/Interaktionsmustern und Sinnstrukturen (s. Kap. 2), die ich hier als pädagogische Unterscheidung weiterführe.

Die Oberflächenstruktur von Lehr-Lern-Situationen ist durch Beobachtung leicht zugänglich. Sie ist wenig interpretationsoffen oder, mit anderen Worten, ‚niedrig inferent‘ (vgl. Aebli 1993: 58ff.; Kunter & Trautwein 2013: 64f.; Decristan et al. 2020: 104ff.). Beispiele für die Oberflächenstruktur einer Lehr-Lern-Situation sind *genutzte materielle, räumliche, zeitliche oder soziale Ressourcen*, wie die eingesetzten Materialien, die benötigte Zeit oder die gewählte Sozialform, aber z. B. auch *die Methode* oder *Organisationsform* der Lehr-Lern-Situation, insgesamt sind dies m. E. Handlungs- und Interaktionsmuster, die sich auf andere und anderes richten. Die Oberflächenstruktur betrifft in meinen Augen überwiegend die Dimensionen der Wissensaneignung. Verschiedene Beobachtende werden bzgl. der eingesetzten Materialien, der benötigten Zeit, der gewählten Sozialform, der Methode, der Organisationsform usw. i. d. R. zu recht ähnlichen Ergebnissen kommen, da diese Ressourcen, Handlungs- und Interaktionsmuster vergleichsweise eindeutig kategorial voneinander abgrenzbar sind und es keiner oder kaum interpretativer Schlussfolgerungen bedarf, um diese Ressourcen und Muster als solche zu bestimmen (vgl. Brügelmann 2015: 112), sie zu kodieren bzw. zu analysieren (s. Kap. 2.3). Bei diesem Bestimmungsvorgang besteht allerdings durchaus das Risiko, dass Beobachtendenratings

hinsichtlich z. B. der Sozialform „messend gleich auf[fassen], was in der Prozesslogik des Geschehens ganz unterschiedlich“ (Gruschka 2007: 36) *sozial verursacht* (s. Kap. 1) und auch different (sozial) kontextualisiert sein kann (vgl. Brügelmann 2015: 52). Während z. B. eine bestimmte Sozialform oder eine bestimmte Methode als Oberflächenstruktur einer Lehr-Lern-Situation ‚sichtbar‘ wird und dadurch von jemandem beobachtet wird, können dahinter verschiedenartige, vielfältige Interaktions- und Kommunikationsprozesse wirken, für deren Gewahrwerden und Verständnis der Beobachter bzw. die Beobachterin m. E. zuvorderst eine geschärfte „Wahrnehmung [...] für die emotionalen und sozialen Prozesse im Klassenzimmer“ (Ramseger 1985: 265) benötigt (vgl. auch F. Peschel 2019).

Da gleichzeitig so verschiedenartige Interaktions- und Kommunikationsprozesse wirken können, während sich oberflächlich eine bestimmte Sozialform oder Methode beobachten lässt, reicht es in meinen Augen nicht aus, zu *beobachten* und zu *kodieren, welche* Sozialform oder Methode in einer Lehr-Lern-Situation umgesetzt wird, wenn man Offenen Unterricht untersuchen möchte. Entscheidender ist es m. E., zu *rekonstruieren*, *wie* es im Offenen Unterricht zu einer bestimmten Sozialform oder einer bestimmten Methode kam, *wie genau* diese Entscheidung bzgl. Sozialform oder Methode *in situ* in Interaktions- und Kommunikationsprozessen ausgehandelt wurde (vgl. Lipowsky 2002: 147). Dieses „Wie“ bzw. „Wie genau“ entspricht der zu rekonstruierenden sozialen Sinnstruktur hinter dem je beobachteten Handlungs- bzw. Interaktionsmuster (s. Kap. 2; Tab. 1).

Bei der Rekonstruktion der sozialen Sinnstrukturen von Lehr-Lern-Situationen zeigt sich jedoch m. E., dass die „Kategorisierung der sozialen Mitbestimmung bzw. der Beziehungsebene“ (F. Peschel 2019: 77f.) des „Offenen Unterrichts“, die sich nach F. Peschel (ebd.) als Dimensionen der Kommunikation und Interaktion zusammenfassen lassen, „eher von der Interpretation des Betrachters bzw. der zufälligen Tagessituation abhängt als die eher formal und zeitunabhängiger zu beobachtenden Dimensionen im Bereich der Wissensaneignung“ (ebd.). Die (soziale und persönliche) Dimensionen der Kommunikation und Interaktion sind ‚hoch inferent‘, da Interaktions- und Kommunikationsprozesse zwischen Personen i. d. R. „weit vieldeutiger und offener für unterschiedliche Interpretationen“ (Neubert et al. 2001: 259) sind, als dies im Hinblick auf die o. g. oft ‚auszählbaren‘ Indikatoren der Oberflächenstruktur der Fall ist. Die Dimensionen der Kommunikation und Interaktion ordne ich deshalb im Folgenden, in Abgrenzung zu den oberflächenstrukturellen Dimensionen der Wissensaneignung, der „Tiefenstruktur“ von Lehr-Lern-Situationen zu (vgl. Aebli 1993: 58ff.; Kunter & Trautwein 2013: 64f.; Decristan et al. 2020: 104ff.).

Unter „Oberflächenstruktur“ verstehe ich, wie beschrieben, die durch Beobachtung leicht zugänglichen, kategorialen Indikatoren von Lehr-Lern-Situationen, unter „Tiefenstruktur“

dagegen die Wirkmechanismen der Lehr-Lern-Situationen. Den in Lehr-Lern-Situationen sichtbaren Handlungen und Interaktionen (Oberflächenstruktur) liegen dabei „verborgene gesetzmäßige" (Oser & Patry 1990: 3) Wirkmechanismen zugrunde (Tiefenstruktur). Solche Wirkmechanismen (Tiefenstruktur) betreffen die „Art der Interaktion zwischen den handelnden Personen" (Kunter & Trautwein 2013: 65) und die ggf. unterschwellige „(zeitliche, inhaltliche, soziale) Strukturierung von Unterrichtsprozessen (Decristan et al. 2020: 111). Der „schulische Alltag ist durchzogen von Routinen und Ritualen, von aufeinander abgestimmten" (Breidenstein 2006: 18f.) Handlungs- bzw. Interaktionsmustern und von sozialen Sinnstrukturen, „die als solche noch kaum analysiert" (ebd.; vgl. Gebauer & Herbst 2020) sind. In der Unterrichtsforschung ist die Tiefenstruktur von Unterricht deshalb „lange Zeit vernachlässigt" (Lüders & Rauin 2008: 739; vgl. Stadler-Altmann 2013: 176) worden.[62]

Die Oberflächenstruktur ist mit Indikatoren für die Dimensionen der Wissensaneignung niedrig inferent beforschbar, da sie in ihren Ausprägungen direkt beobachtbar und vergleichsweise eindeutig kategorial bestimmbar ist. Die Tiefenstruktur dagegen ist vieldeutiger und interpretationsoffen und zielt auf die Dimensionen der Kommunikation und Interaktion und auf die Einflüsse der Kommunikations- und Interaktionsprozesse auf die Dimensionen der Wissensaneignung ab. Die Tiefenstruktur ist hoch inferent und „allenfalls [...] indirekt beobachtbar" (Decristan et al. 2020: 106), da sie aus den beobachteten Handlungen und Interaktionen bzw. den kodierten, analysierten Handlungs- und Interaktionsmustern erst erschlossen und im Sinne von sozialen Sinnstrukturen interpretiert werden muss.

> „Die rekonstruktionslogisch verfahrende Unterrichtsforschung hat [...] belegt, dass die erschließende Beobachtung des Geschehens jedem Beobachter im Prinzip zugänglich ist. Deswegen aber liegt das Beobachtete in seiner Sinnstrukturiertheit alles andere als offen zutage. Will man die Logik des Unterrichtens zu fassen bekommen, bedarf es einer erschließenden Rekonstruktion seiner Regelhaftigkeit" (Gruschka 2007: 18).

Es genügt bei der Beforschung von Offenem Unterricht nicht, „nur die äußeren beobachtbaren Bedingungen [...] einzuschätzen" (Bohl & Kucharz 2010: 75). Ihre Beschreibung lässt keinen Rückschluss auf die Wirkmechanismen und damit auf die Aushandlungsprozesse auf der tiefenstrukturellen Dimensionen der Kommunikation und Interaktion zu (vgl. Stefanou et al. 2004: 108f.). Meines Erachtens existiert für diese Rekonstruktion der Tiefenstruktur von Offenem Unterricht allerdings ein ‚Schlüssel' – und zwar die sorgfältige Analyse der Kommunikationsprozesse zwischen den beteiligten Personen, insbesondere hinsichtlich verbaler und nonverbaler Anteile. Diesen ‚Schlüssel' habe ich in meiner Forschung mittels Grounded Theory Methodologie konkret bei der Elaboration der kodierten

[62] Die pädagogisch-psychologische, allgemein-/fachdidaktische und (grundschul-)pädagogische Literatur konzeptualisieren Oberflächen- und Tiefenstruktur sehr unterschiedlich (vgl. Reusser 2008: 231; Decristan et al. 2020: 103).

Handlungs- und Interaktionsmuster zu Kategorien angewendet, indem ich die beforschten und kodierten Lehr-Lern-Situationen hinsichtlich der Kommunikationsprozesse analysiert habe. Auf Grundlage der so analysierten Kommunikationsprozesse, der rekonstruierten sozialen Sinnstrukturen und sensibel für den jeweiligen Kontext war es mir möglich, die Tiefenstruktur der beforschten Lehr-Lern-Situationen aufzuschließen, da mein Blick bei der Interpretation für Nuancierungen von Wirkmechanismen, wie z. B. unterschwellige gestische und mimische Beeinflussungen oder ‚versteckte Botschaften', ‚geweitet' war.

Mein Forschungsgegenstand ‚Offenes Experimentieren' wird vor dem Hintergrund der rekonstruieren sozialen Sinnstrukturen bzw. der offengelegten Tiefenstruktur m. E. besser verstehbar, da die Lehrenden-Lernenden-Interaktionen und die Nutzung von Materialien, Räumen, Zeit etc. erst jetzt kontextualisiert und im Hinblick auf meinen Forschungsfokus ‚*Aushandlung* von Selbstbestimmung' interpretiert werden können.

3.2.2 Offenes Experimentieren

Ähnlich wie der Begriff ‚Offener Unterricht' findet der Begriff des Offenen Experimentierens „in der didaktischen Forschung zwar vielfältige Verwendung, eine klare Definition des Begriffs erfolgt aber in der Regel nicht" (Priemer 2011: 320).[63] Vielmehr wird ‚Offenes Experimentieren' als Oberbegriff für eine Vielzahl von Unterrichtskonzepten undifferenziert verwendet und hinsichtlich seiner Merkmale und Indikatoren sehr different operationalisiert (vgl. Baur et al. 2020). Daraus ist m. E. eine „begriffliche Uneindeutigkeit" (Bewersdorff et al. 2020: 121) mit „terminologischen Unschärfen" (ebd.: 109) erwachsen. Ohne begriffliche Präzisierung und Differenzierung zwischen verschiedenen Ansätzen ist es m. E. aber kaum möglich, Forschungsergebnisse einzuordnen und zu beurteilen. Die Vielfalt der Konzepte und Begriffe lässt „kaum einen systematischen Vergleich" (Priemer 2011: 317) zu. Wird trotzdem ein derart „unspezifischer Begriff des offenen Experimentierens verwendet und als Ausgang dafür genommen [...], die Wirksamkeit [...] offenen Experimentierens zu evaluieren" (ebd.: 322), ist dies m. E. wenig aussagekräftig, da das untersuchte Konzept (und der Begriff) vielfach unterschiedlich verstanden, definiert und umgesetzt wird (vgl. auch Bewersdorff et al. 2020: 109).

> „Bei genauer Betrachtung stecken dahinter sehr unterschiedliche Auffassungen, Bedeutungen und Konzepte. Eine Erklärung, was unter offenem Experimentieren im Einzelnen zu verstehen ist, wird dabei selten explizit und präzise gegeben. Deshalb bleibt unklar, was genau das Offene am offenen Experimentieren ist" (Priemer 2011: 315).

[63] Durch Großschreibung des Adjektives ‚offen' soll die Wichtigkeit einer Lexikalisierung entsprechender Konzepte „*Offenen* Experimentierens" (M. Peschel 2009a) betont werden. M. Peschel (ebd.) schlägt deshalb eine Großschreibung für ‚Offenes Experimentieren' vor, woran ich mich anschließe. Zitiere ich Autor*innen, die ‚offen' in der Phrase ‚offenes Experimentieren' nicht substantivieren, werde ich dennoch aus Zitationsgründen die Kleinschreibung übernehmen.

Für den deutschsprachigen[64] Raum lassen sich insgesamt (a) (geschlossenere) Ansätze des „gezielten, angeleiteten Experimentierens“ (Michalik 2010: 95) von (b) (offeneren) Ansätzen abgrenzen, die das eigene Vorgehen der Lernenden in der experimentierenden Auseinandersetzung mit (naturwissenschaftlichen) Phänomenen betonen (vgl. ebd.). Je nach Ansatz wird Experimentieren dabei „mehr oder weniger stark instruiert und dadurch sowohl in der Vorgehensweise als auch in der Gegenstandsbestimmung“ (Schütte 2019: 2) unterschiedlich stark angeleitet.[65] Diese Instruktions- bzw. Anleitungsanteile werden in der Didaktik des Sachunterrichts (und in verschiedenen Naturwissenschaftsdidaktiken) durch verschiedene Modelle konzeptualisiert:[66]

- „7G-Experimentalunterricht” (angelehnt an Helmke 2013; Kap. 3.2.2.1)
- „Levels of Inquiry“ (Colburn 1997; Bell et al. 2005; Kap. 3.2.2.2)
- „Lerngarten-Modell“ (Hagstedt 1992; Wedekind 2013; 2018; Kap. 3.2.2.3)
- „Offenes Experimentieren“ (M. Peschel 2016; Kap. 3.2.2.4; 3.2.2.5)
- „Freies Explorieren und Experimentieren“ (Köster 2018; Schütte 2019; Kap. 3.2.2.5)

In den zuletzt genannten beiden Ansätzen werden „den Schüler*innen verstärkt Selbst- und Mitbestimmungsmöglichkeiten beim Experimentieren eingeräumt“ (Kihm & Peschel 2021 a: 197), weshalb diese beiden Ansätze gemeinsam, entsprechend Kap. 3.2.1 (*Selbstbestimmung als Kernmerkmal Offenen Unterrichts*), m. E. auch im eigentlichen Sinne als ‚Offenes Experimentieren‘ bezeichnet werden können (vgl. Köster 2013). Diese Öffnung bzw. Offenheit betrifft die stärkere Beteiligung der Schüler*innen an Entscheidungsprozessen v. a. im organisatorischen, methodischen und inhaltlichen Bereich (s. Tab. 8; 9).

> „Eine einheitliche oder allgemein gültige Definition von Offenheit beim Experimentieren wird es [...] nicht geben [...], es können aber Variationen und Abstufungen von Öffnung bzw. Öffnungsgrade angegeben werden, wie sie andere Fachdidaktiken oder die Allgemeine Grundschulpädagogik entwickelt hat“ (M. Peschel 2009a: 268).

In den folgenden Kapiteln werden die o. g. Modelle zur Öffnung des Experimentierens im naturwissenschaftlich-orientierten (Sach-)Unterricht diskutiert. Dabei beginne ich mit (a) (geschlossseneren) Ansätzen des „gezielten, angeleiteten Experimentierens“ (vgl. Michalik 2010: 95) und wende mich anschließend den (b) (offeneren) Ansätzen (vgl. ebd.) zu.

---

[64] Im englischsprachigen Raum werden Diskurse um die Öffnung des Experimentierens im naturwissenschaftlich-orientierten Unterricht unter dem Stichwort ‚Open Inquiry‘ geführt. Diese Diskurse werden in Kap. 3.2.2.2 aufgegriffen.
[65] Diese Unterscheidung findet sich u. a. bei Michalik (2010: 95ff.), Wedekind (2012: 20ff.), Rauterberg (2013: 39ff.), Köster (2013: 51ff.), M. Peschel (2014: 68ff.; 2016: 123ff.), Geiss und Schumann (2014: 1) oder Schütte (2019: 45ff.).
[66] Instruktion definiere ich als zielgerichtete Steuerung und „Inszenierung des Lernens der Schülerinnen und Schüler“ (Reusser 2009a: 885; vgl. Gruschka 2011: 52). In Experimentier-Lehr-Lern-Situationen mit Instruktionsanteilen wird z. B. die Auswahl oder Entwicklung, Planung, Vorbereitung, Organisation, Durchführung, Anleitung, Auswertung und Interpretation von Experimenten von der Lehrperson gesteuert (meist arbeitsgleich und kleinschrittig, oft im Klassenunterricht und -gespräch) (vgl. Tesch & Duit 2004: 62; Ohle et al. 2011). Diese Steuerung bezieht sich z. B. auf Vorgehensweisen, Ziele und Inhalte. Die Instruktionsanteile können dabei verschiedentlich ausfallen.
Mit ‚Instruktionsanteilen‘ beziehe ich mich auf Strukturierungsmaßnahmen, wie z. B. Klarheit bei der Vorgabe von Lehrzielen, -inhalten, -schritten; Einschränkung nicht unterrichts- oder zielbezogener Aktivitäten; Sequenzierung der Inhalte und ‚strukturierende Gesprächs*führung*‘; Hervorhebung bestimmter Stoff- oder Zielaspekte usw. (s. Kap. 4.1).

3.2.2.1 „7G-Experimentalunterricht" (angelehnt an Helmke 2013)

Ein angeleitetes, gesteuertes Versuchedurchführen im Klassenverband mit hohen Instruktionsanteilen (s. o.) lässt sich in Anlehnung an Helmke (2013: 36) als 7G-Experimentalunterricht bezeichnen. Beispielhaft für einen solchen klein- und „gleichschrittige[n] Experimentalunterricht" (M. Peschel 2009b: 233) stehen „Experimentierboxen mit Klassensätzen an Materialien [...], bei denen gemeinsam mit der ganzen/halben Klasse ein bestimmtes Experiment zur gleichen Zeit durchgeführt wird" (ebd.). Solche Experimentierboxen richten sich vornehmlich an fachfremd unterrichtende (Sachunterrichts-)Lehrkräfte, die sich aufgrund ihrer eigenen häufig eher geringen fachlich-inhaltlichen und fachlich-methodischen Qualifikation im Bereich der Naturwissenschaften (s. Kap. 5.3) ‚rezeptartige' Anleitungen und stundenweise zusammengestellte Materialsammlungen wünschen (vgl. Weiss et al. 2003: 93f.; Schroeder 2022). Zudem bedient das Angebot an solchen Experimentierboxen „die Wahrnehmung von Grundschullehrkräften, dass die Ausstattung ihrer Schulen mit Materialien für den naturwissenschaftlich-orientierten Sachunterricht unzureichend ist" (Kihm et al. 2024b: 571; vgl. Peschel & Herrmann 2010: 455).

Die Risiken solcher Experimentierboxen erörtere ich in Kürze genauer, vorher möchte ich jedoch den Begriff ‚7G-Experimentalunterricht' in Anlehnung an Helmke definieren:

> Alle Schüler*innen werden raum- und zeit**gleich** von der **gleichen** Lehrkraft **gleich-** und kleinschrittig zur (vermeintlich) **gleichen** Erkenntnis geführt. Meist führen alle Schüler*innen die **gleichen** Experimente (oder Versuche) zum **gleichen** Phänomen mit vorgegebenem **gleichen** Materialien durch (vgl. ähnlich auch Breidenstein 2006: 106).

In einem solchen 7G-Experimentalunterricht ist die Lehrperson der Ausgangspunkt des Erkenntnisprozesses – und eben nicht die Interessen, Ideen und Fragen der Kinder (vgl. Höttecke 2010; Michalik 2010; Rauterberg 2013). Die Lehrperson gibt Experimentiermaterial aus, sie „sagt, was ‚richtig' oder ‚falsch' ist, wann ein Experiment zu Ende ist und worauf besonders geachtet werden soll" (Kihm & Peschel 2021a: 196; vgl. auch Capps & Crawford 2013; Muckenfuß 2013).[67] Die Planung, Vorbereitung, Organisation, Durchführung, Auswertung und Interpretation der Experimente wird „unter der Lenkung der Lehrperson durchgeführt" (Tesch & Duit 2004: 62; vgl. auch Ohle et al. 2011), meist im Klassengespräch (vgl. Tesch & Duit 2002) oder in Kleingruppen (vgl. Haase 2018). Die Lehrperson allein trifft dabei die Entscheidungen im organisatorischen (z. B. Sozialform), methodischen (z. B. Ziele, Vorgehensweise, Unterscheidung zwischen vermeintlich ‚zentraler' Beobachtung und Randaspekten), inhaltlichen (Phänomen, Fragen, Experimente)

[67] Erkenntnisse weisen immer eine „hypothetische und fallible Struktur" (Benner 2015: 181) auf, sie sind immer nur vorläufig (zur Vorläufigkeit von Theorien siehe auch Kap. 2 und Kap. 3.1.1). Unterschiedliche Ergebnisse eines Experiments können deshalb „nicht allgemeingültig nach richtig oder falsch bewertet werden" (Nießeler 2020: 75).

und ggf. im sozialen Bereich (z. B. Kommunikationsformen). Sowohl „die Möglichkeit zur ‚Lern-Initiative' als auch die ‚Verfügung über die Bedingungen' des Lernens [bleibt somit im 7G-Experimentalunterricht] einseitig den Lehrenden vorbehalten" (Häcker 2006: 294).

Die Lehrperson wählt aus der Fülle möglicher Inhalte zunächst bestimmte, aus ihrer Sicht ‚lohnende' Inhalte aus. Die zu behandelnden Inhalte liegen im 7G-Experimentalunterricht also vorab detailliert fest und sind weitgehend durch die Lehrperson vorbestimmt – dabei aber meist „nicht verhandelbar" (Huf 2008: 116; vgl. F. Peschel 2019: 87). Der Lehrperson obliegt neben der Auswahl der Inhalte auch die Auswahl entsprechender ‚Experimente' (vgl. Tesch & Duit 2004). Dabei handelt es sich meist eher um Versuche (s. Kap. 3.1.2.1), die fälschlicherweise als ‚Experimente' bezeichnet werden. Die ausgewählten Versuche sind häufig „mit wenigen Materialien realisierbar, fachlich auf ein Phänomen oder eine Fragestellung begrenzt und vom Ergebnis her klar definiert" (Köster et al. 2011: 2).

Zum Zweck der Vorauswahl und Bereitstellung solcher ‚Experimente' (eher: Versuche) für den 7G-Experimentalunterricht existiert eine Vielzahl an Experimentierboxen mit Kopiervorlagen samt passgenauer Anleitungen und Klassensätzen an Experimentiermaterialien (z. B. CVK-Koffer[68]; Kint-Boxen[69]). Diese Lehrmittel und Klassensätze an Experimentiermaterialien werden meist von kommerziellen Anbietern vertrieben und sind im Sachunterrichtsalltag weit verbreitet (vgl. Heran-Dörr 2006: 151; Banilower et al. 2013: 91ff.; Köster et al. 2015: 1; Lange 2017: 210f.; Heseker et al. 2019: 134).

Die Materialien in den Experimentierboxen, z. B. speziell angefertigte Einheitswürfel gleichen Volumens, aber unterschiedlichen Materials oder Zylinder gleicher Masse, aber unterschiedlichen Volumens, sind meist „fachlich didaktisiert" (Köster et al. 2015: 1; s. a. Kap. 4.1). Mit diesen Experimentiermaterialien sollen Funktions- sowie Gelingenssicherheit, Eindeutigkeit und Kontrolle von Lösungswegen bzw. -zielen erreicht werden (vgl. Kihm et al. 2024b). Sie erfüllen bestimmte, fachliche Zwecke, sie haben Lösungen oft immanent inskribiert und sie implizieren damit bestimmte Lösungswege (vgl. Wagenschein 1977; Suhr 2013). Sie sollen ausschließlich in der vorgegebenen Art und Weise „in der dafür vorgesehenen Versuchsanordnung [...] benutzt werden" (Unglaube 2015: 493;

[68] CVK-Koffer (**C**ornelsen **V**erlags**k**ontor) sind Experimentierkoffer zu verschiedenen naturwissenschaftlichen Themen (vgl. Unglaube 2015: 493) – mit Klassensätzen an Experimentiermaterialien und Lehrmitteln bzw. Handreichungen (Hintergrundinformationen, Kopiervorlagen samt passgenauer Anleitungen, „Angabe von Lernzielen, methodischen Schritten [...], notwendigen Experimenten einschließlich ihrer Ergebnisse, Differenzierungsmöglichkeiten" (Hoenecke 2004: 6)). Die Anleitungen geben vor, „wie mit dem Material – im Sinne der Entwickler*innen und der intendierten methodisch-didaktischen Vorgehensweise – [...] zu verfahren ist" (Lange 2017: 40).

[69] Kint-Boxen (vormals Klasse(n)Kisten; Westermann-Spectra) sind ähnlich gelagerte Experimentierboxen, wie die zuvor vorgestellten CVK-Koffer. Daneben gibt es eine Vielzahl von Lehrmitteln kommerzieller Verlage (z. B. Verlag an der Ruhr), die allerdings häufig ohne entsprechende Materialpakete bezogen werden. Die hier formulierte Kritik ist aber m. E. übertragbar (vgl. zu dieser Kritik auch Unglaube 2015, Köster et al. 2015 und Lange 2017).

vgl. auch Köhnlein & Spreckelsen 1992: 165; Schumann 2013: 61), um „die Lernenden zur Erreichung bestimmter Lernziele [zu] führen“ (Gervé 2002: 180). Die Experimentiermaterialien wurden „speziell für ihren jeweiligen Zweck entworfen, in ihnen sollen einzelne Eigenschaften bzw. Aspekte isoliert werden, damit sich Kinder auf eben diese und nichts Anderes fokussieren“ (Lange 2020a: 116). Teilweise werden die Materialien dazu in der Produktion derart manipuliert oder „frisier[t], bis eine Variante gefunden ist, mit der eben das am ehesten sichtbar wird, was man zeigen bzw. erreichen will“ (Lange 2017: 224).

Versuchsanordnungen sind spezifische Arrangements aus den Materialien der Experimentierboxen (Lange 2020a: 121), die als zusammengehöriges Ensemble konzipiert wurden und jeweils zu einem bestimmten Versuch gehören (vgl. Hoenecke 2004: 69; z. B. „Schalter selbst bauen“). Diese Versuchsanordnungen werden oft – m. E. fälschlich – als ‚Experimente‘ bezeichnet, stellen jedoch im eigentlichen Sinne eher Versuche dar (vgl. ebd.; Hoenecke 2004; s. Kap. 3.1.2.1 zu den Begriffen Versuch vs. Experiment). Jeder Versuch resp. jede Versuchsanordnung soll einen bestimmten naturwissenschaftlichen Inhalt vermitteln – auf konkret festgelegten Wegen (vgl. Röhl 2015; Köster et al. 2015).

In den Versuchen sollen die vermeintlichen Hauptaspekte dieses naturwissenschaftlichen Inhalts isoliert ‚hergestellt‘ werden, damit sie zuverlässig und „zweifelsfrei in Erscheinung treten, ohne sich zu überlagern“ (Höttecke & Rieß 2015: 130). Die „Zugänge zu den Phänomenen und Sachverhalten, die die Kinder täglich umgeben, [werden] nicht direkt, sondern über die Materialien in einer meist gekünstelten didaktisch durchgestylten“ (Wedekind 2012: 25) Versuchsanordnung hergestellt (vgl. Wagenschein 1977: 132ff.; Kosler 2016: 11). Die Versuche sollen möglichst zuverlässig gelingen (vgl. Höttecke & Rieß 2015) und verkörpern deshalb „tendenziell eine ‚Didaktik qua Material‘ [...], die mittels entsprechender Utensilien und eines weitgehend determinierten Prozesses auf ein in der Regel vorgegebenes Ergebnis abzielt“ (Schumann 2013: 63).

Soostmeyer kritisierte bereits 1978 die Verwendung solcher standardisierter, „völlig durchstrukturierte[r] und perfektionierte[r]“ (Soostmeyer 1978: 51) Versuchsanordnungen. Der hier beschriebene 7G-Experimentalunterricht zeichnet sich häufig durch die „bloße Aneinanderreihung“ (Tesch & Duit 2002: 1) von solchen Versuchen aus.

Die Versuchsanordnung ‚Teebeutelrakete‘ stellt z. B. „eine Art ‚Standardversuch‘ im Kanon der zurzeit verbreiteten Kinder- und Grundschulversuche dar“ (Schumann 2018: 39). Der Versuch ist Teil der Klasse(n)kiste (Möller et al. 2007: 85) und des CVK-Koffers (Weber & Hoenecke 2012: 21f.) zum Thema Luft. Außerdem wird die ‚Teebeutelrakete‘ „vom ‚Haus der kleinen Forscher‘ eingesetzt und als ein erfolgversprechender didaktischer Weg angesehen, um Natur(wissenschafts)verständnis bei Kindern [...] herzustel-

len“ (Schumann 2018: 39). Im Versuch „wird ein Teebeutel aufgeschnitten, der Tee wird entfernt, der oben und unten offene Beutel wird als Röhre auf einen Teller gestellt und oben angezündet. Wenn das Feuer bis nach unten gewandert ist, hebt der bei der Verbrennung übriggebliebene Rest des Beutels ab und fliegt nach oben“ (Kosler 2016: 12).

> Der Versuch ‚Teebeutelrakete‘ z. B. ist jedoch „ein von Spezialisten konstruiertes Rätsel, das [...] nicht an kindliche Alltagserfahrungen anschließt, weshalb ein Transfer, d. h. die Übertragung auf ähnliche Phänomene, schwierig ist“ (Schumann 2018: 42). „Es handelt sich um ein in der Natur und Kultur allenfalls selten vorkommendes Phänomen“ (Schumann 2013: 61), das deshalb „technisch, künstlich, [...] in diesem Fall mit Hilfe eines sehr leichten Papiers, das zu einer Röhre eines bestimmten Durchmessers geformt wurde, konstruiert werden“ (ebd.: 61) muss.

Wird dieser Versuch im naturwissenschaftlich-orientierten Sachunterricht eingesetzt (vgl. z. B. Schumann 2013; 2018; Kosler 2016), bleibt es meist bei der einmaligen Durchführung vorgegebener Schritte, die dann dokumentiert und erklärt werden (s. Kap. 3.1.2.2 zum ‚Frage-Zeichnung-Antwort-Schema‘). In der Erklärung werden meist Begriffe, wie bei der ‚Teebeutelrakete‘ z. B. ‚Auftrieb‘, verwendet, „die durch den Versuch nicht geklärt werden und die umgekehrt das erzeugte Phänomen nicht aufklären können“ (Murmann 2007: 88; vgl. auch Kosler 2016: 12f.). Wissenschaftliche Abstraktionen wie z. B. ‚Auftrieb‘ bezeichnen jedoch nichts, was als solches im Versuch erfahrbar ist. So bleibt unklar, wie Grundschüler*innen anhand solcher Versuche ein Verständnis von z. B. ‚Auftrieb‘ erlangen könnten, zumal bei der Durchführung meist unklar bleibt, welche Rolle solche ‚Experimente‘ „innerhalb eines *Prozesses* der Erkenntnisgewinnung spielen“ (ebd.; Herv. d. V.).

> „Die Erklärung ist damit […] fragwürdig, weil voraussetzungsvolle Begriffe zur Klärung von Phänomenen wenig beitragen. Sie überspringen das Denken (durch Denken hätte kein Kind auf diese Erklärung kommen können, es kann sie höchstens schon kennen), [...]. Erklärungen sollen Kindern nicht vorenthalten werden, aber eine Erklärung erklärt einen Zusammenhang, indem sie neue Beziehungen zwischen vertrauten oder wahrgenommenen Einzelaspekten herstellt“ (Murmann 2007: 89).

Die passgenauen Anleitungen zu solchen Versuchen[70], die meist mit den Experimentierboxen mitgeliefert werden, sind möglichst eindeutig geschrieben (vgl. Kihm & Peschel 2017). Sie zielen darauf ab, „dass die Kinder auf dem gewünschten Weg zu den gewünschten Ergebnissen kommen“ (M. Peschel 2016: 121; vgl. Unglaube 2015: 491ff.; Lange 2020a: 113). Dazu wird meist genau festgelegt, „wie vorgegangen werden soll, was genau die Experimente zeigen sollen und entsprechend auch, was es zu beobachten gilt“ (Kihm et al. 2024b: 572). Der „im Detail vorgeplante Unterricht verhindert, daß [sic!] die Schüler [sic!] nach eigenen Vorstellungen Versuche planen und unter der eigenen Wahl von Materialien, die sie für geeignet halten, Versuche aufbauen und selbst durchführen“

[70] Weitere Beispiele für Versuche aus dem Standardkanon der Kinder- und Grundschulversuche (vgl. Schumann 2018: 39) diskutiert Ramseger (2009: 15f.; 2010: 2f.): die Gurken- oder Kartoffelbatterie. Auch zum Phänomen Auftrieb werden häufig Versuche wie ‚Cartesianischer Taucher‘ oder ‚Knetboote‘ genutzt, anstatt Erscheinungen aus dem Alltag aufzugreifen, die sich etwa beim Spätzlekochen oder in Ölpfützen zeigen (vgl. dazu auch Fischer & Peschel 2023).

(Soostmeyer 1978: 51; vgl. auch Tesch & Duit 2002: 1) und auch selbst auswerten. Auch die Tatsache, dass die Experimentiermaterialien von der Lehrperson herausgegeben und „verwaltet werden, hat eine extreme Lehrerzentriertheit der Unterrichtsprozesse zur Folge“ (Ramseger 1985: 211). Diese Lehrerzentriertheit verhindert zudem eigene Vorgehensweisen der Schüler*innen, eigene Beobachtungen, Wiederholungen und Variationen, sorgsames Überprüfen und ungerichtete Näherungen an Phänomene.[71]

Mit den Anleitungen wird „in der Regel die Erarbeitung *einer* Lösung über *einen* Zugang und *einen* Lösungsweg“ (Fischer & Draxler 2007: 640; Herv. d. V.) angestrebt und angeleitet. Unter Leitung und Steuerung der Lehrperson führen alle Schüler*innen einer Klasse nach Anleitung zur gleichen Zeit in der gleichen Abfolge die vorgegeben Versuche durch (vgl. Kihm et al. 2024b). Dies ist das Grundmuster des 7G-Experimentalunterrichts. Schlüsse werden meist auf Basis nur *eines* Versuches gezogen, der nur *einmal* durchgeführt wird, wobei häufig *keine* oder nur *eine* Variation der Bedingungen stattfindet und der Versuch auch nicht wiederholt wird (vgl. Höttecke & Rieß 2015: 128; s. Kap. 3.1.2.4). Schumann (2013: 62) spricht hier von „Ein-Weg-zum-Ziel-Methodik“, bei der die „Ergebniserzielung“ (ebd.) eindeutig im Zentrum des Versuchedurchführens steht – das meist fälschlich als ‚Experimentieren‘ bezeichnet wird. Im 7G-Experimentalunterricht erfolgt aber m. E. kein Experimentieren im eigentlichen Sinne, das Prozesselemente wie eigene Planungen, explorative Näherungen, ausdifferenzierende Beobachtungen, Wiederholungen und Variationen beinhaltet (vgl. Kihm & Peschel 2017; Kihm et al. 2024b).

Überschriften wie „Bringe ein Gummibärchen zum Tauchen, ohne dass es nass wird“ „legen die Vorstellung [nahe], einen bestimmten Effekt erzielen zu wollen“ (Murmann et al. 2007: 88). Unter einem Effekt verstehe ich den erwarteten, häufig in Überschriften vorweggenommenen (vgl. M. Peschel 2012; s. Kap. 5.4) ‚Haupt-Beobachtungsaspekt‘ (s. Kap. 3.1.2.2) eines Versuchs, den die Schüler*innen erzeugen bzw. angesichts seiner Vorwegnahme z. B. in der Überschrift eher ‚nach-erzeugen‘ sollen.[72] Im Gegensatz zum Effekt steht für mich die Gesamtheit aller individueller Beobachtungen, die die Schüler*innen beim Experimentieren bzw. der Durchführung von Versuchen machen (vgl. M. Peschel 2009c; s. Kap. 3.1.2.4). Aus naturwissenschaftlich-methodischer Sicht ist es problematisch, wenn Schüler*innen Experimentieren auf „reaching or producing an ‚expected result‘“ (Gyllenpalm & Wickman 2011: 920; vgl. auch Dunker 2016: 112) reduzieren. Die Versuche, die sich in den o. g. Ex-

[71] Die US-amerikanische HORIZON-Studie „Looking Inside the Classroom“ (Weiss et al. 2003: 93; Banilower et al. 2013: 91ff.) zeigt diesbezüglich, dass Lehrkräfte sich sehr eng an die vorgegebene Auswahl und Reihenfolge der Experimente halten und Aufgaben mehrheitlich (71% landesweit) so einsetzen, wie sie vorgegeben sind (vgl. ebd.: 79).
[72] Beim Versuch ‚Teebeutelrakete‘ wäre der Haupt-Beobachtungsaspekt z. B. das ‚nach oben Fliegen‘ des Teebeutelrests, beim Versuch ‚Kerze unter einem umgestülpten Glas‘ (s. Kap. 3.1.2.2) das Erlöschen der Kerze.

perimentierboxen zuhauf finden, transportieren dieses Missverständnis jedoch in meinen Augen in den 7G-Experimentalunterricht Die Schüler*innen müssten bei der Durchführung der Versuch lediglich abwarten, bis der Versuch tatsächlich ‚klappt' (vgl. Giest 2020: 215) oder solange illegitim nachhelfen, bis der erwartete Effekt eintritt (vgl. Murmann & Krumbacher 2008: 299; Suhr 2013: 12). Oft wissen sie bereits „aus Erfahrung, dass am Ende eines Experiments ein Effekt oder Erfolg steht, wenn sie die Handlungsanweisungen [...] befolgen" (Nentwig-Gesemann et al. 2012: 52; vgl. auch Unglaube 2015: 493).

Unterrichtsgespräche im 7G-Experimentalunterricht zielen „selten auf den tiefgreifenden fachlichen Austausch über Beobachtungen, Experimente und deren Ergebnisse, sondern auf eine schnelle Zulieferung zu dem [...] Unterrichtsplan" (Diener & Peschel 2019: 11f.; vgl. auch Hammer et al. 2012: 54; Geiss & Schumann 2014: 20). Widersprüche zwischen Beobachtungen, Abweichungen von dem Ergebnis, das die Lehrperson erwartet, bzw. Äußerungen der Schüler*innen, die sich auf Randaspekte, aber nicht auf die vermeintlich zentrale Beobachtung, den Haupt-Beobachtungsaspekt, beziehen werden deshalb in Unterrichtsgesprächen häufig „einkassiert" (Kihm et al. 2024a: 7) oder „eingefangen" (Nentwig-Gesemann et al. 2012: 45; vgl. auch Geiss & Schumann 2014).

> „Auffällig ist im hier beschriebenen lehrerzentrierten Unterricht zunächst die asymmetrische Verteilung von Rede- und Manipulationsrechten in Bezug auf die Dinge. Die Lehrer sind diejenigen, die für die richtige Durchführung, Beobachtung und Versprachlichung der Experimente sorgen. [...] Schüler sind dagegen in auffälliger Weise auf distanzierte Sinne (Sehen, Hören) und beschränkte Teilnahme (Sprechen nach Aufforderung, Mit- bzw. Abschreiben) reduziert" (Röhl 2015: 175).

Im Anschluss an das Unterrichtsgespräch über die Versuchsdurchführung notieren die Schüler*innen meist Frage, Vermutung, Beobachtung (häufig als Zeichnung) sowie Erklärung (als Antwort auf die Frage) und oft einen vorformulierten Merksatz in ihre Hefte oder auf ein vorstrukturiertes Arbeitsblatt (vgl. Lange 2017: 40; vgl. auch M. Peschel 2006; Muckenfuß 2013; Heseker et al. 2019; s. Kap. 3.1.2.2 zum Frage-Zeichnung-Antwort-Schema).

Das Arbeitsblatt oder der Eintrag im Heft dokumentieren v. a. die Erfüllung eines vorgegebenen Pensums. Sie zeigen, „dass etwas ‚getan' wurde" (Breidenstein 2010: 879), angesichts dessen, dass Lernen bzw. die Veränderungen bzgl. Wissen des Individuums „als solches nicht unmittelbar beobachtbar" (ebd.) ist. „Der Unterricht bedarf [...] der Vergewisserung, dass gelernt wird [...]. Gemessen an dem äußerst prekären und labilen Charakter von ‚Lernprozessen' sind die Produkte schulischen Tuns handfest und unbezweifelbar" (ebd.). Sie dokumentieren v. a. Vermutungen, den vermeintlichen Haupt-Beobachtungsaspekt und ‚die Erklärung' des Versuchs (vgl. Pernkopf 2006: 17), die Irr- und Umwege und individuellen Zugänge der Schüler*innen finden darin „keine Erwäh-

nung mehr“ (Röhl 2015: 171). Durch die Praxis des ‚Frage-Zeichnung-Antwort-Schemas‘ wird naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung fälschlicherweise auf ihre „(vermeintlichen) Endresultate“ (Pernkopf 2006: 17) reduziert (vgl. Kosler 2016; s. a. Kap. 3.1.1).

Im 7G-Experimentalunterricht gibt es m. E. zahlreiche Elemente der Strukturierung. Strukturierung bezeichnet hier „aufmerksamkeitsregulierende Hinweise“ (Helmke & Weinert 1997: 512), die die Wichtigkeit bestimmter Ziel- oder Stoffaspekte betonen, z. B. eine explizit vorgegebene Fragestellung oder Vermutung, detaillierte Schritt-für-Schritt-Anleitungen, vorweggenommene Beobachtungen, vorgegebene Experimentiermaterialien, sichtbare und vorformulierte Antworten oder auszufüllende Lückentexte (vgl. Kihm & Peschel 2017; 2021a). Diese Elemente der Strukturierung reduzieren die für das Experimentieren wichtigen explorativen, ggf. nicht-zielführenden, Näherungen an ein Phänomen und die *eigenen* Beobachtungen (vgl. Köster 2013; Muckenfuß 2013; s. Kap. 3.1.2).

> „Da der Lehrperson oder dem Konstrukteur [...] [der Schritt-für-Schritt-Anleitungen] meistens die Lösung bekannt oder ein bestimmtes Ergebnis sehr wichtig ist, werden oftmals die Beobachtungsprozesse, die die Kinder evtl. auf andere, ggf. weiterführende Ideen oder in ‚Sackgassen‘ führen, verkürzt“ (M. Peschel 2016: 127; Herv. d. V.).

In den schrittweisen Anleitungen zum Versuchedurchführen wird die erwartete oder „gewünschte Beobachtung und Erklärung“ (Murmann 2007: 88), die ich weiter oben als Haupt-Beobachtungsaspekt bezeichnet habe, meist vorweggenommen (vgl. auch Dunker 2016: 112; Schütte 2019: 50f.). Die Schüler*innen versuchen, dieses vorweggenommene Ergebnis, diesen ‚Effekt‘ umzusetzen (s. o.; vgl. M. Peschel 2006: 73). „Die Aufmerksamkeit bzw. die Beobachtung wird gezielt gesteuert. Es ist etwas Bestimmtes, das beobachtet werden soll […]. Weitere Beobachtungen [Randaspekte; s. Kap. 3.1] sind nicht vorgesehen“ (Murmann 2007: 88; Anm. d. V.). Es geht darum, „bestimmte – als fachlich-relevant-konzipierte – Aspekte zeigend hervorzuheben und andere Beobachtungen in den Hintergrund zu dirigieren“ (Lange 2017: 16; vgl. auch Ansari 2013: 21).

Köster (2006: 43) spricht von „einengende[m] Beobachten“, wenn Randaspekte, die für das Erschließen von Phänomenen wesentlich sein können, zugunsten *eines* Haupt-Beobachtungsaspektes verfrüht vernachlässigt werden. In der Thematisierung von – aus Sicht der vorbereiteten Lehrkraft – „scheinbar Nebensächlichem bzw. Selbstverständlichem“ (Murmann 2009: 198) liegt aber ggf. der Schlüssel auf dem Weg zur (gemeinsamen) Erkenntnis und zum Verständnis des jeweiligen Phänomens (vgl. z. B. Köster 2018: 142ff.; Köster & Balluseck 2009: 6; M. Peschel 2020a: 345ff.).[73]

[73] M. Peschel (2020a) hat dies (in den *Randaspekten* liegt der Schlüssel zum Verständnis des jeweiligen Phänomens) am Beispiel des Versuchs Kerzenaufzug exemplifiziert (vgl. auch Fischer et al. 2023). Für die Unterscheidung zwischen Haupt-Beobachtungsaspekten und Randaspekten verweise ich außerdem auf das Kerzenbeispiel in Kap. 3.1.2.2.

> „This […] makes it difficult to engage students in science as ‚real' inquiry, that is, inquiry in which students can pose their own questions, have their own ideas, and pursue investigations to explore those ideas. In authentic inquiry, unanticipated questions and ideas are expected to arise. But if the learning sequence is preset, the teacher loses the option to pursue productive but unanticipated student thinking, and students quickly learn that school science is a game of figuring out what the teacher wants you to say rather than trying to figure out answers to questions about the world" (Roth 2014: 372).

Auch „die für einen naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess besonders bedeutsamen Phasen" (Ramseger 2010: 11) der eigenen Entwicklung und „Formulierung einer Frage an die Natur, der Suche nach eigenen Lösungen und geeigneten Versuchsaufbauten und [...] der Überprüfung und Rekonstruktion eigener Vermutungen und Weltdeutungen in einem die Befunde sorgsam überprüfenden gemeinsamen Dialog" (ebd.) werden im 7G-Experimentalunterricht in der Regel ausgelassen (vgl. auch Ramseger 2009; M. Peschel 2014). Die Schüler*innen haben oft „keine Gelegenheit [...], selbst andere Ziele, Inhalte und Methoden als die zunächst vorgesehenen" (Ramseger 1985: 32) zu verfolgen und übernehmen „überwiegend [...] ausführende Tätigkeiten nach vorgegebenem Schema" (Schütte 2019: 55; vgl. auch Michalik 2010: 98; Rauterberg 2013: 39). Beteiligungen der Schüler*innen bzgl. eigenständiger Planungen, Auswertungen und Interpretationen von Experimenten finden nur selten statt (vgl. Euler 2005: 6; Bohl & Kucharz 2010: 43; Giest 2020: 316ff.). Es wird durch das Bearbeiten der Anleitung zwar häufig „ein (vorzeigbares) Ergebnis erzielt, dieses enthält aber wenig eigene Anteile und voraussichtlich auch keine für die Kinder bedeutsamen und wesentlichen Elemente" (M. Peschel 2006: 73).

3.2.2.2 Scientific Inquiry & Levels of Inquiry Approach

Der Begriff ‚Scientific Inquiry' selbst wurde bislang – in verschiedenen politischen Schriften, aber auch in Theorie- und Forschungsarbeiten – auf sehr unterschiedliche Weise definiert, operationalisiert und untersucht (vgl. Minner et al. 2010: 494; Decristan et al. 2015: 2; Lazonder & Harmsen 2016: 682). Hinzu kommt, dass auch die Begriffsbildungen und Forschungen zu Scientific Inquiry m. E. terminologisch höchst inkonsistent sind.[74]

In the United States, Scientific Inquiry „was adopted on a large scale in educational practice during the discovery learning movement in the 1960s" (Lazonder & Harmsen 2016: 2f.), following Sputnik-Crisis. „In the late 1980s and early 1990s, United States policy documents lifted teaching science as inquiry to a high visibility level […]. Soon afterwards, the National Science Education Standards (NRC 1996) made clear that inquiry was the desired overarching goal of teaching science in the United States" (Crawford

[74] Weitere Begriffe sind z. B. Science Inquiry, Science as Inquiry, Inquiry Based Learning, Inquiry Based Experiments, Inquiry Based Science Education, Inquiry Learning (vgl. Lazonder & Harmsen 2016: 686).

2014: 521f.). More recently, Scientific Inquiry is still emphasized in „A Framework for K-12 Science Education“ (National Research Council 2012). It „has been a buzz word in science education for many years; however, there is still no consensus as to what it actually is and what it looks like in the classroom” (Capps & Crawford 2013: 523). The term „Scientific Inquiry“ „has figured prominently in science education, yet it refers to at least three distinct categories of activities – what scientists do (e.g., conducting investigations using scientific methods), how students learn (e.g., actively inquiring through thinking and doing into a phenomenon or problem, often mirroring the processes used by scientists), and a pedagogical approach that teachers employ (e.g., designing or using curricula that allow for extended investigations)“ (Minner et al. 2010: 476).

Als Übersetzung von ‚Scientific Inquiry‘ findet sich häufig der Begriff ‚Forschendes Lernen‘ (vgl. Höttecke 2010; Reitinger 2013; Bewersdorff et al. 2020). Dieser wird jedoch m. E. vornehmlich und ursprünglich als hochschuldidaktische Konzeption und Methode diskutiert (vgl. Huber 2004). Erst durch „synonyme Bezugnahme auf verschiedene Traditionen wurde der Begriff *Forschendes Lernen* [auch] im fachdidaktischen Diskurs mit unterschiedlichen Bedeutungsgehalten belegt“ (Bewersdorff et al. 2020: 117; Anm. d. V.; vgl. Reitinger 2013) und als Begriff für verschiedene Konzepte aus der Hochschuldidaktik auf den Primar- bzw. Sekundarstufenbereich transferiert. Infolge dieses ursprünglichen und eigentlichen Bezuges vom Forschenden Lernen auf hochschuldidaktische Konzeptionen und Methoden werde ich trotzdem den englischsprachigen Begriff ‚Scientific Inquiry‘ nutzen – und nicht ‚Forschendes Lernen‘ als (vermeintliche) Übersetzung.

Trotz dieser Begriffsvielfalt und der Unklarheiten im Begriff ‚Scientific Inquiry‘ finden sich in verschiedenen Konzepten einige Kennzeichen, auf die – meist in Anlehnung an die o. g. „National Science Education Standards“ von 1996 – viele Autor*innen übereinstimmend verweisen (vgl. z. B. Minner et al. 2010; Crawford 2014; Bjønness & Kolstø 2015). Dazu gehört *erstens* das Ausgehen von (naturwissenschaftlichen) Phänomenen, zu denen die Schüler*innen Forschungsfragen und Hypothesen entwickeln sollen (vgl. Montero-Pau & Tuzon 2017: 2237f.). Um, *zweitens*, diese Hypothesen zu überprüfen, sollen die Schüler*innen Experimente planen, durchführen und auswerten (vgl. Minner et al. 2010: 479), wobei das Beobachten und Variieren häufig als wichtige Elemente dieses Prüfprozesses betont werden (vgl. Montero-Pau & Tuzon 2017: 2237f.). Als weiteres Kennzeichen verschiedener Scientific Inquiry-Konzepte wird *drittens* die Beteiligung von Schüler*innen an Entscheidungsprozessen genannt: Students „will participate in making decisions about how and what they learn, identify where they and others need help in the learning process and ask for that help” (Minner et al. 2010: 479). Diese Beteiligung (s. Kap. 3.3.1 zum Be-

griff) von Schüler*innen ist in den meisten Scientific Inquiry-Konzepten graduell ausgeprägt und mittels stufenweiser Öffnung des Experimentierprozesses umgesetzt: „Inquiry-based teaching/learning varies in the amount of autonomy given to students and encompasses a broad spectrum of approaches, ranging from teacher-directed structured and guided inquiry to student directed open inquiry" (Zion & Mendelovici 2012: 383; vgl. auch Banchi & Bell 2008; Wheeler & Bell 2012; Bewersdorff et al. 2020). Dabei hat sich an den prinzipiell vorgeschlagenen Stufen zur Öffnung des Experimentierens – „trotz zwischenzeitlich feinerer Ausdifferenzierungen [...] – seit Schwab (1962) und Herron (1971) nichts geändert" (Bewersdorff et al. 2020.: 120; vgl. Decristan et al. 2015: 2).[75]

Die Beteiligung von Schüler*innen wird im sog. „Levels of Inquiry"-Kontinuum (s. Tab. 10) anhand der Frage, was den Schüler*innen vorgegeben wird und was sie dagegen bestimmen[76] können, in Stufen variiert: „Their involvement in the different stages of inquiry planning moves along a spectrum ranging from full to limited involvement" (Zion & Mendelovici 2012: 389). Die Stufen des Kontinuums beschreiben, (1) ob Fragen, die einem Experiment zugrunde liegen („the purpose of the investigation"; Zion & Mendelovici 2012: 384), und (2) das methodische Vorgehen zu deren Bearbeitung vorgegeben werden oder nicht bzw. (3) ob Ergebnisse und Erklärungen vorweggenommen werden oder den Schüler*innen unbekannt sind. „This results in a four-point scale with which laboratory exercises can be compared in terms of their degree of ‚openness'" (Herron 1971: 200).

Tabelle 10: „Levels of Inquiry"-Kontinuum (nach Colburn, 1997, 2000, 2008; Banchi & Bell, 2008; Wheeler & Bell, 2012)

	Frage	**Methode/Vorgehen**	**Ergebnis/Erklärung**
L1 Confirmation Inquiry (*auch*: demonstrated inquiry)	vorgegeben	vorgegeben	vorweggenommen
L2 Structured Inquiry	vorgegeben	vorgegeben	unbekannt
L3 Guided Inquiry	vorgegeben	offen	unbekannt
L4 Open Inquiry	offen	offen	unbekannt

„Both Level 1 and 2 activities are commonly referred to as ‚cookbook labs', because they include step-by-step instructions" (Bell et al. 2005: 32) to answer a given question (vgl. Zion & Mendelovici 2012: 393; Osborne 2014: 583). Die beiden ersten Level unterschei-

[75] International wird das von Schwab (1964) als „Continuum of Openness and Permissiveness" grundgelegte und von Herron (1971) so benannte „Levels of Inquiry"-Kontinuum oft referenziert; im Hinblick auf Lernende im Grundschulalter etwa von Colburn (1997, 2000, 2008) oder Bell (Bell et al. 2005; Banchi & Bell 2008; Wheeler & Bell 2012), ferner z. B. von Minner et al. (2010), Capps und Crawford (2013) oder Artayasa et al. (2018). Durch das National Research Council (2012) und mit Einführung US-amerikanischer Bildungsstandards für Naturwissenschaften erhielt das Kontinuum Einzug in den dortigen Primar- und Sekundarstufenbereich sowie in die Lehrer*innenbildung. Im deutschsprachigen Raum verweisen u. a. Höttecke (2010), Baur et al. (2020) oder Bewersdorff et al. (2020) auf das „Levels of Inquiry"-Kontinuum; speziell in der Didaktik des Sachunterrichts nutzen Krumbacher (2016) oder Köster und Galow (2014) die „Inquiry Scale", die m. E. äquivalent zum „Levels of Inquiry"- Kontinuum zu sehen ist.

[76] Dabei wird m. E. nicht ausreichend zwischen Selbst- und Mitbestimmung unterschieden (s. Kap. 3.2.1; 3.3.1; s. u.).

den sich dahingehend, ob das Ergebnis den Schüler*innen vorab bekannt ist oder nicht. Erst ab Level 3 werden die Schüler*innen am methodischen Vorgehen beteiligt. „Open Inquiry“ (Level 4) ist die höchste Stufe auf dem „Levels of Inquiry“-Kontinuum; „the activities are open-ended“ (Roychoudhury & Roth 1996: 425); students „decide what to investigate, how to investigate it, and how to interpret the results they generate“ (Colburn 1997: 4). At this level the research question, „as well as answer and method, are left open: the student is confronted with the raw phenomenon – let it be even as apparently simple a thing as a pendulum” (Schwab 1964: 55; vgl. auch Furtak et al. 2012: 306).

> „The inquiry scale should be seen as a continuum, so ideally students should progress gradually from lower to higher levels over the course of a year“ (Bell et al. 2005: 33). „Both students and teachers alike need time to gradually make a transition from the more classical confirmation-type activities and lectures to open-ended activities characteristic of inquiry-based instruction” (Colburn 2000: 44).

After all, students „are engaged in continuous decision-making throughout each stage of the open inquiry process“ (Zion & Mendelovici 2012: 384). They make up their own „topic-related questions and use their own procedures“ (Bell et al. 2005: 32) to answer them. Allerdings reduziert das „Levels of Inquiry“-Kontinuum Inquiry (hier von mir im Sinne von Experimentieren verstanden) auf ein Hypothesenprüfverfahren bzw. auf das „Frage (-Zeichnung-)Antwort-Schema“ (s. Kap. 3.1.2.2; vgl. M. Peschel 2006), ohne weitere, z. B. explorative Näherungen zu berücksichtigen: „In order for students to carry out their investigations, they need to include their focus question, a prediction, a detailed plan for how they will carry out their investigation“ (Banchi & Bell 2008: 29). Obviously, the emphasis of the continuum is „on a linear inquiry process […]. However, linear inquiry processes are just one pillar of the scientific inquiry process“ (Zion & Mendelovici 2012: 384). Die Verkürzung von Experimentieren auf ein lineares fragenbeantwortendes und hypothesenprüfendes Verfahren habe ich als „Frage(-Zeichnung-)Antwort-Schema“ bezeichnet und bereits in Zusammenhang mit der Vierfeldertafel (Grygier & Hartinger 2013; s. Kap. 3.1.2.1) sowie dem Forschungskreislauf bzw. -kreis (Marquardt-Mau 2011; Stiftung „Kinder forschen“ 2024; s. Kap. 3.1.2.2) und dem 7G-Experimentalunterricht (s. Kap. 3.2.2.1) als unterkomplexe Modellierung kritisiert. Ich verweise auf die entsprechenden Ausführungen: „Scientific inquiry is more complex […]. It is far more flexible than the rigid sequence of steps commonly depicted in textbooks as ‚the scientific method'“ (AAAS 1994: 9).

In diesem Kapitel möchte ich einen weiteren Kritikpunkt am „Levels of Inquiry“-Kontinuum hervorheben: Die einzelnen Stufen (s. Tab. 10) unterscheidet, ob die Frage und das methodische Vorgehen vorgegeben sind oder nicht bzw. ob das Ergebnis des Experiments vorab bekannt ist oder nicht. Für die Einstufung auf dem Kontinuum als ‚vorgegeben‘ ist jedoch unerheblich, *wie genau* die benannten Aspekte (Frage, methodisches Vorgehen, Ergebnis)

vorgegeben bzw. vorweggenommen werden – also ob dies beispielsweise unmittelbar durch die Lehrperson oder mittelbar durch Experimentieranleitungen erfolgt (vgl. Banchi & Bell 2008: 26; Decristan et al. 2015: 2ff.). Werden die Frage und das methodische Vorgehen dagegen als ‚nicht vorgegeben' bzw. ‚offen' und das Ergebnis als ‚nicht vorweggenommen' bzw. ‚unbekannt' eingestuft, bleibt unklar, *wie* die Entscheidungen in diesen Bereichen getroffen werden, ob die Schüler*innen z. B. *individuell* eigene Entscheidungen treffen (und damit *selbst*-bestimmen) oder ob sie die Entscheidungen *gemeinsam* als Klasse, in Kleingruppen oder mit Partnern und ggf. auch in Abstimmung mit der Lehrperson treffen (dann würden sie *mit*-bestimmen). Das „Levels of Inquiry"-Kontinuum vernachlässigt damit m. E. die soziale Verursachtheit der Entscheidungen, aber auch weitere materielle, räumliche, zeitliche (Ressourcen-)Einflüsse auf diese Entscheidungen – insgesamt also die *Aushandlung* von Selbstbestimmung (s. Kap. 1).

Insbesondere Aspekte der Materialvorauswahl und -zugänglichkeit, die sich auf die Aushandlung von Selbstbestimmung auswirken, werden im „Levels of Inquiry"-Kontinuum nicht berücksichtigt: In den beispielhaften „Open Inquiry"-Situationen in Colburn (2000) sollen die Schüler*innen sich beispielsweise mit vorausgewählten und vorsortieren Materialien auf einem Experimentiertisch befassen, dazu Fragen generieren usw. Die Materialvorauswahl und -zugänglichkeit provoziert dabei aber in meinen Augen eine bestimmte Sachauseinandersetzung bzw. einen bestimmten Phänomenbereich, z. B. wird am Tisch mit wasserbefüllten Schüsseln und diversen Gegenständen das Phänomen Auftrieb mit der Frage, welche Gegenstände nach oben steigen und obentreiben, evoziert.

Ein weiterer wichtiger Teil der m. E. im „Levels of Inquiry"-Kontinuum vernachlässigten *Aushandlung* von Selbstbestimmung ist die Rolle und der Einfluss der Lehrperson auf die Experimentierhandlungen der Schüler*innen, der nicht eindeutig konzeptualisiert ist. Im „Open Inquiry"-Level erhalten Schüler*innen nicht nur keine Vorgaben, sondern auch kein Feedback (keine Rückmeldung) zu ihrem methodischen Vorgehen und ihren Ergebnissen (z. B. Chen & Klahr 1999: 1099; Klahr & Nigam 2004: 662). Diese Nichtgabe von Feedback wird oft als *Zurückhaltung der Lehrperson* interpretiert (vgl. Colburn 2000; 2008; Gruhn 2021). There are „no guiding questions and no feedback about the quality of the child's selection of materials, explorations, or self-assessments" (Klahr & Nigam 2004: 662; vgl. Furtak et al. 2012: 301; Crawford 2014: 519). Diese Setzungen bzgl. Zurückhaltung der Lehrperson (Nichtgabe von Feedback) entsprechen aber nicht der Bedeutung, die die Lehrperson m. E. in Konzepten Offenen Experimentierens hat (vgl. auch M. Peschel 2009a; Carle & Košinàr 2012; Köster 2018): als teils impulsgebendes, teils nachfragendes, teils irritierendes, teils kritisches Gegenüber (s. Kap. 3.2.2.5; 5.4).

Auch in Untersuchungen (z. B. Chen & Klahr 1999; Klahr & Nigam 2004; Colburn 2008), die sich auf das Kontinuum beziehen, wird der (v. a. nonverbale) Einfluss der Lehrperson auf die Experimentierhandlungen der Schüler*innen in meinen Augen nicht ausreichend berücksichtigt. Wie sich die Lehrperson – bei der Begleitung der „Open Inquiry" in den o. g. Studien – verhält bzw. was sie ‚im oder aus dem Hintergrund' macht, wird in vielen der Studien oft gar nicht beschrieben oder ausdifferenziert. Dazu müsste die Interaktions- und Kommunikations*gestaltung* der Lehrperson (als tiefenstruktureller Aspekt persönlicher Offenheit; s. Kap. 3.2.1), etwa im Hinblick auf verbale und nonverbale Anteile, verglichen und analysiert werden. Solche Analysen und die Rekonstruktion der Tiefenstruktur der „Open Inquiry" wären aber m. E. notwendig, um die Aushandlungsprozesse und die Offenheit der Lehr-Lern-Situation überhaupt einschätzen zu können. Ohne diese Rekonstruktion bleibt unklar, *wie* die Entscheidungen der Schüler*innen in sozialer Interaktion zustande gekommen sind, ermöglicht oder auch begrenzt wurden.

Andere Studien dagegen beschreiben die vielfältigen Einflüsse der Lehrpersonen, die die Planungen von Schüler*innen der „Open Inquiry" überprüfen, kommandieren, genehmigen oder ggf. sogar ablehnen (verbieten), falls die Vorgehensweise aus Sicht *der Lehrperson* nicht zur Forschungsfrage der Schüler*innen passt: Bei Banchi und Bell interveniert die Lehrperson trotz „Open Inquiry"-Bedingung deutlich und nimmt Einfluss auf das methodische Vorgehen, die Beobachtungen und Deutungen der Schüler*innen (vgl. Bell et al. 2005: 32; Banchi & Bell 2008: 27). Auch bei Capps und Crawford beeinflusst die Lehrperson das „Open-Inquiry"-Experimentieren der Schüler*innen stark: „Several times she [the teacher] was overheard telling her students exactly what they should be doing and seeing" (Capps & Crawford 2013: 511; Anm. d. V.). Ein solches kommandierendes Handeln der Lehrperson geht weit über die oben formulierten Ansprüche an eine teils impulsgebende, teils nachfragende, teils irritierende, teils kritische *Lernbegleitung* hinaus (s. Kap. 3.2.2.5; 5.4), steht deshalb im deutlichen Widerspruch zur o. g. Programmatik des „Open Inquiry"-Levels und ist daher m. E. illegitim (vgl. auch M. Peschel 2016)!

In der Studienanlage von Chen und Klahr (1999) bzw. Klahr und Nigam (2004) hält die Lehrperson sich dagegen scheinbar mit Vorgaben bzw. mit Feedback zum methodischen Vorgehen der Schüler*innen zurück. Dies bleibt allerdings weitestgehend auf verbal-vokaler Ebene operationalisiert, denn in den entsprechenden Publikationen finden sich ausschließlich Hinweise dazu, dass die Lehrperson *nicht mit den Schüler*innen gesprochen* hat. Wie sich die Lehrpersonen stattdessen verhalten und was sie nonverbal ‚im oder aus dem Hintergrund' gemacht haben, wird, wie oben dargestellt, nicht beschrieben. Grundproblem ist dabei m. E., dass in den Untersuchungen häufig unklar bleibt, was

die Zurückhaltung in der „Open Inquiry“ denn konkret alles umfasst, ob die Lehrperson sich z. B. auch nonverbal-vokal und nonverbal-nonvokal mit ‚Kommandos‘ ‚zurückhält‘. Ein Blick in bisherige Verständnisse und Forschungen (vgl. Kihm 2023a; Kihm et al. 2023; s. Kap. 4) zeigt m. E., dass die Zurückhaltung der Lehrperson in bisheriger Forschung meist ausschließlich verbal-vokal operationalisiert wird. Analysen, die ich im Laufe dieser Arbeit vornehme, deuten jedoch an, dass Lehrkräfte auf nonverbaler Ebene vielfach mit den Schüler*innen kommunizieren und dabei das methodische Vorgehen der Schüler*innen – entgegen der Programmatik der „Open Inquiry“ – eindeutig kommandieren, obwohl sie sich verbal-vokal zurückhalten und nicht mit den Schüler*innen sprechen.

Auch die Analysen von Pauli und Reusser (2000: 422) kommen zu dem Schluss, dass bisherige Forschungen vielfach die Rolle und das Handeln der Lehrperson *während* offener Lehr-Lern-Situationen vernachlässigen und beispielsweise nur wenig darüber aussagen, *wie* sich die „lernbegleitende und lernberatende Tätigkeit“ (ebd.; Herv. d. V.; vgl. auch Krammer 2009; Gruhn 2021) der Lehrpersonen konkret zeigt (vgl. auch Seidel 2014: 781; Diener & Peschel: 12f.). Dabei „darf selbstbestimmtes Lernen nicht in der Weise mißverstanden [sic!] werden, daß [sic!] sich die Funktion des Lehrers in der Bereitstellung von Experimentiermaterial erschöpft“ (Klewitz 1989: 140), die Lehrperson sich aber sonst vollkommen zurückhält (z. B. Nichtgabe von Feedback; vgl. auch Gruhn 2021). „The teacher remains the central factor influencing creation of an inquiry-based classroom, whether the mode of inquiry is structured, guided, or open. In all modes, the teacher plays a critical role in *realizing* these designs” (Crawford 2014: 526; Herv. d. V.).

3.2.2.3 Lerngarten-Modell

In Anlehnung an Hagstedt (1992) unterscheidet Wedekind (2013; 2018) drei didaktische Experimentierformen, die er als ‚Lerngärten‘ bezeichnet.[77] Diese Lerngärten beschreiben differente pädagogisch-didaktische Herangehensweisen an die Gestaltung von Experimentiersituationen. Sie unterscheiden sich „im Grad der Instruktion und der Freiheit der Lernenden in Bezug auf die Auswahl der Themen, der Art der Zusammenarbeit und der Wahl unterschiedlicher Lernwege“ (Wedekind 2013: 26). Zudem divergieren sie „im Hinblick auf die Bereitstellung von Materialien“ (Wedekind 2018: 14).

> „Während beim **Büffetmodell** eine Vielzahl von Materialien angeboten wird, mit denen exploriert und experimentiert werden kann, sind beim **Stationsmodell** bereits vorsortierte Gegenstände im Angebot. Beim **Arbeitsplanmodell** gibt es konkrete Hinweise, mit denen Phänomene erkundet werden“ (Wedekind et al. 2020: 28; Herv. d. V.).

[77] Wedekind verweist mit der Bezeichnung Lern„*garten*“ auf Hagstedt (1992), der diesen Begriff für „offen gestaltete Lernlandschaften und anregende Umgebungen [verwendet], die auf Fröbels Konzept eines freitätigen Selbstunterrichts in einem Garten für Kinder hindeuten“ (Hagstedt 1992: 369).

Das **Arbeitsplanmodell** gibt Experimentieranleitungen vor, in denen die Arbeitsschritte ausführlich beschrieben und die benötigten Experimentiermaterialien detailliert vorgegeben sind (vgl. Hagstedt 1992: 372; Wedekind 2018: 15). Ziel ist die Erreichung bestimmter, vorgegebener fachlich-inhaltlicher Ziele (vgl. ebd.: 15). Die Beteiligung der Schüler*innen ist daher deutlich „auf den Nachvollzug von vorgedachten Arbeitsschritten ausgerichtet" (ebd.: 15). „Ergebnisse sind plan- und voraussehbar" (ebd.: 15).

lm **Stationsmodell** werden verschiedene Stationen von den Schüler*innen in beliebiger Reihenfolge durchlaufen. Die Experimentiermaterialien sind vorausgewählt und werden an den Stationen passend bereitgestellt (vgl. auch Hagstedt 1992: 370). Je nach Variante werden entweder detaillierte Experimentieranleitungen eingesetzt, die die Arbeitsschritte in einer festen Reihenfolge vorgeben (vgl. Wedekind 2018: 15). In diesem Fall dominieren bestimmte fachlich-inhaltliche Ziele (vgl. ebd.). Werden dagegen offenere Experimentieranleitungen genutzt, bei denen die Arbeitsschritte nur noch begrenzt vorgegeben sind, treten erste fachlich-methodische Ziele neben die immer noch überwiegenden fachlich-inhaltlichen Ziele (s. a. Kap. 3.2.2.5 zu den sog. GOFEX-Aufgaben).

Exkurs: Lernen an Stationen und Werkstattunterricht

„**Lernen an Stationen**" bezeichnet ein vorbereitetes Arrangement, bei dem an unterschiedlichen Orten im (Klassen-)Raum (den Stationen) „eine Auswahl von Materialien oder Aufgaben zur Verfügung gestellt [wird], die die Kinder nacheinander" (Köster 2006: 44) bearbeiten. Dabei wählen die Schüler*innen selbst, (1) an welcher Station (*Bearbeitungsreihenfolge bzw. Stationswahl und -wechsel*) sie (2) zu welcher Zeit, wie lange (*Zeitpunkt, aber auch Tempo, Verweildauer und Rhythmus der Bearbeitung*), (3) mit wie vielen (*Sozialform*) und auch (4) mit welchen Mitschüler*innen sie arbeiten (*Gruppeneinteilung*) (vgl. Miller & Schroeder 2017).

„Werkstattunterricht"[78] bezeichnet ein themenspezifisch zusammengestelltes „Überangebot" (F. Peschel 2019: 36), bei dem Schüler*innen „an verschiedenen Aufträgen" (Reichen 1991: 61) resp. Aufgaben arbeiten. Die Gruppeneinteilung und die Sozialform, der individuelle Arbeitsplatz, die Bearbeitungsreihenfolge der vorgegebenen Aufträge, der Zeitpunkt, das Tempo und der Rhythmus der Bearbeitung von Aufträgen werden von der Lehrperson im Werkstattunterricht ganz (oder teilweise) freigegeben (vgl. Miller & Schroeder 2017).

„Lernen an Stationen" und „Werkstattunterricht" im Vergleich: Beim „Lernen an Stationen" sind die Aufgaben und Materialien auf verschiedene Arbeitsplätze verteilt, wo sie üblicherweise verbleiben. Jeder Arbeitsplatz bleibt „als Station fester Anlaufpunkt" (F. Peschel 2019: 35). Im „Werkstattunterricht" (Reichen 1991) dagegen sind alle Aufgaben resp. Aufträge und Materialien an einem zentralen Ort platziert (z. B. Fenstersims) und werden von den Schüler*innen an den von ihnen gewählten Arbeitsplatz gebracht.

In beiden Organisationsformen greifen die Schüler*innen letztlich auf bereitgestelltes Material und auf vorbereitete Aufgaben zurück. Es „werden im Allgemeinen keine höheren Stufen inhaltlicher Öffnung erreicht. Auch der Lernweg, die Lernmethode ist immer noch weitgehend" (F. Peschel 2019: 87) vom Material bzw. der Aufgabe vorgegeben und festgelegt.

[78] Der Begriff ‚Werkstatt' ist aus Parallelen zu Handwerksbetrieben entstanden (vgl. Reichen 1991: 61).

Beim **Buffetmodell** lösen offenere Experimentieraufgaben das Experimentieren aus und keine Anleitungen mehr (vgl. Wedekind 2018: 14). Auswahlentscheidungen bzgl. der Experimentiermaterialien[79], der Arbeitsschritte, Vorgehensweisen und Lernwege werden von den Schüler*innen selbst getroffen (vgl. ebd.; vgl. auch Hagstedt 1992: 371). Das Buffetmodell fokussiert neben fachlich-inhaltlichen vermehrt fachlich-methodische Ziele (z. B. Beobachten und Variieren als Prozesse der Erkenntnisgewinnung; vgl. Wedekind 2018: 14). Der Einsatz der offenen Experimentieraufgaben wird allerdings m. E. häufig primär lern- und motivationspsychologisch, aber nicht fachdidaktisch (s. Kap. 3.2.1), legitimiert und mittels Selbstlernprozessen und -konstruktionen begründet (vgl. ebd.).

3.2.2.4 Konzepte „Offenen Experimentierens" (Sekundarstufe)

Obgleich die synonyme Verwendung zu ‚Open Inquiry' eine längere Tradition[80] suggeriert (vgl. Priemer 2011; Bewersdorff et al. 2020), scheint „Offenes Experimentieren"[81] in der deutschsprachigen Naturwissenschaftsdidaktik als Begriff erstmals durch **Reinhold** (1996) für die Lehrer*innenbildung der Sekundarstufen definiert worden zu sein:

> „Zur Struktur des offenen Experimentierens gehören die folgenden Elemente: Erklärungsbedürftige Situation, Probieren und Spekulieren, Reflexion der gebildeten Systeme, normalwissenschaftliches Experimentieren, Reflexion der Systembildung, Reflexion der Lerntätigkeit" (Reinhold 1996: 333).

Reinhold (1996: 333) beschreibt sechs „Elemente", die m. E. als Phrasierung des Offenen Experimentierens zu verstehen sind, und geht von einer „erklärungsbedürftige[n] Situation' (ebd.) aus. Während einer dem „normalwissenschaftliche[n] Experimentieren" (ebd.) vorgeschalteten Phasen des selbstständigen „Probieren[s] und Spekulieren[s]" (ebd.) entwickeln die Lernenden, bei Reinhold i. d. R. Lehramtsstudierende oder Sekundarstufenschüler*innen, für die „erklärungsbedürftige Situation" erste Hypothesen zur späteren Prüfung (vgl. auch Bewersdorff et al. 2020: 121). Das „normalwissenschaftliche Experimentieren" (Reinhold 1996: 333) ist demgegenüber ein gemeinsam als Klasse oder Kurs geplantes Untersuchungsprogramm mit systematischen Manipulationen und Messungen zur Prüfung und Testung der entwickelten Hypothesen (ähnlich auch Braun & Backhaus 2007). Dabei bekommen die Lernenden zwar die Möglichkeit, „Untersuchungen in mög-

---

[79] Anders als beim Stationsmodell (*Vor*auswahl an Experimentiermaterialien an den einzelnen Stationen) wird beim Büffetmodell eine große Auswahl verschiedener Experimentiermaterialien, die die Schüler*innen möglicherweise benötigen *könnten*, z. B. in offenen Regalen, auf Ressourcen-Tischen oder in Themenkisten bereitgestellt. Die Schüler*innen stellen sich dann selbst zusammen, was sie für *ihre* Vorhaben brauchen (vgl. Wedekind 2018).

[80] Wurden frühe Publikationen zum „Levels of Inquiry"-Kontinuum (s. Kap. 3.2.2.2; z. B. Schwab 1964 oder Herron 1971) in deutschsprachigen Publikationen der 1980er-/1990er-Jahre referenziert, wurde „Open Inquiry" – als Stufe des Kontinuums – teilweise mit „Offenes Experimentieren" übersetzt (vgl. Priemer 2011; Bewersdorff et al. 2020).

[81] Da Offenes Experimentieren bislang kein eigenständiger Begriff in den Naturwissenschaften oder entsprechenden Fachdidaktiken ist, müsste das Adjektiv ‚offen' eigentlich kleingeschrieben werden. Mit der Großschreibung soll allerdings die Wichtigkeit einer Lexikalisierung der Konzeption betont werden (s. a. Kap. 1; vgl. M Peschel 2009a; Köster 2013). In Zitaten, in denen das Adjektiv kleingeschrieben wird, übernehme ich diese Kleinschreibung.

lichst unterschiedliche Richtungen“ (ebd.: 1f.) zu bearbeiten und zwischen alternativen Vorgehensweisen zu wählen, jedoch innerhalb des Hypothesenprüfverfahrens und im Rahmen, den das jeweilige Fach (hier Physik) mit seinen Verfahren und Inhalten vorgibt.

Anders als im Zugang über Phänomene (s. Kap. 3.1.2) handelt es sich bei den ‚erklärungsbedürftigen (Ausgangs-)Situationen‘ von Reinhold (1996: 333) ausschließlich um konstruierte, aber im Ausgang ungewisse und – vornehmlich aus Sicht der Dozierenden bzw. der Lehrperson erklärungsbedürftige – Versuchsanordnungen mit physikalischen Apparaturen und Mechaniken, wobei die Lernenden herausfinden sollen, wie der jeweilige, meist undurchsichtige Aufbau funktioniert. Beispiele für solche erklärungsbedürftigen Versuchsanordnungen sind „Schwingende Teekessel“ (Reinhold 1996), „Der Blick ins Weinglas“ (Braun & Backhaus 2007) oder „Die rotierende (Farb-)Scheibe“ (ebd.).[82]

Nach Murmann und Krumbacher (2007: 294) erscheinen die Strukturelemente des Offenen Experimentierens, die Reinhold unterscheidet, „für den Grundschulunterricht adaptierbar bzw. übertragbar“ (ebd.), da „sich jedes dieser Elemente auch in aktuellen Vorschlägen für den Grundschulunterricht wieder findet. So arbeitet z. B. Landwehr – unabhängig von Reinhold – in der Praxis erfolgreich mit einer Phasierung, die sich in weiten Teilen mit den Elementen Reinholds deckt“ (ebd.). Diese Adaptierbarkeit und Übertragbarkeit der Struktur-/Phasenelemente des „Offenen Experimentierens“ (ebd.) aus der Naturwissenschaftsdidaktik der Sekundarstufen auf die Primarstufe muss m. E. kritisch hinterfragt werden. Zum einen im Hinblick auf die Fokussierung von Versuchsanordnungen (im Unterschied zu Phänomenen), zum anderen bzgl. der Differenzierung „normalwissenschaftlichen Experimentierens“ von einer *vorgelagerten* Explorierphase (s. a. Kap. 3.1.2).

Explorative Näherungen an Phänomene werden in Reinholds Modellierung (1996: 333) zwar als Strukturelement „Probieren und Spekulieren“ integriert, allerdings m. E. auf einen Zeitpunkt reduziert, der dem hypothesenprüfenden „normalwissenschaftliche[n] Experimentieren“ (ebd.) vorgelagert ist. Verglichen mit dem als ‚normal’wissenschaftlich titulierten hypothesenprüfenden Verfahren werden die explorativen Zugänge damit m. E. eindeutig abgewertet (s. Kap. 3.1.2 zur Rolle des Explorierens im Experimentierprozess).

Andere sekundarstufenfachdidaktische Ansätze gehen ebenfalls von einer Phrasierung des Experimentierprozesses aus, nehmen aber, anders als Reinhold (1996), eine schrittweise Öffnung der Teilschritte des Experimentierprozesses vor – ähnlich wie dies interna-

[82] Solche konstruieren Versuchsanordnungen, die für den Beobachter/die Beobachterin häufig nicht einsehbar sind, werden in der Naturwissenschaftsdidaktik der Sekundarstufen häufig auch als „Blackbox“ bezeichnet (vgl. Braun & Backhaus 2007). Unter „Blackbox“ wird dabei zumeist eine „verschlossene Kiste mit einem unbekannten inneren Mechanismus [verstanden]. Durch eine Variation des Inputs und der Beobachtung des folgenden Outputs wird das Aufstellen von Vermutungen über den inneren Aufbau der Blackbox ermöglicht“ (Koch et al. 2015: 94; Anm. d. V.).

tional im „Levels of Inquiry"-Kontinuum umgesetzt ist (s. Tab. 10). Anders als im Kontinuumsmodell, das recht grob die Teilschritte Frage-Vorgehen-Ergebnis unterscheidet und dabei m. E. Planungsschritte und die die Unterscheidung von Auswertung und Interpretation vernachlässigt (s. Kap. 3.2.2.2), betrachten z. B. Mayer und Ziemek (2006: 11f.), Höttecke (2010: 6ff.) oder Baur et al. (2020: 126) die Formulierung der Frage bzw. Hypothese sowie die Planung, Durchführung, Auswertung und Interpretation des Experimentes zur Beantwortung der Frage bzw. Überprüfung der Hypothese jeweils getrennt voneinander.

Auch **Priemer** (2011; s. Abb. 7) schlägt vor, Offenheit „in verschiedenen Phasen des Experimentierprozesses [zu] verankern. Zu diesen zählen z. B. [...] Fragestellung formulieren, Exploration, Hypothesenbildung, Planung, Aufbau, systematische Durchführung [...], Auswertung, Interpretation und Bewertung" (ebd.: 329). Anders als z. B. bei Mayer und Ziemek (2006: 11f.) oder Baur et al. (2020: 126) ist die Phase des Experimentierprozesses bei Priemer (2011) allerdings nur *eine* Dimension des Offenen Experimentierens. Zusätzlich definiert Priemer (2011) – im Prinzip ähnlich wie F. Peschel (s. Kap. 2.2.1) – verschiedene weitere „Dimensionen" des Offenen Experimentierens, die er jeweils „graduiert".

„Dimensionen" weist Priemer (2011: 325; Anm. d. V.] als voneinander nicht unabhängige, sondern aufeinander bezogene „Komponenten [eines Experiments aus], die sich öffnen lassen" und die entweder durch Schüler*innen (mit-)bestimmt bzw. ausgewählt oder von der Lehrkraft vorgegeben werden können. Um die Offenheit beim Offenen Experimentieren quantifizieren zu können, „graduiert" Priemer die Dimensionen zusätzlich. Mit „Graduierung" ist dabei die „Abstufung in der Offenheit" (ebd.: 330) einer Komponente gemeint, also die quantitative Ausprägung der Offenheit in der jeweiligen Dimension.

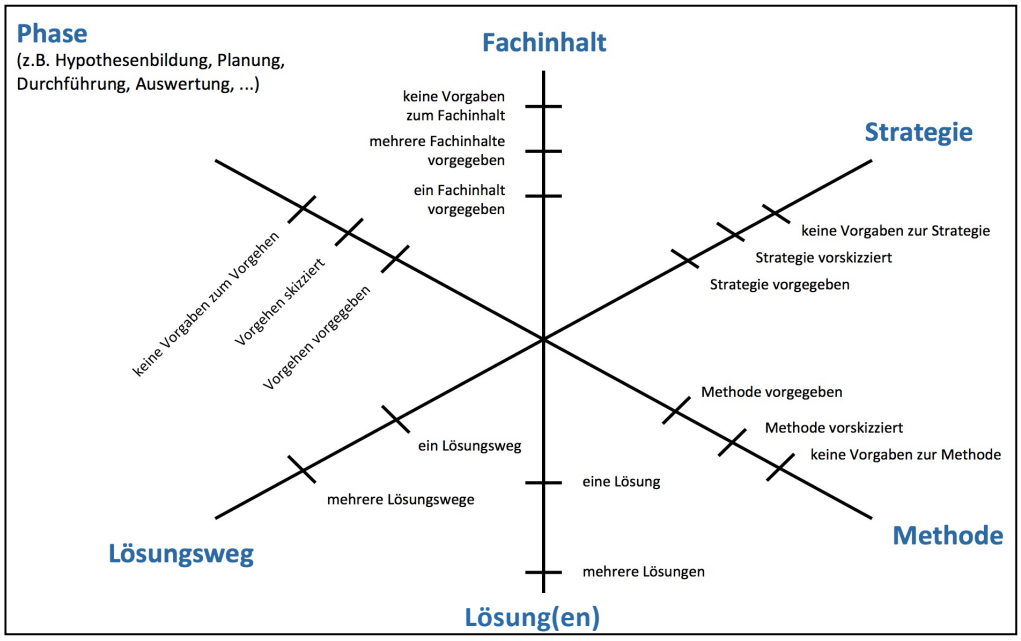


Abbildung 7: Dimensionierung und Gradierung des Offenen Experimentierens (Abbildung aus Priemer 2011: 325)

Die Dimension „Phase des Experimentierprozesses“ graduiert Priemer z. B. wie folgt: „keine Vorgaben zum Vorgehen“, „Vorgehen skizziert“, „Vorgehen vorgegeben“. Neben der „Phase“, bestimmt Priemer in seiner Modellierung fünf weitere Dimensionen (s. Abb. 7): Während „Strategie“ sich auf grundsätzliche Denk-, Vorgehens- und Herangehensweisen bezieht (z. B. Variablenkontrollstrategie), meint „Methode“ die konkrete Arbeitsweise zur Umsetzung einer Strategie (z. B. Auswahl geeigneter Geräte und Experimentiermaterialien). „Fachinhalt“ wird als konkreter inhaltlicher Kontext (z. B. Elektrolyse, Verbrennung) aus den Fachstrukturen bzw. Teilgebieten der jeweiligen Fachwissenschaft definiert. Schließlich lässt sich Offenheit nach Priemer „bzgl. der Anzahl der möglichen Lösungen (Graduierung: eine oder mehrere) und bzgl. der Anzahl der möglichen Lösungswege (Graduierung: einer oder mehrere) verwirklichen“ (Priemer 2011: 328).

Eine Graduierung bzgl. der „Phase des Experimentierprozesses“ nimmt Priemer nur *einmal für den ganzen Experimentierprozess* über alle Schritte hinweg (von der Formulierung der Fragestellung bis zur Bewertung; s. o.) *pauschal* vor. Mayer und Ziemek (2006: 11f.) dagegen differenzieren *jeweils einen* Offenheitsgrad zu jedem *einzelnen* der von ihnen bestimmten Teilschritte im Experimentierprozess (Frage/Hypothese, Planung, Durchführung, Auswertung, Interpretation). Mayer und Ziemek bestimmen die Offenheit beim „Offenen Experimentieren“, indem sie die Offenheit der verschiedenen Teilschritte des Experimentierprozesses getrennt voneinander graduieren und schließlich vergleichen bzw. aufsummieren. Daneben legen sie keine weitere Dimensionen Offenen Experimentierens fest. Priemer bestimmt die Offenheit beim „Offenen Experimentieren“ dagegen, indem er die Offenheit in verschiedenen Dimensionen des Offenen Experimentierens (Phase, Fachinhalt, Strategie, Methode, Lösungsweg, Lösungen) zunächst getrennt voneinander graduiert und in einem Diagramm (s. Abb. 7) abträgt. Mit einem Blick auf das Diagramm lässt sich erkennen, „auf welchen Dimensionen mit welcher Graduierung Offenheit vorliegt“ (Priemer 2011: 330).

Kritische Auseinandersetzung mit sekundarstufenfachdidaktischen Modellierungen: Die hier diskutierten sekundarstufenfachdidaktischen Modellierungen von Offenem Experimentieren (Reinhold 1996; Mayer & Ziemek 2006; Höttecke 2010; Priemer 2011) zielen m. E. vornehmlich darauf ab, „zu einer aus den Fachwissenschaften idealisierten Prozessstruktur“ (Bewersdorff et al. 2020: 111; vgl. auch Baur et al. 2020: 125) anzuleiten.

Mayer und Ziemek (2006) schlagen etwa eine Auswahl verschiedener Teilschritte des Experimentierprozesses vor: Frage, Hypothese, Planung, Durchführung, Auswertung und Interpretation. In dieser Auswahl der entsprechenden Teilschritte zeigt sich m. E. eine Verkürzung von Experimentieren auf die zielgerichtete Beantwortung einer Frage (s. Kap. 3.1.2). Die beiden Autoren lösen sich dabei nicht von einem eng verstandenen

hypothesenprüfenden Offenen Experimentier-Verständnis (s. Kap. 3.1.1). Auch Priemer (2011) legt seinem Dimensionierungsmodell ein hypothesenprüfendes Vorgehen zugrunde: Offenheit ließe sich „in verschiedenen Phasen des Experimentierprozesses verankern. Zu diesen zählen z. B. [...] Fragestellung formulieren, Exploration, Hypothesenbildung, Planung, Aufbau, systematische Durchführung [...], Auswertung, Interpretation und Bewertung“ (ebd.: 329; s. Abb. 7). Priemer integriert zwar „Exploration“ als eine Phase des Offenen Experimentierprozesses, die aber der „Hypothesenbildung“ und „systematische[n] Durchführung“ eines Experiments nur vorgelagert ist, ähnlich wie auch Reinhold (1996: 333) dies mit der Vorlagerung von Exploration vor das „normalwissenschaftliche Experimentieren“ konzeptualisiert. Diese Vorlagerung wertet aber explorative Näherungen m. E. deutlich ab, was für das Erlernen von realistischen naturwissenschaftlichen Verfahrensweisen und Experimentierprozessen in der Grundschule m. E. fatal ist (vgl. auch Murmann 2008; M. Peschel 2016; Köster 2018; s. Kap. 3.1.1; 3.1.2).

Sekundarstufen*fach*didaktische Modellierungen von Offenem Experimentieren (Reinhold 1996; Mayer & Ziemek 2006; Höttecke 2010; Priemer 2011) fokussieren folglich die Fachmethoden, aber auch die Fachinhalte des Fachunterrichts (vgl. zu dieser Einschätzung Lauterbach 2020: 65f.). Sie gehen primär von der jeweiligen Fachwissenschaft bzw. Fachdidaktik mit ihren Strukturen, Teil- und Sachgebieten aus und sind deshalb fachinhaltlich und fachmethodisch bzw. fachdidaktisch ausgerichtet. Sie verstehen die inhaltliche Offenheit als Öffnung eines dennoch vorgegebenen *Fachinhaltes* wie z. B. Licht bzw. Optik oder Elektrizität. Priemers höchster Gradierung des Fachinhalts („keine Vorgaben“) entspricht ein weiter abgesteckter Themenbereich, in dem die Schüler*innen eigenen Detailfragen nachgehen und dabei sämtliche Versuchsgeräte der Physiksammlung benutzen können, insofern sie mit dem Fachinhalt, als inhaltlichem Rahmen, weiterhin in einem unmittelbaren Zusammenhang stehen: „Ihr könnt jetzt versuchen, etwas über Licht herauszufinden“ (Priemer 2011: 333). „Inhaltliche Offenheit“ bei Priemer (2011) ermöglicht, selbst Experimente zu verschiedenen, aber vorgegebenen (physikalischen) *Teil*-Themengebieten im Rahmenthema, z. B. Optik, zu planen und durchzuführen.

Mit der Schwerpunktlegung auf physikalische Lehr-Lern-Prozesse von Sekundarstufenschüler*innen sind die Modellierungen von Reinhold (1996), Mayer und Ziemek (2006) oder Priemer (2011) nur bedingt anschlussfähig an die Bedingungen des Offenen Experimentierens für die Primarstufe bzw. den Sachunterricht, da dort inhaltliche Offenheit m. E. entweder *vielperspektivisch*, oder zumindest *monoperspektivisch* im Sinne der naturwissenschaftlichen Perspektive (GDSU 2013) grundlegen werden sollte, aber eben *nicht monofachlich*. Zudem sollte eine solche ‚sachunterrichtliche inhaltliche Offenheit‘ doppelt

anschlussfähig sein: „an die Lernvoraussetzungen [...], Fragen, Interessen und Lernbedürfnisse der Schülerinnen und Schüler“ (ebd.: 10) und „an das in Fachkulturen [bzw. Perspektiven; Anm. d. V.] erarbeitete, gepflegte und weiter zu entwickelnde Wissen“ (ebd.).

Die hier diskutierten sekundarstufenfachdidaktischen Modellierungen von Offenem Experimentieren (v. a. Mayer & Ziemek 2006; Höttecke 2010; Priemer 2011; Baur et al. 2020) können m. E. außerdem derart missverstanden werde, dass sich die Offenheit für einzelne Dimensionen des Offenen Experimentierens kategorial und voneinander unabhängig einschätzen ließe (vgl. Priemer 2011: 324f.; Baur et al. 2020: 126). Ein Isolieren und in Folge ggf. Untersuchen einzelner Dimensionen des Offenen Experimentierens ohne Berücksichtigung der übrigen Dimensionen des Offenen Experimentierens (s. Abb. 7) und weiterer Aspekte, z. B. der Aushandlung der Nutzung von materiellen, zeitlichen und räumlichen Ressourcen, „simplifiziert das komplexe Gewebe unterrichtlicher Wirkungsfaktoren in unzulässiger Weise“ (Ramseger 1985: 55f.; vgl. auch Gruschka 2007: 28). Offenes Experimentieren ist hochkomplex, da, in Anlehnung an Hartinger et al. (2006: 113) ausgedrückt, der „Zielzustand nur wenig klar definiert ist, kaum Kriterien verfügbar sind, um zu entscheiden, ob ein Ziel erreicht wurde [...] [und] es keinen festgelegten Satz von Handlungsanweisungen oder Techniken gibt, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen“ (s. a. Kap. 1).

> Die Komplexität bzw. „Totalität von organisierten [Lehr-]Lernprozessen [lässt] sich nicht anstandslos in verschiedene Dimensionen aufspalten“ (Ramseger 1985: 23; Anm. d. V.). „Es besteht kein Zweifel, daß [sic!] alle [...] Dimensionen von Offenheit wechselseitig aufeinander bezogen sind. Einschränkungen der Offenheit in einer Dimension werden immer auch Folgen für die anderen Dimensionen nach sich ziehen“ (ebd.: 26).

Die Dimensionen des Offenen Experimentierens können und sollten deshalb m. E. nicht unabhängig voneinander betrachtet werden: In Priemers Modellierung (2011: 325) z. B. wird *ein* bestimmter Fachinhalt, z. B. das Entstehen von Ozon an der Oberfläche einer Plasmakugel (vgl. Uhlmann et al. 2010), entweder eindeutig vorgegeben oder dieser Fachinhalt steht *neben anderen* zur Wahl, z. B. zudem ‚Plasma als vierter Aggregatzustand‘, ‚elektrische Felder und Leitfähigkeit‘ oder ‚Gasentladungen‘ (vgl. ebd.). Alternativ kann es *keine Vorgaben* zum Fachinhalt geben. Die eindeutige Vorgabe des Fachinhaltes entspricht bei Priemer einer geringen inhaltlichen Öffnung, die Auswahl unter mehreren Fachinhalten entspricht einer moderaten inhaltlichen Öffnung. Werden keine Vorgaben zum Fachinhalt gemacht, charakterisiert Priemer dies als hohe inhaltliche Öffnung.

Ist der Fachinhalt jedoch eindeutig festgelegt, begrenzt dies die Auswahl möglicher Bearbeitungswege. Sind dagegen mehrere Fachinhalte vorgegeben oder wird auf eine inhaltliche Festlegung verzichtet, gibt es ein insgesamt größeres Repertoire denkbarer methodischer Annäherungen. Dies hängt mit dem „Implikationszusammenhang“ (Ramseger 1985:

267) von Inhalt und Methode zusammen: Ein eindeutig vorgegebener Fachinhalt, z. B. die Brennbarkeit eines Kerzendochtes, impliziert bestimmte Bearbeitungswege, z. B. die systematische, kontrollierte Durchführung von Brennproben. Wird dagegen nur noch *ein Rahmenthema* vorgegeben (z. B. Was brennt an einer Kerze?), sind mehrere Vorgehensweisen und methodische Näherungen möglich. Die methodische Offenheit beim Offenen Experimentieren kann deshalb nicht isoliert betrachtet werden, sondern muss angesichts der inhaltlichen Wahlmöglichkeiten eingeschätzt werden. Methodenentscheidungen hängen von den konkreten Inhalten ab, da „die Aneignungslogik der Schüler [...] in einem Verhältnis zur Logik der Sache steht" (Gruschka 2011: 358) und deshalb über die Methode „nur individuell und im jeweiligen Bezug" (ebd.) zum Inhalt entschieden werden kann

Werden jedoch, wie z. B. bei Priemer (2011), einzelne Dimensionen des Offenen Experimentierens losgelöst voneinander fokussiert, wird die Multidimensionalität des Offenen Experimentierens (s. Kap. 1) vernachlässigt. Die einzelnen Dimensionen des Offenen Experimentierens bedingen einander, sind aufeinander bezogen und interferieren miteinander (vgl. Katz & Assor 2007: 439). Priemer (2011) fokussiert aber v. a. die Dimensionen der methodischen Offenheit und der inhaltlichen Offenheit. Dagegen nimmt er eine Dimension organisatorischer Offenheit, wie sie z. B. auch von F. Peschel definiert wird (s. Kap. 3.2.1), dezidiert *nicht* in seine Dimensionierung Offenen Experimentierens auf. Er begründet dies damit, dass die organisatorischen Rahmenbedingungen (z. B. Sozialform, Zeitdauer, Bearbeitungsreihenfolge) für die fachinhaltlichen und fachmethodischen Auseinandersetzungen im Experimentierprozess zu vernachlässigen sind, da in den organisatorischen Rahmenbedingungen „der Bezug zum Fachinhalt in den Hintergrund tritt" (ebd.: 322f.). Neben der organisatorischen Offenheit lässt Priemer auch die „soziale und persönliche Offenheit [...] unberücksichtigt, um den Fokus auf inhaltliche Aspekte zu beschränken" (ebd.: 333; Herv. d. V.). Diese „Abkopplung" der methodischen und inhaltlichen Offenheit von der organisatorischen Offenheit und den Dimensionen der Kommunikation und Interaktion (soziale, persönliche Offenheit) lässt sich aus grundschulpädagogischer und grundschulfach-didaktischer Perspektive kritisieren (vgl. Müller-Naendrup 2013; M. Peschel 2014; s. Kap. 3.2.2.5), was ich im nächsten Kapitel darstellen werde.

Sachunterrichtsdidaktische Ansätze „Offenen Experimentierens" (M. Peschel 2016; vgl. auch Köster 2018; Schütte 2019), auf die ich mich dabei beziehe, bilden die Komplexität und Multidimensionalität des Offenen Experimentierens m. E. adäquater ab als die sekundarstufendidaktischen Ansätze, indem sie mehrere Dimensionen des Offenen Experimentierens gleichzeitig grundlegen, und nicht durch eine Isolation einzelner Dimensionen des Offenen Experimentierens das ‚Offene Experimentieren als Ganzes' aus dem Blick verlieren.

3.2.2.5 Konzepte „Offenen Experimentierens“ (Primarstufe)

Bezogen auf die Primarstufe gibt es Ansätze Offenen (Grundschul-)Unterrichts, die beinhalten, dass im Rahmen des Offenen (Grundschul-)Unterrichts *u. a. auch* experimentiert wird (vgl. z. B. Ramseger 1985; Claussen 1996; F. Peschel 2019). Problematisch an diesen Ansätzen ist jedoch m. E. die „Vernachlässigung fachdidaktischer Aspekte“ (Lipowsky 2002: 145; vgl. auch Bohl & Kucharz 2010: 45). Dies betrifft m. E., neben der fachdidaktischen Legitimation bestimmter Inhalte, vornehmlich folgende Punkt:

- Auswahl, Zugänglichkeit und Anordnung von (Experimentier-)Materialien
- Gestaltung und Integration von (Experimentier-)Räumen (Laborbegriff)
- Konstruktion entsprechender (geöffneter und offener Experimentier-)Aufgaben, die, anders als Schritt-für-Schritt-Anleitungen, eine Offenheit bzgl. fachspezifischer Methoden und Vorgehensweisen (z. B. beobachten, explorieren) adressieren.

In diesen bisherigen o. g. grundschul*pädagogischen* Ansätzen (Ramseger 1985, Claussen 1996, F. Peschel 2019), die experimentieren zwar beinhalten, aber fachdidaktische Aspekte vernachlässigen, fehlt m. E. insbesondere ein Zwischenschritt methodischer Öffnung, der vorbereitete, durchstrukturierte Schritt-für-Schritt-Anleitungen und Versuchsanordnungen übersteigt und zwischen rein organisatorischer und (scheinbar) vollständiger inhaltlicher Öffnung vermittelt. Dieser Zwischenschritt muss m. E. von grundschul*fachdidaktischen* Ansätzen (M. Peschel 2016; Köster 2018; Schütte 2019) geleistet werden, die (Experimentier-)Aufgaben implementieren, die eine Offenheit bzgl. fachspezifischer Methoden beinhalten. Ohne Konstruktion entsprechender Aufgaben bleibt unklar, „wie im Umgang mit konkreten fächerspezifischen [...] Aufgaben eine Öffnung“ (Bohl & Kucharz 2010: 45) in methodischer Hinsicht möglich ist. Diese fachdidaktische Unklarheit ist meine zentrale Kritik an F. Peschels Modellierung (s. Kap. 3.2.1).

Ferner sollten die von Ansätzen der Sekundarstufen (z. B. Reinhold 1996; Mayer & Ziemek 2006; Priemer 2011; s. Kap. 3.2.2.4) vernachlässigten Zusammenhänge zwischen der organisatorischen, sozialen und persönlichen Offenheit einerseits und der methodischen und inhaltlichen Offenheit andererseits in grundschulfachdidaktischen Wendungen Offenen Experimentierens m. E. besonders berücksichtigt werden. *Grundschulfachdidaktische* (hier: sachunterrichtsdidaktische) Näherungen an Offenes Experimentieren (M. Peschel 2016; Köster 2018; Schütte 2019) verstehen Offenes Experimentieren damit in einem umfassenderen Sinne als die in Kapitel 3.2.2.4 kritisierten *sekundarstufendidaktischen* Ansätze. Sie verstehen Offenes Experimentieren aber gleichzeitig spezifischer und fachorientierter als die hier anfangs besprochenen *grundschulpädagogischen* Ansätze Offenen Unterrichts, in dem u. a. auch ‚irgendwie‘ experimentiert werden kann.

> „Wenn man die Entwicklungen der Fachdidaktiken und Erkenntnisse der Grundschulpädagogik einbezieht, gelangt man zu Experimentierformen für die Grundschule, die Öffnung umfassender verstehen als eine organisatorische Öffnung in Form eines Werkstattunterrichts oder eines Stationenlernens, bei dem nur die Wahl der [...] Aufgabe oder die Wahl der Bearbeitungszeit möglich ist, sondern [die] eigene Lernwege zulassen bzw. einfordern" (M. Peschel 2009a: 270).

‚Experimentieren an Stationen' oder ‚Experimentieren als Werkstattunterricht' stellen – wie Wedekinds Lerngärten (Arbeitsplan-, Stations- und Buffetmodell; s. Kap. 3.2.2.3) – verschiedene organisatorische Umsetzungsformen des Experimentierens im Unterricht dar. Diese Umsetzung betrifft primär die Oberflächenstruktur des Unterrichts bzw. die Dimensionen der Wissensaneignung (z. B. die die Wahl der Sozialform und der Bearbeitungsreihenfolge von Aufgaben; s. Kap. 3.2.1). Die organisatorische Offenheit der Lehr-Lern-Situation korreliert aber nicht mit einer Veränderung hinsichtlich der methodischen und inhaltlichen Dimensionen des Experimentierens, wenn die Lerninhalte, -ziele und -wege an den Stationen bzw. in den Aufträgen der Werkstatt weiterhin vorgegeben werden und ein individuelles Vorgehen nicht vorgesehen ist (s. Kap. 4 für Beispiele hierzu).

Köster (2006; 2018) hat mit dem „Freien Explorieren und Experimentieren" (FEE) ein sachunterrichtsdidaktisches Konzept begründet, das u. a. von **Schütte** (2019) aufgegriffen wurde. FEE basiert auf dem diskutierten Ansatz Offenen Unterrichts (F. Peschel 2019; s. Kap. 3.2.1), wird jedoch bereichsspezifisch für naturwissenschaftsbezogenes Lernen in der Grundschule um- und eingesetzt. Das Konzept des FEE umfasst interessengeleitetes, forschendes und weitgehend selbstbestimmtes naturwissenschaftsbezogenes Lernen in der „aktive[n] Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Phänomenen" (Köster et al. 2022: 236; vgl. auch Köster & Mehrtens 2020: 121).[83]

Die Bezeichnung FEE beinhaltet „die beiden Hauptmerkmale des Handelns der Kinder im Rahmen von FEE, das Explorieren und das Experimentieren" (ebd.: 122).[84] Den Kindern wird eine ‚freie' experimentierende Auseinandersetzung mit Phänomenen „ohne Anleitung, Anregung oder Belehrung" (Köster 2018: 37) und unter besonderer Berücksichtigung explorativer Näherungen (s. a. Kap. 3.1.2; 4.3) ermöglicht. Als frei wird FEE gekennzeichnet, „weil es bezüglich der didaktischen Planung des Unterrichts und der Handlungsmuster der Kinder auf Selbstbestimmung basiert" (Köster & Mehrtens 2020: 122;

[83] Köster rekurriert hinsichtlich des Interessenbegriffs v. a. auf die Arbeiten von Hartinger (1997) und die Personen-Gegenstand-Konzeption von Krapp und Prenzel (1992). Selbstbestimmtes Lernen definiert Köster unter Rückgriff auf Deci und Ryan (1993). Köster (2018: 66) versteht „Selbstbestimmung auf Seiten der Kinder im schulischen Kontext [...] als die Möglichkeit, Entscheidungen über Inhalte und Ziele selbst zu treffen". Sie bezieht außerdem „die Entscheidungsfreiheit der Kinder im Hinblick auf die methodische und soziale Gestaltung mit ein: Arbeits- und Verfahrensweisen, Entscheidungen über soziale Kommunikationsstrukturen und darüber, ob Arbeitsergebnisse dokumentiert oder kontrolliert werden sollen" (ebd.). Hinsichtlich des forschenden Lernens verweist Köster u. a. auf Hempel (2001).

[84] Zum Verhältnis des Explorierens und des Experimentierens in Kösters Ansatz – v. a. auch im Vergleich zu anderen Ansätzen von z. B. Hartinger, Möller, Murmann oder M. Peschel – verweise ich auf die Kap. 3.1.2 und 4.5.

zum Selbstbestimmungsbegriff bei Köster s. Fußnote 84). ‚Frei' bezieht sich dabei „in erster Linie auf die Auseinandersetzung mit den Materialien" (Schütte 2019: 60) sowie auf das Vorgehen in der Auseinandersetzung mit den Phänomenen. ‚Frei' bezieht sich in FEE „zum Teil aber auch auf die Gegenstandsbestimmung" (ebd.) naturwissenschaftsorientierten Lernens. Dies umfasst – in der Nomenklatur Falko Peschels – neben der grundlegenden organisatorischen Öffnung eine methodische *und* inhaltliche Öffnung sowie in Teilen auch eine soziale Öffnung bzw. Klassenselbstverwaltung: „Strukturen Offenen Unterrichts sind hier hilfreich, da sie [...] die Kommunikation der Kinder untereinander fördern" (Köster & Mehrtens 2020: 122; vgl. auch Bohl & Kucharz 2010; F. Peschel 2019).

Eine „Experimentierecke, die von den Kindern selbst eingerichtet wird, bildet ein zentrales Element von FEE-Lernumgebungen" (Köster & Mehrtens 2020: 122; s. Kap. 4.3). „Ein zentraler Anspruch von FEE ist in diesem Zusammenhang, „obwohl es sich um eine didaktische Situation handelt, dass das Material so wenig wie möglich didaktisch aufbereitet wird" (Schütte 2019: 115), weshalb v. a. Alltagsmaterialien zum Einsatz kommen.

M. Peschel geht in seiner Konzeption von dem Pleonasmus ‚Offenes Experimentieren' aus: Wie ich bereits einleitend im Rahmen meiner begrifflichen Vorbemerkungen in Kapitel 1 geschrieben habe, erfolgt Experimentieren in den Naturwissenschaften prinzipiell ergebnisoffen und methodisch divergent. Es gibt beim Experimentieren immer mehrere Vorgehensweisen und alternative Möglichkeiten (vgl. Heidelberger 2005; Höttecke 2010; Rheinberger 2019; s. Kap. 3.1.1), was nach Mach (2004: 202) als „Methode der Variation" Kernelement des Experimentierens ist. Wenn M. Peschel (2009a: 269) trotz dieses pleonastischen Charakters den Begriff ‚Offenes Experimentieren' nutzt, betont dies m. E., dass Schulunterricht eben häufig nicht von dieser Ergebnisoffenheit und methodischen Divergenz des Experimentierprozesses ausgeht (vgl. ebd.; Röhl 2015: 175). Vielmehr überwiegen im Schulunterricht Formen des angeleiteten, gesteuerten Versuchedurchführens (vgl. z. B. Ohle et al. 2011; Köster et al. 2011; Gebauer & Herbst 2020; s. Kap. 5.3).

> „Anders als im Labor operiert der Schulunterricht nicht mit [dieser] Offenheit [der Experimente und des Experimentierprozesses] [...]. Kanonisiertes Wissen soll reproduziert werden. Dementsprechend abgesichert und eingeschränkt sind die Dinge in den schulischen Varianten der Naturwissenschaften" (Röhl 2015: 175; Anm. d. V.).

M. Peschel (2014: 72; 2016: 120) beschreibt „Offenes Experimentieren" dagegen als Forderung zur Veränderung des Experimentierens hin zu eigenen, selbstkonstruierten Erkenntnissen der Schüler*innen. Selbstlernkonstruktionen[85] (M. Peschel 2016: 123),

[85] Die Reflexivität im Begriff ‚*Selbst*-Lern-Konstruktion' weist darauf hin, dass ohne Aktivität des Subjekts „weder Selbstbilder noch Weltbilder zustande kommen" (Schäfer 2001: 89). „Der Mensch wird eben nicht gebildet, sondern

bei denen diese „anhand eigener Interessen ihre eigenen Fragen entwickeln und diese selbständig in eigener Vorgehensweise bearbeiten und über diese Vorgehensweise mit anderen kommunizieren“ (Kelkel et al. 2025: 515), stehen bei M. Peschel im Zentrum des Offenen Experimentierens. Dies beinhaltet ausdrücklich eine „Abwendung von der Zielfokussierung des Lehrers“ (M. Peschel 2009c: 268).[86] Ansätze „Offenen Experimentierens“ erlauben nach M. Peschel „nicht nur den Lehrerweg als einzig richtige Erkenntnismethode“ (M. Peschel 2014: 72). Offenheit bedeutet vielmehr, eigene Zugänge, Aneignungsmethoden, Lösungswege, Vorgehensweisen und Lernziele der Schüler*innen zuzulassen und auszuhalten, dass Lernwege und Lerninhalte ggf. nicht in einer vorab von der Lehrperson geplanten und determinierten Form bearbeitet werden (vgl. M. Peschel 2009c: 270).

Wenn aber nun beim Offenen Experimentieren bestimmte Vorgehensweisen im Hinblick auf die Sachauseinandersetzung und ein klares Ziel nicht mehr im Vordergrund feststehen, „kann nicht ein ‚Königsweg‘ vermittelt [werden], sondern individuelle Lernwege und Erkenntnisse“ (M. Peschel 2016: 122), Planungs-, Durchführungs- und Auswertungsprozesse der Schüler*innen müssen beim Offenen Experimentieren berücksichtigt werden. Dies bedeutet zugleich eine „Umorientierung von der Wissensvermittlung hin zur Begleitung von Lernprozessen“ (Diener & Peschel 2019: 12). Die Lehrperson begleitet den Experimentier- *und* Lernprozess und muss dabei auch die o. g. „Umwege, ggf. auch Frustrationen, in Kauf nehmen und zwar so, dass die Lernenden zu eigenen Erkenntnissen gelangen“ (ebd.). Impulse von außen können hierbei „erst nach dem Erfassen und Verstehen der kindlichen Interessen und Themen sinnvoll angeschlossen werden“ (Kieselhorst et al. 2013: 30; vgl. auch M. Peschel 2016; Kihm & Peschel 2020b).

‚Offenes Experimentieren‘ nach M. Peschel (2009b; 2016) beinhaltet ein weitergefasstes, prozessorientierteres Experimentierverständnis als die von mir kritisieren sekundarstufendidaktischen Ansätze (s. Kap. 3.2.2.4) oder als das übliche und verbreitete Versuchedurchführen im 7G-Experimentalunterricht (s. Kap. 3.2.2.1), die Experimentieren oft gleichsam auf die zielgerichtete, hypothesengesteuerte Beantwortung einer Frage verkürzen. Bei M. Peschel (2009b; 2016) dagegen sind die Phänomenbegegnung, das eigene Wahrnehmen von Phänomenen, die explorativen Näherungen an Phänomene und ggf. nicht-zielführendes Vorgehen immanent Teil des Experimentierprozesses (s. Kap. 3.1.2.4).

---

er bildet sich, und zwar [...] in der reflexiven Auseinandersetzung mit sich, der Welt und in der Diskussion mit anderen Menschen“ (Dörpinghaus 2009: 5; vgl. auch Schütte 2019: 29f.). Dieses Verständnis löst transmissive Vorstellungen naturwissenschaftsorientierter Bildungsprozesse ab: „von der Vermittlung als Anpassung des Schülers an ein vorgefasstes Lernziel zur Aneignung als subjektive Durcharbeitung einer Sache“ (Gruschka 2011: 52).

[86] Diese Abwendung von der Zielfokussierung der Lehrperson kann m. E. als „Orientierung an den lernenden Personen und weg von den Lehrenden“ (Gervé 2002: 178f.) gedeutet werden. Die lernenden Personen – und nicht vorgegebene Lehrziele – sind demnach die „Bezugspunkte didaktischen Handelns“ (ebd.: 179) beim Offenen Experimentieren.

M. Peschel gibt „Variationen und Abstufungen von Öffnung bzw. Öffnungsgrade“ (M. Peschel 2009a: 268) an. Sein Verdienst liegt darin, die Dimensionen und daraus abgeleiteten Stufen der Implementation des Offenen Unterrichts, die in der Allgemeinen Grundschulpädagogik (F. Peschel 2002; 2019) entwickelt wurden, fachdidaktisch zu wenden und konkret auf Experimentieren zu beziehen. Damit liefert M. Peschel die m. E. bislang fehlende fachdidaktische Begründung für eine Öffnung des Unterrichts in Abhängigkeit von fachspezifischen Inhalten und Methoden (s. Kap. 3.2.1; vgl. Nießeler 2020: 116; Scheerer-Neumann 2020: 103). Allerdings legt er die fachdidaktische Begründung nur für die ersten drei Dimensionen vor (organisatorische, methodische, inhaltliche Offenheit), da nach Aussage von M. Peschel (2009a: 269) ‚nur‘ diese „drei [Dimensionen der Wissensaneignung] für den experimentellen Zugang bedeutsam sind“ (Anm. d. V.).[87]

Während F. Peschel (2019: 207) die organisatorische Öffnung als „Pseudoöffnung“ nur auf der untersten Stufe des Implementierungsmodells ansiedelt (s. Kap. 3.2.1) und Priemer (2011: 333) die organisatorische Öffnung in seiner Modellierung gar nicht berücksichtigt (s. Kap 3.2.2.4), wertet M. Peschel (2014: 73) die „organisatorische[.] Öffnung aus fachdidaktischer Sicht dennoch [als] immanent wichtig“ (M. Peschel 2014: 73). Konkret auf Experimentieren bezogen, begründet er die organisatorische Öffnung damit, dass Rahmenbedingungen, wie die Wahl der Bearbeitungsreihenfolge oder der Sozialform und die freie Einteilung der Zeit, das methodische Vorgehen und die inhaltlichen Entscheidungen beim Experimentieren deutlich beeinflussen (vgl. ebd.; s. Kap. 5.7.5).

> Ein Beispiel für den Zusammenhang zwischen der Organisation des Experimentierens (organisatorische Offenheit) und dem Experimentierprozess (methodische Offenheit) findet sich in M. Peschel (2009c: 25): Für die „Entscheidung, ob allein oder gemeinsam experimentiert“ wird, gibt es verschiedene Einflussfaktoren, die teils mit dem Experimentierprozess und teils mit „anderen, übergeordneten Lern- und Erziehungszielen“ (ebd.) wechselwirken. Häufig sind es z. B. „Kinderwünsche“ (ebd.) oder der Wunsch der Lehrperson, das soziale Miteinander der Schüler*innen zu fördern (vgl. auch Diener & Peschel 2019), „die zu einer Zusammenarbeit führen, obwohl eine gemeinsame Arbeit“ (M. Peschel 2009c: 25) aus inhaltlich-methodischen Gründen nicht zwingend erforderlich oder ggf. sogar hinderlich ist: „Der zentrale Punkt beim Experimentieren, das Beobachten, ist immer ein individueller Vorgang [...]. Die Kinder sollen und müssen zunächst allein beobachten und sich [erst] dann über ihre Beobachtungen austauschen“ (ebd.). Die Möglichkeit, sich selbst für eine Sozialform zu entscheiden, beeinflusst m. E., wieweit diese Bedürfnisse (individuelles Beobachten, gemeinsamer Austausch) erfüllt werden. Die Möglichkeit, sich Partner selbst auszusuchen, wirkt sich auch deshalb auf das methodische Vorgehen aus, weil die Partnersuche nicht nur von Freundschaften und Sympathien abhängt (vgl. Naujok 2002), sondern auch von Kompetenzerwartungen (‚Du hast das schon hinbekommen, kannst du mir dabei helfen?‘) und gemeinsamen Interessen (vgl. Kihm & Peschel 2021a; 2021c).

[87] M. Peschel weist darauf hin, dass jede der drei Dimensionen „in Stufengrade geteilt von ‚nicht vorhanden‘ (Stufe 0) bzw. ‚Ansatzweise offen‘ (Stufe 1) bis zu ‚Weitestgehend‘ (Stufe 5)“ (M. Peschel 2009a: 269f.) geteilt werden kann. Diese Skalierung entspricht der Matrix, die F. Peschel für die fünf Dimensionen Offenen Unterrichts vorgelegt hat (s. Kap. 3.2.1; Tab. 9). Da M. Peschel (2009a) die Skalierung in der Folgezeit nicht mehr ausgearbeitet hat, beschränken sich die folgenden Ausführungen in diesem Kapitel auf seine fachdidaktische Wendung der ersten drei Dimensionen.

M. Peschel (2009a: 270) versteht Öffnung in Bezug auf Experimentierformen im Grundschulunterricht „umfassender [...] als eine organisatorische Öffnung". Für M. Peschel (ebd.) umfasst Öffnung eine „weitergehende Vermeidung von vorgefertigten Methoden und Inhalten" (M. Peschel 2016: 124). Er plädiert dafür, beim Offenen Experimentieren im Grundschulunterricht verstärkt Experimentierformen umzusetzen, die eigene Zugänge zu Phänomenen, d. h., eigene Lernziele und „Lernwege[,] zulassen bzw. einfordern" (M. Peschel 2009a: 270).

Die methodische Öffnung legitimiert F. Peschel (2019) – als Maßnahme zur Individualisierung bzw. Differenzierung des Lernens der Schüler*innen – v. a. (grundschul-)pädagogisch (s. Kap. 3.2.1). Eine fachdidaktisch begründete methodische Öffnung findet sich z. B. Anfang der 1990er-Jahre in der Mathematikdidaktik: Zur Entwicklung prozessbezogener mathematischer Kompetenzen forderte Shimada (1997), das ‚Türmchenrechnen' und anderen Repetieraufgaben zu überwinden, und schlug stattdessen eine methodische Öffnung der Mathematikaufgaben durch „open ended problems" und „multiple corrects answers" vor, die vorgegebene Lösungswege und Lösungen reduzieren (vgl. auch Ruf & Gallin 2005).

Bezogen auf naturwissenschaftlich-orientierten Sachunterricht begründet auch M. Peschel (2009a) die methodische Öffnung fachdidaktisch und adressiert dabei v. a. die Entwicklung bzw. Planung eigener Experimente durch Schüler*innen sowie das Anpassen des eigenen Vorgehens an (Zwischen-)Erkenntnisse. Solche Planungs- und Anpassungselemente entfallen bei der organisatorischen Öffnung durch klare Vorgabe eines Bearbeitungsweges in Form der Schritt-für-Schritt-Anleitungen. Die methodische Öffnung dagegen fordert explizit die (eigene) Entwicklung fachspezifischer Methoden. Aus fachdidaktischer Sicht liegt die Legitimation methodischer Öffnung demzufolge darin, die Mit- bzw. Selbstbestimmung bzgl. Vorgehensweise beim Experimentieren selbst zum unverzichtbaren Bestandteil des (Offenen) Experimentierens zu machen (vgl. M. Peschel 2014): „Naturwissenschaftliche Forschung braucht [...] Freiräume" (Arnold 2012: 9) bzw. „Möglichkeitsräume" (Höttecke & Rieß 2015: 133), die sich etwa in der „Methodenwahl" (Arnold 2012: 9), in der Unbestimmtheit des methodischen Vorgehens und in einer „Ergebnisoffenheit" (Köster 2010: 255) konkretisieren (vgl. Heidelberger 2005: 202f.; Amann 2008: 19f.; Krull 2014: 271f.).

> „Zum Experimentieren gehört das *Ausprobieren verschiedener alternativer Möglichkeiten*. Im Unterschied zum bloßen Beobachten überlegt der Experimentator sich, welche *Möglichkeiten der Variation* der Bedingungen er durch bestimmte Experimentanordnungen besitzt und *wählt aus verschiedenen Möglichkeiten* der Phänomenveränderungen aus" (Heidelberger 2005: 202; Herv. d. V.; s. a. Kap. 3.1.2.4).

Wenn Experimentieren allerdings ergebnisoffen ist und methodisch variabel bzw. unbestimmt erfolgt (vgl. Heidelberger 2005: 202f.; Amann 2008: 19f.; Köster 2010: 255; Krull 2014: 271f.), müssen die Inhalte mehr oder weniger unbestimmt bzw. eine „Themen-

wahl“ (Arnold 2012: 9) möglich sein. Was m. E. argumentativ aus dem Implikationszusammenhang von Methode und Inhalt folgt (s. Kap. 3.2.1), nutzt M. Peschel (2016), ausgehend von einem spezifischen Experimentierverständnis (s. Kap. 3.1.2) als grundschulfach- bzw. sachunterrichtsdidaktische Begründung für eine inhaltliche Öffnung.

Die inhaltliche Öffnung lässt sich aber auch allgemeindidaktisch bzw. (grundschul-) pädagogisch mit Verweis auf Theorien interessengeleiteten Lernens (z. B. Schiefele & Wild 2000) und auf Motivationstheorien (z. B. Deci & Ryan 1993) legitimieren: „Man lernt am schnellsten und einfachsten [...], wenn man sich selber für einen Gegenstand interessiert“ (F. Peschel 2019: 89). Diese Begründung konfligiert ggf. mit dem Anspruch und der Legitimation der Fachdidaktik, „nach fachgeeigneten, also fachgemäßen und fachlich repräsentierbaren Gegenständen für den Unterricht [zu] suchen“ (Lauterbach 2020: 66). Priemer (2011) legt inhaltliche Offenheit aus einer sekundarstufendidaktischen Sichtweise deshalb m. E. ‚nur‘ als Öffnung innerhalb eines *vorgegebenen Fachinhaltes* wie z. B. Licht bzw. Optik oder Elektrizität, als inhaltlichem Rahmen, aus (s. Kap. 3.2.2.4). Wie bereits dargelegt, muss eine inhaltliche Offenheit für die Primarstufe bzw. den Sachunterricht in meinen Augen dagegen viel- oder zumindest monoperspektivisch, aber nicht monofachlich sein. Eine grundschulfachdidaktische bzw. sachunterrichtsdidaktische Sichtweise muss zudem aus dem Anspruch heraus argumentieren, „die in der Welt vorhandenen Sachen darauf [zu prüfen], ob sie sich von Kindern welt- und selbstbildend erschließen lassen“ (Lauterbach 2020: 66; vgl. auch Köhnlein 2012: 187ff.; Kosler 2016: 160). Dieser bildungsorientierte Anspruch muss wiederum mit der o. g. Begründung, ein interessengeleitetes Lernen zuzulassen, in Einklang gebracht werden (vgl. auch Grygier & Hartinger 2013), um die zuvor bereits eingeforderte doppelte Anschlussfähigkeit (GDSU 2013: 10) einzulösen.

M. Peschel (2009a: 269) legitimiert, wie bereits angemerkt, nur die ersten drei Dimensionen von F. Peschel (s. Kap. 3.2.1), nämlich die Dimensionen der Wissensaneignung bzw. Erkenntnisgewinnung, aus einer fachdidaktischen Sicht. Dabei gilt: Je offener das Experimentieren, desto weniger fixiert sind die Inhalte und Methoden sowie die Organisation der Erkenntnisgewinnung. Gleichzeitig lässt sich Offenes Experimentieren m. E. ohne soziale (Klassenselbstverwaltung) und persönliche Offenheit (eine auf Beteiligung der Schüler*innen abzielende Interaktions- und Kommunikationsgestaltung) nicht vernünftig konzeptualisieren (vgl. auch Benner & Ramseger 1981: 28; Benner 2015: 189f.).

Die soziale Öffnung hinsichtlich der Gruppenselbstverwaltung (s. Tab. 8, Dimension 4) ist m. E. gerade *aus fachdidaktischer Sicht* von sehr großer Bedeutung: Bei der Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten müssen diverse z. B. methodische oder inhaltliche Entscheidungen mit den Mit-Experimentator*innen ausgehandelt wer-

den (vgl. auch Hacking 1996; Pernkopf 2006; Rheinberger 2019). „Erkenntnisproduktion ist unhintergehbare soziale Praxis. Mit der Einsamkeit [...] des Wissenschaftlers in der Vorstellung [...] kontrastiert das soziale, kommunikative Geschehen im Forschungslabor“ (Amann 2008: 31), das mögliche Konfliktlösungen innerhalb des Forschungsteams einschließt. „Dieser Prozess des Anerkennens und Aushandelns wird aber im Schulunterricht durch stark vorstrukturierte Routinen der Erzeugung [...] und Interpretation von Effekten systematisch ausgeschlossen“ (Höttecke & Rieß 2015: 131).

Die Art und Weise, wie im Schulunterricht experimentiert wird, suggeriert meist eher die Einsamkeit von Forscher*innen und erklärt Prozesse der Erkenntnisgewinnung häufig aus einer erkenntnistheoretischen Binnenlogik (vgl. Amann 2008; Höttecke 2008). Auch folgt die Entscheidung für ein gemeinsames oder alleiniges Vorgehen beim Experimentieren im Schulunterricht häufig „nicht in erster Linie den fachlichen oder fachdidaktischen Forderungen, sondern ergibt sich aus anderen, übergeordneten Lern- und Erziehungszielen“ (M. Peschel 2009c: 25; s. o.), wie gegenseitige Rücksichtnahme oder Toleranz. *Fachdidaktische* Argumentationen einer Zusammenarbeit würden dagegen z. B. den Vergleich individueller Beobachtungen, den Dialog hin zu einem intersubjektiv gültigen Ergebnis oder eben die fachlichen Qualifikationen der Mitschüler*innen adressieren. Insgesamt sollte m. E. diese kulturelle, „soziale und historische Einbettung, die Prozesse der praktischen Herstellung wissenschaftlichen Wissens“ (Amann 2008: 20; vgl. auch Latour 2010) viel stärker im Schulunterricht berücksichtigt werden. Wissenschaftliche Erkenntnisse sind immer in „sozialen Prozess[en] herbeigeführte Konstrukte von Wissenschaftlern [sic!]“ (Heinicke 2012: 42; vgl auch Furtak et al. 2012: 305).

Experimentell gewonnene Erkenntnisse sind stets Resultate sozial-kommunikativer Interaktionsprozesse (vgl. Pernkopf 2006; Latour 2010), was sich m. E. in einer sozialen Öffnung des Experimentierens im Schulunterricht widerspiegeln sollte. Dies entspricht der von mir eingeforderten fachdidaktischen Begründung der sozialen Dimension ‚Offenen Unterrichts‘, die weder F. Peschel noch M. Peschel in ihren jeweiligen Modellierungen bislang berücksichtigen. Lediglich Köster (2018: 66) bezieht dagegen auch die Beteiligung der Schüler*innen „im Hinblick auf die [...] *soziale Gestaltung*“ (ebd.; Herv. d. V.), also die Gruppenselbstverwaltung, in ihre Modellierung „mit ein: Arbeits- und Verfahrensweisen, Entscheidungen über soziale Kommunikationsstrukturen und darüber, ob Arbeitsergebnisse dokumentiert oder kontrolliert werden sollen“ (ebd.; vgl. Köster 2006).

Priemer (2011: 333) lässt die persönliche Offenheit in seiner Modellierung Offenen Experimentierens unberücksichtigt (s. Kap. 3.2.2.4). Dagegen legitimiert F. Peschel (2019:

168ff.) die persönliche Offenheit der Lehrperson v. a. mit Bezug auf die Lernatmosphäre und den Beziehungsaufbau zwischen Lehrenden und Lernenden (s. Kap. 3.2.1.1).

Mit Forderungen nach einer „Abwendung von der Zielfokussierung des Lehrers" (M. Peschel 2009a: 268) und „Umorientierung von der Wissensvermittlung hin zur Begleitung von Lernprozessen" (Diener & Peschel 2019: 12), adressiert M. Peschel in meinen Augen die persönliche Offenheit, ohne diese allerdings explizit fachdidaktisch zu legitimieren. Eine solche fachdidaktische Legitimation könnte m. E. die historisch gewachsene Rolle von Experimenten im Prozess der Erkenntnisgewinnung[88] fokussieren und mit der Vorgehensweise im 7G-Experimentalunterricht (s. Kap. 3.2.2.1) kontrastieren, der oft mittels „Ein-Weg-zum-Ziel-Methodik" (Schumann 2013: 62) zur unkritischen „Akzeptanz von Autoritäten" (Murmann 2007: 88) erzieht: „Die Vermittlung wissenschaftlicher Erkenntnisse in Form fertiger Wahrheiten fördert ein falsches Wissenschaftsverständnis, bestehend aus einer unikritischen Anpassung an Autoritäten" (Klewitz 1989: 66; vgl. auch Theilmann et al. 2013: 411).

Arbeitsdefinition II: Offenes Experimentieren

Die **Selbst- und Mitbestimmung von Schüler*innen** ist m. E. das erste Kernelement des Offenen Experimentierens (vgl. z. B. Höttecke 2010: 10; Köster et al. 2011: 2; M. Peschel 2014: 73f.). Hinsichtlich der Konzeptualisierung der Selbst- und Mitbestimmung von Schüler*innen beim Offenen Experimentieren schlage ich folgende Dimensionen Offenen Experimentierens vor:

Tabelle 11: Dimensionen „Offenen Experimentierens" (selbst erstellt; nach M. Peschel 2014; Köster 2018; Schütte 2019)

Dimension	Aspekte der Selbst-/Mitbestimmung in Lehr-Lern-Situationen
1. Organisation (organisatorische Öffnung)	(Arbeits-)Ort bzw. Raum, räumliche Flexibilität (*wo*) Zeiteinteilung, Bearbeitungsdauer, Tempo, zeitl. Flexibilität (*wann*) Bearbeitungsreihenfolge der Aufgaben (*wann*) Sozialform/Gruppeneinteilung/Lernpartner*innen (*mit wem*) Zugänglichkeit von Materialien (*womit*)
2. Methode (methodische Öffnung)	Lern-/Lösungswege, Vorgehens-/Herangehensweisen, Zugänge (*wie*) Lehrziele/Lernziele (*warum, wozu*) Auswahl von Materialien (*womit*) Unterscheidung zwischen „zentraler" Beobachtung und Randaspekten
3. Inhalte (inhaltliche Öffnung)	(Lern-)Gegenstand, Phänomen, Lerninhalte, Lernstoff, Themen (*was*) Fragestellung (*was*), Unterrichtsvorhaben, Projekte (*was*) Lehrziele/Lernziele (*warum, wozu*)
4. Selbstverwaltung (soziale oder politisch-partizipative Öffnung)	Arbeits-/Verfahrensweisen, Kommunikationsformen und -normen, Konflikt-, Störungs-/Problemmediation, Konfliktlösungen Dokumentation, Präsentation und Kontrolle von Arbeitsergebnissen Umgangsweisen miteinander: (Verhaltens-)Regeln, Rituale
5. Haltung (persönliche Offenheit)	Respektvolle Beziehung zwischen allen Beteiligten, wechselseitig an den Bedürfnissen orientiert (Kommunikation und Interaktion)

[88] Die klassisch-griechische Naturlehre leitete Erkenntnisse primär aus Überlieferungen und teilweise aus theoretischer Beweisführung ab. Wortführend waren hierbei kirchliche, scholastische und weltliche Autoritäten (vgl. Muckenfuß 2013). Erst in der frühen Neuzeit erfährt die erfahrungsbasierte Beweisführung durch Experimentieren (und Experimente) eine epistemologische Aufwertung, v. a. in den Arbeiten Bacons, Keplers und Galileis (vgl. Heinicke 2012).

In Bezug auf die fachdidaktische Begründung der organisatorischen, methodischen und inhaltlichen Dimensionen Offenen Experimentierens schließe ich mich den o. g. Ausführungen von M. Peschel an. Bezüglich der fachdidaktischen Legitimation der sozialen und persönlichen Dimension Offenen Experimentierens verweise ich auf meine ergänzenden Ausführungen.

Das zweite Kernelement des Offenen Experimentierens ist für mich die **offene Haltung der Lehrperson**, die den Problemen, Interessen und Bedürfnissen der Schüler*innen gegenüber zugewandt agiert. Im Sinne der Scientific Literacy beinhaltet dies, den Schüler*innen gegenüber nicht als transmissive Autorität aufzutreten (s. o.) und es ihnen stattdessen zu ermöglichen, eigene Wege zu gehen und eigene Erkenntnisse zu gewinnen. Diese offene Haltung manifestiert sich in der Kommunikations- und Interaktionsgestaltung der Lehrperson.

Die **grundsätzliche Multidimensionalität** stellt für mich das dritte Kernelement des Offenen Experimentierens dar. Die Dimensionen (s. Tab. 11) sind aufeinander bezogen und beeinflussen sich wechselseitig: Die organisatorische Öffnung ist z. B. Grundvoraussetzung für eine weiterführende methodisch-inhaltliche Öffnungen. Mit einer methodischen Öffnung geht oft gleichzeitig eine inhaltliche Öffnung einher; umgekehrt hat eine Einschränkung der inhaltlichen Öffnung meist Auswirkungen auf das methodische Vorgehen. Die gruppen- und personenbezogenen Dimensionen sozialer bzw. persönlicher Öffnung können nicht unabhängig von den Dimensionen der Wissensaneignung verstanden werden. Daraus folgt eine Grundannahme dieser Arbeit: Organisatorische, methodische und inhaltliche Offenheit werden sozial ausgehandelt; dabei lässt sich auf die persönliche Offenheit der Lehrperson schließen!

M. Peschel (2009a;b) hat zur Implementierung des Offenen Experimentierens im naturwissenschaftlich-orientierten Sachunterricht fünf aufeinander aufbauende Öffnungsstufen differenziert. Das resultierende Öffnungsmodell ist an das Implementierungs- oder „Stufenmodell zur Öffnung von Grundschulunterricht“ (F. Peschel 2019; erstmals publiziert 2002; s. Kap. 3.2.1) angelehnt und entwickelt das grundschulpädagogische Stufenmodell auf fachdidaktischer Ebene weiter. Über einen eigenen experimentierenden, phänomenorientierten Zugang werden naturwissenschaftliche Inhalte und Methoden vermittelt, was u. a. eine sukzessive didaktische Öffnung beim Experimentieren beinhaltet.

Zur Abgrenzung vom gleich- und kleinschrittig gesteuerten, angeleiteten Versuchedurchführen im Klassenverband wurde den Öffnungsstufen ein „Modul 0“ vorangestellt (s. Abb. 8). Dieses „Modul 0“ (*kein* Element des Öffnungsmodelles) verweist auf den in der Schulpraxis weit verbreiteten (s. Kap. 5.4) ‚7G-Experimentalunterricht‘ (s. Kap. 3.2.2.1). Der 7G-Experimentalunterricht – und ergo Modul 0 – kennzeichnet sich m. E. dadurch aus, dass den Schüler*innen beim Experimentieren keinerlei Beteiligung gewährt wird.

Fünf aufeinander aufbauende Module mit ansteigendem Öffnungsgrad erweitern die Beteiligung der Schüler*innen beim Experimentieren zunächst organisatorisch (Modul 1), dann zunehmend auf methodischer (Modul 2) und inhaltlicher Ebene (ab Modul 3; s. Abb. 8). Anders als viele der bislang beforschten Ansätze (s. Kap. 4) versteht M. Peschel „Öffnung nicht nur in der Wahl der Station oder Zeitdauer“ (M. Peschel 2009b: 233), sondern geht über diese Ansätze organisatorischer Öffnung des Experimentierens

hinaus, indem er zusätzlich eigene Zugänge zu naturwissenschaftlichen Phänomenen – d. h. eigene Erkenntniswege und Lernwege – zulässt und sogar explizit einfordert (vgl. ebd.; Abb. 8: Modul 2). Neben den Methoden werden schließlich auch die Lernziele und der Lerninhalt immer weniger vorgegeben (vgl. M. Peschel 2014; Abb 8: Modul 3).

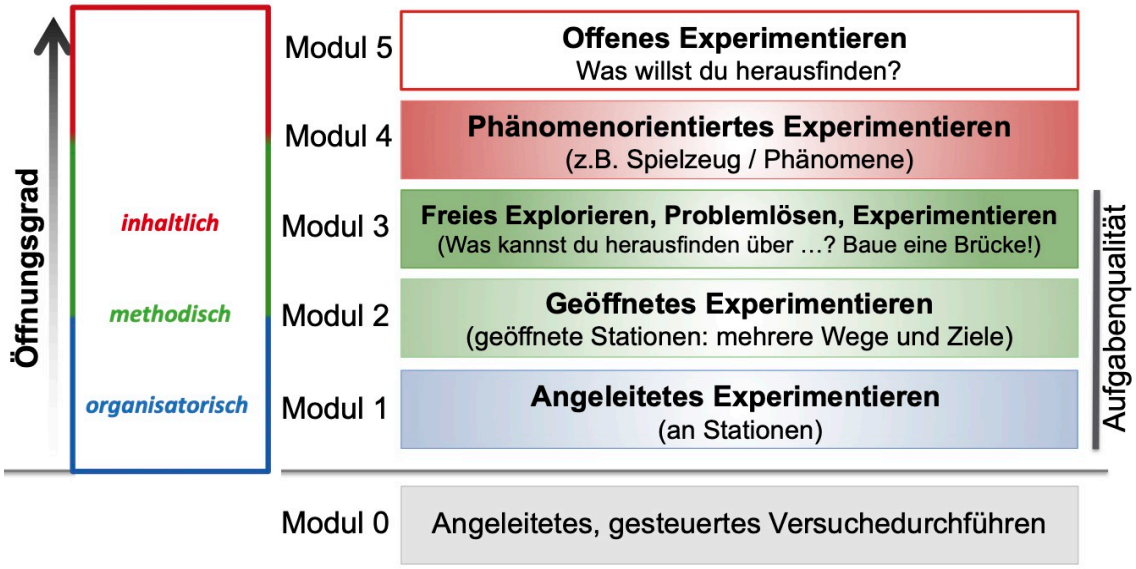


Abbildung 8: Öffnungsstufen beim Experimentieren nach M. Peschel (aus Kelkel et al. 2025: 515)

Die Abstufung bzw. Hinführung zu einem Offenen Experimentieren ist so umgesetzt, „dass in den verschiedenen Öffnungsstufen unterschiedliche Aufgabenformulierungen und Unterstützungsangebote [...] angeboten werden“ (M. Peschel 2013a: 263). Dabei sind mehr oder weniger angeleitete geschlossene Experimentieraufgaben (Modul 1) von geöffneten Experimentieraufgaben (Modul 2) und offenen Experimentieraufgaben (Modul 3) abzugrenzen, wobei letztere zunehmend die Entwicklung bzw. Planung eigener Experimente einfordern (vgl. M. Peschel 2012). Bei der Umsetzung v. a. der ersten drei Modulstufen rückt also vor allem die Konzipierung von Experimentieraufgaben in den Fokus, sodass der Aspekt ‚Aufgabenqualität‘ hier mit dem ‚Öffnungsgrad‘ konfundiert. Dennoch werde ich im Folgenden beide Aspekte zunächst getrennt voneinander erörtern, ehe ich die in Abb. 8 eingeführten Module erläutere.

Aufgaben: Eine Aufgabe[89] ist „ein Angebot oder eine explizite Aufforderung zum Denken und Handeln“ (Kiel 2019: 119; vgl. auch Kleinknecht 2019: 3). Wer sich selbst eine Aufgabe aufgibt oder eine Aufgabe zugewiesen bekommt, wird zu einer denkenden wie handelnden Auseinandersetzung mit einer Sache, mit naturwissenschaftlichen Phänomenen, Ereignissen, Prozessen oder anderen Menschen aufgefordert (vgl. Rieck 2005;

[89] Die Definitionen dessen, was man unter einer Aufgabe verstehen kann, variieren stark (vgl. Schmenk 2012). „In the literature, various definitions have been offered that differ quite widely in scope and formulation [...], up to a point where almost anything related to educational activity can now be called a ‚task‘“ (Branden 2006: 3).

Adamina & Hild 2019). Im Sinne dieser denkenden und handelnden Auseinandersetzung mit einer Sache, mit Phänomenen usw. werden Aufgaben als „Aufforderung zur Lerntätigkeit“ (Kiel 2019: 119; Brack 2019: 74) verstanden:[90] „Durch Aufgaben sollen Lernprozesse [...] ausgelöst werden; Aufgaben sollen dazu anregen, fachliche Inhalte zu erarbeiten, in individuelle Verstehensprozesse einzubetten, Zusammenhänge zu wiederholen, zu vertiefen sowie zu üben und zu überprüfen“ (Schomaker & Tänzer 2020: 242).

Experimentieraufgaben: Aufgaben können Ausgangspunkt naturwissenschaftsbezogener Lernprozesse sein (vgl. auch Rieck 2005; Grygier & Hartinger 2013; Kihm & Peschel 2017). In einem solchen naturwissenschaftsbezogenen Lernprozess initiieren Aufgaben m. E. vornehmlich ein Experimentieren, d. h. eine Phänomenbegegnung und -auseinandersetzung (vgl. Fischer & Peschel 2023; s. Arbeitsdefinition I). Aufgaben sind dabei Vehikel der Vermittlung zwischen der Auseinandersetzung einer Schülerin bzw. eines Schülers mit einem Phänomen („Experimentieren“; s. ebd.) und dem von pädagogisch-didaktischer Seite intendierten Ziel eines fachlichen Lern- bzw. Aneignungsprozesses (vgl. Labudde 1993).

In diesem fachlichen Lern- bzw. Aneignungsprozess resp. dem Experimentierprozess sind Aufgaben m. E. ein wesentliches Element der Steuerung und Strukturierung (vgl. auch Oelkers 2010; Kleinknecht 2019). Ich nutze nachfolgend die Bezeichnung „Experimentieraufgabe“ für solche Aufgaben, die ein Experimentieren initiieren und das Lernen von (hier v. a. Grund-)Schüler*innen im Rahmen dieses Experimentierprozesses adressieren.

Durch Ausrichtung, Offenheitsgrad und Zielsetzung transportieren verschiedene Experimentieraufgaben unterschiedliche Lernziele, Lernwege und Zugangsweisen (vgl. M. Peschel 2012; 2016; Kihm & Peschel 2021d). In einem eher instruktions- oder lehrorientierten Ansatz generiert die Lehrperson „aus einem definierten Ziel eine didaktische Intervention [...], die den Schüler dazu [...] beauftragen soll, in eine bestimmte Richtung weiterzudenken oder weiterzuarbeiten“ (M. Peschel 2016: 125). Dies beinhaltet als „didaktische Intervention“ den Einsatz von eher geschlosseneren Experimentieraufgaben, die auf spezifischen Wegen zu diesem spezifischen Ziel (hin-)lenken. Dagegen existieren subjekt- oder lernorientierte Ansätze, „in denen die Grundschülerin oder der Grundschüler selbst initiativ die Zielformulierung übernimmt, die aber kommunikativ mit der Lehrintention ausgehandelt werden muss“ (Kihm & Peschel 2021d: 79). Dabei werden eher offenere Experimentieraufgaben als „didaktische Intervention“ zum Einsatz kommen, die z. B. mehrere Lernziele und Lösungswege zulassen und ggf. auch einfordern.

[90] Zur Unterscheidung von der Bezeichnung ‚Tätigkeit‘ als Ausdruck des bewussten Handelns wird „das unbewusste Tun als Tätigsein verstanden und bezeichnet. [...] Tätigkeit ist ohne [...] Tätigsein nicht möglich, weshalb [...] Tätigkeit auch als bewusstes Tätigsein bezeichnet werden kann“ (Blickensdörfer 2010: 113).

Denkt man sich den lehrorientierten und den lernorientierten Ansatz als Extrema eines Spektrums, sind Aufgaben m. E. querliegend dazu zu verorten, da sie auch in allen erdenklichen Zwischenstufen dieses Spektrums eine bedeutsame Rolle spielen (vgl. ebd.). Im Fokus meiner Forschung steht die Aushandlung über den Umgang mit geöffneten und offenen Experimentieraufgaben zwischen den Lehrenden und den Schüler*innen.

Auf den ersten drei Öffnungsstufen von M. Peschel werden die Lernenden durch spezifische Experimentieraufgaben-Formulierungen zu einem Offenen Experimentieren hingeführt (vgl. Kelkel et al. 2025): vorgegebene Experimentieranleitungen (Modul 1), geöffnete Experimentieraufgaben (Modul 2), offene Experimentieraufgaben (Modul 3).

Als Ausgangspunkt in einem solchen aufgabenbasierten Lern- und Experimentierprozess (Modul 1-3) sind Experimentieraufgaben m. E. ‚Mittler' zwischen Kindern und dem Phänomen. (Gute) Experimentieraufgaben evozieren das Wahrnehmen, Beobachten, Kommunizieren, Wiederholen und Variieren beim Experimentieren (vgl. Fischer & Peschel 2023). Sie sind Vehikel der Vermittlung zwischen Schüler*innen- und Sachorientierung (vgl. Labudde 1993) und „Verbindungsglied zwischen Lehren und Lernen" (Kaiser 2014: 166).

Aufgabenkultur und Aufgabenqualität: Ansprüche an die Gestaltung von Aufgaben sind größtenteils normativ begründet – entsprechende Schlagwörter sind „gute Aufgaben", „neue Aufgabenkultur" oder „Aufgabenqualität" (vgl. z. B. Rieck 2005; M. Peschel 2012; Grygier & Hartinger 2013; M. Peschel 2016; Kihm & Peschel 2021d).

Der Begriff ‚Aufgabenkultur' ist v. a. in den letzten Jahrzenten „in den verschiedenen (Grundschul-)Fachdidaktiken zu einer zentralen Idee der Unterrichtsentwicklung geworden" (ebd: 81; vgl. auch Wittmann & Müller 1990; Rieck 2005; Fischer et al. 2014).[91]

Eine Aufgabenkultur umfasst „nicht nur den Kulturgegenstand selbst (Inhalt, Art und Beschaffenheit von Aufgaben), sondern auch deren Einbettung" (Aufschnaiter & Aufschnaiter 2001: 410) bzw. den Einsatz einer Aufgabe im Unterricht (vgl. ebd.). Für die Einbettung ist die „Frage der Implementierung einer Lernaufgabe in den konkreten Lehr-Lern-Prozess" (Schomaker & Tänzer 2020: 248) von zentraler Bedeutung. Sie umfasst (a) die Planung (Auswahl, Formulierung und Kontextualisierung) von Aufgaben, (b) den Umgang mit Aufgaben durch Lehrende und Lernende (Einführung, Erläuterung, Bearbeitung, Unterstützung) sowie (c) auch die Reflexion und Auswertung von Aufgaben (vgl. ebd.: 242; Bohl & Kucharz 2010: 120). Aufgabenkulturen „erweitern damit den Blick von

[91] „Kultur ist ein – auch für die Grundschule – wichtiger, zentraler Begriff, der sich ableitet aus (1) zunächst nicht dauerhaft erscheinenden schulischen Aspekten oder Gepflogenheiten, die dann aber (2) evtl. immer wiederkehrende Muster ausbilden, die (3) sich etablieren und so (4) eine (gesellschaftlich entwickelte, einige Zeit überdauernde bis dauerhafte) Kultur hervorbringen" (Kihm & Peschel 2021d: 14; vgl. ausführlicher auch M. Peschel 2021).

der Planung der Aufgaben hin zu dem Umgang mit Aufgaben in Lehr-Lern-Situationen“ (Kihm & Peschel 2021d: 81; vgl. auch Kleinknecht 2019; Schomaker & Tänzer 2020).

Die Lehr-Lern-Forschung (vgl. z. B. Kleinknecht 2019; Kiel 2019) fokussiert allerdings zumeist die Konzeption von Aufgaben im Rahmen der Unterrichtsplanung (im Sinne der Auswahl, Formulierung und Kontextualisierung von Aufgaben). Vernachlässigt werden dagegen (Lehr-Lern-)Prozesse der Aufgabenbearbeitung, denn die Formulierung von Aufgabenelementen macht nur einen Teil der Aufgabenkultur aus. „Gute Lernaufgaben sind noch kein Garant für guten Unterricht“ (Schomaker & Tänzer 2020: 248; vgl. auch Carle & Košinàr 2012). Jede Aufgabe wechselwirkt sowohl mit den Aufgabenbearbeitungs- bzw. Lernprozessen als auch mit den Lehr- und Lernbegleitungsprozessen. Diese Relationalität von Aufgabenqualität[92] zeigt sich insbesondere bei Fragen der Implementierung in konkrete Lehr-Lern-Prozesse (vgl. Bohl & Kucharz 2010; Kleinknecht 2019):

a) Wie führen Lehrkräfte Aufgaben und das Vorgehen innerhalb der Aufgaben ein?
b) Wie bearbeiten Schüler*innen Aufgaben?
c) Wie unterstützen Lehrkräfte Schüler*innen bei der Bearbeitung der Aufgaben?
d) Wie werden Ergebnisse und Lernwege besprochen und reflektiert?

Die meisten Konzepte zur sog. „neuen Aufgabenkultur“ (Wittmann & Müller 1990; Aufschnaiter & Aufschnaiter 2001; Rieck 2005; Reusser 2009a; Kleinknecht 2019; Schomaker & Tänzer 2020) stellen bestimmte Anforderungen an Aufgaben:[93] Die Aufgaben sollen u. a. durch Berücksichtigung verschiedener Zugangsweisen, Ergebnisse, Lernziele und Lösungswege „auf unterschiedlichen Niveaus lösbar [sein], variable Denkwege erlauben und zu Exploration, Problemlösen und kooperativem Lernen einladen“ (Reusser 2009b: 305f.). Werden Aufgaben, die diese Anforderungen erfüllen, in Unterricht eingebettet, verspricht man sich davon, dass die Lernprozesse der Schüler*innen „über den bloßen Abruf von Wissen und die Automatisierung von Fertigkeiten hinausgehen“ (Reusser 2009a: 885). Entsprechende „gute Aufgaben“[94] sollen „bei Schülern in Verbindung mit grundlegenden [...] Begriffen und Verfahren die Entwicklung prozessbezogener Kompetenzen unterstützen“ (Walther 2004: 10), z. B. Problemlöseprozesse.

---

[92] „Der Begriff Aufgabenqualitäten fragt nach dem Einfluss von bestimmten Aufgabenelementen und -formulierungen auf die Lernwege, Lernprozesse, aber auch Erkenntnisse der Schüler*innen“ (Kihm & Peschel 2021d: 18).

[93] Die Debatte über eine „*neue* Aufgabenkultur“ wurde um die Jahrtausendwende v. a. in der Mathematikdidaktik geführt. Das Programm Mathe2000 sah sich als Abkehr vom ‚Türmchenrechnen‘ und der dominanten Übungs- und Repetierkultur und setzte Aufgaben mit mehreren Lern- und Lösungswegen und verschiedenen Niveaustufen ein (vgl. Wittmann & Müller 1990). Durch das Projekt SINUS-Transfer (Programm zur Steigerung der Effizienz mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts) wurden die Überlegungen aus der mathematikbezogenen Ausrichtung auch auf andere Fachdidaktiken übertragen (vgl. in der Didaktik des Sachunterrichts z. B. Rieck 2005; Hartinger et al. 2013; Möller 2016).

[94] ‚Gut‘ wird in Abhandlungen über ‚gute Aufgaben‘ in erster Linie im Sinne von ‚wünschenswert‘ verwendet, wobei m. E. häufig ungeklärt bleibt, ob dies ‚wirksam‘, ‚erfolgreich‘, ‚effektiv‘ oder ‚effizient‘ meint und mit Blick auf Lernergebnisse, Lernprozesse oder im Sinne von ‚bildungswirksam‘ verwendet wird (vgl. Kihm & Peschel 2021d; 2022).

Schomaker und Tänzer (2020: 252) empfehlen, die ‚Güte' von Aufgaben in Bezug auf solche Anforderungen mittels Spinnennetzmethode zu skalieren (vgl. auch Rieck 2005). Ob es sich allerdings jeweils um eine ‚gute Aufgaben' handelt, ist letztlich eine normative, ggf. argumentative Einschätzung. Empirisch ist dagegen bisher keine breite Auseinandersetzung mit Prozessen der Erkenntnisvermittlung mittels Aufgaben und mit Aufgabenqualitäten vorhanden: (Konkrete) Aufgaben „sind selten Gegenstand von Diskussionen, und auch die Forschung beschäftigt sich kaum mit ihrer Wirkung" (Oelkers 2010: 18).

(Vereinzelte) Qualitative Analysen von Experimentieraufgaben (Kihm & Peschel 2017; 2021d; 2022; Peschel & Kihm 2019a) zeigen, (a) dass Experimentieraufgaben sehr unterschiedlich konzipiert sein können und (b) dass (und wie) die unterschiedliche Konzeption von Experimentieraufgaben das Lernen stark beeinflusst (s. Kap. 5.6). Vor allem eine sachunterrichtsdidaktische Untersuchung der Einflüsse der Konzeption von Experimentieraufgaben in Bezug auf Lernprozesse von Grundschüler*innen fehlt bislang weitgehend. Einflüsse verschiedener Aufgabenqualitätsmerkmale auf Lernprozesse sind bislang insgesamt wenig bearbeitet. Die „Erforschung von Lernaufgaben [wird] zwar nicht völlig vernachlässigt, aber in vielen Fachdidaktiken nicht ihrer Bedeutung gemäß behandelt" (Ralle et al. 2014: 9) und fachdidaktisch, methodisch-inhaltlich auf Lehr-Lern-Prozesse bezogen.

Zugängliche oder erwerbbare Experimentieraufgaben (c) entsprechen selten und m. E. eher wenig den bislang normativ formulierten Kriterien – geschweige denn den o. g. Aspekten von Prozesshaftigkeit (vgl. Grygier & Hartinger 2013; Kiel 2019). Innerhalb der Aufgaben werden Experimente zumeist „weder selbstständig geplant noch anschließend reflektiert. Noch dazu sind die meisten Schülerversuche trivial und didaktisch reduziert" (M. Peschel 2009a: 269). Selbst bei grundlegenden Aspekten wie ‚fachlicher Richtigkeit' scheinen viele Experimentieraufgaben problematisch, wie die Beispiele in Plappert (2012), Peschel und Kihm (2019a), Heseker et al. (2019) und M. Peschel (2020a;b) belegen.[95]

Elemente der Aufgabenqualität nach M. Peschel: ‚Gute Aufgaben' haben nach M. Peschel den Anspruch, ein eigenständiges Bearbeiten und Lernen und die Entwicklung fachlicher Kompetenzen zu unterstützen (vgl. M. Peschel 2012; 2016; Kihm & Peschel 2021d; s. Tab. 12). Sie haben *nicht* zum Ziel, „den Lernenden naturwissenschaftliche Phänomene zu erklären bzw. Beobachtungselemente und Folgerungen daraus vorwegzunehmen"

[95] Ferner existieren einige „scheinbare naturwissenschaftliche Versuche, die von Kindern durchgeführt werden sollen" (Kosler 2016: 13), aber „in keiner Weise erkennen lassen, inwiefern darüber eine Auseinandersetzung mit der Naturwissenschaft möglich sein soll. Ich denke hier z.B. an den ‚Versuch' [...], bei dem in ein Modell eines Vulkans einige Substanzen eingeführt werden und aufgrund einer chemischen Reaktion dann ein Schaum entsteht, der wie Lava aus dem Vulkan läuft" (ebd., S. 13). Die „Teebeutelrakete" (Schumann 2013), „Strom aus der Gurke" (Ramseger 2009: 15f.; 2010: 2f.) oder der „Kerzenaufzug" (Plappert 2012; M. Peschel 2020a) sind weitere Beispiele für häufig trivialisiert und fachlich fehlerhaft vermittelte naturwissenschaftliche Versuche (s. Versuchsanordnungen; Kap. 3.2.2.1).

(Kelkel et al. 2025: 516). Bei Visualisierungen, wie z. B. Zeichnungen, ist deshalb m. E. eine Abwägung notwendig: Wenn „eine textliche Formulierung zu umfangreich wird“ (M. Peschel 2006: 73), können Zeichnungen den Text „sinnvoll ergänzen, indem sie Textumfang entlasten und Textverständnis unterstützen“ (Kelkel et al. 2025: 516). Im Umkehrschluss kann aber durch „die vorgegebene Zeichnung [...] ein gewünschtes oder erwartetes Ergebnis suggeriert [werden], das die Kinder dann versuchen umzusetzen“ (M. Peschel 2006: 73). Solche Aufgabenelemente wie Zeichnungen, die Beobachtungen und Folgerungen daraus vorwegnehmen, ohne dass die Kinder selbst experimentiert und beobachtet haben, „verhindern eine vertiefte Sachauseinandersetzung [...]. Sie ‚unermöglichen‘ (eigene) Beobachtungen!“ (Kelkel et al. 2025: 517). Lässt man den Kindern dagegen Raum für eigene Beobachtungen und den Austausch darüber, können sie über Deutungsprozesse zu eigenen Erkenntnissen gelangen – „Beobachtungen [...] ermöglichen Erklärungen“ (ebd.).

Der Verzicht auf vorformulierte Titel wie „Die wippende Münze“ oder „Der Kerzenaufzug“ (s. Tab. 12) kann nach M. Peschel durch eine Leerzeile realisiert werden, sodass gemeinsam mit den Lernenden ein prägnanter Name für das Experiment/den Versuch gefunden werden kann. Dies hat u. a. den Vorteil, „dass sich mehrere Lernende über die Inhalte und eine gute Beschreibung austauschen müssen und somit die Inhalte des Versuchs [und ihre Beobachtungen] (erneut) diskutieren“ (M. Peschel 2012: 167; Anm. d. V.). Die Aufgabe muss zudem „verständlich formuliert“ (Kelkel et al. 2025: 516) und „klar strukturiert sein, um ein priorisiertes Erkennen wichtiger Informationen“ (ebd.) bzw. ein eigenständiges Bearbeiten zu ermöglichen und um Unterstützungsnotwendigkeiten so weit wie möglich zu reduzieren (vgl. Hellmich & Höntges 2013: 76).[96]

Tabelle 12: Elemente der Aufgabenqualität (selbst erstellt; nach M. Peschel 2012, 2016)

„Gute Aufgaben“ ermöglichen ein eigenständiges Bearbeiten und Lernen.	**„Gute Aufgaben“ ermöglichen die Entwicklung fachlicher Kompetenzen.**
➢ **Verständliche Formulierung** und **strukturierte Gestaltung** des Aufgabenblattes zwecks **priorisierter Erkennung** von Informationen ➢ **Text**: in Quantität und Qualität an Schüler*innen angepasst (Schriftgröße, Schriftart) ➢ **Sprach-/Wortschatzarbeit**: Fachvokabular ➢ **Visualisierungen** zur Entlastung von Textumfang und zur Unterstützung des Textverständnisses bzw. der Informationsentnahme (aber: visuelle Elemente mit ungeklärter Funktion vermeiden, Sinnhaftigkeit und Passung der Elemente zum Text beachten)	➢ **Titel:** Lerninhalte des Experiments (Beobachtungen, Ergebnisse, Erklärungen) nicht durch Titel, einleitende Textelemente, Visualisierungen oder Hilfestellungen vorwegnehmen ➢ **Fachliche Korrektheit:** Spannungsfeld zwischen „richtiger Fachlichkeit“ und „didaktischer Vereinfachung“ darf nicht zu Trivialisierungen oder Inkorrektheit führen.

[96] Strukturierung bezeichnet hier einerseits die „Prägnanz der Ausdrucksweise“ (Helmke & Weinert 1997: 512) und andererseits die Unterscheidung von Wichtigem und Unwichtigem etc., ohne dabei Beobachtungen oder Erklärungen vorwegzunehmen und ohne zwingend einer „methodischen Kleinschrittigkeit“ (Brügelmann 2015: 68) zu verfallen.

Die Selbständigkeit in der Aufgabenbearbeitung ist m. E. ein wichtiges Element der Öffnung von Experimentieraufgaben. Beim Einsatz einer Aufgabe in Lehr-Lern-Situationen sind aber m. E. dennoch und darüber hinaus die Interventions- und Lernbegleitungsmaßnahmen der Lehrperson während der Aufgabenbearbeitung als Desiderat festzuhalten und – v. a. in Bezug auf das Experimentieren im Sachunterricht – deutlich zu stärken.

Formate der Öffnung von Experimentieraufgaben: Grygier und Hartinger (2013) nehmen hinsichtlich der Konzeption von Experimentieraufgaben eine Kategorisierung vor. Sie unterscheiden zwischen mehr oder weniger angeleiteten, geschlossenen Aufgabenformaten und offeneren Aufgabenformaten. Solche verschiedenen Aufgabenformate (geschlossen-offen) ermöglichen unterschiedliche Sachauseinandersetzungen beim Experimentieren (angeleitetes Versuchedurchführen-selbständiges Experimentieren u. a.; s. Kap. 3.1.2). Diese Arbeit folgt dem Vorschlag von Grygier und Hartinger (2013), Aufgaben zum ‚selbständigen Experimentieren' von Aufgaben zum ‚angeleiteten Versuchedurchführen' abzugrenzen. Auf vergleichbare Weise modelliert dies Marquardt-Mau:

> Beim *angeleiteten Versuchedurchführen* ist „auf einem Arbeitsbogen vorgegeben, welche Materialien benötigt und wie sie [...] aufgebaut werden bzw. in welcher Reihenfolge die angegeben Aktivitäten erfolgen und wie die Vermutungen, Beobachtungen [...] dokumentiert werden sollen. Beim *freien Experimentieren* übernehmen die Kinder diese Aufgabe – unter Beratung der Lehrkraft – eigenständig" (Marquardt-Mau 2011: 33).

Ähnlich wie Marquardt-Mau unterscheidet auch Rieck (2005: 12) Experimentieraufgaben „nach dem Grad ihrer Offenheit". Geschlossene Aufgaben (zum angeleiteten Versuchedurchführen) verlangen nach einer ganz bestimmten Antwort oder Lösung, die vorab feststeht und der Lehrkraft in der Regel bekannt ist. Anleitungen intendieren einen klaren Verlauf und geben zielgerichtet Handlungsanweisungen vor, um diese Antwort bzw. Lösung auch zu erreichen (vgl. ebd.). Offene Aufgaben (zum selbständigen Experimentieren) dagegen sind Aufgaben, bei denen nicht nur *ein* Lösungsweg vorgezeichnet und *eine* eindeutige Lösung erwartet wird. Sie ermöglichen „mehrere Vorgehensweisen und Lösungswege, die Raum für eigene Fragestellungen und Zielsetzungen lassen" (ebd.: 12).

Öffnungsstufen im Öffnungsmodell nach M. Peschel: Die Hinführung zu Offenem Experimentieren (s. Arbeitsdefinition II; Kap. 3.2.2.5) erfolgt auf fünf aufeinander aufbauenden Modulen mit ansteigendem Öffnungsgrad. Auf diesen Öffnungsstufen werden „unterschiedliche Aufgabenformulierungen und Unterstützungsangebote für Schülerinnen und Schüler sowie für Lehrpersonen" (M. Peschel 2013a: 263) eingesetzt, um die Beteiligung der Lernenden an Entscheidungsprozessen beim Experimentieren zunächst organisatorisch (Modul 1), dann methodisch (Modul 2) und schließlich zunehmend inhaltlich zu erweitern (Modul 3).

Modulebene 1 (Angeleitetes Experimentieren) beinhaltet zunächst eine Fokussierung des Experimentierens – im Unterschied zum Versuchedurchführen (s. Kap. 3.1.2.1) – und eine organisatorische Öffnung, die folgende Aspekte beinhaltet (vgl. M. Peschel 2009b):

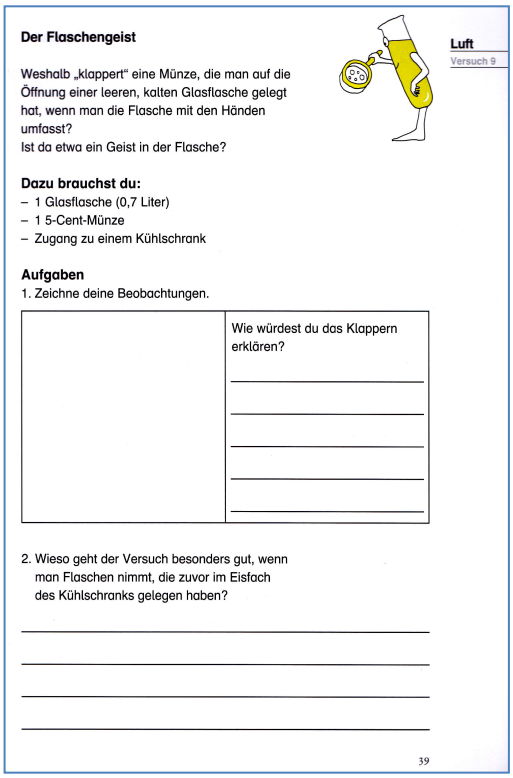
- Wahl des Arbeitsortes
- Einteilung der Zeit während der Experimentierphasen (z. B. Tempo und Dauer der Bearbeitung der Experimentieranleitungen)
- Bearbeitungsreihenfolge der Stationen bzw. Werkstattaufgaben (s. Kap. 3.2.2.3)
- Wahl der Sozialform; Partner- bzw. Gruppenwahl bzw. -einteilung
- Materialzugänglichkeit, d. h., die Experimentiermaterialien sind zwar verbindlich vorgegeben, aber die Lernenden beschaffen diese selbständig (s. Kap. 5.4.4)

Modul 1 verlagert das Experimentieren vom angeleiteten, gleich- und kleinschrittigen Versuchedurchführen im Klassenverband (Modul 0, *kein* Element des Öffnungsmodells) zum angeleiteten Experimentieren an Stationen bzw. im Werkstattunterricht (s. Kap. 3.2.2.3): Verschiedene Experimentieranleitungen mit klaren methodischen und inhaltlichen Vorgaben evozieren eine Auseinandersetzung mit bestimmten, vorgegebenen Phänomenen. Ausgehend von einem klar umrissenen und vorab eindeutig festgelegten Lehrziel wird auf Modulebene 1 *ein* bestimmter Lösungsweg vorgegeben. Die Experimentieranleitungen bieten methodische „Orientierung, was zu tun ist, um einen bestimmten Effekt zu erzeugen“ (Murmann 2007: 87f.). Die angeleiteten Experimente (eher: Versuche; s. Kap. 3.2.2.1) werden von Schüler*innen selbstständig durchgeführt und ausgewertet, aber nicht selbst geplant. Der Unterschied zum üblichen Versuchedurchführen im 7G-Experimentalunterricht liegt v. a. darin, dass beim Angeleiteten Experimentieren auf Modulebene 1 der Experimentierprozess (beobachten, wiederholen, variieren, kommunizieren; s. Kap. 3.1.2) stärker im Zentrum der Aufgabenbearbeitung steht und die Schüler*innen sich solange mit dem Versuch beschäftigen *dürfen*, wie *sie* wollen (organisatorische Offenheit).

Abbildung 9a und 9b zeigen einen Versuch, der im naturwissenschaftlich-orientierten Sachunterricht unter der Bezeichnung „der Flaschengeist“ (Demuth & Kahlert 2010: 39) bekannt ist.[97] Abbildung 9a zeigt ein Aufgabenblatt zu dem Versuch aus einer kommerziell erhältlichen Aufgabensammlung: Die Überschrift („Der Flaschengeist“), die Hilfsfragen („Wie würdest du das Klappern erklären?“) und v. a. der einleitende Text nehmen die vermeintlich zentrale Beobachtung und das Ergebnis vorweg. Das eigene Durchführen des Versuches und insbesondere die Aufgabe, die Beobachtungen aufzuzeichnen, erscheinen

[97] Verschließt man die befeuchtete Öffnung einer Glasflasche luftdicht mit einer Münze und umfasst die Glasflasche mit beiden Händen, wird die Münze nach einiger Zeit leicht angehoben, bevor sie wieder auf die Öffnung zurückfällt. Dieses ‚Hüpfen‘ oder ‚Klappern‘ der Münze wiederholt sich anschließend einige Male (vgl. Berthold et al. 2022: 427).

redundant, wenn das Ergebnis vorher bereits bekannt ist (vgl. M. Peschel 2006; Kihm & Peschel 2021d). Abbildung 9b dagegen zeigt ein Aufgabenblatt zum Versuch, das m. E. zum Einsatz auf M. Peschels Modulebene 1 geeignet ist, insbesondere, weil in Abbildung 9b die Kriterien Guter Aufgaben (s. o.) erfüllt sind (s. Tab. 12). Darin werden Aufgabenelemente wie Überschriften, Hilfsfragen oder Texte, die Beobachtungen vorwegnehmen, vermieden. Visualisierungen, die ohne Funktion für das Textverständnis und die Informationsentnahme sind (z. B. das Reagenzglas mit Lupe), wurden reduziert. Stattdessen wurden Visualisierungen ergänzt, die den Textumfang entlasten und das Textverständnis und die Informationsentnahme entlasten (Abbildungen der benötigten Materialien, Visualisierungen zentraler Handlungsschritte, die jedoch keine Beobachtungen vorwegnehmen). Die Schüler*innen, die die entsprechende Experimentieranleitung (s. Abb. 9b) auf Modulebene 1 nach M. Peschel bearbeiten (Angeleitetes Experimentieren; s. Abb. 8), entscheiden, ob sie allein oder mit Partner*innen zusammenarbeiten. Sie entscheiden außerdem, wie lange und wo sie an dem Versuch arbeiten.



Der Flaschengeist

Luft
Versuch 9

Weshalb „klappert" eine Münze, die man auf die Öffnung einer leeren, kalten Glasflasche gelegt hat, wenn man die Flasche mit den Händen umfasst?
Ist da etwa ein Geist in der Flasche?

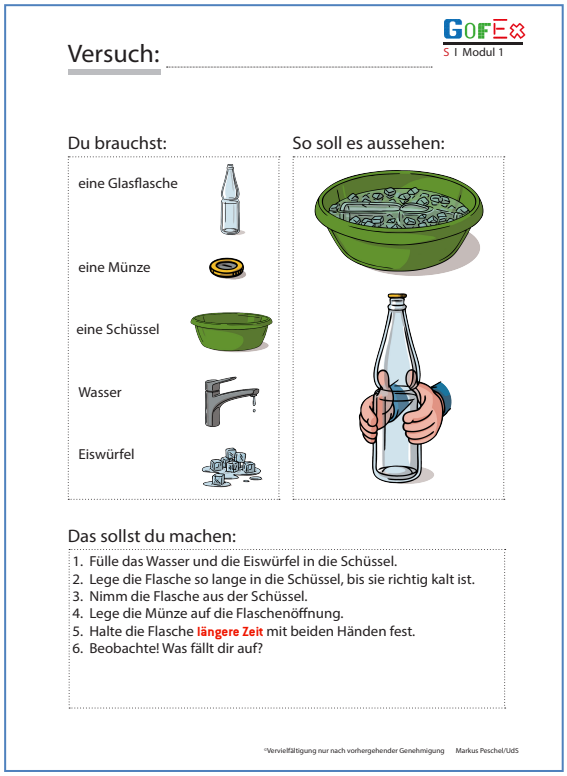
Dazu brauchst du:
- 1 Glasflasche (0,7 Liter)
- 1 5-Cent-Münze
- Zugang zu einem Kühlschrank

Aufgaben
1. Zeichne deine Beobachtungen.

	Wie würdest du das Klappern erklären?

2. Wieso geht der Versuch besonders gut, wenn man Flaschen nimmt, die zuvor im Eisfach des Kühlschranks gelegen haben?

39



GOFEX
S I Modul 1

Versuch: .....

Du brauchst:
- eine Glasflasche
- eine Münze
- eine Schüssel
- Wasser
- Eiswürfel

So soll es aussehen:

Das sollst du machen:
1. Fülle das Wasser und die Eiswürfel in die Schüssel.
2. Lege die Flasche so lange in die Schüssel, bis sie richtig kalt ist.
3. Nimm die Flasche aus der Schüssel.
4. Lege die Münze auf die Flaschenöffnung.
5. Halte die Flasche **längere Zeit** mit beiden Händen fest.
6. Beobachte! Was fällt dir auf?

*Vervielfältigung nur nach vorhergehender Genehmigung Markus Peschel/UdS

Abbildung 9a: „Der Flaschengeist" (Demuth & Kahlert 2010: 39) *Abbildung 9b: Experimentieranleitung Modul 1 (GOFEX)*

Auf Modulebene 1 bestimmen die Schüler*innen zudem, in welcher Reihenfolge sie die verschiedenen Experimentieranleitungen zum Thema Luft bearbeiten, von denen Abbildung 9b eine mögliche auszuwählende Station bzw. Werkstattaufgabe ist. Abseits dieser organisatorischen Öffnung der Rahmenbedingungen findet allerdings auf Modulebene 1 *keine* methodische bzw. inhaltliche Öffnung statt. Der Inhalt ist durch den vorgegebenen Versuch festgelegt (hier: Zusammenhang zwischen Luftvolumen, Temperatur und

Druck) und soll von den Lernenden nicht bzw. kaum variiert oder abgewandelt werden (vgl. M. Peschel 2014: 76). Auch das Lehrziel bzw. die Erklärung des Versuchs (etwa: „Erwärmte Luft dehnt sich aus. Verschließt eine Münze die Glasflasche, steigt der Luftdruck in der Flasche an, bis er so stark wird, dass die Luft die Münze nach oben drückt“) und die methodische Vorgehensweise ist vorgegeben. Die Handlungsanweisung mittels Anleitung führt die Schüler*innen schrittweise und zielgerichtet durch die Bearbeitung.

Das Experimentieren auf Modulebene 1 nach M. Peschel ist nicht offen, sondern methodisch und inhaltlich stark gelenkt. Dennoch ist diese organisatorische Öffnung aus fachdidaktischer Sicht m. E. immanent wichtig (vgl. M. Peschel 2014; Kihm 2023a; s. Kap. 3.2.1), vor allem auch, um eine Überforderung der oft fachfremden Lehrpersonen zu vermeiden (s. Kap. 5.3; vgl. M. Peschel 2011; Köster & Galow 2014; Hartinger & Martschinke 2022).

Modulebene 2 (Geöffnetes Experimentieren) erweitert den Öffnungsgrad aus Modulebene 1 „durch Freigabe der Vorgehensweise und durch Vermeidung eines einseitigen Lehrziels“ (Kelkel et al. 2025: 516) sowie vorgeschriebener Lern- und Lösungswege um eine methodische Öffnung: Bei fortbestehender organisatorischer Öffnung können (Teil-) Lernziele und das methodische Vorgehen beim Experimentieren selbst bestimmt werden.

An die Stelle klar strukturierter Experimentieranleitungen treten geöffnete Experimentieraufgaben an geöffneten Stationen bzw. im geöffneten Werkstattunterricht (s. Kap. 3.2.2.3). „Die Lernenden können so zu weiteren Erkenntnissen gelangen, als es bei der Bearbeitung klassischer Anleitungen intendiert ist und sie hinterfragen durch die intendierte Vielfalt zunehmend eigene oder fremde Wege und Ergebnisse“ (ebd.).

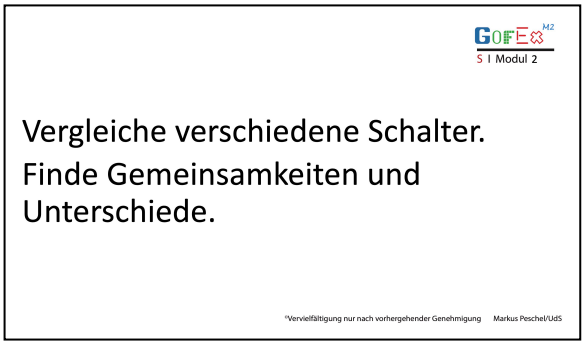


Abbildung 10a: Experimentieraufgabe Modul 2 (GOFEX)

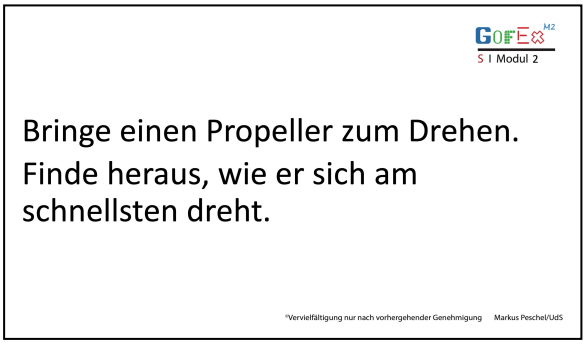


Abbildung 10b: Experimentieraufgabe Modul 2 (GOFEX)

Die geöffneten Experimentieraufgaben in Abbildung 10a und 10b lassen jeweils verschiedene Vorgehensweisen, Lern- bzw. Lösungswege und Bearbeitungsmöglichkeiten innerhalb eines weiterhin vorgegebenen Rahmenthemas (hier: Elektrische Energie) zu. Anstatt eine bestimmte Vorgehensweise mittels Anleitung vorzuschreiben, wird eine Zielvorgabe (‚Bringe einen Propeller zum Drehen!‘) bzw. ein erkenntnisorientierter Auftrag (‚Vergleiche...‘) gegeben. Die Schüler*innen müssen zunächst planen und diskutieren, wie sie diese

Zielvorgabe erreichen bzw. den entsprechenden Auftrag bearbeiten *wollen*, und dieses Vorgehen im Bearbeitungsprozess ggf. an vorläufige Zwischenerkenntnisse anpassen.

Bei der geöffneten Experimentieraufgabe in Abbildung 10a können die Lernenden sich beispielsweise – dies sind *mögliche* Lernwege –mit verschiedenen Betätigungselementen (Druck-, Kipp-, Wipp-, Schiebe-, Tast- oder Drehschalter) beschäftigen bzw. diese in eigenen Schaltungen umsetzen oder die verschiedenen Schalter z. B. in Parallel- und Reihenschaltungen einbauen. Mit den verschiedenen Vorgehensweisen und Bearbeitungswegen gehen auf Modulebene 2 unterschiedliche Lernziele einher, die die Schüler*innen in der Auseinandersetzung mit der Experimentieraufgabe verfolgen können. Diese Individualisierung des Lernens durch *verschiedene eigene Lernziele* löst die *klare Vorgabe eines Lehrziels* auf Modulebene 1 ab (vgl. Holzkamp 1995): *Mögliche* Lernziele sind die Funktionsweise von Schaltern (mechanisches Unterbrechen des Stromkreises), ein tieferes Verständnis von Stromkreisen oder die Übertragung auf verzweigte Stromkreise (Flur-, UND-Schaltung, ODER-Schaltung, Wechselschaltung usw.).

Die Experimentieraufgabe in Abbildung 10b lässt sich ebenso auf verschiedenen Wegen bearbeiten: Die Schüler*innen können direkt oder mittels Hilfsmittel auf den Propeller ‚pusten', um ihn dadurch in Bewegung zu setzen (Hilfsmittel wären z. B. ein Trinkhalm oder ein anderes dünnes Rohr, ein Windgenerator oder der Wind draußen). Bei dieser Vorgehensweise wäre ein mögliches Lernziel die Kenntnis und Nutzung des Luftstroms zur Erzeugung von Bewegungen. Eine stärkere Fokussierung von Energieumwandlungen (auch als Lernziel) wäre es m. E., wenn die Schüler*innen Solarzellen, Batterien bzw. Akkumulatoren oder andere Spannungsquellen (chemische bzw. elektrische Energie) einsetzen, um den Propeller zum Drehen bringen (kinetische Energie). In Abhängig von diesen möglichen Vorgehensweisen entwickeln die Schüler*innen unterschiedliche Strategien, um die Drehgeschwindigkeit des Propellers zu erhöhen, z. B. Hinzuschaltung weiterer Spannungsquellen, Erhöhung des Luftstroms. Dadurch, dass keine eindeutige Versuchsanordnung und keine klar strukturierte Handlungsanweisung samt Vorgehensweise vorgegeben oder intendiert ist, sondern nur noch ein Erkenntnisfeld, in dem vielfältige Wege und Ziele möglich sind, können die Schüler*innen eigene Lern(um)wege gehen.

In beiden geöffneten Experimentieraufgaben (Abb. 10a; 10b) sind jedoch – innerhalb des Rahmenthemas (hier: Elektrische Energie) – bestimmte Zielgebiete klar festgelegt (Abb. 10a: Funktionsweise von Schaltern, Abb. 10b: Energieumwandlung am Propeller). Der Lerninhalt ist also weiterhin vorgegeben, was in gewisser Weise auch die Bearbeitungswege determiniert, „da der Fokus auf einem bestimmten Zielgebiet liegt" (M. Peschel 2009b: 235; Implikationszusammenhang zwischen Methode und Inhalt, Kap. 3.2.2.4).

F. Peschel (2019: 78), Bohl und Kucharz (2010: 144) oder Ramseger (1985) verwenden die Bezeichnung ‚Offener Unterricht' nur, wenn eine methodische *und* inhaltliche Beteiligung der Schüler*innen stattfindet (s. Kap. 3.2.1). Dies schließt ‚Experimentieren an Stationen' oder ‚Werkstattunterricht' mit einer ausschließlich organisatorischen Öffnung ebenso aus wie die ‚geöffneten Stationen' oder den Werkstattunterricht mit methodisch geöffneten Experimentieraufgaben ohne weitergehende inhaltliche Öffnung. Dieser Ausschluss sollte aber m. E. die Relevanz einer methodischen Öffnung als wichtiges Moment der Öffnung von Unterricht nicht vernachlässigen:

> „Eine solche methodische Offenheit erlaubt es nicht [mehr], die Lernwege aus den angestrebten Lernresultaten abzuleiten, denn sie begreift die Methode nicht nur als ein Mittel, um Ziele zu erreichen, sondern als konstitutiven Weg und unverzichtbares Moment in der Aneignung des jeweils zu erlernenden Gegenstandes" (Benner 2015: 294).

Die verbleibenden Module 3 bis 5 erweitern „sukzessive die freien Handlungsmöglichkeiten der Lernenden und geben neben den Methoden den Lerninhalt immer weniger vor" (M. Peschel 2013a: 264). Das **„Freie Explorieren, Problemlösen und Experimentieren" (Modulebene 3)** ermöglicht es, innerhalb eines vorgegebenen Rahmenthemas eigenen Ideen und Fragen nachzugehen und eigene Lernziele zu verfolgen (vgl. Kelkel et al. 2025). Modulebene 3 hat zwei fachdidaktisch-theoretische Bezüge: Zum einen ist es an den Ansatz „Freies Explorieren und Experimentieren" (FEE; Köster 2018; Schütte 2019) angelehnt und übernimmt von FEE u. a. die „Unbestimmtheit der Aufgabe" bzw. die „Ergebnisoffenheit" (Köster 2010: 255; s. a. Kap. 4.3). Zum anderen ist Modulebene 3 nach M. Peschel problemorientiert ausgerichtet und versteht Experimentieren explizit als „Lösen von Problemen" (vgl. Dörner 1979; Köhnlein & Spreckelsen 1992). Dabei können sich Probleme unterschiedlich manifestieren, „z. B. in Form eines Erkenntnisinteresses oder einer formulierten Forschungsfrage" (Bewersdorff et al. 2020: 121).[98] Auf Modulebene 3 gibt es entsprechend eine offene, problemorientierte Experimentieraufgabe. Dies kann ein ergebnisorientierter Auftrag (z. B. Baue eine Brücke!) oder eine erkenntnisorientierte Fragestellung (z. B. Was kannst du über Seifenblasen herausfinden?) sein.

Das Rahmenthema, z. B. ‚Brücken' oder ‚Seifenblasen', ist auf Modulebene 3 zwar weiterhin klar vorgegeben, lässt aber inhaltlich frei, mit welchen Aspekten des Themas sich die Lernenden befassen (inhaltlich moderat geöffnet, zusätzlich zur bestehenden methodi-

[98] Ein Problem ist im Unterschied zu einer Routine „als Zustand definiert, in welchem das Individuum ein bestimmtes Ziel erreichen bzw. eine bestimmte Handlung ausführen will, aber nicht auf Anhieb weiß, wie es dies bewerkstelligen soll" (Holzkamp 1995: 228). Für die Bewältigung einer Routine dagegen sind bereits Methoden bekannt.
Nach Dörner (1979) ist ein Problem durch drei Komponenten gekennzeichnet: Es gibt (1) einen unerwünschten Ausgangszustand und (2) einen erwünschten Zielzustand. Dazwischen liegt (3) eine Barriere, die verhindert, dass das angestrebte Ziel mittels automatisierter Verhaltensprogramme/Methoden (‚Routine', ‚Reproduktion') erreicht wird (vgl. auch Aebli 1993; M. Peschel 2012; Bewersdorff et al. 2020). „Der Prozess des Problemlösens kann dann als Suche nach einem Weg, der den Anfangszustand und den Endzustand verbindet, beschrieben werden" (Kosler 2016: 119).

schen und organisatorischen Offenheit). Ausgehend von den o. g. offenen Experimentieraufgaben wird zum Rahmenthema zunächst frei exploriert, „bevor über Kommunikation und Reflexion zunehmend eigene Experimente mit eigenen Zielsetzungen geplant, durchgeführt und reflektiert werden“ (Kelkel et al. 2025: 516; vgl. Köster 2018; Schütte 2019).

Auf **Modulebene 4** wird der Anspruch des **„Phänomenorientierten Experimentierens“** mittels physikalischen Spielzeugs (Kreisel, Hui-Maschinen, Solarkäfer u. a.) umgesetzt, dem sich die Lernenden individuell nähern können. Dieses Spielzeug wird ohne weitere Vorgaben und ohne Spuren einer didaktischen Absicht präsentiert, ist also nicht didaktisch aufbereitet (vgl. auch Gruschka 2011: 65). Die Lernenden wählen frei aus, mit welchem physikalischen Spielzeug sie sich wie auseinandersetzen. Gleichsam weisen die vorhandenen physikalischen Spielzeuge verschiedene v. a. naturwissenschaftliche Bezugsinhalte auf; die Beschäftigung mit ‚Solarkäfern‘ etwa bietet Anknüpfungspunkte an die physikalischen Fachinhalte Energetik (Energieumwandlungen) oder Elektrizität (Schaltungen). Die Lernenden erforschen das physikalische Spielzeug auf eigenen Lernwegen, wobei Untersuchungspfade in möglichst unterschiedlichen Richtungen und auf differenten Verständnisebenen möglich sind (vgl. auch Braun & Backhaus 2007).

Auf **Modulebene 5**, dem **„Offenen Experimentieren“** als höchstem Öffnungsgrad und Zielform, entfällt schließlich „auch diese Heranführung an den Lerngegenstand“ (M. Peschel 2009b: 235) mittels Engführung und vorheriger Präsentation von physikalischem Spielzeug. Stattdessen haben die Lernenden „die Möglichkeit, Fragen anhand eigener Interessen samt passenden [Bearbeitungs- und]Lösungswegen zu entwickeln“ (M. Peschel 2013a: 264; Anm. d. V.). Zur Leitfrage wird: „*Was willst du herausfinden?*“

Erst Modulebene 5 ist inhaltlich, methodisch und organisatorisch weitestgehend offen (s. Kap. 3.2.1); hier entfällt die vormalige Engführung durch Anleitungen, Stationen und Werkstattaufgaben (Modulebene 1, Modulebene 2), durch Frage- bzw. Problemstellungen (Modulebene 3) oder durch die Präsentation von physikalischem, phänomenorientiertem Spielzeug (Modulebene 4).

3.3 Selbstbestimmung

Selbstbestimmung zählt zu einem der wichtigsten Bildungs- und Erziehungsziele (vgl. Meyer-Drawe 2001; Böhm & Seichter 2018). In der Moderne wurde Selbstbestimmung v. a. durch Erziehungswissenschaftler wie Adorno, Heydorn, Humboldt und Blankertz zum zentralen Bildungs- und Erziehungsziel „nach Ausschwitz". Für die Verortung von Selbstbestimmung als zentrales Bildungs- und Erziehungsziel in den Erziehungswissenschaften und der (Allgemeinen, Grundschul-)Pädagogik fanden und finden sich zahlreiche Belege (vgl. z. B. Ramseger 1985; Häcker 2007; Benner 2015; Gudjons & Traub 2016) – auch international (vgl. Biesta & Tedder 2006; 2007). In sachunterrichtsdidaktischen Bezügen zielt das Lernen im Sachunterricht mittel- bis langfristig ebenfalls auf die ‚Befähigung von Schüler*innen zu Selbstbestimmung' bzw. auf die ‚Herausbildung ihrer Selbstbestimmung' und auf ‚selbstbestimmtes Lernen' (vgl. z. B. Gervé 2002: 180f.; Köhnlein 2012: 399; Hartinger & Martschinke 2022: 435; Kahlert 2022: 29).

Allerdings wird der Begriff *Selbstbestimmung* in den o. g. erziehungswissenschaftlichen und sachunterrichtsdidaktischen Kontexten sehr unterschiedlich genutzt und selten definiert oder erläutert. Es bleibt daher meist unklar, wie Selbstbestimmung verstanden und verwendet wird (vgl. Häcker 2007; Schmenk 2012; Bouchama 2017). In Anbetracht der vielfältigen Verwendungsweisen lässt sich m. E. sogar eine gewisse Konturlosigkeit des Begriffes erkennen. Ich nutze hier bewusst ein Zitat, das diese Begriffs- und Definitionsunschärfe in Bezug auf Autonomie problematisiert und setze damit Selbstbestimmung und Autonomie (zunächst) synonym (vgl. Schmenk 2010: 19; Bouchama 2017: 2).

> „Mittlerweile existieren sogar zum Teil diametral widersprüchliche Definitionen und Auffassungen von Lernerautonomie [...], was das Nachdenken über Autonomie zwar umso dringlicher, allerdings auch umso frustrierender erscheinen lässt. Versuche, Ordnung in diese Begriffsvielfalt (oder genauer: das Begriffschaos) zu bringen, indem verschiedene Versionen von Lernerautonomie identifiziert und ihrerseits klassifiziert werden, gibt es inzwischen auch" (Schmenk 2012: 60).

Das „Definitions-Chaos" (Bouchama 2017: 2) resultiert „aus den multi- und transdisziplinären Bezügen des Begriffs" (ebd.) zu philosophischen, psychologischen, erziehungswissenschaftlichen und schulpädagogischen Überlegungen (vgl. auch Häcker 2007; Waldschmidt 2011; Schmenk 2012). Dabei haben sich nahezu alle diese Disziplinen mit Selbstbestimmung oder einzelnen Aspekten von Selbstbestimmung befasst, „allerdings unter jeweils anderem Blickwinkel" (Konrad & Traub 2009: 2; vgl. Hellmer 2007: 88). Problematisch werden diese unterschiedlichen Konzeptionalisierungen insbesondere dann, „wenn man sie im Licht der Unterrichtspraxis reflektiert. Denn dann zeigt sich, zu welch großen Unterschieden solche scheinbar rein theoretischen Überlegungen [...] in

der praktischen Umsetzung führen“ (Schmenk 2012: 60) können. Dies gilt m. E. entsprechend für die Lehr-Lern-Forschung, in die sehr unterschiedliche Realitäten von Selbstbestimmung bzw. ‚selbstbestimmtem Lernen‘ einfließen (vgl. Bouchama 2017).

3.3.1 Konfundierung mit anderen Begriffen: Begriffliche Ausschärfung

Einige Autor*innen verwenden Begriffe wie *Beteiligung* oder *Autonomie* nahezu synonym zu Selbst*bestimmung*, was ggf. zu Missverständnissen und Verkürzungen im o. g. Sinne führen kann (vgl. Schmenk 2012: 59). Zudem werden Selbst*ständigkeit*, Selbst*steuerung*, Selbst*regulation* und Selbst*bestimmung* häufig gleichgesetzt (vgl. Konrad & Traub 2009: 3ff.; Waldschmidt 2011: 20). Dieses Kapitel dient zum einen der begrifflichen Abgrenzung von Selbstbestimmung zu Beteiligung und Autonomie (Kap. 3.3.1.1), zum anderen der begrifflichen Unterscheidung und Ausschärfung von Selbstständigkeit, Selbststeuerung, Selbstregulation und Selbstbestimmung (Kap. 3.3.1.2).

3.3.1.1 Selbstbestimmung, Beteiligung und Autonomie

Beteiligung ist der Oberbegriff für die Einbindung von Personen oder Gruppen in Entscheidungsprozesse (vgl. Gernert 1993: 117). Beteiligung ist „sowohl Mittel zur Einbringung und Durchsetzung von Interessen wie auch als Zweck im Sinne einer Selbstverwirklichung der Menschen [...] zu verstehen“ (ebd.).[99] Dieser Prozess der Interessenseinbringung und -durchsetzung sowie Selbstverwirklichung gründet auf Aushandlungen und Diskursen zwischen den an einer Situation beteiligten Individuen (vgl. ebd.; Schröder 2001).

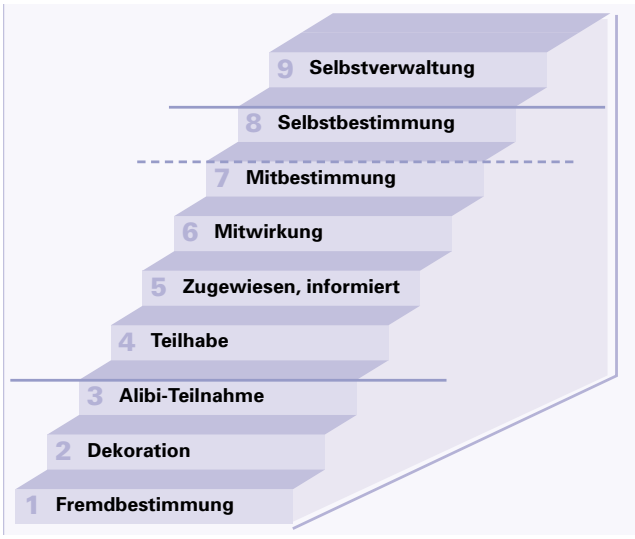


Abbildung 11: Stufenmodell der Beteiligung in Anlehnung an Gernert (aus Schröder 2001: 13)

Schröder (2001) hat in Anlehnung an Gernert (1993) ein Stufenmodell der Beteiligung entwickelt, das neun verschiedene Stufen der Beteiligung von Fremdbestimmung bis Selbstverwaltung unterscheidet (s. Abb. 14).

Ich stelle diese einzelnen Stufen der Beteiligung nachfolgend kurz vor und beziehe sie, wie Wagener (2013) und Derecik et al. (2017), explizit auf (Grundschul-)Unterricht.

[99] Selbstverwirklichung ist ein Begriff, den v. a. der amerikanische Psychologe Abraham Maslow geprägt hat. Der Begriff bezieht sich auf die weitgehende Realisierung der eigenen Ziele und Wünsche sowie auf die möglichst umfassende Ausschöpfung von individuell gegebenen Möglichkeiten und Begabungen (vgl. Maslow 1991).

Die ersten drei Stufen bezeichnet Schröder als *Formen der Nichtbeteiligung*: „Wenn Kinder nicht von sich aus Einfluss auf Entscheidungen [...] nehmen können (Stufen 1 bis 3), sollte [...] nicht von wirklicher Beteiligung geredet werden" (Schröder 2001: 12). Vielmehr findet eine „Instrumentalisierung der Kinder durch Erwachsene" (Wagener 2013: 17) statt. (1) *Fremdbestimmung* liegt vor, wenn Kinder im Unterricht „angehalten werden, Dinge zu tun oder zu unterlassen" (Schröder 2001: 12), ohne dass sie diese Handlungen oder die Intentionen hinter solchen Handlungen verstehen. (2) Auf der Stufe der *Dekoration* werden Kinder mit eigenen Handlungen in den Vollzug von Schule und Unterricht einbezogen, ohne dass diese Handlungen jedoch einen Bezug zum methodisch-inhaltlichen Kern des Unterrichts haben (vgl. Wagener 2013: 19). Ein Beispiel für *Dekoration* stellen Dienste dar, die Schüler*innen in der Klasse übernehmen (z. B. Blumengießen). (3) Im Rahmen der *Alibi-Teilnahme* können Kinder über ihre Teilnahme an einzelnen Phasen des Unterrichts entscheiden; sie haben aber weiterhin keinen Einfluss auf die Inhalte und das Vorgehen innerhalb dieser Phasen (vgl. Derecik et al. 2017: 29).

Die nächsten vier Stufen fasst Schröder als *Formen der Beteiligung* zusammen: Erwachsene eröffnen den Kindern erste Beteiligungsmöglichkeiten, die allerdings grundsätzlich mit der Gruppe abgestimmt werden müssen (vgl. Wagener 2013: 17). (4) Im Unterschied zur Alibi-Teilnahme bedeutet die *Teilhabe* „ein gewisses sporadisches Engagement der Beteiligung" (Schröder 2001: 12), d. h. den Kindern wird in Bezug auf die Inhalte oder das Vorgehen in einzelnen Phasen des Unterrichts „ein gewisses Maß an Einwirkung zugestanden" (Derecik et al. 2017: 30). (5) In der nächsten Stufe werden die Kinder erstmals darüber *informiert*, worum es im Unterricht überhaupt geht und was dabei bewirkt werden soll. (6) Bei der *Mitwirkung* werden die Kinder nach ihrer Meinung gefragt, ohne direkten Einfluss auf die Umsetzung des Unterrichts zu nehmen: Die „konkrete Planung und Durchführung verbleibt [...] bei Lehrenden" (Derecik et al. 2017: 29). (7) *Mitbestimmung* bedeutet, dass Kinder bei Entscheidungen *mit*einbezogen werden, die *gemeinsam*, „demokratisch und in Aushandlung mit Erwachsenen getroffen [werden], auch wenn die Idee des Unterrichts [...] noch von den Erwachsenen initiiert wird" (ebd.: 30).

Die Stufen 4-7 stellen Formen der wirklichen Beteiligung von Kindern dar, sie repräsentieren aber immer noch eine von den Erwachsenen initiierte Beteiligung. Erst im Hinblick auf die höchsten beiden Stufen seines Modells nutzt Schröder (2001) den Begriff der *Autonomie* und versteht darunter von den Kindern initiierte Formen der Beteiligung (vgl. Schröder 2001: 12). Wie der Begriff ‚Autonomie', außerhalb der Modellierung von Schröder, verstanden und von ‚Selbstbestimmung' abgegrenzt wird, erörtere ich in Kürze. Vorher schließe ich die Erläuterungen zum Stufenmodell (Abb. 11) ab: (8) *Selbstbe-*

stimmung bezieht sich auf das individuelle Lernen und Entscheiden der Schüler*innen. Haben sie „die Möglichkeit aufgrund der eigenen Interessenslage ihre Angelegenheiten [...] mit möglicher Unterstützung durch Erwachsene zu verwirklichen, ist die Stufe der Selbstbestimmung erreicht" (Derecik et a. 2017: 30). Es handelt sich um eine von den Kindern *selbst* initiierte Beteiligung, insbesondere bzgl. Inhalten und Vorgehen (vgl. Schröder 2001: 12). *Selbstverwaltung (9)* ist schließlich, neben der individuellen Entscheidungsfreiheit, die umfassende Selbstorganisation der Gruppe (auf organisatorischer, methodischer, inhaltlicher *und sozialer Ebene*); „Entscheidungen werden Erwachsenen lediglich mitgeteilt" (Schröder 2001: 12), aber von den Schüler*innen getroffen.

In seinem Stufenmodell (Abb. 11) definiert Schröder (2001: 12) „Autonomie" als *von den Kindern initiierte* Formen der Beteiligung und verwendet den Begriff als Oberbegriff für die höchsten beiden Stufen „Selbstbestimmung" und „Selbstverwirklichung" (s. Abb. 11; vgl. auch Wagener 2013: 18). Häufig werden „Autonomie" und „Selbstbestimmung" allerdings auch synonym verwendet (vgl. Schmenk 2010: 19; Bouchama 2017: 2). Ich spreche mich sowohl gegen die synonyme als auch gegen die koordinierte Verwendung der Begriffe aus und leite ihre Unterscheidung stattdessen zum einen etymologisch, zum anderen semantisch her: Der Wortherkunft nach verweist **Autonomie** (*altgriechisch ‚autonomía', ‚Eigengesetzlichkeit'*) „auf den Tatbestand der Selbstgesetzgebung" (Waldschmidt, 2011, S. 18f.). Selbstbestimmung dagegen wird im deutschsprachigen Raum erstmals 1786 von Kant dafür verwendet, dass der Mensch über die Zeile seines Handelns selbst entscheidet und diese Ziele aus eigenem Antrieb selbst anstreben kann, verwendet (vgl. Gerhardt 2006: 1). Selbstbestimmung scheint damit, anders als die Selbstgesetzgebung, „der Freiheit nicht nur äußere Merkmale, sondern auch positive Inhalte zu verleihen; schließlich impliziert sie wohl nicht nur die Befreiung aus unterdrückerischen Beziehungen, sondern auch die Utopie eines guten Lebens nach dem Emanzipationskampf" (Waldschmidt, 2011, S. 18f.). Auch semantisch lassen sich die Begriffe unterscheiden: „Autonomie [...] [bezeichnet] eher eine Situation, einen Zustand, während Selbstbestimmung ein aktiver Begriff ist, der sich in ein aktives Verb umwandeln lässt: ‚Ich bestimme selbst'. Dies weist darauf hin, dass es sich um [...] eine Handlungsmöglichkeit handelt [...]. Man kann zudem fragen, welche Bedingungen dafür in den sozialen Bezügen zu finden sind" (Klauß 2003: 99). Vor allem diese sozialen (und kontextuellen) Bezüge sind der Forschungsfokus meiner Arbeit. Semantisch beinhaltet ‚Selbstbestimmung' demnach immer schon einen Vorgang und die sozialen Bezüge, wohingegen ‚Autonomie' eher einen Zustand der Befreiung aus unterdrückerischen Beziehungen beschreibt (vgl. ebd.). Damit erweist sich der Begriff ‚Selbstbestimmung' m. E. für meinen Forschungsfokus als anschlussfähiger (s. a. Kap. 3.3.2).

3.3.1.2 Selbständigkeit, Selbststeuerung, Selbstregulation und Selbstbestimmung

Die Begriffe Selbst*ständigkeit*, Selbst*steuerung*, Selbst*regulation* und Selbst*bestimmung* werden häufig synonym gebraucht (vgl. Konrad & Traub 2009: 3ff.; Waldschmidt 2011: 20; Schmenk 2012: 59). „Die Konzepte und Definitionen zu diesen Begriffen sind oftmals wenig trennscharf oder enthalten große Überschneidungen" (Hellmer 2007: 87).

In diesem Kapitel nehme ich deshalb eine etymologische und semantische Analyse der Begriffe (s. Tab. 13) vor, mit dem Ziel einer begriffliche Ausschärfung. Diese Ausschärfung der Begriffe ist m. E. notwendig, um das o. g. Begriffs- bzw. Definitionschaos (vgl. Schmenk 2012: 60; Bouchama 2017: 2) für meinen Forschungsfokus aufzuklären.

Tabelle 13: Etymologische und semantische Analysen (selbst erstellt)

Selbst-			
Einflüsse auf die Gestaltung des Lernens, die vom lernenden Individuum selbst ausgehen: (kognitive, emotionale, affektive, motivationale) Wahrnehmungen und Wertvorstellungen, Ich-Bezogenheit „‚ständiger Bezugspunkt', an dem sich das Ich und sein Handeln ausrichten" (Konrad & Traub 2009: 3) „durch die eigene Person oder das eigene Ich gesteuert" (Konrad 2008: 18)			
-ständigkeit	**-steuerung**	**-regulation**	**-bestimmung**
„Ständigkeit" ist kein eigenständiges Substantiv, verweist aber (bildhaft, übertragen) auf „Stand" im Sinne von „an einem Ort Stehen"	„Einstellung, Erhaltung oder Veränderung der Zustände eines Systems durch externe Festlegung der Eingangsgrößen ohne Rückkoppelung" mit Informationsfluss in eine Richtung (Konrad & Traub 2009: 3)	„Im Unterschied zur Steuerung [...] wird hier die Wirkungskette durch Hinzufügung einer Rückkopplung ergänzt, wodurch [...] Regelkreise [...] entstehen" (Konrad & Traub 2009: 4)	„Bestimmung" hat zwei verschränkte Bedeutungsebenen: (1) klassifizieren, nach Merkmalen abgrenzen *und* (2) über etwas entscheiden, etwas definieren und z. B. in seinem Ablauf beeinflussen, Macht auf etwas ausüben (Waldschmidt 2011: 20)
Selbstständigkeit	**Selbststeuerung**	**Selbstregulation**	**Selbstbestimmung**
Lernen in Abwesenheit der Lehrperson – ohne Anleitung oder direkte Hilfe durch Lehrperson (Anweisungen bzgl. Vorgehen/Inhalte/Ziele gehen dabei häufig auf Lehr-Lern-Mittel über) (Bannach 2002: 51)	selbständige Ausrichtung des Lernprozesses auf einen Soll-Wert hin, durch Nutzung pädagogisch-psychologischer Techniken – „bei vorgegebenen Lerninhalten und -zielen" (Friedrich & Mandl 1997: 239)	(Selbst-)Rückkoppelung durch wiederholten Ist-Soll-Wert-Vergleich im ablaufenden Lernprozess Einleitung von Maßnahmen zur Behebung von Ist-Soll-Unterschieden (Schreiber 1998: 9)	Abbau von Anweisungen bzgl. Vorgehen/Inhalten/Zielen; stattdessen Beteiligung an Aushandlungs- und Entscheidungsprozessen über Vorgehen/Inhalte/Ziele (Bannach 2002: 51; Häcker 2007: 9)

Selbstbestimmung und Selbstständigkeit: In der bisherigen Forschung (und Theorie) gelten Aktivitäten oft bereits dann als *selbstbestimmt*, „wenn sie nicht direkt vom Lehrer angewiesen werden, sondern diese Anweisung indirekt durch einen Plan oder eine Zusammenstellung von Arbeitsmitteln erfolgt" (F. Peschel 2019: 13). In ihrer Arbeit zum „selbstbestimmten Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht" nimmt z. B. Haase (2018: 13) an, dass Schüler*innen ‚selbstbestimmt experimentieren', „wenn sie selbstständig und ohne fremde Hilfe" vorgegebene, kleinschrittig angeleitete Versuche bearbei-

ten (ebd.: 31; s. Kap. 4.2). Wenn dieses ‚Bearbeiten von Anleitungen ohne direkte Anweisung oder Hilfe seitens der Lehrperson' allerdings, wie bei Haase (2018), als ‚selbstbestimmt' bezeichnet wird, liegt m. E. eine Konfundierung von ‚Selbstbestimmung' und ‚Selbständigkeit' vor (vgl. Bohl et al. 2013: 286).

Selbständigkeit bezieht sich in erster Linie darauf, dass Schüler*innen im Unterricht ohne Hilfe oder Anleitung anderer bzw. „ohne direkte Lehrersteuerung [...] arbeiten, wobei die Führung" (Bannach 2002: 51) hinsichtlich des Vorgehens, der Inhalte und Ziele meist auf Lehr-Lern-Mittel bzw. „Aufgabenstellungen [...] übergegangen ist" (ebd.), wie es z. B. bei Haase (2018) oder auch bei Claussen (1996) der Fall ist. Selbständigkeit definiert sich gerade über die Abwesenheiten der Lehrperson – indirekt erscheinen ihre Anweisungen allerdings m. E. oftmals weiterhin, z. B. in Form einer Aufgabenstellung.

Selbstbestimmung hingegen entzieht sich dieser Definition über das Vorhandensein oder Fehlen einer unmittelbar anleitenden Person. Stattdessen bezieht sich Selbstbestimmung auf den grundsätzlichen Abbau von Anweisungen bzgl. des Vorgehens, der Inhalte und Ziele, unabhängig davon, ob diese Anweisungen direkt durch die Lehrperson oder durch z. B. eine Aufgabenstellung erfolgen (vgl. M. Peschel 2014; Köster 2018). Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass Selbstbestimmung im Unterricht auf organisatorische, methodische, inhaltliche und ggf. soziale Entscheidungsprozesse abzielt (vgl. Bannach 2002); durch diese Bezugnahme auf die Prozesshaftigkeit von Entscheidungen beinhaltet der Begriff ‚Selbstbestimmung' m. E. immer auch die Aushandlung zwischen Lernenden und Lehrenden (s. Kap. 3.3.3). Diese soziale Komponente fehlt dem Begriff ‚Selbständigkeit', der von einer Abwesenheit der Lehrperson ausgeht (vgl. Bannach 2002: 51; F. Peschel 2019: 12).

Selbstbestimmung und Selbststeuerung bzw. Selbstregulation: In einer Studie zur Interessenförderung im naturwissenschaftlich orientierten Sachunterricht differenziert Hartinger (1997: 60) mehrere Teilprozesse des Lernens (u. a. Planung und Zielsetzung, Durchführung, Dokumentation, Evaluation), die, seinen Ausführungen nach, alle „als ‚Self-Regulated Learning Strategies' selbstbestimmt" (ebd.: 61), aber „auch ‚fremdgesteuert' ablaufen" (ebd.) können. Die gegenüberstellende Formulierung ‚selbstbestimmt, aber auch fremdgesteuert' und die Bezugnahme auf ‚selbstreguliert' implizieren m. E. eine Vermischung von *Selbstbestimmung*, *Selbststeuerung* und *Selbstregulation*.

Jeder der drei Begriffe ‚Selbst*bestimmung*', ‚Selbst*steuerung*' und ‚Selbst*regulation*' wird oft nicht einheitlich gebraucht (vgl. Rosendahl 2010: 18). Die drei Begriffe lassen sich zudem „kaum schlüssig voneinander abgrenzen; sie entstammen unterschiedlichen Forschungsrichtungen [...] oder liegen im subjektiven Ermessen des jeweiligen Autors"

(Leutner & Leopold 2003: 43). Für Schiefele und Pekrun (1996: 258) sind sogar alle drei Begriffe synonym. Friedrich und Mandl (1997: 239) nutzen dagegen den Begriff ‚Selbstbestimmung' nur, wenn Schüler*innen selbst entscheiden, was und woraufhin sie lernen. Entscheiden die Schüler*innen dagegen nur darüber, wann und wie sie vorgegebene Lerninhalte bei vorgegebenen Lernzielen bearbeiten, verwenden Friedrich und Mandl die Begriffe ‚Selbststeuerung' und ‚Selbstregulation' – und zwar synonym zueinander. Konrad und Traub (2009: 5f.) hingegen nehmen keine Definition von ‚Selbstbestimmung' vor, sie differenzieren aber die Begriffe ‚Selbststeuerung' und ‚Selbstregulation' voneinander. Sie verweisen diesbezüglich auf die in der Regelungstechnik bzw. Kybernetik übliche Unterscheidung zwischen ‚Steuerung' und ‚Regulation' (s. a. Tab. 13):

> „Als Steuerung bezeichnet man [...] die Einstellung, Erhaltung oder Veränderung der Zustände eines Systems durch externe Festlegung der Eingangsgrößen ohne Rückkoppelung [...]. Im Unterschied zur Steuerung, bei der der Informationsfluss nur in einer Richtung möglich ist, wird hier [bei der Regulation; Anm. d. V.] die Wirkungskette durch Hinzufügung einer Rückkopplung ergänzt, wodurch [...] Regelkreise entstehen" (Konrad & Traub 2009: 3f.).

Steuerung meint – in der Regelungstechnik bzw. Kybernetik – also grundsätzlich, „dass zum Zweck der Zielerreichung unter Berücksichtigung von Eingangs- und Zustandsbedingungen entsprechende Ausgangsgrößen gewählt werden" (Rosendahl 2010: 19). Ein Beispiel für einen technischen Steuerungsprozess ist die einfache Geschirrspülmaschine, bei der beispielsweise „Wasserzufluss, Pumpe und Heizung von einer Steuerung durch Verarbeitung von Informationen über Wasserstand, Zeit und Temperatur in Gang gesetzt und angehalten [werden], um sauberes und trockenes Geschirr zu erhalten (ebd.).

Bei der *Regulation* dagegen wird die zielgerichtete Steuerung durch eine „fortlaufende Rückkopplung der Ausgangsgröße auf den Eingang des Reglers" (ebd.) ergänzt. Ein entsprechendes technisches Beispiel ist das Heizungsthermostat: Stellt man das Heizungsthermostat auf 20 °C, wird die aktuelle Temperatur als IST-Wert gemessen und mit dem vorgegebenen SOLL-Wert abgeglichen. Die Raumtemperatur wird schließlich solange immer wieder erhöht oder abgesenkt, bis der SOLL-Wert erreicht wird.

Werden diese Prinzipien der Steuerung und Regulation auf menschliches Verhalten übertragen, kann „Steuerung [...] im Sinne zielgerichteten Verhaltens" (Rosendahl 2010: 19) verstanden werden. „Regulation hingegen entspricht dem Handeln, in dessen Verlauf zusätzlich kontrolliert wird, inwiefern eine Zielannäherung erfolgt und bei dem das Kontrollergebnis handlungsleitend wird" (ebd.: 19f.). Diese Übertragung eines technischen Regulationskonzepts auf menschliches Verhalten findet sich v. a. in der kybernetischen Didaktik, die auf Felix von Cube zurückgeht. Diese Didaktik versteht Unterricht als „Prozess der Regelung" (Ruf et al. 2008: 136) und modelliert Unterricht als Regelkreis:

> „Mit Hilfe einer Lernkontrolle stellt die Lehrperson den Ist-Wert fest, ermittelt die Differenz zum Soll-Wert und betätigt den Regler: Sie passt ihre Lehrstrategie an und leitet einen neuen Durchgang durch den Regelkreis an. Dies geschieht so oft, bis Ist-Wert, also Lernertrag, und Sollwert, also Lernziel, übereinstimmen" (Ruf et al. 2008: 136).

Selbststeuerung ist „die selbstständige Ausrichtung eines Prozesses auf einen [...] Soll-Wert hin" (Schreiber 1998: 9). Dies bedeutet, dass die Lernenden „im Hinblick auf vorgegebene [...] Ziele und in Abhängigkeit von [...] den Anforderungen der aktuellen Lernsituation eine oder mehrere Selbststeuerungsmaßnahmen ergreifen" (Konrad & Traub 2009: 8). Diese „Selbststeuerungsmaßnahmen" (ebd.) sind ein fest definiertes Set an Strategien und Techniken, um klare Ziele zu definieren, sich besser zu konzentrieren, Ablenkungen zu vermeiden usw. (vgl. Leutner & Leopold 2003). Diese Strategien und Techniken betreffen jedoch *keine* fachdidaktischen Aspekte des Lernens wie Inhalte, Methoden und Ziele des Unterrichts, die weiterhin vorgegeben sind (vgl. Friedrich & Mandl 1997: 239), sondern fokussieren pädagogisch-psychologische Aspekte wie Konzentration und Motivation.

> „Dabei wird Selbststeuerung als strategisches Konzept zur Optimierung des Lehr(lern-)erfolgs kritisiert, das […] in der Gefahr steht, einer weiteren systematischen Abtrennung der thematischen [und methodischen, also insgesamt fachdidaktischen] von den operativen Aspekten des Lernens und damit der ohnehin problematischen Sinnentleerung schulischen Lernens weiter Vorschub zu leisten" (Häcker 2007: 10f.; Anm. d. V.).

Ich schließe mich Häcker und seiner Kritik an Selbststeuerung an: Wenn Schüler*innen Lernhandlungen „selbst" steuern, indem sie pädagogisch-psychologische Strategien und Techniken auf meist vorgegebene Inhalte und Methoden anwenden, um fremdgesetzte Ziele zu erreichen, resultiert daraus in meinen Augen noch *keine* Beteiligung der Schüler*innen am Unterricht (s. Kap. 3.3.1.1). Selbststeuerung beschränkt sich auf „operative[.] Aspekte des Lernens" (Häcker 2007: 9). Die Schüler*innen werden dazu gebracht, „sich an der Optimierung eines Lernens auf fremdgesetzte Ziele hin zu beteiligen" (ebd.). Daraus folgt, dass es sich bei Selbststeuerung „um ein strategisches Konzept in der Hand des Lehrers handelt, der den Schülerinnen/Schülern die Selbststeuerung [...] zur Optimierung seiner Lehraktivitäten gewährt" (Holzkamp 1995: 416; vgl. auch Pongratz 2004: 255). Selbststeuerung zielt dabei „nur auf ein Segment dessen [...], was [...] mit Selbstbestimmung gemeint [ist]: auf funktionsgerechtes Verhalten" (ebd.: 255). Selbstbestimmung bezieht sich dagegen auf die individuelle Beteiligung der Lernenden insbesondere auch im Hinblick auf Inhalte, Ziele und Vorgehensweisen des Lernens – und somit hinsichtlich genuin fachdidaktischer Aspekte, die bei Selbststeuerung alle fremdgesetzt und vorgegeben werden (vgl. Häcker 2007: 9; Bohl & Kucharz 2010; s. Tab. 16).

Während Selbststeuerung von mir als „selbstständige Ausrichtung eines Prozesses auf einen [...] Soll-Wert" (Schreiber 1998: 9) verstanden wird, liegt *Selbstregulation* dagegen

vor, wenn zusätzlich und wiederholt „Informationen über den augenblicklichen Ist-Wert des Prozesses herangezogen“ (ebd.) und für einen Ist-Soll-Wert-Vergleich genutzt werden (vgl. Rosendahl 2010: 19f.). Selbstregulation ist demnach eine „Aktivität [...], welche in den ablaufenden Lernprozess eingreift und gezielt Maßnahmen zur Behebung des Unterschieds einleitet, sofern Diskrepanzen zwischen dem Ist- und dem Soll-Zustand vorliegen. Es sind damit Rückkoppelungsprozesse angesprochen, die sich entweder auf die Handlung oder auf das zuvor gesetzte Ziel beziehen“ (Konrad & Traub 2009: 4).

Der grundlegende Mechanismus der *Selbstregulation* ist der Ist-Soll-Wert-Vergleich (vgl. Konrad 2023: 22). Mit solchen Rückkoppelungsprozessen ist allerdings ein technizistisches Verständnis von Lernen verbunden, das seinen Ursprung in den o. g. kybernetischen Modellen (Felix von Cube) hat: „Die Qualität des gesamten Regulationsprozesses ergibt sich aus der kompetenten und reflektierten Ausführung“ (Konrad & Traub 2009: 7) des Ist-Soll-Vergleichs. Das Konzept der Selbstregulation verweist v. a. „auf die regulativen Aspekte des Lernprozesses“ (Häcker 2007: 64), ohne jedoch gleichzeitig „die Bestimmung von Zielen und Inhalten“ (ebd.) oder Methoden des Unterrichts zu umfassen. Entsprechende „Self-Regulated Learning Strategies“ (Hartinger 1997: 60f.; vgl. auch Leutner & Leopold 2003), die Schüler*innen zur Selbstregulation im Ist-Soll-Wert-Vergleich nutzen sollen, beziehen sich primär auf den operativ-regulativen Lernvollzug. Bei fremdgesetzten Zielen und vorgegebenen Inhalten bzw. Methoden sollen Schüler*innen z. B. aufmerksamkeitslenkende Techniken wie „advance organizer“ oder Einprägungsstrategien wie das Bilden von Analogien einsetzen (vgl. ebd.). Diese Techniken oder Strategien beziehen sich m. E. ausschließlich auf pädagogisch-psychologische Aspekte des Lernvollzugs, aber nicht auf eine fachdidaktisch legitimierte Beteiligung an Inhalten, Zielen oder Vorgehen. Solche subtilen „Kontrollformen mit freiheitlichem Aussehen“ (Deleuze 1993: 255), wie „selbstgesteuertes Lernen“ oder „selbstreguliertes Lernen“, ändern also nichts an den engen Ziel-, methodischen und inhaltlichen Vorgaben; „es verschleiert sie nur besser“ (Schmenk 2012: 68).

Sowohl Selbstständigkeit als auch Selbststeuerung und Selbstregulation beinhalten, wenn sie synonym zu Selbstbestimmung verwendet werden, eine „starke Reduzierung des Begriffs“ (Bouchama 2017: 3): entweder prozessual auf die „Summe von Tätigkeiten, die an und mit [...] Materialien allein ausgeführt werden“ (Schmenk 2010: 14) oder operativ-regulativ auf den Vollzug von pädagogisch-psychologischen Steuerungsschritten bzw. kybernetischen Regelkreishandlungsschritten mit vorgegebenen Inhalten und Methoden sowie fremdgesetzten Zielen (vgl. ebd.). Die Lehrperson wird entweder als abwesend konzeptualisiert (Selbstständigkeit) oder überhaupt nicht mitgedacht, da die Steuerung oder Regulation des Lernvollzugs unter Rückgriff auf pädagogisch-psychologische

Strategien und Techniken auf die Lernenden übertragen wird (Selbststeuerung und Selbstregulation) – ohne entsprechende Beteiligung an fachdidaktischen Aspekten, z. B. Inhalten, Methoden und Zielen des Unterrichts. Diese „Alibi-Teilnahme“ (Derecik et al. 2017: 29; s. Kap. 3.3.1.1; Abb. 11) „lässt wichtige Unterschiede zwischen mehr oder weniger selbstbestimmtem [...] Lernen und Handeln [...] verblassen und ebnet insofern gerade das ein, was doch [...] klar differenziert werden sollte“ (Schmenk 2010: 22; vgl. auch Bannach 2002). Die Rede vom ‚selbstbestimmten Lernen‘ wirkt in meinen Augen v. a. dann paradox, wenn die ‚Selbstbestimmung der Lernenden‘ einzig darin liegt, „gehorsam das auszuführen, was von Anderen vorgegeben“ (Schmenk 2010: 21) wird.

Wenn Selbstbestimmung prozessual auf Tätigkeiten reduziert wird, die allein bzw. ohne Hilfe der Lehrperson durchgeführt werden (eigentlich: *Selbständigkeit*), oder wenn bereits die Erreichung fremdgesetzter Ziele durch den operativen Vollzug von pädagogisch-psychologischen Steuerungsschritten bzw. kybernetischen Regelkreishandlungsschritten mit vorgegebenen Inhalten und Vorgehensweisen als ‚selbstbestimmt‘ (eigentlich *Selbststeuerung* bzw. *Selbstregulation*) bezeichnet wird, induziert dies m. E. eine deutlich verkürzte bzw. reduzierte Operationalisierung von Selbstbestimmung.

Meine Forschung fokussiert die *Aushandlung* von Selbstbestimmung und nutzt dazu den AGENCY-Ansatz (s. Kap. 1; 3.3.3; vgl. auch Biesta & Tedder 2007; Betz & Eßer 2016). Ausgangspunkt dieses Forschungsfokus‘ ist meine Kritik daran, dass Selbstbestimmung in bisherigen Forschungen zum (Offenen) Experimentieren (s. Kap. 4) häufig auf ein subjektives Selbstbestimmungsempfinden, einen leicht operationalisierbaren individuellen Faktor, reduziert und individualpsychologisch mittels verschiedener Regulationsstile, als Ausmaß an Kontrollierbarkeit (eigentlich *Selbstbestimmungsempfinden*) oder aber als individuelles Vermögen bzw. *Selbstbestimmungsfähigkeit* erfasst wird. Diese Kritik an der Operationalisierung von Selbstbestimmung, die ich in Kapitel 4 noch ausführen und auf den Forschungsstand beziehen werde, führt m. E. zu folgendem **Desiderat**: *Die bisherige Forschung vernachlässigt die soziale Verursachtheit eines ‚selbstbestimmten Vorgehens‘ bzw. die soziale Aushandlung von Selbstbestimmung in Interaktionsprozessen mit anderen und anderem beim Experimentieren im naturwissenschaftlich-orientierten Sachunterricht.*

Der bislang überwiegend in den Sozialwissenschaften entwickelte AGENCY-Ansatz macht dagegen m. E. insbesondere diese *soziale* Aushandlung von Selbstbestimmung beforschbar.

> Der AGENCY-Ansatz betont, dass Selbstbestimmung keine individualpsychologische Eigenschaft ist, sondern sozial ausgehandelt wird: (1) in jeder Situation neu (2) zwischen den an der (3) sozialen Situation (4) beteiligten Akteur*innen (soziale Interaktionen) und (5) einem bestimmten Phänomen (Sach-Interaktionen), (6) begrenzt durch materielle, räumliche, zeitliche u. a. Bedingungen (vgl. Raitelhuber 2012; Betz & Eßer 2016).

Diese von mir eingenommene sozialwissenschaftliche AGENCY-Perspektive, Selbstbestimmung als Aushandlungsprozess zu untersuchen, ist dabei nur *eine* relevante Perspektive neben anderen (z. B. pädagogisch-psychologischen, phänomenologischen u. a. m.), die allerdings in meinen Augen bislang stark vernachlässigt wurde (vgl. Schumann 2013: 60). Diese Perspektive ermöglicht es aber, Selbstbestimmung, hier beim Offenen Experimentieren (s. Kap. 1), spezifischer und gegenstandsangemessen zu erforschen als bislang – *nämlich als sozialen Aushandlungsprozess*. Mittels des AGENCY-Ansatzes wird möglich, bisherige Forschungsansätze um die soziale und persönliche Offenheitsdimension, die F. Peschel (2019) in seinem Konzept Offenen Unterrichts beschreibt, zu erweitern. Damit ließe sich m. E. eröffnen und fokussieren, dass die verschiedenen (organisatorischen, methodischen, inhaltlichen) Dimensionen des Offenen Experimentierens sozial ausgehandelt werden. Hierbei werden für das Feld der Unterrichtsforschung bislang eher unberücksichtigt gelassene Beeinflussungsaspekte von Lehr-Lern-Prozessen ermittelt und orchestriert.

3.3.2 AGENCY in den Sozialwissenschaften

Der AGENCY-Ansatz wird traditionell in sozialwissenschaftlichen Disziplinen genutzt, um „Fragen der Herstellung, Absicherung oder Ermöglichung von Handlungsfähigkeit“ (Raitelhuber 2012: 122; vgl. auch Homfeldt et al. 2008) der Akteur*innen in sozialen Situationen (s. Kap. 2) zu untersuchen.[100] Der Ansatz hat sich seit den 1990er Jahren als eigenständige sozialwissenschaftliche Strömung herausgebildet (vgl. Mick 2012a). „Das Interesse richtet sich insbesondere auf die Handlungsmöglichkeiten von Individuen innerhalb von Gesellschaften, auf die individuellen und sozialen Bedingungen der Handlungsfähigkeit gesellschaftlicher Akteure und auf ihre Einflussmächtigkeit“ (Mick 2012a: 527). Entsprechende sozialwissenschaftliche Untersuchungen adressieren v. a. folgende Fragen:

(1) *Handlungsfähigkeit:* Welche Möglichkeiten der Beteiligung haben Akteur*innen im Rahmen der strukturellen, individuellen und sozialen Bedingungen einer Situation?

(2) *Selbstbestimmung:* Wie beeinflussen die o. g. (verdeckt oder offen zu Tage tretenden) strukturellen, individuellen und sozialen Bedingungen die Beteiligungsprozesse?

(3) *Aushandlung:* Wie werden Handlungsfähigkeit und Selbstbestimmung in der Situation zwischen den verschiedenen Akteur*innen und in Wechselwirkung mit den strukturellen, individuellen und sozialen Bedingungen der Situation ausgehandelt?

---

[100] Die Liste verwendeter Übersetzungen des Begriffes AGENCY (*lat. „agens“ für „handelnd“, „treibend“, „in Bewegung setzend“)* ist lang (vgl. auch Homfeldt et al. 2008; Scherr 2013), z. B. Handlungsfähigkeit oder Handlungsmächtigkeit. Nachfolgend wird weitestgehend auf Übersetzungen verzichtet und stattdessen der Begriff AGENCY selbst verwendet. Theoriengeschichtlich verorten Raitelhuber (2012) oder – mit Blick auf Bildung – Biesta und Tedder (2007) den Begriff und das dahintersteckende Konzept, das nachfolgend mit Selbstbestimmung in Verbindung gebracht wird.

In früheren Ansätzen wird AGENCY als Fähigkeit einer Person konzeptualisiert und dieser Person mehr oder weniger fest als Eigenschaft – eben im Sinne einer Handlungs*fähigkeit* oder eines Selbstbestimmungs*empfindens* (s. Kap. 4) – zugeordnet. Dabei stehen strukturelle und soziale Bedingungen einer Situation und die Handlungsfähigkeit eines Individuums – je nach Ansatz gegenseitig gänzlich ausschließend oder zumindest beeinträchtigend – im Widerstreit (vgl. Raitelhuber 2012; Eßer 2014; Betz & Eßer 2016). Neuere Ansätze sind integrativ angelegt und überwinden diesen Widerstreit zwischen den strukturell-sozialen und den individuellen Bedingungen einer Situation. Sie rücken außerdem die vielfältigen Relationen zwischen (Inter-)Akteur*innen ins Zentrum und untersuchen, wie Handlungsmöglichkeiten zwischen allen Beteiligten und der zeitlichen, räumlichen, materiellen, sozialen Ereigniskonstellation *ausgehandelt* werden (vgl. Raitelhuber 2012; Scherr 2013; Schütze 2020). Das Konzept AGENCY repräsentiert in diesen neueren Ansätzen die komplexen, multidimensionalen Aushandlungsprozesse.

3.3.2.1 Dualistisch-dialektischer Ansatz – die „structure-agency-Debatte"

Der dualistisch-dialektische Ansatz reproduziert gesellschaftsbezogene Dichotomien zwischen „Handlung und Struktur, Subjekt und Objekt, sozialem Wandel und gesellschaftlicher Stabilität" (Eßer 2014: 236; s. Tab. 14). Die ‚structure-agency-Debatte' (vgl. Raitelhuber 2013: 3) steht dabei in der langen Tradition einer sozialwissenschaftlichen Grundsatzdiskussion zwischen (1) *Strukturtheorien*, die von genetisch-biologischer, soziokultureller Determiniertheit ausgehen, und (2) *Handlungs- und Subjekttheorien,* die dieser Determiniertheit eine grundsätzliche Handlungs- bzw. Entscheidungsfreiheit des Individuums gegenüberstellen (vgl. Scherr 2013; Betz & Eßer 2016; Hüpping 2016).

Tabelle 14: Dichotomien sozialwissenschaftlicher Theoriebildung in der „structure-agency-Debatte" (selbst erstellt)

Strukturtheorien („structure")	**Handlungs- und Subjekttheorien („agency")**
„kalte" Institutionen der modernen Gesellschaft: Zwang, Normen, Gewohnheiten	kreatives Individuum: Entscheidungs- und Handlungsfreiheit
Fremdbestimmung, soziale Begrenzungen und Einschränkungen, determinierende Strukturen	Selbstbestimmung, Voluntarismus, Handlungsfähigkeit und Handlungsmächtigkeit
Passivität, Vulnerabilität, Abhängigkeit: verursacht-sein, vorgegeben bekommen	Aktivität: verursachen, wählen, selbst entscheiden
Determination: Rezipient*innenrolle (Patiens)	**Emergenz:** Akteur*innenrolle (Agens)

Der dualistisch-dialektische Ansatz konzeptualisiert individuelles Handeln einseitig reduziert, da er entweder von einer absoluten Handlungsmächtigkeit und Emergenz des Individuums oder einer vollkommenen Determiniertheit durch gesellschaftliche Normen, Gewohnheiten und Zwänge ausgeht (vgl. Helfferich 2012). Struktur und Handlungsmächtigkeit werden konträr und sich ausschließend gegenübergestellt. Je nach

Theorietradition (s. Tabelle 14) liegt der Fokus dabei „either on the question of reproduction caused by social structures (and thus more on ‚structure') or on the question of children's own capacities to reflect, deal with and change the situations in which they are involved (and thus more on ‚agency')" (Bollig & Kelle 2016: 35). AGENCY bewegt sich damit – in früheren Konzeptualisierungen – „im Spannungsfeld zentraler Dichotomien, die die Soziologie seit ihren Anfängen prägen: Handlung und Struktur" (Mick 2012a: 527). Solche soziologischen oder sozialwissenschaftlichen Dichotomien verbinden mit *structure* „die Vorstellung von etwas Festem und Dauerhaften" (Raitelhuber 2013: 4), was im Gegensatz „zum dynamischen, kreativen Moment agency" (ebd.: 5) steht.

Strukturtheorien: Strukturtheorien fokussieren externe (genetisch-biologische, soziokulturelle, institutionelle) Bedingungen, von denen ein Individuum in seinem Alltagsvollzug abhängig ist (vgl. Schubert 2009; Betz & Eßer 2016). Das Subjekt bleibt gegenüber diesen Strukturen machtlos bzw. wird hinsichtlich seiner Handlungsmöglichkeiten in den entsprechenden Theorien ausgeblendet (vgl. Joas 1996; Hüpping 2016). Äußerliche und objektive Zwänge determinieren eindeutig und einseitig das Handeln der passiven, vulnerablen Individuen (vgl. Strübing 2014; zum Strukturbegriff s. Kap. 2; Tab. 1).

Handlungs- und Subjekttheorien: Handlungs- und Subjekttheorien gehen stattdessen davon aus, dass Individuen prinzipiell „über eine Fähigkeit, ein Potenzial oder Kapazität verfüg[en], Dinge zu tun bzw. zu verändern" (Raitelhuber 2013: 4).[101] Handlungs- und Subjekttheorien beschreiben also, anders als Strukturtheorien, eine „capacity of individuals to act independently" (James & James 2004: 3). Der soziale, institutionelle „Kontext [...] wird dabei zwar oftmals als Rahmenbedingung benannt, er fungiert jedoch eher als Hintergrundfolie, der nur geringer Einfluss attestiert wird" (Hüpping 2016: 74). Die Individuen sind den sozialen Strukturen damit nicht ausgeliefert, sondern sie verfügen über eine unangreifbare Handlungsmacht. Dies gilt insbesondere für Kinder: „Children are and must be seen as active in the construction and determination of their own social lives, the lives of those around them and of the societies in which they live. Children are not just the passive subjects of social structures and processes" (James & Prout 1997: 8).

Sowohl den Strukturtheorien als auch den Handlungs- und Subjekttheorien liegt ein Dualismus von Handlung und Struktur zugrunde, weshalb man beide Theoriegruppen zu-

[101] Verschiedene Handlungs- und Subjekttheorien unterscheiden sich dahingehend, ob Individuen über diese Handlungsfähigkeit oder Kapazität von Natur aus und qua Geburt verfügen (Naturalismus; Bhaskar 1998; Mayall 2002), ob diese Handlungsfähigkeit prädisponiert ist, sich also von selbst, in Kollision mit gesellschaftlichen Strukturen, entfaltet und dabei möglichst wenig von äußeren Einflüssen gestört werden sollte (endogenetische Anthropologie; Erikson 1988; Tervooren 2008) oder ob es zur Gewährleistung von Handlungsfähigkeit der gezielten und geplanten Vermittlung und Aneignung von Kompetenzen in Sozialisation und Unterricht bedarf (exogenetische Anthropologie; Eßer 2014).

sammen auch als dualistisch-dialektisch beschreiben kann. Als Dualismus (Adj. ‚dualistisch') werden zwei voneinander unabhängige und unvereinbare Grundelemente bezeichnet, die sich gegenseitig ausschließen. ‚Dialektisch' bezeichnet entsprechend ein ‚Denken in Gegensätzen'. Der dualistisch-dialektische Ansatz betrachtet „den handelnden Akteur in Wechselwirkung mit den gesellschaftlichen Rahmenbedingungen [...], wobei die Handlungsmacht [ausschließlich] *entweder* dem Subjekt *oder* den gesellschaftlichen Rahmenbedingungen zugeschrieben" (Hüpping 2016: 74; Herv. u. Anm. d. V.) wird.

Der dualistisch-dialektische Ansatz ist m. E. keine passende theoretische Grundlage, um die Aushandlung von Selbstbestimmung zu beforschen. Selbstbestimmung ist im dualistisch-dialektischen Sinn eher ein „Gegenkonzept gegen unverfügbare Zwangsmechanismen" (Meyer-Drawe 2001: 8; vgl. auch Eßer 2014): Folgt man dem dualistisch-dialektischen Ansatz, wird Selbstbestimmung nämlich als Selbstbestimmungs*fähigkeit* von den Akteur*innen entweder prädisponiert (naturalistisch), in der individuellen Entwicklung erworben (anthropologisch-endogenetisch) oder im sozialen Kontext vermittelt (anthropologisch-exogenetisch; vgl. auch Schmenk 2010). Dabei bleibt m. E. unberücksichtigt, dass diese Selbstbestimmungs*fähigkeit* ähnlich wie das Selbstbestimmungs*empfinden* (s. Kap. 3.3.1; 4) selbst Ergebnis eines sozialen Aushandlungsprozesses ist. Die „Annahme einer prinzipiellen Fähigkeit menschlicher Subjekte, Entscheidungen zu treffen und autonom zu handeln" (Dettmann 2017: 34), vernachlässigt nämlich den Einfluss sozialer Prozesse auf die Fähigkeit zur und das Empfinden von Selbstbestimmung: „The ‚agency' of the child is opposed to structure such as pedagogic institutions (e. g. school) or to adults as representatives of these structures […], ignoring the fact that social structures are themselves products of social interaction" (Eckermann & Heinzel 2016: 259; vgl. auch Helfferich 2012: 15f.; Eßer 2014: 234; Spyrou 2018: 85ff.).

> Entsprechend fordern z. B. Bollig und Kelle (2016: 35) „a kind of differential agency research that focuses on the heterogeneous resources, practices and contexts that establish the variability of children's agency rather than simply taking the assumption that children are actors as a general premise".

Eine solche „differential agency research", wie sie z. B. mit dem integrativen AGENCY-Ansatz oder dem relationalen AGENCY-Ansatz vorliegt, weist die Prämisse, dass Struktur und Handlung in einem dualistisch-dialektischen Verhältnis zueinander stehen und Individuen grundsätzlich immer handlungsfähig sind, zurück. Stattdessen geht sie davon aus, dass Handlung und Struktur in einem dualitären Verhältnis zueinanderstehen. Anders als der Dualismus, der von zwei voneinander unabhängigen und sich gegenseitig ausschließenden Sachverhalten ausgeht, basiert eine ‚Dualität' auf einer wechselseitigen Zuordnung zweier Sachverhalte, die entgegengesetzt, aber nicht ausschließlich definiert sind.

Die beiden Sachverhalte, hier: Handlung und Struktur, sind im dualitären Verständnis als ‚wechselseitige Zweiheit', d. h. zusammengehörig, konzipiert (vgl. Giddens 1997: 77).

Das Ziel der beiden folgenden Kapitel besteht darin, eine Begründung dafür zu liefern, dass der relationale AGENCY-Ansatz m. E. das passende theoretische Fundament ist, um die *Aushandlung* von Selbstbestimmung – bezogen auf meinen Forschungsgegenstand „Offenes Experimentieren" (s. Kap. 1 zur Begründung) – zu beforschen. Da der relationale AGENCY-Ansatz wiederum eine Weiterentwicklung des integrativen AGENCY-Ansatzes ist, stelle ich in Kapitel 3.3.2.2 zunächst den integrativen AGENCY-Ansatz am Beispiel von Giddens (1997) Strukturationstheorie sowie meine Kritik an diesem Ansatz vor. In Kap. 3.3.2.3 folgt dann die Darstellung des relationalen AGENCY-Ansatzes und der Rückbezug dieser theoretischen Grundlegung auf meinen methodologischen Zugang.

3.3.2.2 Integrativer Ansatz

Der integrative AGENCY-Ansatz gehen davon aus, dass Handlungen und Strukturen rekursiv voneinander abhängen und dualitär (s. Kap. 3.3.2.1) aufeinander verweisen. Giddens (1997) bringt dies in seiner Strukturationstheorie derart zum Ausdruck, dass er den Doppelcharakter von Strukturen für die Interaktionen von Akteur*innen betont:

> Die „Konstitution von Handelnden und Strukturen betrifft nicht zwei unabhängig voneinander gegebene Mengen von Phänomenen – einen Dualismus –, sondern beide Momente stellen eine Dualität dar. Gemäß dem Begriff der Dualität von Struktur sind die Strukturmomente sozialer Systeme sowohl Medium wie Ergebnis der Praktiken, die sie rekursiv organisieren" (Giddens 1997: 77).[102] Strukturen haben einen Doppelcharakter „als Ermöglichung und als Restriktion" (ebd.: 14) individuellen Handelns.

Auch im Symbolischen Interaktionismus, der erkenntnistheoretischen Grundlage der Grounded Theory Methodologie (s. Kap. 2.2.2), wird „‚Struktur' nicht als etwas, unabhängig von den Akteuren existierendes" (Kehrbaum 2009: 81f.) konzeptualisiert, wodurch m. E. eine besondere Anschlussfähigkeit zwischen der Grounded Theory Methodologie und dem integrativen AGENCY-Ansatz gegeben ist (vgl. Strübing 2014: 45).

1) Einfluss von Struktur auf Handlung: Strukturen (zum Begriff s. Kap. 2) sind nicht mit Zwang gleichzusetzen: sie schränken Handeln nicht nur ein, sondern ermöglichen es auch (vgl. Giddens 1997: 78). „Das, was wir in der Regel unter Strukturen verstehen [...] interagiert mit dem Denken und Handeln" (Kehrbaum 2009: 81f.). Zum Beispiel spannen

---

[102] „Soziale Systeme" sind für Giddens (1997: 65f.) die regelmäßig wiederkehrenden, geordneten Interaktionen zwischen Akteur*innen oder zwischen Gruppen von Akteur*innen.
Praktiken sind zu Routinen verknüpfte Handlungen, „die sich in einer Zeit vollziehen und mit Dingen und Artefakten operieren" (Reichertz 2016: 112). „Eine Handlung muss in Gang gesetzt werden, sie verlangt nach einem Impuls und einem Sinnstiftungszentrum. Daher fragt man nach ihr mit Warum- und Wozu-Fragen. Eine Praxis dagegen läuft immer schon, die Frage ist nur, [...] wie ‚man' oder ‚Leute' sie praktizieren: Wie wird es gemacht und wie ist es zu tun? Nach einer Handlung fragt man am besten die Akteure, eben weil ihre Sinnstiftung im Zentrum steht, Praktiken haben eine andere Empirizität: Sie sind in ihrer Situiertheit vollständig öffentlich und beobachtbar" (Hirschauer 2015: 73).

verschiedene (materielle, räumliche, zeitliche) Ressourcen (Porpora 1989) „einen Möglichkeitsraum“ (Paseka et al. 2011: 19) für individuelles Handeln auf und wirken sich „ermöglichend und einschränkend auf das Handeln der Akteure“ (Hüpping 2016: 79; vgl. auch Kehrbaum 2009; Scherr 2012; Alderson & Yoshida 2016) aus. Zudem ermöglichen Strukturen den Akteur*innen immer „auch ‚anders zu handeln‘, also aktiv in den Handlungsfluss einzugreifen“ (Paseka et al. 2011: 18) bzw. auf die Strukturen einzuwirken.

2) Einfluss von Handlung auf Struktur: Handeln ist ebenso durch Strukturen konstituiert (s. Punkt 1), wie es selbst Strukturen konstituiert: „In und durch ihre Handlungen reproduzieren die Handelnden die Bedingungen [bzw. die Strukturen], die ihr Handeln ermöglichen“ (Giddens 1997: 52; Anm. d. V.). Wie beschrieben spannen die „dem Handeln zugrunde liegenden Strukturen […] einen Möglichkeitsraum auf“ (Paseka et al. 2011: 19). Das Individuum kann Handlungsmöglichkeiten aus diesem Möglichkeitsraum – in Abhängigkeit von der jeweils konkreten Situation – nun aktiv ergreifen, nicht verwirklichen bzw. ungenutzt lassen, nur in bestimmten Aspekten realisieren oder sie in weiteren Interaktionen modifizieren (vgl. Holzkamp 1995; Kruse 1998: 95). „Neben der Reproduktion findet auch die Produktion neuer Strukturen bzw. Regeln statt, wenn vorhandene Regelkriterien Interpretationsspielräume zulassen, die dann zu variierenden und/oder neuen Handlungsweisen der Akteure führen“ (Hüpping 2016: 78).

Folgt man der Strukturationstheorie Giddens und insbesondere der Rezeption und Weiterentwicklung durch Paseka et al. (2011: 21f.) sowie Hüpping (2016: 80f.), lässt sich die Konzeptualisierung von Handlung (Subjekt) und Struktur (Objekt) im integrativen AGENCY-Ansatz auch als „structuring action“ und „doing structure“ beschreiben:

- **„structuring action“** (Paseka et al. 2011: 21f.; Hüpping 2016: 80f.): Wie zuvor dargestellt, ermöglichen und begrenzen die Strukturen und Bedingungen bzw. Ressourcen (s. Kap. 2) einer Situation das Handeln in der Situation.
- **„doing structure“** (Paseka et al. 2011: 21f.; Hüpping 2016: 80f.): Gleichzeitig werden die Strukturen und Bedingungen bzw. Ressourcen einer Situation im Vollzug einer Handlung immer wieder ausgehandelt (und zum Teil reproduziert).

Insbesondere die Progressivform (Verlaufsform) „doing“ in der Formulierung „doing structure“, die Paseka et al. (2011: 21f.) und Hüpping (2016: 80f.) gebrauchen, verweist darauf, dass Strukturen und Bedingungen ausgehandelt werden. In ihren ethnomethodologischen Untersuchungen setzten Harold Garfinkel und Harvey Sacks häufig ein solches „doing X“ – als Frage danach, wie man X macht bzw. aushandelt – vor jede Sinnzuschreibung (z. B. doing gender, doing religion). Die Progressivform „doing“ hebt dabei

hervor, dass Sachverhalte, wie z. B. Gender oder Religion, nicht einfach aus sich heraus vorhanden und dem Subjekt zu eigen sind, sondern im Vollzug der Interaktion von den Akteur*innen erst hervorgebracht bzw. ausgehandelt werden. Das „doing X" fokussiert diese Aushandlung selbst als sozialen Prozess, indem sich „kompakte soziale Tatsachen [...] als praktische Vollzugswirklichkeiten dekomponieren lassen" (Hirschauer 2015: 73).

> „The expression ‚[xy]' is prefaced with ‚doing' in order to emphasize that accountable-conversation-as-practical-accomplishment consists only and entirely in and of its work. The prefix ‚doing' is also used to emphasize that this work of accountable conversation is members' work" (Garfinkel & Sacks 1970: 352).

Im Mittelpunkt meiner Arbeit steht die Aushandlung von Selbstbestimmung: Selbstbestimmung wird in jeder Situation zwischen den Akteur*innen ausgehandelt. Dies entspricht m. E. einem „*doing* AGENCY". Die Verlaufsform „doing" betont die soziale Verursachtheit: In dieser Aushandlung – und dies greifen die Strukturationstheorie von Giddens (1997), der Symbolische Interaktionismus und die Grounded Theory Methodologie auf – nutzen die Akteur*innen einerseits die strukturellen Bedingungen und das „Wissen über die institutionelle Ordnung, in die sie eingebunden sind" (Paseka et al. 2011: 20). Andererseits besteht die Möglichkeit, „kreativ mit Bestehendem umzugehen und es zu transformieren" (ebd.: 21; vgl. auch Giddens 1997; Hüpping 2016):[103] In und durch Handlungen verändern die Handelnden somit die Strukturen, die ihr Handeln erst ermöglichen.

Das ‚kreative' Handeln ‚gegen die bestehenden Strukturen', das Giddens (1997: 60) beschreibt, lässt sich allerdings weiterhin „aus dem Vermögen des Individuums herleiten, reflexiv zu (re)agieren. Dieses Vermögen ist dem Subjekt inhärent und entfaltet sich in der konkreten Handlung, in der Auseinandersetzung mit der jeweiligen Situation" (Paseka et al. 2011: 20). Deshalb löst auch die Strukturationstheorie (Giddens 1997) die Individuenzentrierung noch nicht vollends auf, sondern reproduziert sie vielmehr.

> „In der gegenwärtigen Diskussion fokussiert die Kritik an Giddens eher darauf, dass eine dichotomische Auseinandersetzung mit dem *Agency*-Begriff in Form einer Subjekteinbettung erfolge […]. Dieser Ansatz müsse vielmehr eine Weiterentwicklung erfahren, und zwar in Form einer Desubjektivierung, die [...] Mikro- und Makrozusammenhänge sowie empirische Bezüge und Kontexte beachte, um Zuschreibungen [...] offenzulegen und kritisch zu reflektieren" (Hüpping 2016: 84; vgl. Betz & Eßer 2016).

Eingelöst werden kann diese Desubjektivierung und Auflösung der Individuenzentrierung im integrativen AGENCY-Ansatz m. E. nur, wenn an ein relationales Verständnis des Sozialen angesetzt wird (vgl. Eßer 2014: 234). Ein solches relationales Verständnis zeichnet sich v. a. durch die Annahme aus, dass Handlungen und Strukturen sich ausschließlich aus

[103] Kreatives Handeln besteht „nicht in der bloßen Variation von Regeln, Routinen und Gewohnheiten und damit der Reproduktion von Strukturen" (Scherr 2012: 110). In „kreativen Momenten" ist es dem Menschen vielmehr möglich, „die sich ihm anbietenden oder entgegenstellenden Szenarien von Welt nicht einfach als Aufforderung zur Anpassung zu deuten, sondern aktiv, schöpferisch und sinnerfüllt zu gestalten" (Paseka et al. 2011: 13).

den Interaktionen mit anderen Akteur*innen bzw. mit anderem (z. B. mit Materialien oder Räumen) heraus verstehen lassen (vgl. Latour 2010; Scherr 2012). Mit Luhmann (1987: 18) gesprochen, geht es um „soziale Systeme“ bzw. die Ordnung von Interaktionen.

In der theoretischen Grundlegung meiner Forschung „*doing* AGENCY“ gehe ich bewusst über die Strukturationstheorie hinaus und nehme eine solche erweiterte Perspektive eines relationalen AGENCY-Ansatzes ein. Diese Perspektive und deren Ableitungen für meinen forschungsmethodologischen Zugang beschreibe ich im folgenden Kapitel.

3.3.2.3 Relationaler AGENCY-Ansatz

Der relationale AGENCY-Ansatz hat den Anspruch, AGENCY „zu ‚sozialisieren‘ und dabei gleichzeitig die Opposition zu Struktur zu überwinden“ (Eßer 2014: 236). Mit ihm lässt sich analysieren, wie Selbstbestimmung (1) in sozialen Situationen, in denen Menschen und materielle Dinge sich wechselseitig beeinflussen, und (2) begrenzt durch weitere kontextuelle Bedingungen, (3) stets neu ausgehandelt wird (vgl. Arendt 2006: 217).

Anders als im dualistisch-dialektischen und im integrativen Ansatz ist AGENCY demnach keine individuelle Eigenschaft, die Individuen „besitzen“, und keine individuelle Wahrnehmungskategorie. Letztlich handelt es sich bei AGENCY „um eine analytische Abstraktion, die immer nur auf der performativen Ebene gemeinsamen sozialen Handelns rekonstruierbar“ (Eßer 2009: 23) ist und von einer interpersonalen Vermitteltheit ausgeht.

> „Agency is not some kind of ‘power’ that individuals possess and can utilise in any situation they encounter […]. Agency, in other words, is not something that people *have*; it is something that people *do*. It denotes a ‘quality’ of the engagement of actors with temporal-relational contexts-for-action, not a quality of the actors themselves” (Biesta & Tedder 2007: 136; Herv. d. V.).

Arbeitsdefinition III: **Selbstbestimmung (im relationalen AGENCY-Ansatz)**

Selbstbestimmung wird mit der „relationalen Brille“ (Raitelhuber 2012: 149) als „soziale Kategorie“ (Theunissen 2013: 42) begriffen und ist „dahingehend empirisiert, dass sie aus den konkreten Beziehungen [resp. Interaktionen der Beteiligten] heraus zu analysieren ist“ (Eßer 2014: 237; Anm. d. V.). Selbstbestimmung in diesem Verständnis beziehe ich dabei im Speziellen auf die Beteiligung von Schüler*innen an Entscheidungsprozessen über das Vorgehen, die Ziele und die Inhalte von Experimentierprozessen im Sachunterricht (vgl. Köster 2018).

Selbstbestimmung als Ausdruck dieser Beteiligung ist keine individuelle Wahrnehmungskategorie, kein Selbstbestimmungsempfinden, keine Selbstbestimmungsfähigkeit und keine „vorsoziale anthropologische Eigenschaft [...], sondern [...] ein Effekt sozialer“ (vgl. Eßer 2014: 237) Interaktionen zwischen Lehrenden und Lernenden (s. Kap. 1). Neben Interaktionen zwischen Individuen sind z. B. Räume und materielle Dinge, als „mediators of agency or mediating instances“ (Raitelhuber 2016: 96; vgl. auch Latour 2010: 124; Röhl 2015: 171), in diese Aushandlungsprozesse eingebunden. AGENCY „always operates in transaction with environments or contexts“ (Biesta & Tedder 2006: 16). Dementsprechend ist „nach den sozialen Bedingungen zu fragen, die jeweilige Ausprägungen von Selbstbestimmungsfähigkeit ermöglichen“ (Scherr 2013: 237).

Der relationale AGENCY-Ansatz betont das Gemachtsein und die sozialen Umgangsweisen dieser materiellen Dinge und der Räume m. E. noch deutlicher als der integrative AGENCY-Ansatz. Materielle Dinge und Räume können an Nutzer*innen deshalb „Handlungsaufforderungen vermittel[n]“ (Lange 2017: 36), weil es gestaltete Artefakte sind, in die „Entwickler*innen ihre entsprechenden Intentionen“ (Lange 2017: 36) und Handlungsaufforderungen übersetzt haben. Materielle Dinge eröffnen den Individuen „Handlungsmöglichkeiten, die sie ohne sie nicht hätten“ (Asbrand et al. 2013: 176). Durch ihr Handeln verändern Nutzer*innen aber auch die materiellen Dinge (vgl. Latour 2010: 124).

Als theoretische Grundlage für meine Forschung nutze ich den relationalen AGENCY-Ansatz, weil er das Zustandekommen von „Handlungs-, Entscheidungs- und Gestaltungsmöglichkeiten“ (Alt & Lange 2011: 170) in Interaktionen mit anderen und anderem fokussiert. Damit lässt sich m. E. fundiert beforschen, wie sich Handlungs-, Entscheidungs- und Gestaltungsmöglichkeiten für Schüler*innen öffnen, erweitern oder verschließen (vgl. Raitelhuber 2012: 122; Alderson & Yoshida 2016: 86). Das „Festhalten an einem auf das Individuum bezogenen“ (Schmenk 2012: 82) Selbstbestimmungsempfinden (s. Kap. 4) ermöglicht dagegen nur verkürzte Einblicke in die sozial situierten Aushandlungsprozesse von Selbstbestimmung, die zudem immer materiell, räumlich und zeitlich kontextualisiert sind (vgl. ebd.: 82; Toohey & Norton 2003). Selbstbestimmung (beim Offenen Experimentieren) definiere ich somit in meinem relationalen Verständnis nicht als individuelle Kategorie, sondern als Effekt eines Aushandlungsprozesses, in den, neben Schüler*innen, Lehrpersonen und GOFEX-Dozierenden, auch materielle Dinge, Raum und Zeit involviert sind (vgl. auch James & James 2004: 3; Eßer 2014: 238).

> „From within this rethinking, children’s agency […] becomes networked, assembled, distributed, partial, and relative; it does not reside, in other words, with the individual child” (Spyrou 2018: 25). „[C]hildren’s agency cannot be taken for granted as a more or less ‚natural‘ ability, but that it is embedded in a dynamic social practice including bodies, school artefacts and things“ (Eckermann & Heinzel 2016: 257).

Dadurch, dass der relationale AGENCY-Ansatz diese Aushandlung von Selbstbestimmung in erster Linie als Kommunikationsprozess definiert (vgl. z. B. Eckermann & Heinzel ebd.), ist der relationale AGENCY-Ansatz besonders sensibel für unterschwellige „Machtverhältnisse und Ermöglichungspotenziale“ (Eßer 2014: 243). „More specifically, we might think of the different layers of social structures as more or less hidden from everyday consciousness, more or less powerful in guiding human thought and action, and more or less durable in their resistance to change” (Hays 1994: 62). Ein Beispiel für solche „unterschwelligen Machtverhältnisse oder „more or less hidden social structures“ ist m. E., wenn Lehrpersonen Experimentierhandlungen der Schüler*innen nicht mehr

über direktive Einflussnahme (Lüders & Rauin 2008) mittels Verbalsprache, sondern über Blicke (Breidenstein 2006; Hecht 2009) und Zeigegesten (Gudjons 2011; Röhl 2015), mit denen sie einzelne Ergebnisse oder Bearbeitungswege „als relevant markieren, einordnen oder ausklammern“ (Lange 2017: 16) können, steuern; dies erfolgt teils unbewusst und teils sogar entgegen eigener Ansprüche (vgl. Hartinger et al. 2006: 122f.). Mittels Blicken und Zeigegesten richten Lehrpersonen die Beobachtungen und das Nachdenken der Schüler*innen gezielt aus und lenken die Aufmerksamkeit der Schüler*innen (vgl. Röhl 2015: 169; Lange 2017: 16). Selbst, wenn die Lehrpersonen „glauben, sie setzten ihre Körpersprache nicht gezielt ein: Eindruckskontrolle und Selbstdarstellung laufen permanent ab – unbewusst, bewusst, unkontrolliert, kontrolliert oder habitualisiert“ (Košinàr 2006: 260). „Wie die Körpersprache der jeweiligen Lehrperson den Unterricht beeinflusst“ (Stadler-Altmann 2013: 176), ist jedoch bislang in Forschungen zum Experimentieren wenig berücksichtigt worden (s. Kap. 4), obgleich etwa beim Offenen Experimentieren, so meine Annahme (s. Kap. 5.7.7), die für den 7G-Experimentalunterricht typische direkte Lenkung häufig „durch Formen indirekter Strukturierung“ (Lüders & Rauin 2008: 734) ersetzt wird (und dies kann eben z. B. auch Blicke und Zeigegesten betreffen; vgl. auch Košinàr 2009; Gröschner & Sandbothe 2010).

> „Das direkte Lehrerhandeln strukturiert die Aktivitäten im Klassenzimmer unmittelbar und sichtbar für alle Beteiligten. Indirekte Interventionen und Effekte sind für den Unterrichtsforscher nicht so leicht beobachtbar und wurden deshalb wohl auch lange Zeit vernachlässigt“ (Lüders & Rauin 2008: 739).

Besondere Aufmerksamkeit habe ich daher im Laufe meiner Untersuchung auf die nonverbale Kommunikation gelegt (vgl. Kihm et al. 2023; Kihm & Peschel 2025; s. Kap. 5). Ein Ziel meiner Arbeit war es, die Wahrnehmung für derartige unterschwellige, subtile Strukturen und Prozesse der Aushandlung zu öffnen (vgl. Pongratz 2004; Gruschka 2008; 2011). Hier bietet Offenes Experimentieren m. E. ein besonders interessantes Feld, in dem sich beständig Fragen der Geltungsmacht und Einflussmächtigkeit, z. B. hinsichtlich fachlicher Richtigkeit, stellen (vgl. Muckenfuß 2013; M. Peschel 2014; Köster 2018).

3.3.2.4 Forschungsmethodologische Implikationen der relationalen AGENCY-Bestimmung

In den Sozialwissenschaften löste der relationale AGENCY-Ansatz eine eher dualistisch-dialektische (s. Kap. 3.3.2.1) oder integrative (s. Kap. 3.3.2.2) Bestimmung von AGENCY ab: „Damit wird tendenziell die ‚Agency‘ des Handelns, die in der [...] qualitativen Sozialforschung lange Zeit allein dem Subjekt zukam, auf die äußere Praxis bzw. die Praktiken, die den Subjekten auferlegt ist, verschoben [...]. Alles Mentale, also auch Bewusstsein, ist verzichtbar und damit auch Sinn und sinnhaftes Handeln“ (Reichertz 2016: 113).

> Der relationale AGENCY-Ansatz „erweist sich als eine fruchtbare bildungssoziologische und erziehungswissenschaftliche Forschungsperspektive, die umfassende Einblicke in die unterschiedlichen Dimensionen und Wirkungsweisen von Sozialisationsmechanismen auf die Handlungsmöglichkeiten von Akteuren ermöglicht“ (Mick 2012a: 538).

Dieser Übergang von der ‚AGENCY des Handelnden im Mentalen und Subjektiven‘ zur ‚AGENCY in Praktiken und Aushandlungen‘ trägt forschungsmethodologische Implikationen: Sowohl der genutzte relationale AGENCY-Ansatz als auch die Grounded Theory Methodologie (s. Kap. 2) betonen und erweitern die bisherigen Forschungsansätze spezifisch um das Prozesshafte und Sozialkonstruierte menschlichen Handelns (vgl. Breidenstein et al. 2015). Dabei geht die Grounded Theory Methodologie davon aus, dass die zu analysierenden Handlungen „nicht nur von intervenierenden Bedingungen auf verschiedenen Ebenen gerahmt werden, sondern ihrerseits zur Reproduktion eben dieser Bedingungen ihren Beitrag leisten“ (Strübing 2014: 28). Ähnlich wie der relationale AGENCY-Ansatz begreift die Grounded Theory Methodologie Struktur „nicht als etwas, unabhängig von den Akteuren existierendes“ (Kehrbaum 2009: 81f.). Struktur ist vielmehr sozial vermittelt. „Diese Grundauffassung ist zum zentralen Ausgangspunkt für den Theoriebegriff innerhalb der Grounded Theory“ (ebd.: 82) Methodologie geworden.

Ich nutze die relationale AGENCY-Bestimmung (im Sinne kontextuell situierter, ausgehandelter Selbstbestimmung) v. a. deshalb zur Beforschung Offenen Experimentierens, weil sie die Aushandelbarkeit und soziale Verursachtheit von Selbstbestimmung grundlegt: „According to this view, social reality cannot be reductively limited to a pre-structured social world by the adult generation. Rather, social reality is located within the daily social practice, which is interactively shaped by both adults and children” (Eckermann & Heinzel 2016: 258). Kernelement der Nutzung des relationalen AGENCY-Ansatzes in meiner Forschung ist dabei die Wendung von ‚unsichtbarem‘, *intra*individueller Selbstbestimmungsempfinden hin zu deutlich differenzierteren, beobachtbaren *inter*individuellen Handlungs- und Interaktionsmustern. Aus diesen Mustern lassen sich m. E. soziale Sinnstrukturen und Mechanismen rekonstruieren, für die die Grounded Theory Methodologie eine besondere Sensibilität mitbringt (s. Kap. 2.2; 2.3; 3.2.1). Diese Sensibilität ergibt sich zum einen aus der Betonung der sozialen Verursachtheit von Strukturen (vgl. Schubert 2009). Zum anderen liegt diese Sensibilität m. E. darin begründet, dass die Grounded Theory Methodologie ein Instrumentarium mitbringt, um die situativen Kontextbedingungen ebenso zu analysieren wie die sozial-interpersonale Vermitteltheit der Selbstbestimmungsaushandlung (vgl. Häcker 2007; Bohl & Kucharz 2010). Dieses Instrumentarium ist das Kodierparadigma der Grounded Theory Methodologie, das in Kapitel 7 ausführlich entwickelt und auf das *doing* AGENCY beim Offenen Experimentieren bezogen wird.

4 Überblick über den bisherigen Forschungsstand zum Offenen Experimentieren und zur Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren

Es gibt eine Vielzahl von Studien, die Offenen (Grundschul-)Unterricht mit traditionellem, lehrendenzentriertem (Grundschul-)Unterricht vergleichen. Im Überblick ergeben sich dabei sehr widersprüchliche Befunde (a) zum kognitiven Lernzuwachs der Schüler*innen im fachlich-inhaltlichen, deklarativen oder fachlich-methodischen, prozeduralen Bereich sowie (b) zur Entwicklung der Schüler*innen im Persönlichkeitsbereich hinsichtlich u. a. Motivation, Einstellungen, Selbstkonzepten oder Interesse (vgl. z. B. Lüders & Rauin 2008; Bohl & Kucharz 2010; Brügelmann 2015; Hartinger & Martschinke 2022).

Wie bereits in Kapitel 3.2 dargestellt, gehen allerdings sehr unterschiedliche Konzeptionen und Realitäten bzw. Umsetzungen Offenen Unterrichts in solche Studien ein (vgl. zu dieser Kritik auch Brügelmann 2015; M. Peschel 2019). Dies gilt ebenso für das ‚Gegenbild' zu „‚offen' angelegten Lernsituationen" (Möller 2016: 44f.), das unter diversen Bezeichnungen und Konzeptionalisierungen wie ‚lehrendenzentriert', ‚traditionell', ‚geschlossen', ‚strukturiert', ‚instruiert' oder ‚frontal' in die Untersuchung einfließt, aber zumeist wenig geklärt bzw. nicht präzise definiert wird (vgl. Bohl & Kucharz 2010).

Ich nehme im Folgenden jedoch v. a. aus zwei Gründen keinen Rekurs auf einen solchen allgemeinen Forschungsstand zum Offenen (Grundschul-)Unterricht vor. Zum einen ist die Lehr-Lern-Forschung sicher, dass (Offener) Unterricht in seinen Wirksamkeiten sowie Wirkungen und Prozessen stets fach- bzw. lernbereichsspezifisch differenziert betrachtet werden muss (vgl. Lipowsky 2002; Helmke 2013; Scheerer-Neumann 2020). Zum anderen strebe ich keine Untersuchung von einem „offenen Unterricht im Allgemeinen [an], in dem [auch] Experimente auftauchen" (Priemer 2011: 324; Anm. d. V.). Bei einem solchen Offenen Unterricht (vgl. z. B. Claussen 1996) überwiegen oft grundschul*pädagogische* Überlegungen, die Schüler*innen vorgegebene und meist kleinschrittige Experimente selbständig bearbeiten zu lassen. Damit geht m. E. oft eine „Vernachlässigung fachdidaktischer Aspekte" (Lipowsky 2002: 145) einer Öffnung des Experimentierens in methodischer und inhaltlicher Hinsicht einher: Ich möchte dagegen vielmehr spezifisch Offenes Experimentieren untersuchen, das sich dadurch auszeichnet, dass Schüler*innen beim Experimentieren nicht nur organisatorisch, sondern auch im Hinblick auf das Vorgehen und die Inhalte beteiligt werden (vgl. Köster 2013; M. Peschel 2016; s. Kap. 3.2.2.5).

Insgesamt scheint die Forschungslage hinsichtlich der Wirksamkeiten Offenen Experimentierens genauso heterogen und widersprüchlich zu sein wie in Bezug auf Offenen Unterricht: There „is still a controversy in determining which of the structured, guided,

and open inquiries are the most effective to be implemented in schools“ (Artayasa et al. 2018: 238; vgl. auch Zion & Mendelovici 2012: 385). Diese Kontroverse zwischen Ansätzen geschlossenen Experimentierens mit höheren Instruktionsanteilen[104] und Ansätzen Offenen Experimentierens mit geringeren Instruktionsanteilen lässt sich wie folgt zusammenfassen: Auf der einen Seite gelten geschlossenere Experimentier-Lehr-Lern-Situationen im Vergleich zu offeneren Experimentier-Lehr-Lern-Situationen als statistisch signifikant überlegen, um beim Experimentieren den Aufbau naturwissenschaftlicher Konzepte und naturwissenschaftlichen Wissens zu unterstützen. Studien, die zu diesem Schluss kommen, behaupten, dass Offenes Experimentieren sowohl zu einem geringeren fachlich-inhaltlichen, deklarativen Wissen als auch zu einem geringeren fachlich-methodischen, prozeduralen Wissen der Schüler*innen führe. Geschlossenere Formen des Experimentierens bewirkten dagegen ein höheres deklaratives und prozedurales Wissen der Schüler*innen (vgl. z B. Chen & Klahr 1999; Klahr & Nigam 2004; Hardy et al. 2006; Furtak et al. 2012; Suduc et al. 2015; Möller 2016).

Auf der anderen Seite behaupten etwa Waldenmaier et al. (2013a/b, 2015), Schürmann und Bolte (2014), Köster (2018) oder Schütte (2019) in meist fallorientierteren Studien, dass Grundschüler*innen Freiräume in Folge geringerer Instruktionsanteile beim Offenen Experimentieren nutzen, um grundlegende Erfahrungen mit Phänomenen zu sammeln und eine wissenschaftsorientierte Haltung auszubilden. Offenes Experimentieren begünstige zudem eine positivere Einstellung und eine gesteigerte Motivation der Schüler*innen gegenüber Naturwissenschaften sowie ein höheres Interesse an naturwissenschaftlichen Inhalten (vgl. Zion & Mendelovici 2012: 385; Suduc et al. 2015: 474).

Offene Experimentier-Lehr-Lern-Situationen gelten zudem bei der Entwicklung von Problemlösefähigkeiten, logischem, kreativem bzw. kritischem Denken und naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen als überlegen: „The research results show that the implementation of open inquiry is more effective in developing cognitive skills, procedural skills, and students' critical and scientific thinking than that of the guided and structured inquiry" (Artayasa et al. 2018: 237; vgl. auch Suduc et al. 2015; Bjønness & Kolstø 2015).

In verschiedenen Meta-Analysen wird darauf hingewiesen, dass die Operationalisierung von ‚Scientific Inquiry' in unterschiedlichen Studien sehr stark variiert und dadurch in erheblichem Maße uneinheitlich ist (vgl. Minner et al. 2010; Furtak et al. 2012: 300). Researchers „define inquiry and assess student learning in different ways. One must look critically at a particular researcher's definition of inquiry and how the researcher assesses

[104] Zum Begriff der Instruktionsanteile s. Kapitel 3.2.2.1.

and tracks student learning" (Crawford 2014: 519). Besonders problematisch ist dabei jedoch, dass ein Großteil der Einzelstudien, die in den Meta-Analysen aggregiert wurden, nur sehr wenige Details darüber beinhalten, wie Scientific Inquiry im Unterricht operationalisiert und tatsächlich umgesetzt wurde (vgl. Furtak et al. 2012: 324). „This lack of operational definitions complicates the comparison of the efficacy of different types of guidance and is likely to caused unwarranted disagreement among scholars in the field" (Lazonder & Harmsen 2016: 687). In einigen Fällen blieb es den Lehrpersonen überlassen, ihren (Experimentier-)Unterricht auf dem „Levels of Inquiry"-Kontinuum (s. Kap. 3.2.2) einzuordnen. „Thus, many of these teachers believed they were […] teaching science as inquiry; when in reality, they were not" (Capps & Crawford 2013: 518f.; vgl. Montero-Pau & Tuzon 2017: 2240). Dass Lehrpersonen ihren eigenen Unterricht aber häufig offener einschätzen, als er tatsächlich ist, ist aus verschiedenen Untersuchungen bekannt (vgl. Helmke & Weinert 1997; Lipowsky 2002; Brügelmann 2015; Scheerer-Neumann 2020).

Viele der bislang von mir rekurrierten Forschungen zu Offenem Experimentieren bzw. offenen Experimentier-Lehr-Lern-Situationen untersuchen v. a. die Wirksamkeit verschiedener Unterrichtsformen bzw. -ansätze. Verglichen werden z. B. „explicit training" und „self-directed experimentation" (Chen & Klahr 1999; Klahr & Nigam 2004), „Unterricht mit starker Strukturierung" und „offener Werkstattunterricht mit geringer Strukturierung" (Möller et al. 2006; Hardy et al. 2006) oder verschiedene „Levels of Inquiry" zwischen ‚Structured Inquiry' und ‚Open Inquiry' (Furtak et al. 2012). Meist wird dabei der kognitive Leistungsbereich fokussiert (vgl. auch Bohl & Kucharz 2010: 28). Dabei wird vornehmlich fachlich-inhaltliches Wissen überprüft, seltener werden naturwissenschaftliche Methoden und Prozesse oder weitere, z. B. sozial-kommunikative, motivationale oder emotionale Aspekte berücksichtigt. Die Wirksamkeiten Offenen Experimentierens werden damit gerade *nicht* in den zentralen pädagogischen bzw. fachdidaktischen Zielbereichen des Ansatzes überprüft (s. Kap. 3.2.2.5), sondern schwerpunktmäßig in vorab genau festgelegten fachlich-inhaltlichen Bereichen (vgl. auch Haase 2018: 7).

Meist in Form von Interventionsdesigns (z. B. Chen & Klahr 1999; Klahr & Nigam 2004; Möller et al. 2006; Hardy et al. 2006) wird dabei häufig Fachwissen überprüft, das eine Teilgruppe sequenziert und ‚portioniert' erklärt (bzw. ‚vermittelt') bekommen hat. Von der anderen Teilgruppe wird dagegen erwartet, dass die Schüler*innen sich denselben, spezifischen Wissensinhalt selbst erarbeiten und dass sie z. B. „die beobachteten Phänomene [...] anschließend erklären können" (Murmann 2007: 91). Die in den Interventionsstudien eingesetzten Testinstrumente zielen darauf ab, „ob die Lernenden etwas ganz Spezielles gelernt haben" (Schütte 2019: 74; vgl. auch Rauterberg 2007: 6).

Dies konterkariert m. E. den Grundsatz offener Lehr-Lern-Situationen, Schüler*innen *eigene* Zugänge zu Inhalten zu ermöglichen. Im Offenen Unterricht z. B. haben die Schüler*innen „die Freiheit zu entscheiden, wann und wie sie was lernen, sie würden also je nach Lernweg bei Zwischentests eher schwach abschneiden. […] Pädagogische Konzepte, die unterschiedliche Lernwege fördern und das individuelle Lerntempo respektieren" (Brügelmann 2015: 25), lassen sich deshalb nur begrenzt mittels Wissenstest mit festgelegten Standards in ihrer Wirksamkeit beforschen (vgl. Rauterberg 2007: 6).

> „Beim Offenen Unterricht ergibt sich aus dem offenen Curriculum, dass für eine Leistungsmessung eigentlich Messinstrumente notwendig sind, die die angestrebten Kompetenzen lehrgangsunabhängig abfragen [...], die weder einen bestimmten Stoffausschnitt noch ein bestimmtes Leistungsniveau im Auge haben" (F. Peschel 2019: 219).

Dies gilt in meinen Augen entsprechend für die Beforschung Offenen Experimentierens in Interventionsstudien: Bei der Nutzung entsprechender Testinstrumente sollte es nicht darum gehen, zu überprüfen, „ob die Kinder etwas ganz Bestimmtes gemacht oder gelernt haben" (Schütte 2019: 75). Vielmehr sollte beobachtet und analysiert werden, „was und – das kommt ergänzend noch hinzu – wie die Kinder es gemacht oder gelernt haben" (ebd.; vgl. auch Lazonder & Harmsen 2016; Fischer & Peschel 2023).

Bisherige, meist quantitative Untersuchungen fokussieren dagegen häufig und einseitig *Wirksamkeiten*, d. h. die Schüler*innenleistungen in unterschiedlich offenen oder geschlossenen Experimentier-Lehr-Lern-Situationen. Insgesamt findet sich verschiedentlich der Vorwurf, solchen quantitativen Studien fehle bei Aussagen über Wirksamkeiten von Unterricht „eine Vorstellung über die Qualität und die Beschaffenheit der dort ablaufenden Prozesse" (Hecht 2009: 39) von Kommunikation und Interaktion. Diese Studien gehen m. E. nicht ausreichend auf das *Wie* des je spezifischen Kommunizierens und Interagierens in den Experimentier-Lehr-Lern-Situationen ein (vgl. Reich 2012: 68). Die Wirksamkeiten pädagogisch-didaktischer Maßnahmen sind jedoch „konzept- und kontextabhängig" (Brügelmann 2015: 129; vgl. auch Crawford 2014: 529) sowie „in hohem Maße situationsabhängig" (Brügelmann 2015: 58; vgl. Schlömerkemper 2010: 73; Lind 2019: 65).

> „Aus methodologischer Sicht ist bedeutsam, dass sich Unterricht als Interaktion von Lehr- und Lerntätigkeit bzw. den entsprechenden Handlungen vollzieht. Unterrichtliche Interventionen [...] beeinflussen in erster Linie diese Ebene. Beobachtet und gemessen wird allerdings auf Ebenen geringerer Komplexität, z. B. mit Blick auf Wissen, Gedächtnis, kognitive Strukturen" (Giest 2019: 18) usw. (vgl. auch Reich 2012: 68).

Die Erzeugung unterrichtlicher Wirksamkeiten muss folglich bzw. zuvorderst „als ein genuin sozialer Mechanismus verstanden" (Proske 2009: 797; vgl. auch Böhnisch 2019; Pratolo 2019) werden. Entsprechende Befunde zur Wirksamkeit offener Experimentier-Lehr-Lern-Situationen müssen daher m. E. unbedingt vor dem Hintergrund „der Eigen-

mächtigkeit der sozialen Realität des Unterrichts als Interaktionsgeschehen“ (Breidenstein 2010: 872) interpretiert werden. „Interaktionen sind situativ, d. h., es sind jeweils einmalige Situationen und menschliche Begegnungen in ihnen, die beachtet werden müssen“ (Reich 2012: 24; Minner et al. 2010: 493; vgl. auch Pratolo 2019).

Bei der Darstellung des Forschungsstandes in empirischen Arbeiten überwiegt jedoch gegenwärtig üblicherweise ein Vorgehen, das sich vielfach auf die „Nennung einer Studie und Pointierung auf ihr Ergebnis“ (Gruschka 2007: 15) beschränkt, ohne „die Studie selbst zu diskutieren, genauer zu klären, was wie untersucht wurde und welche Geltung das Ergebnis damit beanspruchen kann“ (ebd.: 15f.). Dies ist mit einem Verlust an kontextueller Bedeutung [...] und inhaltlicher Tiefe“ (Brügelmann 2015: 77) verbunden.

Vorhandene Studien (u. a. Chen & Klahr 1999; Klahr & Nigam 2004; Möller et al. 2006; Hardy et al. 2006; Furtak et al. 2012; Haase 2018) sind meist „eher pädagogisch-psychologisch [...] oder aus der Perspektive der Bildungsforschung ausgelegt“ (Bohl & Kucharz 2010: 55; vgl. auch Stadler-Altmann 2013: 187). Pädagogisch *und* fachdidaktisch interessante Aspekte finden deshalb bisher kaum Berücksichtigung: Die konkreten Experimentier-Lehr-Lern-Prozesse, die „Ebene der Interaktionen und [...] Prozesse auf der Mikroebene des Unterrichts“ (Lipowsky 2002: 126f.) bleiben häufig unberücksichtigt, m. E. v. a., weil sie schwer messbar bzw. erhebbar sind. Dabei sollte v. a. die neben der verbal-vokalen Sprache genutzte nonverbal-vokale und nonverbal-nonvokale Kommunikation nicht vernachlässigt werden. Außerdem sind vielfältige weitere Aspekte der Situation (u. a. Raum, Materialien, Zeit) zu berücksichtigen, um Befunde bzgl. Öffnung und Offenheit beim Experimentieren richtig einzuschätzen. Schließlich werden gerade die Wechselwirkungen zwischen Experimentieraufgaben, den vielfältig vermittelten pädagogisch-didaktischen Interventionen der Lehrperson, den o. g. Situationsaspekten und den Experimentierhandlungen der Schüler*innen in meinen Augen selten beachtet.

Im Gegensatz zur outputorientierten Untersuchung messbarer Wirksamkeiten in den bisherigen o. g. Studien liegt das Ziel meiner Studie darin, die sozialen und kontextuell-situativen Wirkmechanismen der Aushandlung von Selbstbestimmung (beim Offenen Experimentieren) zu erschließen. Dabei geht es mir vornehmlich darum, „das interaktive Geschehen im Rahmen der Unterrichtssituation zu fokussieren“ (Breidenstein 2010: 882f.). Entsprechend liegt der Fokus nicht darauf, was Schüler*innen nach dem Unterricht wissen, und auch nicht auf ihren fachlichen Lernprozessen währenddessen. Stattdessen stehen primär die Prozesse der Aushandlung von Selbstbestimmung im Zentrum meiner Forschung. Dabei soll ermittelt werden, welchen Einfluss die Lehrperson, z. B.

durch ihre pädagogisch-didaktischen Interventionen samt der verbalen und v. a. nonverbalen Kommunikationsprozesse während der Aufgabenbearbeitung, auf die Aushandlung von Selbstbestimmung (beim Offenen Experimentieren) hat. Es geht mir zudem um die Sichtbarmachung bislang unsichtbarer und daher häufig nicht berücksichtigter kontextuell-situativer Wirkmechanismen (z. B. Raum, Materialien, Zeit).

Die Ergebnisse dieser Forschung können m. E. bahnbrechend sein, wenn es gelingt, unterschwellige Einflüsse auf Lenkung und die sozial-konstruierte Aushandlung von Unterrichtsinhalten und methodischen Näherungen einer Untersuchung zugänglich zu machen. Miteinanderwirkungen von Akteur*innen und kontextuell-situative Wirkmechanismen in Experimentier-Lehr-Lern-Situationen müssen geklärt sein, um der Frage nach Wirksamkeit von Ansätzen Offenen Experimentierens substanziell nachgehen zu können.

Ich möchte meine Auseinandersetzung mit dem Forschungsstand anhand weniger, prototypischer Forschungsarbeiten vornehmen. Konkret werde ich die Konzeptionalisierungen und Operationalisierungen von ‚Offenem Experimentieren' tiefergehend betrachten, kontrastieren und im Hinblick auf Desiderate analysieren, um Schlussfolgerungen für meinen eigenen methodischen Zugang abzuleiten. Die bislang aufgezeigten Diskrepanzen im Begriffsverständnis von Experimentieren (Kap. 3.1), Öffnung (Kap. 3.2) und Selbstbestimmung (Kap. 3.3) werden dabei weiter ausdifferenziert. Durch eine solche Analyse prototypischer Forschungsarbeiten wird eine pauschale Gegenüberstellung Offenen und Geschlossenen Experimentierens vermieden, die den vielfältigen Differenzierungen und Ansätzen, die es theoretisch, konzeptionell und didaktisch gibt (vgl. u. a. Möller et al. 2006, Waldenmaier et al. 2015, Haase 2018, Köster 2018), m. E. nicht gerecht wird.

4.1 Experimentelle Schulstudie zur Variation an Strukturiertheit im Unterricht zum Schwimmen und Sinken (BiQua; Möller et al. 2006; Blumberg 2008)

Eine Forschungsgruppe um Kornelia Möller und Eva Blumberg hat im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogrammes *Bildungsqualität in Schule* (BiQua) in einer Interventionsstudie die Wirksamkeit zweier Unterrichtsvariationen untersucht, die sich im „Grad der Strukturierung" (Jonen et al. 2003: 100; Möller et al. 2006: 164; Blumberg 2008: 234) unterschieden. Vor allem folgende zwei Aspekte bestimmten dabei die Operationalisierung von Strukturierung in der Interventionsstudie (vgl. ebd.: 147f.; Möller 2016: 52):

- *inhaltlich-didaktische Strukturierung:* Sequenzierung und Zergliederung der Inhalte des Fachunterrichts in Teilgebiete oder Teilaspekte
- *diskursive Strukturierung:* Aufmerksamkeitslenkung auf bestimmte, ausgewählte Aspekte in Unterrichtsgesprächen; Einfordern von Begründungen

Im Hinblick auf diese beiden Aspekte ist aber m. E. grundsätzlich zu diskutieren, „aus wessen Sicht ein Unterricht ‚strukturiert' erscheint bzw. sein sollte: aus fachdidaktischer oder sozialpsychologischer? aus Lehrer- oder Schülersicht?" (Brügelmann 2008: 221; vgl. auch Lüders & Rauin 2008; Kleinknecht 2019: 6). Eine „diskursive Strukturierung" etwa, bei der die Lehrperson beim Beobachten vermeintlich zentrale Hauptbeobachtungsaspekte zulasten von weiteren Beobachtungen und Nebenaspekten hervorhebt (vgl. Möller et al. 2002: 188), ist aus Sicht der Lehrperson strukturiert (vgl. Röhl 2015; Lange 2017), vernachlässigt jedoch die individuellen Wahrnehmung und Beobachtung der Schüler*innen und damit ihren individuellen Phänomenzugang (s. Kap. 3.1.2.4).

In der BiQua-Studie wurde der Einfluss einer Variation an inhaltlich-didaktischer und diskursiver Strukturierung des Unterrichtes (1) auf das Fachwissen und (2) auf das Interesse, die Motivation und das Engagement der Schüler*innen untersucht (vgl. Möller et al. 2006; Blumberg 2008). Dazu wurden sechs dritte Klassen aus drei vergleichbaren Schulen (149 Kinder, 65 Mädchen, 84 Jungen) akquiriert. Die beiden Klassen einer Schule wurden zufällig entweder einem „Unterricht mit geringerer Strukturierung" (Unterricht OHNE) oder einem „Unterricht mit stärkerer Strukturierung" (Unterricht MIT) zugeordnet. In diesen beiden Bedingungen „Unterricht OHNE" und „Unterricht MIT" wurde Unterricht zum Thema „Schwimmen und Sinken" mit einem Umfang von je acht Doppelstunden *von derselben Lehrperson* „in drei Wellen von je vier Wochen" (Möller et al. 2006: 181) durchgeführt. „Pro Welle wurde in je einer Schule Unterricht MIT und Unterricht OHNE in zwei Parallelklassen je zwei Wochen nacheinander unterrichtet" (ebd.). Zwei weitere dritte Klassen aus zwei weiteren Schulen (41 Kinder, 27 Mädchen, 14 Jungen) bildeten eine Vergleichsgruppe ohne Unterricht zum Thema „Schwimmen und Sinken".

Unterricht MIT: Jede der drei Experimentalklassen der Bedingung „Unterricht MIT" erarbeitete im Rahmen von acht Doppelstunden gemeinsam die kleinschrittig sequenzierte Frage „Wie kommt es, dass ein großes Schiff aus Stahl nicht untergeht?". Die Komplexität dieser Frage wurde vorab reduziert, indem Teilfragen durch die Forschenden gebildet, in eine aus Sicht der Forschenden ‚sinnvolle didaktische Reihenfolge' gebracht und von der Lehrperson im Unterricht sukzessive eingeführt und gleichschrittig erarbeitet wurden (vgl. Möller et al. 2002: 181; Blumberg 2008: 147f.; Möller 2016: 44ff.). Zur Bildung solcher Teilfragen (z. B. Was passiert mit dem Wasser, wenn man etwas hineinlegt?) wurde das Unterrichtsthema „Schwimmen und Sinken" in Teilaspekte (z. B. Wasserverdrängung) zergliedert. Diese Teilaspekte sind verschiedene, mehr oder weniger anschlussfähige Erklärungsansätze für das Schwimmverhalten von Gegenständen, die sukzessive mit den Schüler*innen der Bedingung „Unterricht MIT" erarbeitet wurden

(s. Tab. 25; vgl. Möller et al. 2006; Blumberg 2008). Jeder Erklärungsansatz wurde dabei zunächst gemeinsam als Hypothese formuliert und dann experimentell überprüft.

Tabelle 15: Sequenzierung der Unterrichtseinheit der Bedingung „Unterricht MIT" in Teilaspekte und Teilfragen (selbst erstellt; vgl. auch Möller et al. 2006; Blumberg 2008)

Doppelstd.	Teilaspekt	Teilfrage
1	Hypothesen zum Schwimmverhalten versch. Vollkörper formulieren und überprüfen	Ausgangsfrage: Wie kommt es, dass ein großes Schiff aus Stahl nicht untergeht?
2	Materialkonzept: Schwimmverhalten verschiedener Materialien untersuchen	Was schwimmt, was sinkt?
3	Dichtekonzept: Einheitswürfel aus verschiedenen Materialien untersuchen	Wie kommt es, dass manche Materialien schwimmen und andere untergehen?
4	Wasserverdrängung	Was passiert mit dem Wasser, wenn man etwas hineinlegt?
5	Auftriebserfahrungen am eigenen Körper	Was macht das Wasser mit den Gegenständen?
6	Auftriebskraft in Abhängig vom Volumen eines Gegenstandes	Was macht das Wasser mit den Gegenständen?
7	Zusammenhang von „Verdrängen und Drücken des Wassers"	Wie bringt man Knete zum Schwimmen?
8	„Gegenspiel" von Gewichts- und Auftriebskraft	Klärung der o. g. Ausgangsfrage

In den acht Doppelstunden führten die Experimentalklassen der Bedingung „Unterricht MIT" verbindlich vorgegebene Versuche durch. Dies erfolgte in festgelegter Reihenfolge (entsprechend der o. g. Sequenzierung nach Teilaspekten/-fragen; s. Tab. 15) und mit stark strukturierten Anleitungen in einem Wechsel aus frontalen Phasen und kontrollierter Kleingruppenarbeit: „These sites […] addressed specific research questions, including directions for students' handling of material and hints to draw students' attention to specific features and outcomes of their investigations" (Hardy et al. 2006: 311). Zudem schrieben die Kopiervorlagen vor, bei welchen Versuchen die Schüler*innen welche Alltagsmaterialien und welche „specifically designed objects" (Hardy et al. 2006: 311), also welche didaktisch gestalteten Experimentiermaterialien, benutzen sollten.[105]

In Klassengesprächen, aber auch in Kleingruppen- oder Face-to-face-Gesprächen forderte die Lehrperson in der Variation „Unterricht MIT" inhaltliche Begründungen ein, gab Zusammenfassungen und Rückmeldungen hinsichtlich der Vorgehensweise bzw. bzgl. der Ergebnisse und Erklärungen der Schüler*innen. Sie fokussierte die Aufmerksamkeit der Schüler*innen auf (vermeintlich) zentrale Beobachtungsaspekte und hob einzelne, ihres Erachtens inhaltliche passende Aussagen von Schüler*innen hervor (vgl. Möller 2016).

[105] Solche „specifically designed objects" (Hardy et al. 2006: 311) waren zum Beispiel Würfel gleichen Volumens, aber unterschiedlichen Materials oder Zylinder gleicher Masse, aber unterschiedlichen Volumens.

Unterricht OHNE: Die Schüler*innen der Bedingung „Unterricht OHNE“ arbeiteten, wie die Schüler*innen der Bedingung „Unterricht MIT“, acht Doppelstunden an derselben Frage „Wie kommt es, dass ein großes Schiff aus Stahl nicht untergeht?“ Auf eine Zergliederung und Sequenzierung dieser „Schiffsfrage“ in Teilfragen, wie in der Bedingung „Unterricht MIT“, wurde jedoch verzichtet. In jeder Doppelstunde der Bedingung „Unterricht OHNE“ sollten die Schüler*innen „Vermutungen zur Beantwortung der ‚Schiffsfrage‘ formulieren, diskutieren und überprüfen“ (Blumberg 2008: 154). Dabei sollten sie die ‚Schiffsfrage‘ selbständig, d. h. ohne gemeinsame, kleinschrittig sequenzierte Erarbeitung in frontalen Phasen und kontrollierter Kleingruppenarbeit, beantworten. Während der gesamten Unterrichtszeit konnten sie auf die Kopiervorlagen mit vorgegebenen Versuchen zu den Erklärungsansätzen für das Schwimmverhalten von Gegenständen zurückgreifen. Die Durchführung dieser angeleiteten Versuche erfolgte in frei gewählter Einzel-, Partner- oder Kleingruppenarbeit und in beliebiger Reihenfolge. Dabei mussten nicht zwingend alle Versuche bearbeitet werden. Zudem durften die Schüler*innen neben den vorgegebenen Versuchen eigene Versuche entwickeln und durchführen. Sie konnten sämtliche Alltagsmaterialien und „specifically designed objects“ (Hardy et al. 2006: 311) nutzen, die für die vorgegebenen Versuche aus der MIT-Unterrichtssequenz zur Verfügung standen. Dieses Vorgehen in der Bedingung „Unterricht OHNE“ bezeichnen die Autor*innen je nach Publikation entweder als „stärker selbstgesteuerten [...] Werkstattunterricht“ (Möller et al. 2002: 185; Möller 2007: 111) bzw. „offenen Werkstattunterricht“ (Möller et al. 2006: 165) oder als „‚offen‘ angelegte[.] Lernsituation“ (Möller 2016: 44f.).

Anders als in der Bedingung „Unterricht MIT“ sollte sich die Lehrperson in der Bedingung „Unterricht OHNE“ während der Face-to-Face-, Kleingruppen- und Klasseninteraktionen mit inhaltlich-didaktisch- und diskursiv-strukturierenden Äußerungen zurückhalten (vgl. Hardy et al. 2006: 310; Blumberg 2008: 149); dies umfasste etwa das Einfordern von Begründungen, Nachfragen bzw. weiterführende Impulse[106], Zusammenfassungen und Rückmeldungen zum Vorgehen und den Ergebnissen der Schüler*innen. Stattdessen sollte die Lehrperson der Bedingung „Unterricht OHNE“ v. a. Tipps für die organisatorische Strukturierung von Gesprächen geben, z. B. zur Einhaltung der Gesprächsregeln, (vgl. Möller et al. 2006: 165) und „für den geregelten Fortlauf des Gesprächs“ (Blumberg 2008: 149) sorgen. Was jedoch im Klassengespräch und den Kleingruppen in welcher Reihenfolge besprochen wurde, sollten die Schüler*innen in der Variation „Unterricht OHNE“ ausdrücklich selbst bestimmen (vgl. Möller et al. 2006: 165).

[106] Im pädagogischen Wörterbuch wird Impuls mit „Denkanstoß, der zu einer kognitiven Leistung führen soll“ (Böhm & Seichter 2018:228) übersetzt und vom lateinischen Wort für ‚Anregung‘, ‚Antrieb‘, ‚Anstoß‘ hergeleitet.

Nachdem ich hier beide Interventionsbedingungen MIT und OHNE dargestellt habe, erscheint mir für die nachfolgende Darstellung sowie die sich anschließende Einordnung und Interpretation der Ergebnisse der erneute Hinweis wichtig, dass alle sechs Experimentalklassen beider Bedingungen nacheinander *von derselben Lehrperson* unterrichtet wurden, „um lehrkraftbedingte Effekte auszuschließen" (ebd.: 166).

Im Prä-Post-Follow-up-Test-Design wurde der fachlich-inhaltliche Lernzuwachs der Schüler*innen vor bzw. nach der Intervention („Unterricht MIT" bzw. „Unterricht OHNE") mittels Wissenstest und Transfertest überprüft. Der Wissenstest bestand aus Multiple-Choice- und Richtig-Falsch-Items sowie aus offenen Antwortformaten. Der Transfertest enthielt Items im offenen Antwortformat und bezog sich auf die Anwendung des Auftriebs- und Dichtekonzepts auf nicht im Unterricht behandelte Kontexte (vgl. ebd.: 164). Nach einem Jahr wurde der Wissens- und der Transfertest wiederholt (vgl. Möller 2007).

Die Schüler*innen der Variation „Unterricht MIT" zeigten im Vergleich zu den Schüler*innen der Variation „Unterricht OHNE" statistisch signifikant bessere Ergebnisse in den Post- und Follow-up-Tests zum „Schwimmen und Sinken": „Die Gruppe mit stärkerer Strukturierung war [...] der Gruppe mit geringerer Strukturierung im Hinblick auf die Nutzung physikalischer Konzepte signifikant überlegen und zeigte eine tendenziell geringere Nennung von Fehlkonzepten" (Möller et al. 2006: 174). Die durch den Unterricht „abgebaute[n] Fehlkonzepte erschienen in der OHNE-Gruppe nach einem Jahr wieder, während die MIT-Gruppe nachhaltig Fehlkonzepte abbauen konnte" (Möller 2007: 113).

Zur Einordnung dieser Ergebnisse hinsichtlich der Nutzung von physikalischen Konzepten und bzgl. der Verwendung des Begriffes ‚Fehlkonzepte' erscheint mir folgender Hinweis wichtig: Die in empirischen Studien ermittelten physikalischen Konzepte sind „zwangsläufig das Ergebnis einer Interpretation [...]. Als solche reflektieren sie nicht nur die Phänomendeutung der Lernenden, sondern immer auch deren Rekonstruktion bzw. verstehende Interpretation" (Murmann 2004: 5) durch die Forschenden. Welche Äußerungen in der BiQua-Studie als ‚fachlich anschlussfähig' bzw. ‚belastbar' – und damit aus Sicht der Forschenden als ‚wünschenswert' – und welche als ‚*Fehl*konzepte' eingestuft wurden, ist eine Entscheidung, die die Forschenden vor dem Hintergrund ihrer eigenen fachlichen Qualifikation und ihrer eigenen fachlichen Präferenzen getroffen haben. Die Forschungsgruppe um Möller unterscheidet „nicht belastbare Konzepte wie Gewichtskonzept, Größenkonzept, Formkonzept, Luftkonzept" (Blumberg 2008: 144), „belastbare Konzepte wie Materialkonzept, Hohlkörperkonzept" (ebd.) und „vorphysikalische Konzepte" (ebd.), worunter sie ‚Dichtevergleich' und ‚Auftriebskraft' fassen. Obgleich die

Forschenden beide „vorphysikalischen Konzepte“ als ‚fachlich anschlussfähig‘ bzw. ‚belastbar‘ einschätzten und in der Punktevergabe des Wissenstests auch gleichwertig ‚honorierten‘ (vgl. ebd.), präferierten sie als fachliche Erklärung m. E. eindeutig das „vorphyikalische Konzept Auftriebskraft“. Meine Einschätzung begründe ich einerseits damit, dass die Forschenden den Dichtevergleich im Vergleich zur Auftriebskraft an mehreren Stellen als im Verständnis zu anspruchsvoll bzw. zu schwierig zurückweisen (vgl. Jonen et al. 2003: 98; 105f.; Möller et al. 2006: 178). Andererseits wird zur Klärung der Ausgangsfrage „Wie kommt es, dass ein großes Schiff aus Stahl nicht untergeht?“ in der abschließenden, achten Doppelstunde der Variation „Unterricht MIT“ über das „Gegenspiel [von] Gewichts- und Auftriebskraft“ (Blumberg 2008: 152) argumentiert. Eine alternative Erklärung über Dichtewechselwirkungen wird dagegen an dieser Stelle (achte Doppelstunde) nicht mehr erwähnt. Der ‚Dichtevergleich‘ ist zuletzt Gegenstand der dritten Doppelstunde, bevor über die Zwischenschritte ‚Wasserverdrängung‘ und ‚Wasserdruck‘ ein Auftriebskraftkonzept erarbeitet wird (s. Tab. 15; vgl. Blumberg 2008: 152).

Solche Erwartungen der Forschenden im Hinblick auf die fachlichen Erklärungen zum Unterrichtsthema ‚Schwimmen und Sinken‘ wirken sich auf die Kategorisierung von Schüler*innenäußerungen als ‚belastbare Konzepte‘ versus ‚Fehlkonzepte‘ aus. Je nach fachlicher Zieldimension, die der jeweiligen Forschung zugrunde liegt, erfolgt die Kategorisierung von Aussagen – als ‚fachlich anschlussfähig‘ oder ‚nicht belastbar‘ – different bis kontrovers: In den Forschungen der BiQua-Gruppe, die von dem Auftriebskraftkonzept als Zielerklärung ausging, wurde das Gewichtskonzept als ‚nicht belastbar‘ eingestuft (vgl. Blumberg 2008: 144). Eine Aussage wie „Es schwimmt, weil es leicht ist“ (Fischer & Peschel 2022: 56), die auf ein Gewichtskonzept schließen lässt und damit von der BiQua-Gruppe als ‚nicht belastbar‘ eingestuft würde (vgl. Möller et al. 2006: 170f.), kann jedoch „für den Aufbau eines Dichtekonzeptes [...] besser ausdifferenziert werden als für ein Auftriebskraftkonzept“ (Fischer & Peschel 2022: 56). Würde man, anders als die BiQua-Gruppe, den Dichtevergleich als Zielerklärung anstreben, müsste das Gewichtskonzept deshalb m. E. entsprechend anders eingestuft werden (vgl. Furtner 2016).

Zudem problematisch ist in diesem Zusammenhang m. E. die Verwendung der Bezeichnung ‚*Fehl*konzept‘, die die Vorstellungen der Schüler*innen negativ konnotiert: „Schüler*innenvorstellungen werden als unfertig, als falsch angesehen und sollen in fachliche Vorstellungen überführt werden […]. Dass es sich um andere Vorstellungen (um kindliche Weltdeutungen […]) handelt, wird nicht betont“ (Schütte 2018: 110; vgl. auch Rauterberg 2013). Viele Vorstellungen sind außerdem „nicht schlicht falsch, sondern haben sich in Alltagskontexten bestens bewährt – und bewähren sich in diesen Kontexten auch

dann noch, wenn man die wissenschaftliche Sicht erlernt hat“ (Kattmann et al. 1997: 6). Schüler*innenvorstellungen können vor diesem Hintergrund in meinen Augen gar nicht ‚falsch‘, sondern allenfalls mehr oder weniger ‚fachlich anschlussfähig‘ oder ‚belastbar‘ sein. Eine solche Kategorisierung nach Anschlussfähigkeit ist jedoch, wie oben dargestellt, nicht nur von den Äußerungen der Lernenden, sondern v. a. von den Erwartungen, der fachlichen Qualifikation und den fachlichen Präferenzen der Forschenden abhängig.

In einem weiteren Prä-Post-Fragebogen der BiQua-Studie wurden von den Autor*innen, zusätzlich zum fachlich-inhaltlichen Lernzuwachs, „motivationale[.] und selbstbezogene[.] Zielsetzungen“ (Blumberg et al. 2004: 41), wie das Interesse, das Fähigkeitsselbstkonzept, das Selbstbestimmungs-, Engagement- und Kompetenzempfinden sowie die Selbstwirksamkeit der Schüler*innen, erfasst (vgl. Blumberg et al. 2004; Blumberg 2008).[107]

Der stärker strukturierte „Unterricht MIT“ war dem weniger strukturierten „Unterricht OHNE“ im Hinblick auf die empfundene Selbstbestimmung, „auf die empfundene Kompetenz, das empfundene Engagement und die entwickelte Erfolgszuversicht“ (Möller et al. 2006: 174; vgl. auch Möller 2007: 113) statistisch signifikant überlegen. Keine statistisch signifikanten Unterschiede ergab sich dagegen beim Interesse, dem Fähigkeitsselbstkonzept und der Lernzufriedenheit der Schüler*innen (vgl. Blumberg et al. 2004: 46).

Nachfolgend werde ich die Ergebnisse der BiQua-Studie hinsichtlich meiner Interpretation des von den Autor*innen vertretenen Verständnisses von Experimentieren, Öffnung und Selbstbestimmung einordnen, um zu zeigen, dass die jeweiligen Verständnisse in meinen Augen sehr eingeschränkt und reduziert sind. Zudem werde ich die Ergebnisse hinsichtlich der Studienanlage und der Erhebungskontexte, die von den Autor*innen in verschiedenen Publikationen selbst beschrieben werden, kritisch diskutieren.

4.1.1 Experimentierverständnis

Experimentieren wird in der BiQua-Interventionsstudie auf das Formulieren und Testen von Hypothesen reduziert: „Experimentieren ist nicht möglich, ohne zu beobachten, zu vermuten, zu prüfen und zu interpretieren“ (Möller & Steffensky 2010: 166). Zu Beginn jeder Doppelstunde sollten die Schüler*innen beider Bedingungen (Unterricht MIT und Unterricht OHNE) Vermutungen zum Schwimmverhalten von bestimmten Gegenständen aufstellen bzw. „Vermutungen zur Beantwortung der ‚Schiffsfrage‘ formulieren, diskutieren und überprüfen“ (Blumberg 2008: 154). Das Experimentieren der Schü-

[107] Die Fragebogenitems zu den Konstrukten ‚Interesse‘, ‚Fähigkeitsselbstkonzept‘ und ‚Selbstbestimmungsempfinden‘ bezogen sich vor der Intervention allgemein auf Sachunterricht. Nach der Intervention wurden die entsprechenden Items themenspezifisch auf den Unterricht zum ‚Schwimmen und Sinken‘ ausgerichtet. Die übrigen Konstrukte ‚Engagementempfinden‘, ‚Kompetenzempfinden‘ und ‚Selbstwirksamkeit‘ wurden nur nach der Intervention erfasst.

ler*innen sollte sich dann in beiden Bedingungen auf diese vorab aufgestellten Vermutungen beziehen, d. h. die Schüler*innen sollten ihre Vermutungen in Kleingruppen überprüfen und diskutieren (vgl. Hardy et al. 2006: 308; Blumberg 2008: 154). Auch „einfache Forschungen", die die Kinder der OHNE-Bedingung selbst „planen und durchführen" (ebd.: 529) ‚durften', sollten diesen Kriterien hypothesenprüfenden Experimentierens und insbesondere der Variablenkontrollstrategie (s. Kap. 3.1.1) entsprechen.

Ein solches hypothesenprüfendes und hypothesengesteuertes Experimentieren habe ich in Kapitel 3.2.2.4 als elaboriertes Verfahren bezeichnet, das v. a. im Sekundarstufenunterricht Anwendung findet (vgl. z. B. Braun & Backhaus 2007; Höttecke 2008; Priemer 2011). In der BiQua-Studie wird m. E. eindeutig von diesem elaborierten, aus den Sekundarstufendidaktiken abgeleiteten Verständnis des Experimentierens ausgegangen.

> „Ziel ist auch bei Möllers naturwissenschaftlichem Lernen in moderat konstruktivistischen Lernumgebungen immer, so nahe wie möglich an die fachliche physikalische Erklärung heranzukommen [...]. Dieses Verständnis scheint aus einer wissenschaftsorientierten fachwissenschaftlichen Perspektive einleuchtend, wenn naturwissenschaftliches, hypothesenprüfendes Experimentieren und bestimmte fachwissenschaftliche Inhalte gelernt werden sollen. Ob es aber auch aus sachunterrichtsdidaktischer Sicht passend sein kann, ist kritisch zu reflektieren" (Schütte 2019: 76). Zu prüfen wäre also m. E., (a) ob die BiQua-Studie vielperspektivischen oder zumindest monoperspektivischen (statt einzelfachlichen) Ansprüchen genügt und (b) ob ein hypothesengesteuertes und -prüfendes Vorgehen anschlussfähig an die „an die Lernvoraussetzungen [...], Fragen, Interessen und Lernbedürfnisse der Schülerinnen und Schüler" (GDSU 2013: 10) ist.

Es handelt sich bei dem zugrundeliegenden Experimentierverständnis der BiQua-Studie nämlich in meinen Augen um ein reduziertes Experimentierverständnis, da wesentliche Elemente des Experimentierprozesses, wie ausdifferenzierende Beobachtungsphasen und „Schlaufen der Erkenntnisgewinnung" (Kihm et al. 2018; 2024a; s. Kap. 3.1.2.4), in denen Experimente mehrfach wiederholt und Variablen bzw. Parameter breit variiert werden (vgl. Höttecke 20008; M. Peschel 2016), angesichts der Fokussierung auf hypothesenprüfendes und hypothesengesteuertes Experimentieren vernachlässigt werden. Aus sachunterrichtsdidaktischer Sicht sind darüber hinaus vor allen Dingen explorative, nicht zielführende bzw. nicht zielgerichtete Näherungen als wesentlicher Schritt auf dem Weg zur Erkenntnis und als subjektorientierter Zuagng hervorzuheben. Explorative Näherungen dienen der „Erfahrungserweiterung" (Köster 2018: 190; vgl. auch Murmann & Krumbacher 2008) und bereiten die Formulierung von Hypothesen vor (vgl. Murmann 2008: 87). Diese Erfahrungsbasis durch Explorieren ist Ausgangspunkt und Schwerpunkt des von mir vertretenen Experimentierverständnisses (Arbeitsdefinition I; s. Kap. 3.1). In der BiQua-Studie ‚zählen' dagegen m. E. ausschließlich hypothesengesteuertes Vorgehen und kontrollierte Experimente (i. S. d. Variablenkontrollstrategie), wohingegen explorative Näherungen in meinen Augen eher abgewertet werden.

4.1.2 Öffnungsverständnis

1. **Inhaltliche Offenheit**: Über die Fragestellung „Wie kommt es, dass ein großes Schiff aus Stahl nicht untergeht?“, die im Laufe der acht Doppelstunden von den Schüler*innen beider Unterrichtsvariationen bearbeitet und beantwortet werden sollte, und das Unterrichtsthema „Schwimmen und Sinken“ wurde den Schüler*innen ein sehr konkreter Fachinhalt klar vorgegeben. Die vorstrukturierten Versuche, die in der Variation „Unterricht MIT“ in einer bestimmten Reihenfolge vorgegeben und angeleitet wurden bzw. in der Variation „Unterricht OHNE“ freiwillig angeboten und genutzt werden konnten, bezogen sich ausschließlich auf diesen Fachinhalt und dieses konkrete Unterrichtsthema.

Die vorstrukturierten Versuche zielten außerdem, mit Blick auf das Unterrichtsthema, vornehmlich auf das Auftriebskraftkonzept. Andere, vorläufige (z. B. Masse) oder fachlich ebenso anschlussfähige Konzepte (z. B. mittlere Dichte) wurden dagegen abgewertet und vernachlässigt, was ich oben im Abschnitt zur Darstellung der Ergebnisse der BiQua-Studie bereits kritisiert habe (s. o.; vgl. dazu auch Fischer & Peschel 2022; 2023).

Insgesamt werte ich die inhaltliche Offenheit dieses „offenen Werkstattunterricht[s]“ (Möller et al. 2006: 165) bzw. dieser „‚offen‘ angelegten Lernsituation“ (Möller 2016: 44f.), aufgrund der Vorgabe der Fragestellung bzw. des Unterrichtsthemas und der Fokussierung des Auftriebskraftkonzeptes, als **nicht vorhanden** (0 von 5; F. Peschel 2019: 80; s. Tab. 9).

2. **Methodische Offenheit**: Die Strategie der Auseinandersetzung mit der „Schiffsfrage“ bzw. mit den Erklärungsansätzen des Schwimmverhaltens von Gegenständen war vorskizziert, zum einen durch die Fokussierung des hypothesenprüfenden Experimentierverfahrens in beiden Unterrichtsvariationen (s. Kap. 4.1.1), zum anderen dadurch, dass die verschiedenen vorgegebenen (Unterricht MIT) bzw. zur Auswahl stehenden (Unterricht OHNE) angeleiteten Versuche jeweils genau einen Erklärungsansatz des Schwimmverhaltens eines Gegenstandes bzw. des Schiffes – mit dem Ziel der Entwicklung eines Auftriebskraftkonzepts (s. o.) – thematisierten (z. B. Wasserverdrängung, Wasserdruck).

Die vorbereiteten Versuche, die die Schüler*innen bearbeiten konnten, beinhalteten klar strukturierte Anleitungen (vgl. Möller et al. 2006: 164f.) und eben keinen phänomenorientierten Zugang, der von eigenen Beobachtungen und von eigenen Planungen ausging (vgl. Fischer & Peschel 2022). Die Vorgehensweisen, Lern- und Lösungswege blieben konkret vorgegeben, die methodischen Zugänge fremdbestimmt (vgl. Möller et al. 2006: 164f.; Hardy et al. 2006: 311). Alternativ konnten die Schüler*innen der Variation „Unterricht OHNE“ auch ‚eigene‘ Versuche mit den vorausgewählten Experimentiermaterialien planen und durchführen, solange sie dabei weiterhin die vorgegebene ‚Schiffsfrage‘

bearbeiten (vgl. ebd.). Hier hatten sie zwar weiterführende Handlungsmöglichkeiten im Hinblick auf ihr Vorgehen, das jedoch methodisch m. E. deutlich eingeschränkten wurde. Zum einen begrenzt die Vorgabe eines Fachinhaltes die Auswahl möglicher Bearbeitungswege. Dies habe ich in Kapitel 3.2.2.4 unter dem Stichwort „Implikationszusammenhang" (Ramseger 1985: 267) von Inhalt und Methode diskutiert. Zum anderen stand in meinen Augen nur eine sehr eingeschränkte, reduzierte Materialvorauswahl zur Verfügung: „In beiden Unterrichtsreihen wurden dieselben Materialien bereitgestellt" (Möller et al. 2006: 165). In diese „specifically designed objects" (Hardy et al. 2006: 311) wurden außerdem bestimmte Vorannahmen hinsichtlich Fachlichkeit inskribiert (vgl. dazu auch Claussen 1996: 22; Unglaube 2015: 492ff.; s. a. Kap. 3.2.2.1 zum Experimentiermaterial im 7G-Experimentalunterricht): Würfel gleichen Volumens und unterschiedlichen Materials zur Erarbeitung eines Dichtekonzeptes, unterschiedliche Töpfe zur Entwicklung eines Auftriebskraftkonzeptes. Alltagsmaterialien wurden gezielt ausgewählt, um fachliche Gegebenheiten zu verdeutlichen (z. B. Löffel oder Knöpfe aus unterschiedlichem Material, um das Materialkonzept zu widerlegen; vgl. Fischer & Peschel 2023).

Die begrenzende Vorauswahl der Alltags-, aber auch der didaktisch gestalteten Materialien (specifically designed objects), die die Schüler*innen für vorgegebene Versuche benötigten bzw. für eigene Versuche nutzen konnten, schränkte die Handlungsmöglichkeiten der Schüler*innen beim Experimentieren und die methodische Offenheit der „‚offen' angelegten Lernsituation" (Möller 2016: 44f.) m. E. deutlich ein.

Ich werte die methodische Offenheit des „offenen Werkstattunterricht[s]" (Möller et al. 2006: 165) bzw. der „‚offen' angelegten Lernsituation" (Möller 2016: 44f.) der BiQUa-Studie deshalb insgesamt nur als **ansatzweise vorhanden** (1 von 5; F. Peschel 2019: 80; s. Tab. 9)– damit ist die Lernsituation jedoch m. E. keineswegs „offen angelegt"!

4. **Organisatorische Offenheit**: Den Bearbeitungsort, die Bearbeitungsdauer und das Bearbeitungstempo bestimmten die Schüler*innen der Variation „Unterricht OHNE" selbst. Außerdem wählten sie selbst aus, in welcher Reihenfolge**,** mit welchen (Gruppeneinteilung) und wie vielen Partner*innen (Sozialform) sie Versuche durchführen. Die organisatorische Offenheit des „offenen Werkstattunterricht[s]" (Möller et al. 2006: 165) bzw. der „‚offen' angelegten Lernsituation" (Möller 2016: 44f.) der BiQUa-Studie ist somit in meinen Augen **schwerpunktmäßig vorhanden** (4 von 5; F. Peschel 2019: 80; s. Tab. 9).

5. **Soziale Offenheit**: Aus der Beschreibung der Studienanlage (z.B. in Möller et al. 2002; Möller et al. 2006; Hardy et al. 2006; Blumberg 2008) wird m. E. nicht klar, inwieweit die Schüler*innen an der Aushandlung von Kommunikationsstrukturen, Dokumentations-/Präsentationsformen oder Unterrichtsritualen beteiligt wurden, sodass ich die so-

ziale Offenheit des „offenen Werkstattunterricht[s]“ (Möller et al. 2006: 165) bzw. der „‚offen‘ angelegten Lernsituation“ (Möller 2016: 44f.) **nicht weiter einschätzen** kann.

6. **Persönliche Offenheit**: Die Lehrperson verantwortete – in beiden Unterrichtsvariationen MIT und OHNE – die Konzeption der vorgegebenen Versuche (Inhalte, Vorgehen, Lern- und Lösungswege, Lehrziele). Der Lehrgang der Variation „Unterricht MIT“ blieb im Grunde im Setting der Variation „Unterricht OHNE“ erhalten, wurde aber materialzentrierter umgesetzt (vgl. auch F. Peschel 2019). Dies erklärt möglicherweise den Befund, dass „die Einschätzung der eigenen Freiräume im Unterricht und die empfundene Eigenbeteiligung in beiden Gruppen gleich“ (Möller et al. 2006: 174) groß war. „Materialzentriert“ meint dabei, dass anstelle der direkten Instruktion durch die Lehrperson Lehr-Lern-Mittel, wie die Kopiervorlagen in der BiQua-Studie, den Lern- und Experimentierprozess der Schüler*innen kleinschrittig steuern und lenken (vgl. M. Peschel 2009a: 270). Die Kopiervorlagen geben die benötigten Experimentiermaterialien und die Handlungsschritte detailliert vor, die in einem lehrpersonenzentrierten 7G-Experimentalunterricht üblicherweise die Lehrperson vorgegeben hätte. Der geplante Lehrgang wird in das Lehr-Lern-Mittel verlagert, das kleinschrittig zum immer noch von der Lehrperson gesetzten Lehrziel führt. „Nicht die Schüler, sondern Materialien und Pläne übernehmen stattdessen die Steuerung der Lernprozesse“ (Lipowsky & Lotz 2015: 176).

Eine solche Materialzentrierung ist vor allem für Experimentierformen wie ‚Experimentieren an Stationen‘ oder ‚Werkstattunterricht‘ (siehe BiQua; Möller et al. 2006; Blumberg 2008) charakteristisch (vgl. F. Peschel 2019). Problematisch daran ist m. E., dass durch solche Experimentierformen mit ihrer Materialzentrierung nur oberflächlich „ein Arrangement verändert“ (Diederich 1988: 181) wird, um den Anschein größerer Offenheit zu vermitteln (vgl. Hartinger 2008). Bei der Umsetzung der Experimentierform zeigt sich aber, dass Lerninhalte, Lehrziele, Vorgehensweisen, Lern- und Lösungswege – teilweise auch unterschwellig – vorgegeben werden und das Experimentieren und Lernen damit entgegen dem Anschein fremdbestimmt bzw. geschlossen durchgeführt wird.

Dass die Experimentalklassen „Unterricht MIT“ und „Unterricht OHNE“ „von derselben Lehrperson unterrichtet [wurden], um lehrkraftbedingte Effekte auszuschließen“ (Möller et al. 2006: 166), ist aus methodologischen Gründen nachvollziehbar. Im Hinblick auf die Rolle der Lehrperson beim (Offenen) Experimentieren (vgl. M. Peschel 2014; Diener & Peschel 2019; Kihm et al. 2020) ist dies jedoch m. E. problematisch, da die persönliche Offenheit der Lehrperson, insbesondere ihre Lehr-Lern-Vorstellungen und die daraus abgeleiteten Einstellungen und Haltungen für oder wider bestimmte Unterrichtskonzepte, die Umsetzung des Konzeptes Offenes Experimentieren eindeutig beeinflusst (vgl.

auch Crawford 2014: 529). Das Handeln dieser „BiQua-Lehrperson“ ist somit m. E. ein entscheidendes tiefenstrukturelles Unterrichtsmerkmal (s. Kap. 3.2.1.3) für die Studienanlage, das von der Forschungsgruppe im Besonderen adressiert werden sollte.

> Die „Qualität offener Lernsituationen [hängt] eng mit der Person der Lehrkraft [...] und ihren Handlungsmustern zusammen [...]. Dennoch blieben die Lehrerinnen und Lehrer mit ihren Offenheitskonzepten, ihren Auffassungen über Lernprozesse, ihren Erwartungshaltungen und Handlungsmustern [...] bislang unberücksichtigt in der Forschung über offene Lernsituationen“ (Lipowsky 2002: 146; vgl. auch Lipowsky & Lotz 2015).

Der Bereich der persönlichen Offenheit der Lehrperson ist in der BiQua-Studie m. E. nur unzureichend berücksichtigt worden und sollte deshalb einer Reanalyse zugänglich gemacht werden (s. Kap. 4.1.3). Ohne den Bereich der persönlichen Offenheit lassen sich offene Experimentier-Lehr-Lern-Situationen nämlich m. E. nicht vollständig multidimensional und valide beforschen. „Vielmehr ist die grundlegende Voraussetzung [...] eine diesem Konzept entsprechende pädagogische Haltung und ein verändertes Rollenverständnis“ (Köster 2010: 249) – dies entspricht der persönlichen Offenheit nach Falko Peschel (s. Kap. 3.2.1.1). Das Handeln der Lehrperson in der Unterrichtsvariation mit geringerer Strukturierung wäre m. E. entsprechend erst ‚stimmig‘, wenn auch von einer persönlichen Offenheit der Lehrperson (vgl, Köster 2018; F. Peschel 2019), d. h. auch von autonomieorientierten Überzeugungen, ausgegangen werden kann (vgl. Hartinger et al. 2006).[108]

Handelt die Lehrperson ohne persönliche Offenheit, könnte dies weitere Offenheitsdimensionen beim Offenen Experimentieren ggf. konterkarieren, insbesondere, wenn ohne entsprechende autonomieorientierte Überzeugungen gegen die eigenen kontrollorientierten Überzeugungen unterrichtet wird (vgl. Stefanou et al. 2004; Hartinger et al. 2006; Minner et al. 2010). Autonomieorientierte Überzeugungen, die m. E. Grundvoraussetzung für ein adäquates Handeln der Lehrperson in der Unterrichtsvariation mit geringerer Strukturierung (Unterricht OHNE) wären, erweisen sich ggf. als „Lippenbekenntnisse [...], die im unterrichtlichen Geschehen nicht handlungsleitend sind“ (Hartinger et al. 2006: 114.). Kontrollorientierte Lehr-Lern-Vorstellungen können dagegen unbewusst, unterschwellig bzw. in diffus erscheinender Weise wirksam werden und das Verhalten der Akteur*innen inkonsistent erscheinen lassen (vgl. Brügelmann 2015: 41).

Das tatsächliche Handeln der ‚BiQua-Lehrperson‘ wird in den Publikationen zur Studie m. E. nur wenig deutlich. Dabei scheint es sich allerdings um ein häufiges Problem päda-

---

[108] Hartinger et al. (2006) unterscheiden zwischen kontrollorientierten und autonomieorientierten Lehr-Lern-Vorstellungen: Eine Lehrperson mit kontrollorientierter Lehr-Lern-Vorstellung geht davon aus, ‚fertiges Wissen‘ direkt an Schüler*innen übertragen zu können, die dieses Wissen ‚aufnehmen‘.
Eine Lehrperson mit autonomieorientierter Lehr-Lern-Vorstellung geht davon aus, dass Schüler*innen ihre Erkenntnisse selbst konstruieren müssen und wollen (Selbstlernkonstruktionen; s. Kap. 3.2.2.5). Die Lehrperson unterstützt diese Selbstlernkonstruktionsprozesse, indem sie prozessorientierte Hilfestellungen anbietet.

gogisch-psychologischer Forschung zu handeln: „For this review, I found many studies in which the teaching was described in broad, general terms only, usually because the focus of the study was, quite appropriately, on student learning“ (Roth 2014: 387f.).

In der Beschreibung der Unterrichtsvariationen klingt an, dass die Lehrperson, die in beiden Bedingungen eingesetzt wurde (s. o.), in der Bedingung „Unterricht OHNE“ keine bzw. deutlich weniger Begründungen einfordern, Rückmeldungen zum Vorgehen oder den Ergebnissen formulieren und Impulse zum weiteren Vorgehen geben sollte, als in der Bedingung „Unterricht MIT“ (vgl. Hardy et al. 2006: 310; Blumberg 2008: 149).

Diese geforderte Zurückhaltung in der Bedingung „Unterricht OHNE“ wird von den Autor*innen der BiQua-Studie in meinen Augen v. a. auf reduzierte Sprechzeitanteile bezogen. Mittels Videoauswertung und Screeningverfahren wurde von Rater*innen der Forschungsgruppe kontrolliert, dass der Unterricht den Unterscheidungsmerkmalen hinsichtlich der reduzierten Sprechzeitanteile folgte (vgl. Möller et al. 2006: 165). Verglichen wurde dabei der Anteil organisatorischer bzw. inhaltlich-strukturierender verbal-vokaler Äußerungen der Lehrperson in beiden Unterrichtsvariationen (ebd.: 166).[109]

Folgende Ergebnisse der Videoauswertung, die die BiQua-Forschungsgruppe vorgenommen hat, sind in diesem Zusammenhang m. E. besonders bemerkenswert:

- In der Unterrichtsvariation MIT kamen inhaltlich-strukturierende Äußerungen der Lehrperson (verbal-vokal) im Vergleich zur Unterrichtsvariation OHNE in den Klassengesprächen trotz der erforderlichen und geforderten Zurückhaltung der Lehrperson in OHNE nur geringfügig häufiger vor (41% versus 20%).[110]
- Die Häufigkeit, mit der Schüler*innen auf inhaltlich-strukturierende Äußerungen der Lehrperson (verbal-vokal) reagieren, ist in der Unterrichtsvariation MIT nur geringfügig höher als in der Unterrichtsvariation OHNE (31% versus 23%).
- Organisatorisch-strukturierende Äußerungen der Lehrperson (verbal-vokal) kamen in der Unterrichtsvariation OHNE statistisch signifikant häufiger vor als in der Unterrichtsvariation MIT (20% versus 9%).[111]

---

[109] „Die Videoaufnahmen der Unterrichtsstunden wurden von 12 unabhängigen Beobachtern in einem Blind-Verfahren anhand der Kriterien für den Unterricht MIT bzw. OHNE bei 45 von 48 Doppelstunden den Bedingungen richtig zugeordnet“ (Möller et al. 2002: 181). Außerdem wurden 30 Prozent der Klassengespräche in einem 10-Sekunden-Takt analysiert, um die Sprechzeitanteile der Lehrperson zu kontrollieren (vgl. ebd.).

[110] Inhaltlich-strukturierende Äußerungen sind z. B. „Zusammenfassungen der Lehrperson oder Aussagen wie: ‚Suse hat das gesagt, Peter das, was stimmt denn nun?‘ Oder: ‚Ihr habt jetzt verschiedene Ideen genannt. Es könnte an der Größe liegen oder am Gewicht [...]. Wie kann man überprüfen, ob es an der Größe liegt?‘“ (Jonen et al. 2003: 103f.).
Dass inhaltlich-strukturierende Äußerungen prozentual gesehen in der Bedingung OHNE nur so geringfügig weniger vorkamen, erklärt vielleicht, dass zumindest „drei Stunden der Gruppe OHNE [...] für MIT-Stunden gehalten“ (Jonen et al. 2003: 103) und von den Rater*innen fälschlich zugeordnet wurden, aber nicht umgekehrt (MIT für OHNE).

[111] Organisatorischen Äußerungen sind „Äußerungen, die das Gespräch in Gang halten [...], die die räumliche Organisation betreffen (‚Stell das doch hier her‘) bzw. die auf die Einhaltung von Regeln abzielen“ (Jonen et al. 2003: 104).

Kodiert wurden allerdings nur verbal-vokale Äußerungen der Lehrperson (vgl. Jonen et al. 2003: 103). Nicht nachvollziehbar dokumentiert wird dagegen m. E.,

(a) inwiefern die Lehrperson auf nonverbal-vokaler und nonverbal-nonvokaler Ebene auf die Experimentier- und Gesprächsphasen bzw. Aufgabenbearbeitungen Einfluss genommen hat (als Merkmal von persönlicher Offenheit) und
(b) welche Auswirkungen solche nonverbalen Interventionen der Lehrkraft ggf. auf die Experimentier- und Gesprächsphasen bzw. auf die Aufgabenbearbeitungen hatten bzw. wie mit diesem eventuellen Einfluss und diesen Auswirkungen bei der Auswertung der Videomitschnitte und Messdaten umgegangen wurde (vgl. Gröschner 2007: 3; s. u.).

Möglicherweise hat die BiQua-Lehrperson, die *beide* Bedingungen unterrichtet hat, in der Bedingung „Unterricht OHNE" nicht mehr (offensichtlich) verbal-vokal strukturiert, was sich in geringeren Sprechzeitanteilen messen lässt, sondern stattdessen (verdeckt, subtil – ggf. unbewusst) nonverbal strukturiert, weil die geforderte ‚Zurückhaltung' ein schwer ‚einzuforderndes' persönliches Merkmal ist. Solange jedoch ungeklärt ist, inwieweit das Unterscheidungsmerkmal ‚Zurückhaltung' nur auf verbal-vokaler Ebene oder auch nonverbal kontrolliert wurde, sind die Ergebnisse der BiQua-Studie m. E. verzerrt.

Da Videoaufzeichnungen der unterrichtlichen Interventionen zugänglich sind, bietet es sich an, Reanalysen der Videoaufzeichnungen durchzuführen und das nonverbale Handeln der Lehrperson sowie die Auswirkungen auf das Experimentieren zu überprüfen.

4.1.3 Reanalyse der Videoaufzeichnungen und Transkripte

Geiss und Schumann (2014) haben auf der Basis von Videoaufzeichnungen und Transkripten der BiQua-Studie die erste Doppelstunde der Unterrichtseinheit der Intervention zum Thema „Schwimmen und Sinken" reanalysiert.[112] Gemeinsam mit einem studentischen Seminar habe ich im Wintersemester 2020/2021 ebenfalls eine Reanalyse dieser Videosequenz vorgenommen (vgl. Kihm et al. 2023). Meine Reanalyse erfolgte in kritisch-kommunikativer, hermeneutischer Näherung und mit einem, gegenüber Geiss und Schumann, neuen Schwerpunkt auf der nonverbal-nonvokalen Kommunikation der Lehrperson, um aus der Kommunikationsgestaltung der Lehrperson Ableitungen im Hinblick auf die persönliche Offenheit der gefilmten Lehrperson vorzunehmen (s. Kap. 3.2.1.1; 4.1.1.2).

Mittels wiederholter Sichtung des Videos *ohne Ton* wurde jeweils ein bestimmter Aspekt nonverbal-nonvokaler Kommunikation fokussiert, z. B. Mimik, Gestik, Körperhaltung. „Be-

[112] Die videographierte Unterrichtsstunde ist – nach Anmeldung – über das Videoportal „ViU (Videobasierte Unterrichtsanalyse): Early Science" abrufbar, sodass die hier vorgenommenen Re-Analysen sich nachvollziehen lassen. Das Transkript (ausschließlich verbal-vokaler Äußerungen) ist ebenfalls über „ViU: Early Science" abrufbar.

obachtungen wurden zunächst individuell von den Studierenden notiert und dann gemeinsam ausgetauscht. Die Studierenden wurden von der Seminarleitung geschult, Mimik, Gestik etc. wahrzunehmen, zu versprachlichen und (nicht zu früh!) Nonvokalitäten (und ihre Wirkungen) zu interpretieren. Erst bei Übereinstimmung in der Gruppe wurde das Ergebnis hinsichtlich der jeweils wahrgenommenen (und interpretierten) Nonvokalitäten fixiert" (ebd.: 77). Anschließend wurden das Zusammenspiel der nonvokalen Aspekte fokussiert und die Videos erstmalig *mit Ton* gesichtet, um die Kommunikation einschließlich der Verbalitäten „als Gesamtes neu kritisch-kommunikativ" (ebd.) in der Großgruppe zu validieren. Der Fokus dieser Gesamtanalyse lag auf der intrapersonalen Differenz zwischen den Verbalitäten und Nonvokalitäten der Lehrperson – als Indikator persönlicher Offenheit.

Die Ergebnisse meiner Reanalyse (Kihm et al. 2023; s. Tab. 22) werden hier nun skizziert, um Widersprüche zur auf verbal-vokale *Sprechzeit*anteile fokussierten Analyse der BiQua-Gruppe (Jonen et al. 2003; Möller et al. 2006; s. Kap. 4.2.1.2) aufzuzeigen.[113]

Zu Beginn der Doppelstunde erzählt die Lehrkraft vom Piraten Pitt Perlenklau, der Schiffbruch erleidet und sich auf eine einsame Insel retten kann. Dort findet er eine Schatzkiste. Die Schüler*innen sollen Lösungsideen entwickeln, wie der Pirat die Insel mitsamt der Schatzkiste wieder verlassen kann. Dies zielt auf Hypothesen ab, die mit dem Rahmenthema „Schwimmen und Sinken" zu tun haben, z. B. ein Floß aus Palmenholz (vgl. Möller & Wyssen 2017: 38). Die Piratengeschichte dient somit als Ausgangspunkt für ein Unterrichtsgespräch, das ich im Folgenden ausschnittsweise betrachte.[114]

Zur Lösung des ‚Piratenproblems' unterbreiten die Schüler*innen im Video einige Vorschläge und „zeigten sich immer wieder ernsthaft bemüht, die Situation des Piraten zu lösen. Aber was sie sagten, hat[..] keine Relevanz für den Unterrichtsverlauf" (Geiss & Schumann 2014: 13). Anstatt auf entsprechende Schüler*innenäußerungen einzugehen, führt die Lehrkraft „das Gespräch möglichst eng [...] und [dämmt] abweichende Bemerkungen ein" (ebd.: 20). Dieses Eindämmen und Engführen vollzieht sich vornehmlich auf nonverbal-nonvokaler, weniger auf verbal-vokaler Kommunikationsebene (s. Tab. 16).

---

[113] Es ist nicht gesichert, dass es sich bei der konkret reanalysierten videographierten Unterrichtsstunde um eine derjenigen handelt, die selbst tatsächlich in die Datenauswertung der BiQua-Studie eingegangen ist. Auch bleibt unklar, welcher Unterrichtsvariation diese Auftaktdoppelstunde zuzuordnen wäre bzw. ob nicht beide Unterrichtsvariationen ggf. ihren Ausgang in dieser geplanten, eher geschlossenen Unterrichtsstunde nehmen. Dennoch eignet sich diese Unterrichtsstunde, um die grundsätzlichen Diskrepanzen im Handeln der Lehrperson zu verdeutlichen: Denn die videographierte Lehrperson hält sich mit verbal-vokalen Äußerungen zwar zurück, ‚kommentiert' und bewertet die Äußerungen der Schüler*innen aber dennoch vielfach auf nonverbal-nonvokaler Ebene.

[114] Geiss und Schumann kommen in ihrer Reanalyse zu dem Schluss, die Piratengeschichte fungiere „in der Art einer extrafunktionalen Attraktivitätssteigerung" (Geiss & Schumann 2014: 21). Die Geschichte sei sprachlich wenig elaboriert und unglaubwürdig. Der Reiz des Piratenproblems ginge v. a. dadurch verloren, „dass das Problem erkennbar ein gestelltes ist, in der Art eines Arbeitsauftrags, und dass sich schnell abzeichnet, dass es bereits einen unverrückbar vorgegebenen Bearbeitungsprozess gibt, dem die Sich-Bildenden sich erkennbar anpassen müssen" (ebd.). Weitere Aspekte der Geschichte, die die Kinder möglicherweise interessieren (Seeräuberei früher-heute usw.) werden ausgespart.

Tabelle 16: Verbalitäten und Nonvokalitäten aus dem videographierten Unterrichtsbeispiel der BiQua-Teilstudie (selbst erstellt; bereits in Kihm et al. 2023: 78f. publiziert)

Nr.	**Sprecher*in**	**Verbalitäten (Schüler*innen und Lehrerin)**	**Nonvokalitäten (nur Lehrerin)**
1	Paul	Eh, einfach da drüber, einfach das festhalten und dann mit den Beinen schwimmen.	zusammengepresste Lippen, „flüchtender“ Blick, Handkneten, geschlossene Körperhaltung, gefurchte (hochgezogene) Augenbrauen
2	Lehrerin	Cindy.	
3	Cindy	Man könnte die Kiste auf den Rücken nehmen.	zusammengepresste Lippen, „flüchtender“ Blick, Kneten der Hand, geschlossene Körperhaltung
4	Lehrerin	Die ist voller schwerem Gold. Die Kiste kann, glaube ich, nicht schwimmen [...]. Benne.	
5	Benne	Eh, da ist doch so eine Palme, ne, und dann könnte man, eh, zum Beispiel könnte man, wenn da jetzt so Holz liegt, dann könnte man, eh, sich das so aneinander bauen. Dann mit so, eh, mit so Blättern, dann könnte man das zusammenknoten, dann könnte das so ein Floß – dann könnte man die Schatztruhe drauf tun und dann er auch und dann segelt er damit so zu der anderen Insel.	Lächeln, offenere Körperhaltung, Kopfnicken (zunehmend von „Palme“ über „Holz“ zu „Floß“ und „Schatztruhe drauf tun“/„und dann er auch“), Streicheln der Hand
6	Lehrerin	Greta.	
7	Greta	Er könnte sich auch einfach auf die draufsetzen und rüber schwimmen [...].	„Zähne zeigen“ (zusammenbeißen), schnelle Suche nach anderen Kindern (mit Zeigefinger und Kopf)
8	Paul	Man könnte mal, wenn da ein Magnet irgendwo wäre, dann könnte man den – also – also, da vorne hinlegen und dann – dann zieht das ja die Kiste an, weil die ja auch (magnetisch ist).	zusammengepresste Lippen, Körperhaltung wieder geschlossen (Überkreuzen/Verschränken/Verschließen der Arme), Zurückweichen mit dem Oberkörper, *kein* Nicken (Kinn an den Hals angelegt), ganz leichtes Kopfschütteln bzw. -wiegen, gefurchte (hochgezogene) Augenbrauen
9	Lehrerin	Hm. Wenn er zufällig einen Magneten gefunden hätte, weil, du denkst an der Kiste ist Eisen und dann würde das angezogen. Okay. Cindy.	
10	Cindy	Du hast uns ja in der einen Stunde erklärt, dass man Magnete auch unter der Erde finden kann. Dann kann man ja den Magnet suchen und dann rüber schwimmen und dann erst anziehen.	Kopfnicken, aber mit Blick zum Boden, eingezogener Kopf und Schmunzeln, hochgezogene Lippen; Zeigefingerschütteln, Überkreuzen/ Verschränken und damit Verschließen der Arme, Zusammenschließen der Füße (näher beisammen stellen), Zeigefingerzeig auf Elenis
11	Lehrerin	Ihr habt jetzt die Idee – stellt euch vor, es ist gar kein Magnet auf der Insel. Aber Elenis hat schon verschiedene Sachen überlegt, die da sein könnten, die dem Piraten von Nutzen sein können. Was könnte auf der Insel sein, was der gebrauchen kann?	

Die Darstellung in Tabelle 16 korrespondiert die von den Schüler*innen verbal-vokal geäußerten Ideen mit den verbal-vokalen Äußerungen und den Nonvokalitäten, also der Mimik, Gestik und Körpersprache (s. Kap. 2.2) der Lehrerin. Die Äußerungen der Lehrerin lassen den Eindruck zu, dass diese sich (zumindest verbal-vokal!) bei der Sammlung von Lösungsideen der Schüler*innen entsprechend der Forschungsvorgaben zurückhält und z. B. nur Rederechtsvergaben (2, 4, 6, 9) und inhaltliche Paraphrasierungen (11)

bzw. Elaborationen von Schüler*innenäußerungen (9) vornimmt sowie ein einziges Gegenargument liefert (4, 11) – ihre eigene Redezeit also, wie von der Forschung vorgegeben, minimiert. Dagegen reagiert sie nonverbal-nonvokal auf die Äußerungen, je nachdem, ob die Antworten im Sinne des geplanten Unterrichtsverlaufs etc. zielführend sind.

Nachdem die Piratengeschichte vorgelesen wurde, äußert Paul die Idee, der Pirat könne sich an der Schatzkiste festhalten und mit den Beinen schwimmen (1). Bereits hier fällt auf, dass die Lehrerin zwar ‚nur' die nächste Schülerin aufruft und sich sonst verbal zurückhält, aber ihre Lippen spitzt und die Augenbrauen furcht. Sie knetet (sich selbst beruhigend?!) ihre Hand und ‚flüchtet' vor den Blicken von Paul (1; 2). Somit erhält der Schüler kein verbales, wohl aber ein nonverbal-nonvokales Feedback zu seiner Lösungsidee durch den Einsatz der Lippen und Augenpartie sowie durch die Nichtbeachtung per Augenkontakt seitens der Lehrerin – und interpretiert dies sicherlich in Bezug auf seine Äußerung. Die Lehrperson gibt hier durch ihre Mimik und Gestik nonverbal-nonvokal ihre Ablehnung der Schüleraussage zu verstehen (1; 2). (vgl. auch Kihm et al. 2013: 79f.)

Diese Handlungsmuster verwendet die Lehrerin bei weiteren Äußerungen der Schüler*innen. Als z. B. Paul vorschlägt, die Schatzkiste unter Zuhilfenahme eines Magnetes über das Wasser zu befördern (8), paraphrasiert die Lehrerin den Vorschlag zunächst verbal (9). Gleichzeitig erhält die Schülerlösung nonverbal-nonvokal eine ablehnende Bewertung: Abweichend vom verbalen Aufgreifen und der sprachlichen Paraphrase der „Magnetidee" (9), drückt die Lehrperson m. E. ihr Unbehagen zu der nicht intendierten Lösung aus, indem sie die Körperhaltung nach hinten verlagert (sich zurücklehnt), das Kinn an den Hals legt, die Augenbrauen hochzieht und furcht. Sie schließt ihre Körperhaltung – durch Überkreuzen bzw. Verschränken der Arme – und presst ihre Lippen zusammen, sie schüttelt den Kopf leicht (8; 9). An dieser nonverbal-nonvokalen Rückmeldung können Schüler*innen erkennen, ob ihre Antwort gewollt (passend) oder ungewollt (unpassend) ist (vgl. Košinàr 2009; Gudjons 2011; Argyle 2013). In Summe der nonverbal-nonvokalen Antworten der Lehrerin (1; 2) kann Paul die Einschätzung bzw. Bewertung bzgl. seines erneuten Lösungsansatzes m. E. nur als Missfallen, Ablehnung oder ggf. Enttäuschung der Lehrperson interpretieren. (vgl. auch Kihm et al. 2013: 80)

Trotz der geforderten Zurückhaltung sendet die Lehrerin konstant nonverbales Feedback an die Schüler*innen und bewertet deren Vorschläge. Das Feedback ist m. E. an der Erwartung orientiert, ‚verwertbare' Schüler*innenäußerungen in Richtung „Schwimmen und Sinken" zu erhalten. Diese Erwartung macht die Lehrerin den Schüler*innen jedoch nicht transparent. Inkongruenzen zwischen den Anforderungen der Rolle, die in der Variation „Unterricht OHNE" übernommen werden *sollte*, und den eigentlichen, stabilen

Einstellungen und Haltungen der Lehrkraft könnten solch ein „widersprüchliches (Körper)Verhalten“ (Košinàr 2009: 125; vgl. auch Kihm & Peschel 2025) auslösen.

> „Inkongruenz entsteht häufig, wenn widersprüchliche [...] Intentionen oder Bedürfnisse in einer Person existieren. Dies kann zum Beispiel dann der Fall sein, wenn [...] man mit den Anforderungen, die in der Rolle stecken, in Konflikt gerät“ (Košinàr 2009: 43). Solche Inkongruenzen und unterschwellige ‚Botschaften‘ bzgl. Begeisterung, Zustimmung oder Ablehnung werden v. a. nonverbal-nonvokal und nonverbal-vokal transportiert (vgl. Neubert et al. 2001: 257; Rosenbusch 1995: 179).

Es ist schließlich Benne, der die im Sinne des Unterrichtskontextes, Stundenthemas und Stundenziels erwartete bzw. erhoffte Antwort, verbalisiert dass man die Schatzkiste auch mittels eines Floßes aus Palmenholz von Ufer zu Ufer transportieren könnte (5). Die Lehrperson bezieht sich verbal-sprachlich nicht darauf, sondern ruft, nachdem Benne gesprochen hat und während sie dies nonverbal-nonvokal bewertet, die nächste Schülerin auf (6). Während Benne spricht, zieht die Lehrerin allerdings die Augenbrauen hoch und öffnet die Augen immer stärker, wodurch in meinen Augen eine nonvokale Zustimmung kommuniziert wird. Ergänzt wird dieses beschriebene gestische und mimische Reaktion auf die gewünschte Schüleraussage durch immer stärker, häufiger und schneller werdendes Kopfnicken und ein Lächeln (5; 6). Dass dieses nonvokale Handlungsmuster „Kopfnicken“ als Zustimmung zu deuten ist, kann m. E. als Konsens angesehen werden (vgl. Košinàr 2009; Gudjons 2011; Argyle 2013). Das außerdem zu beobachtende (Selbst-) Streicheln der eigenen Hand wirkt beruhigend auf sich selbst ein. Die vorherig geschlossene Körper- und Armhaltung öffnet sich zeitgleich (5; 6), was Interesse an der Äußerung und eine Aufgeschlossenheit für die Antwort signalisiert. (vgl. Kihm et al. 2023: 80f.)

Selbst, wenn unklar bleibt, ob diese konkret reanalysierte videographierte Unterrichtsstunde in die Datenauswertung eingegangen ist, verdeutlicht die Reanalyse m. E. dennoch ein grundsätzliches Problem der BiQua-Studienanlage: Die Lehrerin sollte sich in der Variation mit geringerer Strukturierung (Unterricht OHNE) mit inhaltlich- und diskursivstrukturierenden Handlungen zurückhalten (vgl. Möller et al. 2006: 165; Blumberg 2008: 149). Wird diese Zurückhaltung bzgl. Rückmeldungen zum Vorgehen oder den Ergebnissen und bzgl. Impulsen zum weiteren Vorgehen aber, wie in der BiQua-Studie, nur über die Sprechzeitanteile der Lehrerin ‚kontrolliert‘, bleibt die Studie m. E. ‚blind‘ für evtl. Diskrepanzen zwischen einer verbal-vokalen Zurückhaltung der Lehrerin und ihrem nonverbalen Handeln. Sprechzeitanteile lassen keinen Rückschluss auf die persönliche Offenheit der Lehrperson zu, solange nicht auch ihr nonverbales Handeln und die Auswirkungen der jeweiligen Handlung der Lehrperson auf das Experimentieren der Schüler*innen berücksichtigt werden. Im Unterrichtsvideo zur ersten Doppelstunde hält sich die Lehrerin ergo verbal-vokal weitestgehend zurück. Doch das Handeln der Lehrerin ist nicht in sich

stimmig: In der nonvokalen Kommunikation zeigen sich „deutliche und permanente Interventionen der Lehrperson, mittels derer sie die Ideen und Lösungsvorschläge der Schüler*innen gestisch (z. B. Handbewegungen; 1; 2; 10; 11), mimisch (z. B. gefurchte, hochgezogene Augenbrauen; 1; 2; 8; 9) und körpersprachlich (z. B. ausladendes Kopfnicken; 5; 10; 11) bewertet“ (Kihm et al. 2018: 81). Dies beeinflusst m. E. die Lehr-Lern-Situation und die weitere Beteiligung der Schüler*innen (vgl. Košinàr 2009; Gudjons 2011).

Die exemplarische Reanalyse und die verfügbaren Publikationen (z. B. Möller et al. 2006: 165; Blumberg 2008: 149; Möller 2016: 44f.) deuten m. E. daraufhin, dass nicht ausreichend kontrolliert wurde, ob die Lehrerin möglicherweise in der Interventionsstudie trotz geforderter Zurückhaltung in der Bedingung „Unterricht OHNE“ die Schüler*innen nonverbal beeinflusst und damit ihren Ideenfindungs- und (später) Experimentierprozess in Richtung ihrer eigenen Erwartungen gesteuert hat. Durch eine solche nonverbale Kommunikationgestaltung konterkariert die Lehrerin den als offen deklarierten und intendierten Interventionsansatz „Unterricht OHNE“. Solange jedoch die Beeinflussung der Schüler*innen durch das nonverbale Handeln der Lehrerin nicht nachvollziehbar ist bzw. kontrolliert wurde, sind die Ergebnisse der BiQua-Studie in meinen Augen verzerrt.

Die Stimmigkeit zwischen verbalem und nonverbalem Handeln ist in meinen Augen ein zentraler Aspekt der persönlichen Offenheit der Lehrkraft (s. Kap. 3.2.1), der insgesamt deutlich auf die Offenheit des Offenen Experimentierens einwirkt (vgl. M. Peschel 2009a).

Wenn (1) der ‚offene Werkstattunterricht‘ methodisch bzw. inhaltlich *nicht* und (2) organisatorisch *nur begrenzt* geöffnet ist (s. Kap. 4.2.1.2), wenn (3) die Lehrerin sich verbal-vokal zurückhielt, aber (4) den Schüler*innen nonverbal-nonvokal dennoch divergente Botschaften bzgl. der Vorgehensweise und der erwarteten Ergebnisse sendete, dann erfolgte die Zuweisung der untersuchten Schulklassen zur Bedingung „Unterricht OHNE“ bzw. „Unterricht MIT“ m. E. nicht konsequent. Wenn insofern (5) sich die Bedingungen „Unterricht OHNE“ und „Unterricht MIT“ hinsichtlich Öffnung nicht klar voneinander abgrenzen lassen und auch kein durchgängiges bzw. bewusst modularisiertes „Offenes Experimentieren“ untersucht wurde, können keine Wirksamkeiten eines „offenen Werkstattunterricht[s]“ (Möller et al. 2006: 165) o. ä. gemessen werden (vgl. Lind 2014: 10).

In bisherigen Unterrichts- und Lehr-Lern-Forschungen liegt der Fokus oft einseitig auf der Analyse des verbal-vokalen Anteils der Lehr-Lern-Kommunikation (vgl. McCroskey et al. 2006; Košinàr 2009; Gröschner & Sandbothe 2010; Stadler-Altmann 2013; Pratolo 2019). Dagegen wird „nonverbalen Gesichtspunkten [...] eher wenig Bedeutung, z. B. bei der Auswertung der Lehrer-Schüler-Interaktion [...], beigemessen wird“ (Gröschner 2007: 2). Je nach Schätzung liegt der nonverbale Anteil (gegenüber verbal-vokaler Sprache) zwi-

schen 60 und 90 Prozent (vgl. Košinàr 2009: 22; s. Kap. 2.2.2). Obwohl demnach nur 10% bis 40% der Kommunikation über die gesprochene Sprache ausgedrückt wird, wird der verbal-vokale Anteil von Kommunikation vielfach als zentrales Merkmal der Unterrichtskommunikation und -interaktion angenommen und interpretiert – und damit in meinen Augen in seiner Bedeutung überhöht (vgl. Stadler-Altmann & Lang 2023: 202).

> „Steht eine Lehrkraft vor der Klasse, dann sendet sie durch Erscheinungsbild, Körperhaltung, Mimik, Gestik, sprachliche Modulationen, Positionierung und Bewegung bewusst (oder eben meistens völlig unbewusst!) eine Fülle von Signalen aus. Diese Signale kommen intuitiv an. Sie ‚lügen' nicht, Schüler spüren sofort, ‚was los' ist, das ist ihnen vertraut" (Gudjons 2011: 215; vgl. auch Brügelmann 2015: 91).

Oftmals fokussieren kommunikationsorientierte Forschungen die Sprechzeitanteile von Lehrpersonen und Schüler*innen, um daraus Aussagen über Unterrichts- bzw. Lehr-Lern-Interaktionen abzuleiten (vgl. z. B. auch Helmke et al. 2007: 25ff.; Kobarg et al. 2015: 415ff.). Nonverbal-kommunikative Analysen, wie ich sie hier vorgenommen habe, liegen dagegen bisher nur sporadisch vor (vgl. zu dieser Einschätzung Gröschner 2007: 4f.). Die bisherige Forschung nutzt nur einen geringen Teil der in Kommunikationstheorien bereits seit langem etablierten Ebenen nonverbaler und verbaler Kommunikation. Internationale Forschungen weisen jedoch auf die hohe Bedeutung von Nonverbalitäten hin und zeigen übereinstimmend, wie problematisch es für die Analyse von Lehr-Lern-Kommunikation ist, nur die Verbalsprache zu fokussieren und Nonverbalitäten zu vernachlässigen:

> „Another study suggests that at least 75% of all communication in the classroom is nonverbal [...]. Non-verbal behaviour can give more explanation for verbal communication. It can substitute, complement, accent, regulate and even contradict the verbal expression" (Pratolo 2019: 122). „[T]he instructional research to date suggests that nonverbal factors may have a much stronger impact on learning in the classroom than do verbal factors" (McCroskey et al. 2006: 425; vgl. auch Gray & Ambady 2006: 45).

Erste Studien zeigen den bedeutenden Einfluss von nonverbal-nonvokaler Kommunikation auf Lehr-Lern-Prozesse auf (vgl. z. B. Gröschner & Sandbothe 2010; Grewe & Möller 2020). Eine entsprechende „Einbeziehung nonverbaler Kommunikation in Untersuchungen schulischer Lehr-Lern-Prozesse" (Gröschner 2007: 1) ist deshalb m. E. zwingend erforderlich. Diese „Revalidierung des Körpers im Kontext der Unterrichtskommunikation" (Gröschner & Sandbothe 2010: 7) beinhaltet v. a. „die Berücksichtigung nonverbaler Aspekte" (ebd.: 7) und die Aufarbeitung von Inkongruenzen zwischen verbaler und nonverbaler Kommunikation. Nonverbalitäten bilden m. E. das Kernelement persönlicher Offenheit und stehen im Zentrum der tiefenstrukturellen Ebene von Lehr-Lern-Prozessen. In meiner Studie soll diese tiefenstrukturelle Ebene persönlicher Offenheit mit nonverbal-nonvokalen Analysen besonders berücksichtigt werden. Dies betrifft m. E. auch Fragen der Vorauswahl und Zugänglichkeit von Materialien oder der Nutzung von Räumen.

4.1.4 Selbstbestimmungsverständnis

Selbstbestimmung lässt sich „nicht direkt beobachten, sondern nur aus den Handlungen oder Aussagen von Personen erschließen“ (Wilde et al. 2009: 32). Es handelt sich um ein hoch-inferentes Konstrukt, das sorgsam operationalisiert und interpretiert werden muss (vgl. auch Lind 2014: 13). In der BiQua-Studie (vgl. Blumberg et al. 2004; Möller et al. 2006) wurden die Schüler*innen z. B. mittels Fragebogen und einer vierstufigen Likertskala („stimmt gar nicht“ bis „stimmt genau“) danach befragt, ob sie im Unterricht zum Thema Schiff die Möglichkeit hatten, oft selbst zu entscheiden, was sie machen, wie sie etwas herausfinden oder wie lange sie etwas untersuchen (vgl. Blumberg 2008: 130).

Während in diesen Items sowohl organisatorische als auch methodische Entscheidungsmöglichkeiten berücksichtigt wurden, finden sich keine entsprechenden Items zur inhaltlichen oder sozialen Offenheit des Settings oder zur Einschätzung der persönlichen Offenheit der Lehrperson. Zudem reduziert der Fragebogen Selbstbestimmung auf Selbstbestimmungs*empfinden* als individualpsychologische, intraindividuelle Eigenschaft. Dabei ist es m. E. bereits in Blumbergs Bezügen zur „Selbstbestimmungstheorie der Motivation“ (Self-Determination Theory, SDT) angelegt, dass Aushandlungsprozesse und Momente sozialer Verursachtheit von Selbstbestimmung in der Erhebung nicht berücksichtigt werden.

Das Konstrukt ‚Selbstbestimmungsempfinden‘, das die Forschungsgruppe zugrunde legt, und die reduzierte Version des ‚Self Regulation Questionnaire‘ (SRQ), den sie nutzt, stammen aus dem Umfeld der „Selbstbestimmungstheorie der Motivation“ (Self-Determination Theory, SDT). Die SDT wurde von Richard M. Ryan und Edward L. Deci (1993) entwickelt und ist eine kognitionspsychologische Meta-Theorie, die sich aus sechs Sub-Theorien zusammensetzt. Eine dieser Subtheorien, die „Basic Psychological Needs Theory“, geht davon aus, dass für intrinsisch motiviertes Handeln drei angeborene psychologische Grundbedürfnisse bedeutsam sind: das Empfinden von Selbstbestimmung, das Erleben von Kompetenz und das Empfinden von sozialer Eingebundenheit. Mehrere Studien (vgl. z. B. Katz & Assor 2007; Ryan & Deci 2017) belegen die Notwendigkeit der Erfüllung aller drei Grundbedürfnisse für das Auftreten intrinsischer Motivation. Die Nichterfüllung eines oder mehrerer Grundbedürfnisse bewirkt dagegen eine Abnahme der intrinsischen Motivation.

Das *Empfinden* von Selbstbestimmung wird als „erlebte innere Übereinstimmung zwischen dem, was sie [die Person; Anm. d. V.] für wichtig hält und gerne tun möchte, und den in der aktuellen Situation geforderten Aufgabenstellungen“ (Krapp & Ryan 2002: 59; vgl. auch Deci & Ryan 1993: 225) definiert und interpretiert. Die empfundene Selbstbestimmtheit einer Handlung äußere sich zudem v. a. in dem subjektiven „Ausmaß

ihrer Kontrolliertheit“ (ebd.) und in der Möglichkeit, Handlungsziele und Vorgehensweisen an eigenen Interessen und Wünschen auszurichten (vgl. auch Haase 2018: 31).

Mit der SDT wenden sich Deci und Ryan (1993) gegen die klassische Unterscheidung zwischen intrinsischer und extrinsischer Lernmotivation. Sie kritisieren, dass das Empfinden von Selbstbestimmung, folgt man der klassischen Unterscheidung, nur bei intrinsischer Motivation, nicht jedoch bei extrinsischer Motivation, für möglich gehalten wird.

Deci und Ryan (1993) weisen darauf hin, dass diese Dichotomisierung zu grob ist, um das Empfinden von Selbstbestimmung zu erklären. Sie ‚entkoppeln‘ das Empfinden von Selbstbestimmung von dem Zustand (vollständig) intrinsischer Motivation. Stattdessen differenzieren sie, neben der intrinsischen Motivation, vier unterschiedliche Ausprägungen der extrinsischen Motivation (s. Tab. 17), die v. a. durch verschiedene Regulationsstile von ‚external‘ bis ‚integriert‘ geprägt sind (zum Regulationsbegriff s. Kap. 3.3.1.2).

Tabelle 17: Kontinuum der Selbstbestimmung (selbst erstellt, nach Deci & Ryan 1993)

Motivation	extrinsisch				intrinsisch
Regulation	external	introjiziert	identifiziert	integriert	intrinsisch
Funktion	Abbau von äußerem Druck: Belohnung, Bestrafung	Abbau von innerem Druck: Selbstachtung, Gewissen, Schuld, Scham	Kurz- und Mittelfristige Erreichbarkeit persönlicher Ziele	Passung zum Selbstkonzept und den integrierten Werteorientierungen	Interesse, Freude (autotelisch)
Empfinden	kontrolliert/ fremdbestimmt	→			autonom/ selbstbestimmt

Intrinsisch motivierte Verhaltensweisen sind grundsätzlich autotelischer Natur, „interessensbestimmt“ (Haase 2018: 26), „frei von äußerem Druck und inneren Zwängen“ (Deci & Ryan 1993: 226). Extrinsisch motivierte Verhaltensweisen dagegen besitzen verschieden ausgeprägte instrumentelle Funktionen, je nach Regulationsstil: Sie dienen z. B. dem Abbau von äußerem Druck (external) oder innerem Druck (introjiziert), der kurz- oder mittelfristigen Erreichbarkeit eines persönlich relevanten Zieles (identifiziert) oder sie entsprechen den eigenen Werteorientierungen (integriert; s. Tab. 17).

Der SRQ erfasst, inwieweit die Regulationsstile ‚external‘, ‚introjiziert‘, ‚identifiziert‘ und ‚intrinsisch‘ (s. Tab. 17; vgl. Deci & Ryan 1993) in bestimmten Verhaltensweisen wirksam werden. In der BiQua-Studie wurde eine reduzierte bzw. für Kinder im Grundschulalter angepasste Version des SRQ verwendet. Blumberg (2008: 124f.) befragt die Schüler*innen beispielsweise, warum die Schüler*innen sich im Unterricht zum Thema Schiff *angestrengt haben*. Die Schüler*innen bewerteten zehn Items, z. B. „..., weil ich viel über Dinge

zum Thema Schiff wissen will“ oder „...,dass der Lehrer mich besonders viel lobt“, mittels vierstufiger Likertskala („stimmt gar nicht“ bis „stimmt genau“). Kritisch anzumerken am Einsatz des SRQ in der BiQua-Forschung ist, dass Blumberg (2008) sich zwar auf die SDT (Deci & Ryan 1993) bezieht, aber nur Teilaspekte der Operationalisierung übernimmt, d. h. z. B. nur dichotom zwischen selbst- und fremdbestimmter Motivation unterscheidet, ohne die wesentlich elaboriertere Ausdifferenzierung in verschiedene Regulationsqualitäten (s. Tab 17) zu übernehmen. Dies perpetuiert die klassische und nach Deci und Ryan (1993) allerdings wenig aussagekräftige, verkürzte Unterscheidung in intrinsische (gleich selbstbestimmte) und extrinsische (gleich fremdbestimmte) Motivation, die in der SDT ja gerade wesentlich ausdifferenziert wurde (vgl. ebd.; Renkl 2010: 741).

Üblicherweise werden im SRQ deshalb Aussagen angeboten, die sich, theoretisch begründet, einem der *ausdifferenzierten* Regulationsstile zuordnen lassen sollen (s. Tab. 17). Bei der Auswertung wird ermittelt, welcher Regulationsstil überwiegt, um darauf zu schließen, ob die Schüler*innen sich in ihren Verhaltensweisen als selbst- oder fremdbestimmt empfinden. Das Vorhandensein von Selbstbestimmungsempfinden wird dabei jedoch nicht nur an (vollständig) intrinsische Motivation gekoppelt, wie dies in klassischen Motivationstheorien und der BiQua-Forschung vorgenommen wurde, die nur dichotom zwischen intrinsischer und extrinsischer Motivation unterscheiden (s. o.). Vielmehr wird bei der Auswertung und Interpretation der Fragebögen angenommen, dass die Schüler*innen auf den Stufen der identifizierten und intrinsischen Regulation Selbstbestimmung empfinden (vgl. Hartinger 1997: 160; s. Tab. 17). Auf den Stufen der introjizierten und externalen Regulation wird dagegen Fremdbestimmungsempfinden angenommen (vgl. ebd.).

Insgesamt bleibt die SDT, auf die sich z. B. Blumberg (2008) bezieht, ein motivations- und individualpsychologischer Ansatz, der das Individuum und sein Empfinden fokussiert, aber die soziale Verursachtheit (s. Kap. 1) und den situativen Kontext dieses individuellen Empfindens m. E. nicht ausreichend berücksichtigt (vgl. Schmenk 2012: 61f.). Interaktionsprozesse mit anderen und mit anderem werden in der SDT ergo nur in ihren Auswirkungen auf individuelle Erlebensqualitäten diskutiert (vgl. Katz & Assor 2007: 436). In meinen Augen lässt die SDT aber offen, *wie* Selbstbestimmung zwischen Akteur*innen ausgehandelt wird und *wie* materielle Ressourcen auf das Selbstbestimmungsempfinden des Individuums wirken (vgl. auch Homfeldt et al. 2008; Betz & Eßer 2016).

> „Die Psychologie tendiert dazu, die Entwicklung aus den Subjekten heraus zu erklären, wobei intrapsychische Entwicklungsmechanismen bzw. subjektive Repräsentanzen im Mittelpunkt des Interesses stehen. Die Soziologie [z. B. AGENCY-Ansätze; Anm. d. V.] versucht dagegen, die Entwicklung auf ihre interaktiven Bedingungen zu beziehen und fokussiert dabei auf die Strukturen sozialer Interaktionen“ (Sutter 1994: 24).

Wird Selbstbestimmung, wie in BiQua, mittels SRQ oder eigens entwickelter Likertskala als *Empfinden* von Selbstbestimmung erfasst, bleibt die Operationalisierung m. E. blind für die „Eigenstruktur von Unterricht als einer etablierten sozialen Praxis" (Gruschka 2007: 14; vgl. Breidenstein 2006: 264; Lüders & Rauin 2008; Carle & Košinàr 2012), die über eine Analyse des *doing* AGENCY (s. Kap. 3.3.2) zugänglich würde. Mittels Items, die das Selbstbestimmungsempfinden derart verkürzt erheben, wird die Komplexität des Konstrukts Selbstbestimmung dagegen sehr reduziert: Selbstbestimmung wird individualpsychologisch operationalisiert und auf differente Regulationsstile oder das „Ausmaß [d]er Kontrolliertheit" (Deci & Ryan 1993: 225) von Handlungen bezogen. Dies sind jedoch „psychologische Orientierungen" (Leschinsky 2008: 70), die die „Forschung auf die Ermittlung der individuellen psychischen" (Lüders & Rauin 2008: 726) Attributionen und Wahrnehmungen konzentrieren. Diese psychologische Kontextuierung lokalisiert Selbstbestimmung „nur auf der Ebene des Individuums und des individuellen Lernens" (Schmenk 2012: 61). Eine „psychologische Theorieannahme [wird] auf Unterricht [übertragen], ohne sich der damit verbundenen Reduktion der bildungstheoretischen[, erziehungswissenschaftlichen] und fachdidaktischen Ebene auf eine psychologische bewusst zu sein" (Giest 2019: 17; Anm. d. V.).[115]

Selbstbestimmung wird ergo in Studien, die solche Items nutzen, auf ein „schlechthin asoziales Phänomen [...] [verkürzt], es scheint um eine rein subjektive Empfindung zu gehen" (Breidenstein 2006: 70; vgl. auch Koller 2011: 84f.). Die entsprechenden Items (s. Tab. 17) vernachlässigen das soziale Zustandekommen vom Selbstbestimmungsempfinden durch Aushandlungsprozesse zwischen den Akteur*innen. Daher lenke ich in meiner Forschung „den Fokus vom Individuum auf dessen soziale Eingebundenheit" (Schmenk 2012: 81) und die soziale Verursachtheit bzw. die sozialen Strukturen der sozialen Aushandlung von selbstbestimmten Lehr-Lern-Prozessen. The transition described here can be seen in terms of understanding „‚autonomy' not so much as individualized performance but as socially oriented agency" (Toohey & Norton 2003: 59). Selbstbestimmung wird sozial ausgehandelt, was individuell sicherlich different wahrgenommen wird (vgl. Eßer 2009). Der (relationale) AGENCY-Ansatz und die Unterscheidung von Oberflächen- und Tiefenstrukturen ist m. E. wesentlich geeigneter, um Selbstbestimmung in dieser ihr genuinen sozialen Verursachtheit und vor dem Hintergrund interaktiver Bedingungen zu erfassen.

[115] Die psychologische Theorieannahmen wäre hier diejenigen im Umfeld der „Selbstbestimmungstheorie der Motivation" (Deci & Ryan 1993), die mit speziellen Instrumenten (z. B. dem o. g. SRQ oder dem IMI; Deci & Ryan 2003) intraindividuelle psychologische Grundbedürfnisse wie das Selbstbestimmungsempfinden erfassen sollen.

4.2 Selbstbestimmtes Lernen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht (Haase 2018)

Ziel der quasi-experimentellen Interventionsstudie von Haase (2018: 34) war es, den Einfluss der drei psychologischen Grundbedürfnissen nach Deci und Ryan (1993; s. Kap. 4.1) auf die Motivation und die fachlichen Leistungen von Grundschüler*innen während einer vorgegebenen Unterrichtssequenz für den naturwissenschaftlich-orientierten Sachunterricht zu ermitteln (n = 247 Viertklässler*innen aus 12 vierten Schulklassen).

In einem Prä-Post-Follow-Up-Design erhielten zwölf Lehrkräfte eine zwölfstündige Unterrichtseinheit zum Thema Aggregatzustände, die sie in ihrer regulären schulischen Umgebung umsetzen sollten (vgl. Haase 2018: 74). Dabei führten die Schüler*innen u. a. selbständig Versuche zu den Übergängen zwischen Aggregatzuständen an Stationen durch (vgl. ebd.: 82). In der Unterrichtseinheit wurde, so Haase (ebd.: 195), „das Erleben der Grundbedürfnisse stark berücksichtigt".[116] Die Experimentalgruppe erhielt zudem spezielle, standardisierte Feedbackmaßnahme, die die Kontrollgruppe nicht bekam.[117]

Neben einem Wissenstest für Schüler*innen wurden Fragebögen eingesetzt, die sowohl die Schüler*innen als auch die Lehrkräfte mehrfach ausfüllen mussten.[118] Diese Fragebögen sollten eine Selbst- und Fremdeinschätzung der psychologischen Grundbedürfnisse nach Deci und Ryan (1993) ermöglichen. Damit sollte das subjektive Erleben der drei Grundbedürfnisse (s. Kap. 4.1) erfasst werden. Im Schüler*innenfragebogen kreuzten die Schüler*innen auf einer viertstufigen Likert-Skala von „stimmt nicht" bis „stimmt völlig" an, inwieweit sie die psychologischen Grundbedürfnisse in ihrem Unterricht als erfüllt ansahen.[119] Die Lehrkräfte schätzten zudem auf einer vierstufigen Likert-Skalen von „stimmt nicht" bis „stimmt völlig" ein, inwieweit sie den Schüler*innen das Erleben der verschiedenen psychologischen Grundbedürfnisse ermöglicht haben.[120] Der Schüler*innenfragebogen enthielt Items zur motivationalen Regulation mit den Regulationsstufen ‚amotiviert', ‚external', ‚introjiziert', ‚identifiziert' und ‚intrinsisch' (s. Kap. 4.1; Tab. 17). Hierbei sollten die Schüler*innen z. B. auf einer vierstufigen Likert-Skalen von „stimmt nicht" bis „stimmt völlig" ankreuzen, warum sie sich im Sachunterricht anstren-

---

[116] Das Kompetenzerleben sollte in der Unterrichtssequenz z. B. durch gestaffelte Hilfestellungen adressiert werden, die soziale Eingebundenheit z. B. durch Partner- und Gruppenarbeit. Das Selbstbestimmungsempfinden sollte mittels Experimentierens an Stationen berücksichtigt werden.

[117] Die Feedbackmaßnahmen umfassten Selbst-Feedback auf einem Netzdiagramm, das „Aussagen über das eigene Handeln und Verstehen in der gerade erlebten Unterrichtsstunde in der ersten Person Singular" (Haase 2018: 121) beinhaltete, z. B. „Ich habe mit meinen Mitschülern gut zusammengearbeitet", und Fremd-Feedback der Lehrkraft.

[118] Der Wissenstest wurde vor und direkt nach der Intervention sowie in einem Follow-up einen Monat später eingesetzt. Die Fragebögen zur Selbst- und Fremdeinschätzung der psychologischen Grundbedürfnisse nach Deci und Ryan (1993) wurden zudem während der Intervention nach fünf der zwölf Unterrichtsstunden eingesetzt (vgl. Haase 2018).

[119] Beispielitem aus dem Schüler*innenfragebogen zum Grundbedürfnis „Selbstbestimmung": „Ich kann oft selbst entscheiden, wann ich an einer Aufgabe arbeiten will" (Haase 2018: 96).

[120] Beispielitem aus dem Lehrer*innenfragebogen: „In meinem HSU-Unterricht können die Schüler*innen oft mitentscheiden, wann sie sich mit einer bestimmten Aufgabe beschäftigen" (Haase 2018: 98).

gen (vgl. Haase 2018).[121] Die Lehrkräfte sollten zudem nach jeder Unterrichtsstunde einen vorstrukturierten Dokumentationsbogen mit Angaben, u. a. zu den eingesetzten Medien, den verwendeten Arbeitsformen und aufgetretenen Schwierigkeiten, ausfüllen.[122]

Grundsätzlich konnte die Intervention (a) Teilaspekte des Kompetenzerlebens und (b) die intrinsische motivationale Regulation, die Haase (2018) in Anlehnung und Deci und Ryan als selbstbestimmte Form der Motivation interpretiert, positiv beeinflussen. Ferner schnitten (c) sowohl die Experimental- als auch die Kontrollgruppe im Post- und Follow-up-Wissenstest besser ab als im Pretest, wobei keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen auftraten. Diese Veränderungen (a-c) in der Motivation und Leistung konnten allerdings *nicht* eindeutig und kausal den eingesetzten Feedbackmaßnahmen oder der Unterrichtseinheit zugeschrieben werden.

> „Ob die Ergebnisse ausschließlich auf die unterrichtliche Intervention zurückzuführen sind oder ob die vorliegende Entwicklung nicht auch ohne eine Intervention erfolgt wäre, kann jedoch statistisch nicht zuverlässig belegt werden, da diesem Untersuchungsdesign eine ‚echte' Kontrollgruppe fehlt[e]" (Haase 2018: 175), die im Hinblick auf die Förderung der Grundbedürfnisse weitgehend unbehandelt blieb. „Die Bezeichnung Treatment und Kontrolle bezieht sich also ausschließlich auf das Feedback" (ebd.: 75), aber nicht z. B. auf Inhalte und Aufbau bzw. Ablauf der Unterrichtseinheit.

Insgesamt stieg das Selbstbestimmungsempfinden der Schüler*innen über die Intervention hinweg mit nur kleinem Effekt an (vgl. Haase 2018: 13), wobei das Selbstbestimmungsempfinden im Laufe der Unterrichtseinheit von verschiedenen Schüler*innen sehr unterschiedlich eingeschätzt wurde (vgl. ebd.: 13; analog zu Hartinger 2001; 2005).[123] Das höchste Selbstbestimmungsempfinden empfanden die Schüler*innen in der Studie von Haase „zum zweiten state-Messzeitpunkt. In dieser Stunde durchliefen sie ein Stationentraining [mit Versuchen] zu den Aggregatzuständen" (vgl. Haase 2018: 13; Anm. d. V.).

Das Selbstbestimmungsempfinden erwies sich dabei allerdings *nicht* als geeigneter Prädiktor für die Leistungen im naturwissenschaftlichen Wissenstest. Es zeigte sich außerdem, dass die „Wahlfreiheit" (Haase 2018: 181), die die Schüler*innen beim Experimentieren an Stationen bzgl. Arbeitspartner, Aufgabe, Bearbeitungszeitpunkt und -länge hatten, „keine Auswirkungen auf die intrinsische Motivation" (ebd.: 181f.) zeitigten.[124]

---

[121] Beispielitem aus dem Schüler*innenfragebogen zum introjizierten motivationalen Regulationsstil: „Ich mache mit, weil es sich so für einen Schüler gehört" (Haase 2018: 101).

[122] Dieser Dokumentationsbogen diente auch dazu auszuschließen, dass die Lehrpersonen Veränderungen an der Unterrichtsstunde vorgenommen haben, u. a., indem abgefragt wurde, ob die geplanten Arbeitsformen auch tatsächlich umgesetzt wurden (vgl. Haase 2018: 253f.).

[123] In seiner Pilotstudie „Selbstbestimmungsempfinden in offenen Lernsituationen" berichtet Hartinger (2001) eine ähnlich breite Streuung des Selbstbestimmung*sempfindens innerhalb* der einzelnen Klassen. Zudem gab es „in der Klasse mit dem niedrigsten Durchschnittswert [...] Kinder, die sich als selbstbestimmter empfanden als manche Kinder in der Klasse mit dem höchsten Durchschnittswert" (Hartinger 2001: 178).

[124] Es deuteten sich allenfalls kleine Effekte der freien Partnerwahl und der Wahl der Bearbeitungsreihenfolge von Aufgaben an (vgl. Haase 2018: 188). Vergleiche dazu aber die Studie zum Sachunterricht von Hartinger (2005; 2006),

Nachfolgend werde ich die Ergebnisse dieser Studie hinsichtlich meiner Interpretation des von Haase (2018) vertretenen Verständnisses von Experimentieren, Öffnung und Selbstbestimmung einordnen, um zu zeigen, dass die jeweiligen Verständnisse m. E. sehr eingeschränkt und reduziert sind, und Konsequenzen für mein eigenes Vorgehen ableiten.

4.2.1 Experimentierverständnis

Die Aussagen, anhand derer die Schüler*innen sich mittels Netzdiagrammen selbst einschätzen sollen, transportierten m. E. bestimmte Vorstellungen eines Experimentierprozesses, die die ausgehend von den ausführlichen Versuchsanleitungen an den Stationen ohnehin schon begrenzten methodischen Möglichkeiten der Schüler*innen weiter einschränkten, z. B. „Ich habe die Versuche gut gelesen, bevor ich angefangen habe!“, „Ich habe alles aufgeschrieben, was ich herausgefunden habe!“ usw. (vgl. Haase 2018: 122).

Ebenso stellten die Aussagen aus dem Netzdiagramm m. E. eher Allgemeinplätze zum erwarteten Verhalten der Schüler*innen (‚erst die Anleitung lesen‘, ‚konzentriert arbeiten‘ oder ‚etwas aufschreiben‘; vgl. auch Breidenstein 2006) als konkrete Hinweise zu einem Experimentierprozess dar (als solche Hinweise würde ich eher so etwas erwarten wie ‚beobachte genau‘ oder ‚wiederhole mehrmals‘; vgl. Kihm et al. 2024a; s. Kap. 3.1.2).

Verglichen mit der BiQua-Interventionsstudie (vgl. Hardy et al. 2006; Blumberg 2008) fällt auf, dass die Aufgaben zu den einzelnen Versuchen an den Stationen keine Aufforderung zur Hypothesenbildung beinhalteten. Vielmehr sollten die Schüler*innen ihre Beobachtungen ausführlich beschreiben. Experimentieren wird bei Haase (2018) also dezidiert *nicht* auf Hypothesenprüfen reduziert. Dennoch wurden die Schüler*innen in den Aufgaben zu den einzelnen Versuchen an den Stationen schnell auf die Ebene von Erklärungen geführt, nachdem sie den Versuch nur einmal nach Anleitung durchgeführt, ihre Beobachtungen beschrieben und gezeichnet hatten, was bei dem Versuch passiert ist; die Schüler*innen sollten z. B. herausfinden und erklären, wo das Wasser beim Verdunsten ‚geblieben‘ ist (vgl. Haase 2018: 84). Es fehlten m. E. Gelegenheiten zur mehrfachen Wiederholung und zur Variation des Phänomens (vgl. Murmann & Krumbacher 2007); vielmehr wurde zu früh und zu schnell auf die Analogie- und Modellebene abgezielt, um vermeintlich ‚einfache‘ Erklärungen zu generieren (vgl. Plappert 2012). Insofern zeigen sich bei Haase (2018), wie bei der BiQua-Studie (s. Kap. 4.1), Verkürzungen im Hinblick auf die „Schlaufen der Erkenntnisgewinnung“ (Kihm et al. 2018) und den in Arbeitsdefinition I beschriebenen, ausdifferenzierten Experimentierbegriff (s. Kap. 3.1).

---

in der der Wahl des Arbeitsortes der höchste statistische Effekt auf das Selbstbestimmungsempfinden der Schüler*innen zukam, gefolgt von der Wahl der Bearbeitungsreihenfolge, während die freie Partnerwahl oder der Sozialform ebenso geringe Effekte hatten wie die Wahl des Themas oder der Bearbeitungswege (s. Kap. 5).

4.2.2 Öffnungsverständnis

„Experimentieren an Stationen“, wie von Haase (2018: 81) in mehreren der zwölf Unterrichtsstunden zum Thema Aggregatzustände umgesetzt, beinhaltet vornehmlich organisatorische Entscheidungsmöglichkeiten in Bezug auf den Bearbeitungsort, die Bearbeitungsdauer und das Bearbeitungstempo der vorgegebenen Versuche sowie hinsichtlich der Sozialform und der Partner- bzw. Gruppenwahl. Außerdem konnten die Schüler*innen die „Stationen [...] in beliebiger Reihenfolge durchlaufen“ (ebd.: 83) bzw. die Versuche in beliebiger Reihenfolge durchführen. Ein solches ‚Experimentieren an Stationen‘ wurde von Haase aber nur in etwa der Hälfte der Unterrichtsstunden angeboten (vgl. ebd.: 81). In diesen Unterrichtsstunden ist die **organisatorische Offenheit** m. E. **schwerpunktmäßig vorhanden** (4 von 5; F. Peschel 2019: 80; s. Tab. 9). In den übrigen Unterrichtsstunden arbeiten die Schüler*innen an Plakaten oder bearbeiten Texte; in diesen Stunden ist die organisatorische Offenheit in meinen Augen nur **ansatzweise vorhanden** (1 von 5; ebd.).

Die an den Stationen eingesetzten Versuche waren allerdings in Bezug auf die Lehrziele, Lern- und Bearbeitungswege, Methoden und Inhalte klar vorgegeben, zum Beispiel: „Tauche deine Hand in die Wasserschüssel und mache auf der Tafel einen Handabdruck. Stoppe die Zeit. Notiere, wie sich der Handabdruck nach jeder Minute verändert“ (Haase 2018: 84). Die Experimentiermaterialien wurden vorausgewählt und vorab bereitgestellt, ihre Verwendung bzw. Nutzung wurde klar vorgegeben und fremdbestimmt.

Durch kleinschrittige Anleitungen waren bestimmte Vorgehensweisen festgelegt und bestimmte Ergebnisse erwartet (vgl. ebd.). Pro Stunde und Versuch bzw. Station stand genau fest (Lehrziele), was die Schüler*innen durch welche Aktivitäten lernen sollen. Über die gesamte Unterrichtseinheit ist das Rahmenthema „Aggregatzustände“ vorgegeben, wobei die einzelnen Stunden bzw. Versuche teilweise noch spezifischere Inhalte (z. B. Verdunstung, Niederschlag, Wasserkreislauf) adressieren (vgl. ebd.: 81). Ich würde deshalb sowohl die **methodische Offenheit** als auch die **inhaltliche Offenheit** der Studienlage als **nicht vorhanden** (0 von 5; F. Peschel 2019: 80; s. Tab. 9) interpretieren.

Die Ausführungen von Haase (2018) beinhalten keine Hinweise zur Beteiligung der Schüler*innen auf Ebene der Klassenselbstverwaltung (**soziale Offenheit**). Anhand der Beschreibung der Unterrichtseinheit wird m. E. nicht deutlich, wie (und ob überhaupt) Schüler*innen z. B. an Kommunikationsstrukturen, Präsentations- und Dokumentationsformen oder Sicherheits-, Verhaltens- und weiteren Regeln und Ritualen beteiligt wurden.

Haase (2018) validiert in ihrer Studie zudem nur begrenzt, inwiefern sich die Lehrpersonen tatsächlich an das Artikulationsschema der zwölf Unterrichtsstunden hielten. Der

Dokumentationsbogen, den die Lehrkräfte nach jeder Stunde ausfüllen sollten, dient zwar dazu, auszuschließen, dass die Lehrpersonen Veränderungen an der Unterrichtsstunde vorgenommen haben, u. a., indem abgefragt wird, ob die geplanten Arbeitsformen auch tatsächlich umgesetzt wurden (vgl. ebd.). Dieser Dokumentationsbogen fragt jedoch lediglich nach Aspekten der Oberflächenstruktur des Unterrichts (z. B. benötigte vs. geplante Zeit, verwendete Medien, Arbeitsformen in der Stunde), lässt aber die Tiefenstrukturen der Intervention, eben die Gestaltung und Art der Kommunikationen, die m. E. die **persönliche Offenheit** der Lehrperson ausmachen (s. Kap. 3.2.1; 4.1) unberücksichtigt. Inwiefern die (lediglich organisatorischen) Wahlmöglichkeiten ohne nonverbale, nonvokale Beeinflussungen seitens der Lehrkraft kommuniziert wurden, wie die Schüler*innen während der Aufgabenbearbeitung verbal, nonverbal, vokal, nonvokal begleitet wurden uvm., kann – so auch Haase selbst – „rückwirkend nicht bestimmt werden“ (Haase 2018: 182). Dies ist aber m. E. für die Interpretation der persönlichen Offenheit der Lehrperson und somit für die generelle Einordnung der Studie entscheidend (vgl. auch Katz & Assor 2007; Lind 2019; Giest 2019; s. a. meine Kritik in Kap. 4.1).

Die Verlaufspläne zu den einzelnen Unterrichtsstunden (z. B. Haase 2018: 83) enthalten ausschließlich Hinweise, die die *verbalsprachliche* Ebene der Lehrendeninterventionen betreffen – also Formulierungen für Impulse oder Hilfen, aber keine Anmerkungen zur Gestik, Mimik, Körperhaltung oder Positionierung der Lehrkraft im Raum. Die Verlaufspläne beinhalten also nur, *was* Lehrpersonen den Unterrichtsstunden *sagen* sollen und fokussieren damit die verbale Kommunikation. Sie berücksichtigen aber nicht, 1. *wie* sie es sagen sollen, 2. *wie* Körpersprache das Gesagte ergänzt soll und v. a., 3. *wie* Körpersprache verbale Sprache ersetzen soll. Je nach Forschung machen nonverbale Anteile jedoch den Großteil der Kommunikation (50 %-95 %) aus (s. a. Kap. 2.2; 4.1).

Zu berücksichtigen ist außerdem, dass die Wirkungsweise von autonomieorientierenden Maßnahmen (s. Kap. 4.1.2) erheblich von einer kongruenten Kommunikationsgestaltung abhängt (vgl. Deci & Ryan 1993: 230f.; Katz & Assor 2007: 437f.). Dies bedeutet, dass z. B. die Wirksamkeit von Wahlfreiheiten bzgl. Arbeitspartner oder Bearbeitungsreihenfolge von Aufgaben auf das Selbstbestimmungsempfinden deutlich eingeschränkt werden kann, wenn die Lehrperson die Wahlfreiheit zwar verbalsprachlich äußert, diese Wahlfreiheit aber gleichzeitig ‚nonverbal ablehnt‘ (s. Kap. 4.1.3). Somit erweist sich die Nichtberücksichtigung von Diskrepanzen oder Inkongruenzen zwischen Verbalitäten und Nonverbalitäten, wie bereits in der BiQua-Studie der Münsteraner Forschungsgruppe (s. Kap. 4.1.3), in der Studie von Haase (2018) m. E. als große Schwachstelle. Eine Kontrolle der Kommunikationsgestaltung per Beobachtung der Unterrichtsdurchfüh-

rung wäre m. E. notwendig, um den Einfluss nonverbaler Kommunikation auf die Wahl- bzw. Entscheidungsprozesse im Unterricht zu überprüfen bzw. dokumentieren.

In meiner Studie werde ich deshalb, anders als Haase (2018), einen Schwerpunkt auf die Beschreibung und Analyse von Aufgabenbearbeitungsprozessen sowie auf die Beschreibung und Analyse der verbalen und nonverbalen Kommunikationsgestaltung der Lehrperson setzen. Auf diese Weise soll insbesondere der Einfluss der Kommunikationsgestaltung der Lehrperson und möglicher Diskrepanzen zwischen Verbalitäten und Nonverbalitäten – als zentrale tiefenstrukturelle Elemente persönlicher Offenheit – auf die Aufgabenbearbeitungsprozesse und die Aushandlung von Selbstbestimmung analysiert werden.

4.2.3 Selbstbestimmungsverständnis

Selbstbestimmung wird in der Studie von Haase m. E. auf Selbstbestimmungs*empfinden* als individualpsychologische, intraindividuelle Eigenschaft verkürzt (wie in Blumberg 2008; s. Kap. 4.1.4). Damit werden wichtige Aushandlungsprozesse reduziert. Einerseits setzt Haase (2018: 100), wie Blumberg und Möller, eine Version des „Self-Regulation Questionnaire“ (SRQ) ein. Darin bewerten Schüler*innen Aussagen wie „Warum strengst du dich im naturwissenschaftlichen HSU [Heimat- und Sachunterricht] an“ (Haase 2018: 101) mittels vierstufiger Rating-Skala („stimmt nicht“ bis „stimmt völlig“) anhand vorgegebener Gründe, die sich – theoretisch begründet – einem der Regulationsstile zuordnen lassen.

Problematisch am Einsatz des SRQ in der Studie von Hasse (2018) ist allerdings m. E., dass der SRQ gar nicht alle Regulationsstile der SDT abbildet (s. Kap. 4.1.2; Tab. 17). Der SRQ beinhaltet Items zur externalen, introjizierten, identifizierten und intrinsischen Regulation (sowie zusätzlich zur Amotiviertheit). Diese vier Regulationsstile sind zwar theoretisch gut unterscheidbar, aber empirisch nicht besonders trennscharf (vgl. Hartinger 1997: 57; Müller et al. 2007: 8), v. a., wenn sie in Form einer schriftlichen Befragung erhoben werden (vgl. Haase 2018: 100). Außerdem wird der integrierte Regulationsstil (s. Tab. 17) nicht berücksichtigt, da er einerseits von der identifizierten Regulation, andererseits von der intrinsischen Regulation empirisch nicht klar zu unterscheiden ist (vgl. Müller et al. 2007: 5; Hartinger 1997: 57).[125] Dieser Ausschluss des integrierten Regulationsstil verkürzt jedoch die zentrale Bedeutung, die der integrierte Regulationsstil in der SDT einnimmt: Als „eigenständigste Form extrinsischer Motivation“ (Deci &

[125] Eine identifiziert regulierte Handlung dient v. a. dem kurz- und mittelfristigen Erreichen persönlich wichtiger oder wertvoller Ziele. Der Handelnde identifiziert sich „mit den zugrunde liegenden Werten und Zielen“ (Deci & Ryan 1993: 228) und nimmt diese in das Selbstkonzept auf. Integrierte Regulation liegt dagegen vor, wenn die Handlung komplett zum Selbstkonzept und den integrierten Wertevorstellungen sowie mittel- bzw. langfristigen Zielen passt. Der Unterschied der integrierten Regulation zur intrinsischen Motivation ist, dass „intrinsisch motivierte Verhaltensweisen autotelischer Natur sind, während integriertes (extrinsisches) Verhalten eine instrumentelle Funktion besitzt“ (ebd.).

Ryan 1993: 228) bildet v. a. der integrierte Regulationsstil, gemeinsam mit der intrinsischen Motivation, „die Basis des selbstbestimmten Handelns“ (ebd.). Eine integriert regulierte Handlung wird „*freiwillig* ausgeführt [...], weil das individuelle Selbst das Handlungsergebnis hoch bewertet“ (ebd.; Herv. d. V). Identifiziert regulierte Handlungen werden dagegen, im Sinne der SDT, als fremdbestimmt empfunden, da sie instrumentell ausgeführt werden. Während der SRQ den identifizierten Regulationsstil berücksichtigt, extrapoliert er die identifizierte Regulation aufgrund der o. g. geringen Trennschärfe.

Die weiteren Items zur Erfassung des Selbstbestimmungsempfindens im Fragebogen für Lehrkräfte und Schüler*innen fokussierten lediglich organisatorische Entscheidungsprozesse und Wahlmöglichkeiten, z. B. „Ich konnte selbst entscheiden...“ „…, wie lange...“ und „…, wann ich an einer Aufgabe arbeite“, „..., welche Aufgaben ich bearbeite“, „…, mit wem ich zusammenarbeite“ (Haase 2018: 97). Wiederum wurde eine vierstufige Likertskala hinsichtlich der „freie[n] Wahl von Arbeitspartner, Aufgabe, Bearbeitungszeitpunkt und -länge“ (Haase 2018: 93) eingesetzt. Methodische und inhaltliche „Wahlfreiheiten“ werden dagegen in den Items nicht abgefragt. Sie sind allerdings in der Intervention auch nicht geplant, was m. E. am Format „Experimentieren an Stationen“ liegt.

Der Befund, dass das Selbstbestimmungsempfinden in Verbindung mit den „Wahlfreiheiten“ bzgl. Arbeitspartner, Aufgabe, Bearbeitungszeitpunkt und -länge keine Auswirkungen auf das Abschneiden im Wissenstest hatte, kann m. E. durch diese Art und Weise der Operationalisierung erklärt werden: Die „Wahlfreiheiten“ bestanden ausschließlich in einer temporären organisatorischen Beteiligung der Schüler*innen. Es fand dagegen keine Öffnung auf methodischer oder inhaltlicher Ebene statt; alle Experimentieraufgaben waren klar gefasst und im Vorgehen kleinschrittig beschrieben; sie führten auf eindeutigen Wegen zu vorher bekannten, eindeutigen Ergebnissen und Lösungen.

Insgesamt haben alle Items, die Haase (2018: 97; 101) zur Erfassung des Selbstbestimmungsempfindens einsetzt, einen individualpsychologischen Hintergrund: Sie fokussieren das Individuum und sein Empfinden, ohne zugleich die soziale Verursachtheit und den situativen Kontext (Raum, Zeit, Material) des jeweiligen individuellen Empfindens zu erfassen.

Wie ich dies bereits im Hinblick auf BiQua interpretiert habe (s. Kap. 4.1), wird die Komplexität des Konstrukts Selbstbestimmung mittels Items, die ‚nur‘ das Selbstbestimmungsempfinden als individuelle Wahrnehmung erheben, auf ein „schlechthin asoziales Phänomen“ (Breidenstein 2006: 70; vgl. auch Koller 2011: 84f.) reduziert, ohne das *soziale Zustandekommen* vom Selbstbestimmungsempfinden durch *Aushandlungsprozesse* zwischen den Akteur*innen (zum Begriff der „Aushandlung“ s. Kap. 1; 3.3) zugrunde zu legen.

4.3 Freies Explorieren und Experimentieren (Köster 2006/2018)

In ihren „Untersuchungen zur selbstbestimmten Gewinnung von Erfahrungen mit physikalischen Phänomenen im Sachunterricht“ dokumentiert Köster (2018), wie sich Schüler*innen beim „Freien Explorieren und Experimentieren“ (FEE; s. Kap. 3.2.2.5) „ohne Anleitung, Anregung oder Belehrung“ (Köster 2018: 37) physikalischen Phänomenen näherten. Zwei vierte Klassen wurden über einen Zeitraum von drei Monaten dabei beobachtet, wie sie „ohne Hilfe oder Anleitung durch die Lehrerin“ (Köster 2010: 256) eine Experimentierecke im Klassenraum aufbauten, einrichteten und nutzten. Den Schüler*innen wurde dabei „weitgehende Freiheit zu eigenen Planungen und Entscheidungen“ (Köster 2018: 86) organisatorischer, methodischer, inhaltlicher und sozialer Art eingeräumt.

Es stand den Schüler*innen in dem Zeitraum von drei Monaten und während der (FEE-) Zeitfenster individuell „völlig frei, sich überhaupt mit Experimenten zu beschäftigen, selbst welche zu erfinden oder Anleitungen aus Büchern und Zeitschriften [...] oder Beobachtungen in ihrer Umwelt nachzuarbeiten“ (ebd.: 136f.). Anstatt sich auf diese Weise am Aufbau und der Nutzung der Experimentierecke zu beteiligen, konnten sie innerhalb derselben (FEE-)Zeitfenster anderen Aktivitäten der Freiarbeit nachgehen.

Insgesamt gelang es beiden Klassen, „die organisatorischen Bedingungen für die Einrichtung und Nutzung einer Experimentierecke im Klassenraum so zu schaffen, dass sie über mehrere Monate fast unabhängig von den Lehrerinnen explorieren und experimentieren“ (ebd.: 182) konnten. Die Schüler*innen schafften es, „sich weitgehend selbstständig neue Erfahrungsbereiche zu erschließen“ (Köster & Balluseck 2009: 7). Dabei war, so die Deutung von Köster (2018), in der Auseinandersetzung der Kinder durchaus ein wissenschaftsorientiertes Vorgehen zu beobachten, das sowohl explorative Näherungen beim Nutzen von Handlungsgelegenheiten (s. Kap. 3.1.2.3) als auch ein fragensteuertes und hypothesengeleitetes Vorgehen samt Aufzeichnungen, Skizzen, Erfahrungs- und Auswertungsdiskussionen usw. umfasste (vgl. Köster 2006: 53; s. Kap. 3.1.1.1). Die Schüler*innen wiederholten Versuche und Experimente mehrmals und veränderten von sich aus Versuchsbedingungen im Sinne von Variablenmodifikationen (vgl. Murmann 2009; Fischer & Peschel 2023). Köster (2018) beobachtete bei den Schüler*innen während der (FEE-)Zeitfenster ein hohes Maß an Eigenaktivität und Konzentration sowie eine „außergewöhnliche Ausdauer, Geduld und Beharrlichkeit“ (Köster 2006: 49). Über die dreimonatige Erhebungszeit hätten die Schüler*innen zudem eine anhaltend starke Motivation, vertieftes Interesse und eine positive Einstellung gegenüber naturwissenschaftlichen Inhalten entwickelt (vgl. Köster & Gonzalez 2007; Köster & Balluseck 2009).

Köster (2018) entwickelte aus den Beobachtungsdaten folgendes Phasenmodell der Erfahrungsgewinnung (s. Tab. 28):

Tabelle 18: Phasenmodell der Erfahrungsgewinnung beim Freien Explorieren und Experimentieren (nach Köster 2018)

Organisation	Planung, Besprechung und Umsetzung organisatorischer Vor-/Rahmenbedingungen und Möglichkeiten einer Experimentierecke (u. a. Standortentscheidung, Nutzungszeiten, Bestimmung) Aufbau der Experimentierecke im Klassenraum (Umräumen und Einrichten) Ausstattung der Experimentierecke mit Tischen, (Alltags-)Materialien, Zeitschriften und Büchern
Orientierung	Vermeidung ernsthafter Betrachtungen: relativ flüchtiger Zugang, Überblick über das Angebot Vielzahl von Experimenten „auf der Suche" nach neuen Erfahrungen und Eindrücken (kurz, einmalig) ausprobieren, stets sach- und phänomenbezogen, Streben nach ästhetischen Erlebnissen, Einwirkungen, die auf kognitive Impulse/ernsthafte Betrachtungen abzielen, werden abgeblockt intensive Kommunikationstätigkeit, hohes Mitteilungsbedürfnis (Verwunderung, Freude)
Exploration	Konzentration („Einlassen") auf ausgewählte Experimente: ernsthafter, vertiefter und intensiverer Zugang zu bestimmten Phänomenen, genauere Beobachtung aus verschiedenen Perspektiven mehrfache Wiederholungen, beginnende Variationen von Versuchsbedingungen stark eingeschränkte, privatisierte Kommunikation, abgeschottet nach außen Frage nach dem *Wie* und *Wodurch*: Unter welchen Bedingungen kommt das Phänomen zustande? (noch ungerichtet, ohne direktes Ziel)
Vertiefung	Entwicklung einer größeren Systematik hinsichtlich der methodischen Vorgehensweise: Variationen der Versuchsbedingungen, Präsentation und Dokumentation von Ergebnissen Suche nach Erklärungen für beobachtete Phänomene – Frage nach dem *Warum* Intensive Kommunikation über eigene Forschungsfragen, Hypothesen, Ideen und Lösungen Spezialisierung: (eigene, weitere) Forschungsfragen (weiter-)entwickeln

In der **Orientierungsphase** wurden die Suche nach dem Erstaunlichen und Spannenden sowie das „Erfassen möglichst vieler neuer Eindrücke innerhalb kurzer Zeit [...] dem eingehenden Beobachten vorgezogen" (Köster 2018: 114). Der Zugang zu den Phänomenen kann anfänglich als eher „flüchtig" beschrieben werden: Die Lernenden sichteten das Angebot, probierten manches kurz aus, vermieden aber „ernsthafte Betrachtungen" (Köster & Balluseck 2009: 5). „Störeffekte von außen (Einwirkungen, die auf kognitive Impulse oder auf ernsthafte Betrachtungen zielen) [wurden] abgeblockt" (Köster 2018: 45). Trotzdem zeigte sich ein „zwar intensive[s], jedoch zunächst nicht nachhaltige[s] Interesse an den Phänomenen" (Köster & Balluseck 2009: 5). Die Kommunikation war fast ausschließlich auf Mitschüler*innen, nicht aber auf die anwesenden Lehrer*innen, ausgerichtet und meist sach- bzw. phänomenbezogen sowie angeregt (vgl. ebd.: 5).

Nach einer für verschiedene Schüler*innen individuell unterschiedlich langen Zeit setzte eine **Explorationsphase** ein, in der die Kinder sich verweilend auf einzelne Sachverhalte einließen (vgl. Köster 2018: 108). Ihr Zugang wurde ernsthafter und konzentrierte sich auf ausgewählte Phänomene. Diese beobachteten sie sehr detailliert aus unterschiedlichen Perspektiven, erzeugten bzw. wiederholten Phänomene mehrfach und vari-

ierten die Bedingungen der Erzeugung eines Phänomens gezielter. Der Zugang zum Phänomen wurde dabei v. a. „über den Vergleich“ (ebd.: 100) von Beobachtungen gesucht. „Auch wenn die Kinder in dieser Phase kaum Fragen formulieren, wird deutlich, dass sie sich um das ‚Wie’ bemühen: Wie kommt das Phänomen zustande. Unter welchen Bedingungen tritt es auf?“ (Köster 2006: 45). Die Kommunikation nach außen war dabei stark eingeschränkt. Es zeigte sich, dass Kinder beim FEE ein Zeitfenster benötigen, „in dem die unspezifischen Handlungen [...] ihren Platz haben, auch weil die Kinder sich nach einer gewissen Zeit ‚autonom’ den eher spezifischen Tätigkeiten und dem Experimentieren im eigentlichen Sinne [...] zuwende[te]n“ (Köster & Gonzalez 2007: 17).

In der **Vertiefungsphase** stellten die Kinder, ausgehend von ihren noch eher unspezifischen Erfahrungen in der Explorationsphase, konkretere Vermutungen über die Bedingungen und Ursachen von Phänomenen auf. Diese Vermutungen überprüften sie gezielt durch Anpassung und Variation von Experimenten (vgl. Köster 2018: 113). Das „Bedürfnis, Erfahrungen mit anderen zu diskutieren und Erklärungen für die beobachteten Erscheinungen [...] zu finden“ (Köster & Balluseck 2009: 7), wuchs. Die Kinder unterhielten sich intensiv über Vermutungen und mögliche Bearbeitungswege und versuchten, ihre Beobachtungen zu formulieren und anderen verständlich zu machen (vgl. Köster 2018: 118).

> „Obwohl auch in der Explorationsphase schon ansatzweise zu beobachten, entwickelt sich jetzt bei vielen Kindern eine größere Systematik hinsichtlich der methodischen Vorgehensweise – sie gehen eigenen Untersuchungsfragen mittels eigener Versuche [und mittels Variationen von Versuchsbedingungen] nach, dokumentieren Ergebnisse und präsentieren diese auch den Mitschülern“ (Köster & Balluseck 2009: 7; Anm. d. V.).

Nachfolgend werde ich die Studie von Köster hinsichtlich meiner Interpretation des vertretenen Verständnisses von Experimentieren, Öffnung und Selbstbestimmung einordnen, um daraus Konsequenzen für mein eigenes Forschungsvorgehen abzuleiten.

4.3.1 Experimentierverständnis

Das Phasenmodell der Erfahrungsgewinnung beim Freien Explorieren und Experimentieren (s. Tab. 18) weist m. E. deutliche Parallelen zu den Handlungszielen bzw. -strategien auf (s. Kap. 3.1.2.3), die Murmann (2009: 221) rekonstruiert und Fischer/Peschel (2023: 108f.) weiter ausdifferenziert haben: a) Handlungsgelegenheit nutzen (Exploration), b) Herausfinden, wie etwas funktioniert (Beobachtung, Wiederholung), c) Herausfinden, wodurch etwas funktioniert/passiert (Variation, Hypothesen aufstellen und überprüfen) und d) Herausfinden, warum etwas passiert oder auch nicht (mehr) passiert (Erklärungen finden).

Das Experimentierverständnis in Kösters Studie geht folglich weit über die verbreitete Reduktion von Experimentieren auf Hypothesenprüfen, z. B. bei Möller, Blumberg und

Kolleg*innen (s. Kap. 4.1.1), hinaus. Experimentieren in Kösters Sinne beinhaltet ausdrücklich explorative Zugänge und Annäherungen an Erkenntnis sowie ausdifferenzierende Beobachtungen und Kommunikationen (vgl. Köster 2018; s. a. Kap. 3.2.2.5 zu FEE)

Kritisieren lässt sich am Phasenmodell der Erfahrungsgewinnung beim Freien Explorieren und Experimentieren (s. Tab. 18) jedoch m. E. der im Modell beinhaltete Phasenbegriff, „da er eine Schrittfolge impliziert: Die Phasen bauen aufeinander auf, werden nacheinander durchlebt, auch wenn der Zeitpunkt des Eintreffens der jeweils nächsten Phase von Individuum zu Individuum verschieden ist“ (Schütte 2019: 287). Ich teile diese Kritik von Schütte am Phasenbegriff: Orientierung, Exploration und Vertiefung sind m. E. nicht als lineare Abfolge aufzufassen, sondern überlappen sich beim konkreten Experimentieren (s. Kap. 3.1 sowie M. Peschel 2009c; Höttecke & Rieß 2015; Schütte 2019).

Schütte (2019; s. Kap. 4.5) stellt dem „Phasenmodell“ deshalb ein „Raummodell“ gegenüber: Das Vorgehen der Lernenden beim Freien Explorieren und Experimentieren gleicht einem Streifen durch verschiedene Räume, die „zu unterschiedlichen Zeitpunkten immer wieder betreten“ (ebd.: 287) – und nicht „nacheinander abgelaufen“ werden.

4.3.2 Öffnungsverständnis

Die Schüler*innen treffen organisatorische Entscheidungen bzgl. Ort, Zeitpunkt und Zeitdauer des Experimentierens ebenso wie bzgl. der Sozialform und Gruppeneinteilung. Die **organisatorische Offenheit** ist m. E. in Kösters beforschtem FEE-Ansatz **weitestgehend vorhanden** (5 von 5; F. Peschel 2019: 80; s. Tab. 9).

Über diese organisatorische Öffnung hinaus erweitert FEE die Entscheidungsbeteiligung der Kinder auch auf „die methodische [...] Gestaltung“ (Köster & Mehrtens 2020: 123) der Lernsituation. Da die Schüler*innen ihr Vorgehen, Herangehensweisen, Lern- und Bearbeitungswege und Zielsetzungen bei der Auseinandersetzung mit den zur Verfügung stehenden (Alltags-)Materialien selbst festlegen können, interpretiere ich die **methodische Offenheit** im beforschten FEE-Ansatz als **weitestgehend vorhanden** (5 von 5; F. Peschel 2019: 80; s. Tab. 9). Die Offenheit bei FEE bezieht sich zudem auf die „Möglichkeit, [...], Entscheidungen über Inhalte und Ziele selbst zu treffen“ (Köster & Mehrtens 2020: 123), weshalb auch die **inhaltliche Offenheit** im beforschten FEE-Ansatz als **weitestgehend vorhanden** (5 von 5; F. Peschel 2019: 80; s. Tab. 9) werte.

Außerdem umfasst die Öffnung in Kösters FEE-Studie neben der Gegenstands- bzw. Inhaltsbestimmung (inhaltliche Öffnung) auch Aspekte sozialer Öffnung hinsichtlich der Klassenselbstverwaltung. Den Schüler*innen obliegt die „soziale Gestaltung“ (Köster &

Mehrtens 2020: 123) ‚ihrer' FEE-Stunden: „Arbeits- und Verfahrensweisen, Entscheidungen über soziale Kommunikationsstrukturen und darüber, ob Arbeitsergebnisse dokumentiert oder kontrolliert werden sollen" (ebd.: 123). Die **soziale Offenheit** ist deshalb, da die Kinder sich (zumindest) im Hinblick auf die FEE-Stunden selbst verwalten, **schwerpunktmäßig vorhanden** (4 von 5; F. Peschel 2019: 80; s. Tab. 9)

Die Lehrkräfte äußern, im FEE „Strukturen nicht wieder [zu erkennen], die sie aus dem Unterricht gewöhnt sind" (Köster & Balluseck 2009: 5). Die Schüler*innen würden außerdem, so Köster, „ständig gegen wichtige Regeln [verstoßen], die es fast in jeder Klasse gibt" (ebd.), und stattdessen neue, eigene Regeln und Strukturen während FEE etablieren. Auch dies spricht m. E. für eine Klassenselbstverwaltung (soziale Öffnung) im Unterrichtsteilbereich FEE. Gemeint ist damit, dass die Schüler*innen sich z. B. einem neuen Experiment oder Vorhaben zuwenden, wenn ihnen ein Experiment – trotz mehrfacher Versuche – nicht wie gewünscht gelingt. Die m. E. häufig in Klassen existente „Regel, die hier gebrochen wird, lautet: ‚Führe alles, was du anfängst auch zu Ende'" (ebd.).

Diese weitergehende methodische, inhaltliche und soziale Öffnung war in den Interventionsstudien von Möller et al. (2006) bzw. Blumberg (2008; s. Kap. 4.1) und Haase (2018; s. Kap. 4.2) so nicht umgesetzt. Dort beschränkte sich Offenheit beim Experimentieren grundsätzlich auf organisatorische Entscheidungen und Experimentieren meist auf Hypothesenprüfen.

FEE geht davon aus, dass Kinder sich physikalischen Phänomenen „ohne Anleitung, Anregung oder Belehrung" (Köster 2018: 37) durch die Lehrperson nähern, dabei Erfahrungen mit naturwissenschaftlichen Methoden gewinnen und Selbstlernkonstruktionen entwickeln. „Interventionen von Erwachsenen [werden dabei] zum Teil problematisch [gesehen] [...] und [können] die intrinsisch motivierten Handlungen der Kinder stören" (Köster & Mehrtens 2020: 124; vgl. auch Köster 2018: 163). Es wird also von der weitestgehenden Zurückhaltung der Lehrperson ausgegangen, was u. a. in den Forschungsfragen von Köster deutlich wird: *Was tun die Kinder*, „wenn ihnen die Möglichkeit zu selbstbestimmter Erfahrungsgewinnung eröffnet wird? [...] Welche Art der Erfahrungen sammeln sie ohne Instruktionen oder Impulse und wie gehen sie mit diesen Erfahrungen um? Wie reagieren sie auf die Zurückhaltung der Lehrerin?" (Köster 2018: 42). Die Funktion der Lehrperson wird forschungsmethodisch auf ein ‚Nichteinmischen' reduziert (vgl. z. B. Köster 2018: 38), was m. E. die **persönliche Offenheit** adressiert.

> „Im Rahmen der Untersuchungen zu FEE zeigte sich allerdings, dass die Kinder, sobald sie ein Vertrauen darin entwickelt haben, dass die Lehrkraft nicht interveniert und sie weitgehend selbstständige Entscheidungen treffen können, die Anwesenheit der Lehrkraft nicht mehr als störend empfunden und diese z T. sogar mit in die Aktivitäten eingebunden wird" (Köster & Mehrtens 2020: 124).

Dieses ‚Einbinden der Lehrperson in die Aktivitäten der Schüler*innen' und die Zurückhaltung bzw. das ‚Nicht Intervenieren' der Lehrperson zielen m. E. auf eine „auf ‚Gleichberechtigung' abzielende [...] Beziehung" (F. Peschel 2019: 80) und Interaktion zwischen den Lernenden und Lehrenden. Die **persönliche Offenheit** wäre mithin **weitestgehend vorhanden** (5 von 5; F. Peschel 2019: 80; s. Tab. 9). Um diese Interaktionen zwischen den Schüler*innen und der ‚eingebundenen' Lehrperson aber adäquat einschätzen zu können, wäre es in meinen Augen wichtig, zu untersuchen, wie solchen gemeinsamen, ggf. zunächst von den Kindern angefragten und an den Ideen der Kinder bzw. an der Sache orientierten Interaktionen zwischen Lehrperson und Schüler*innen im Detail verlaufen und wie dabei die (verbale, nonverbale) Kommunikation konkret gestaltet wird.

Die ‚Zurückhaltung der Lehrperson' wird in der FEE-Forschung von Köster m. E. vornehmlich auf den verbalen Sprechanteil bezogen, ähnlich wie ich dies bereits bei Möller und Blumberg (s. Kap. 4.1) und Haase (s. Kap. 4.2) kritisiert habe. Dies wird in meinen Augen v. a. an den Erwartungen deutlich, die Köster an verschiedenen Stellen zum Handeln der Lehrperson formuliert und damit expliziert: Sie soll „unterstützend wirken im Hinblick auf die Beschaffung von Materialien und Informationen sowie auf die Erweiterung der Möglichkeiten zur Recherche, Dokumentation und Präsentation" (Köster & Balluseck 2009: 7). Sie soll sich darüber hinaus aber „stark zurücknehmen" (Köster 2018: 201), d. h. insbesondere keine Anweisungen (vgl. ebd.: 93) zum Experimentierhandeln der Schüler*innen geben und die Kinder nicht für ihre Experimentierhandlungen „loben oder tadeln" (ebd.: 124). Dies sind m. E. überwiegend verbalsprachliche Handlungen.

Infolge dieser geforderte und gewünschten sowie v. a. verbalsprachlich zurückhaltenden Rolle der Lehrperson stehen die nonverbalen Interaktionen zwischen den Schüler*innen und Lehrkräften allerdings nicht im Zentrum der FEE-Forschung: Folglich liegen keine Analysen bzgl. der nonverbalen-nonvokalen und nonverbal-vokalen Interventionen und Kommunikationsprozesse bzw. bzgl. der Stimmigkeiten zwischen dem verbalsprachlichen und dem nonverbalen oder körpersprachlichen Handeln der Lehrperson vor. Diese multiverbalen (s. Kap. 2.2) Einflüsse des Lehrpersonenhandelns auf die Selbstbestimmungsaushandlung sollen daher in meiner Studie fokussiert werden (s. Kap. 5.7; 8.2).

4.3.3 Selbstbestimmungsverständnis

Nach Köster (2018: 191) sind „Selbstbestimmung und intrinsische Motivation [...] die wichtigsten Komponenten des Freien Explorierens und Experimentierens". Wie bereits in Kapitel 1 und Kapitel 3.2 dargestellt, definiert Köster ‚Selbstbestimmung' in ihrer Arbeit dabei als „*Möglichkeit* der Kinder, Entscheidungen über Inhalte, Ziele und Methoden selbst

zu treffen“ (ebd.: 155; Herv. V.). In der Studie werde den Schüler*innen, so Köster, „eine umfassendere Selbstbestimmtheit hinsichtlich aller Entscheidungen“ (ebd.: 122) bzgl. Vorgehen, Inhalten und Organisation des FEE ermöglicht. Kosters Forschungsfrage adressiert dabei v. a. das individuelle Handeln der Schüler*innen: Was tun sie, „wenn ihnen die Möglichkeit zu selbstbestimmter Erfahrungsgewinnung eröffnet wird?“ (ebd.: 42). Anders als die bislang besprochenen Interventionsstudien (s. Kap. 4.1; 4.2), nutzt sie keine Fragebögen, die explizit nach dem Selbstbestimmungs*empfinden* fragen, sondern wertet Protokolle teilnehmender Beobachtungen aus (vgl. ebd.: 82). Als Ergebnis beschreibt Köster das „selbstbestimmte Explorieren und Experimentieren“ (ebd.: 179) der Schüler*innen im Phasenmodell der Erfahrungsgewinnung beim Freien Explorieren und Experimentieren (s. Tab. 18). Beim FEE scheint das „Gefühl der Selbstbestimmung [...] durch die relative Unabhängigkeit von der Lehrerin gestärkt“ (ebd.: 167) zu werden, was Köster aus dem beobachteten Schüler*innenhandeln ableitet (s. dazu auch Kap. 4.4). Kösters Schwerpunkt liegt also auf dem individuellen Handeln der Schüler*innen, sie schließt aber aus Beobachtungen auf das „Selbstbestimmungsempfinden“ (Köster 2018: 86; 216) der Schüler*innen.

Die soziale Verursachtheit dieses Selbstbestimmungsempfindens oder die Aushandlung von Selbstbestimmung ist dagegen nicht der Forschungsfokus, den Köster setzt. Vielmehr erklärt Köster (2018: 216f.) zur Untersuchungsabsicht, dass „bei den Kindern ein Selbstbestimmungsempfinden und eine intrinsische Motivation erreicht werden soll“ (ebd.).

Letztlich zeigen auch die verschiedenen Bezüge, die Köster (2018: 68) zur Selbstbestimmungstheorie der Motivation herstellt, dass auch ihrer Forschung ein individualpsychologisches, intraindividuelles Verständnis von Selbstbestimmung zugrunde liegt. Wenn sie von „selbstbestimmte[m] Experimentieren“ (vgl. ebd.: 79; 86; 121) schreibt, wird deutlich, dass Köster Selbstbestimmung als Konstituente eines Individuums auffasst. Andernorts bezeichnet sie Selbstbestimmung als „intrinsische Komponente“ (Köster 2018: 78). Damit liegt der FEE-Studie, auch wenn sie Selbstbestimmung anders operationalisiert und beforscht als die Interventionsstudien (s. Kap. 4.1; 4.2), dennoch ein reduziertes Verständnis von Selbstbestimmung vor, das wiederum auf Selbstbestimmungsempfinden als individuelle Wahrnehmungskategorie, als Gefühl (vgl. ebd.: 167) oder als individuelle Fähigkeit (vgl. ebd.: 91) abzielt. Mich interessiert dagegen die *Aushandlung* von Selbstbestimmung, für die m. E. insbesondere die persönliche Offenheit entscheidend ist, die in Kösters Studie jedoch nur begrenzt bearbeitet wird, zumal Nonverbalitäten und Inkongruenzen unberücksichtigt bleiben (s. Kap. 4.3.2). Mein Fokus liegt auf der *Aushandlung* von Selbstbestimmung in den Interaktionen *zwischen* Schüler*innen und Lehrpersonen und nicht auf dem vermeintlich ‚selbstbestimmten Handeln’ einzelner Schüler*innen.

4.4 Engagiertheit und Motivation in unterschiedlichen Experimentiersituationen im Sachunterricht (Köster et al. 2011; Waldenmaier et al. 2013a/b; 2015)

Köster et al. (2011) und Waldenmaier et al. (2013a; 2013b) gingen im Anschluss an Kösters FEE-Forschung der Frage nach, welche Unterschiede es bezüglich der Engagiertheit von Kindern zwischen angeleiteten und geöffneten Experimentierangeboten gibt.

Engagiertheit definierten die Forschenden in Anlehnung an Laevers und Vandenbussche (2009: 14) als „Zustand, in dem Kinder (und Erwachsene) sich befinden, wenn sie auf eine sehr intensive Art und Weise mit etwas beschäftigt sind, hoch konzentriert und zeitvergessen“ sowie fokussiert „auf den Gegenstand des Interesses“ (Waldenmaier et al. 2013b: 139). Zur Erfassung der Engagiertheit wurde die fünfstufige Leuvener Engagiertheitsskala (Laevers & Vandenbussche 2009) als „Maß für die Unterschiedlichkeit des Verhaltens der Kinder in unterschiedlich offenen Settings“ (Köster et al. 2011: 3) herangezogen:

> „Engagiertheit umfasst als komplexes Konstrukt mehrere Teilaspekte, wie beispielsweise die Art der Auseinandersetzung mit einer Sache, den Grad an Konzentration, das Durchhaltevermögen oder die Intensität der Aktivität. Ein Individuum wird dann als hoch engagiert bezeichnet, wenn sich möglichst viele dieser Aspekte auf einem hohen Niveau befinden“ (Waldenmaier et al. 2013b: 139).

Beforscht wurden außerschulische Experimentiernachmittage in den Räumen unterschiedlicher Schulen und in der Forscherwerkstatt HeiKiWi in Heidenheim (*Heidenheimer Kinder und Wissenschaft*).[126] Zwei unabhängige Beobachter*innen schätzten im Rahmen solcher Experimentiernachmittage auf einem Dokumentationsbogen, der sich an den fünf Stufen der Leuvener Engagiertheitsskala orientierte (vgl. Waldenmaier et al. 2013b: 139f.), in jeweils zehnminütigen Zeitfenstern dreimal ein, wie stark die Engagiertheit einzelner Schüler*innen jeweils ausgeprägt war.[127] „Hierbei wird jedem Kind für jeden der drei 10 Minuten-Zeiträume ein Engagiertheitsgrad (1 bis 5) zugeordnet“ (Waldenmaier et al. 2013a: 551). Zudem sollten die Beobachter*innen auf dem Dokumentationsbogen stichpunktartig notieren, welche (Experimentier-)Handlungen die Schüler*innen am Experimentiernachmittag ausführten. Aus dem Mittelwert der Beobachtungen bzw. der ‚gerateten‘ Engagiertheitsstufen pro Kind bildeten die Beobachter*innen einen pseudo-metrischen Engagiertheitsmittelwert für jeden Experimentiernachmittag. Die Experimentiernachmittage unterschieden sich dabei dadurch, ob den Schüler*innen ein angeleitetes oder geöffnetes Experimentierangebot gemacht wurde. Für beide Experimentierangebote wurde jeweils ein

[126] Beobachtet wurden 30 Gruppen aus jeweils sechs bis zwölf Kindern der Klassenstufen 1 bis 4 an zwölf 90-minütigen Nachmittagen, unter Beteiligung von insgesamt sieben Lehrkräften (vgl. Waldenmaier et al. 2013a: 551).
[127] Stufen von „sehr niedrig“/„keine oder häufig unterbrochene Aktivität“ bis „sehr hoch“/ „anhaltend intensive Aktivität“. „Aufgrund eines Trainings an Videobeispielen“ (Köster et al. 2011: 3), die unterschiedlich engagiert handelnde Kinder in verschiedenen Situationen zeigten, wurden die Rater*innen in der Studie von Köster et al. vorab geschult, „das Maß an Engagiertheit bei den beobachteten Kindern“ (ebd.) mittels Leuvener Engagiertheitsskala einzuschätzen.

pseudo-metrischer Mittelwert berechnet. Die Nullhypothese „Es ist kein Unterschied in den Engagiertheitsgraden der Kinder zwischen angeleitetem und geöffnetem Experimentierangebot feststellbar“ (Waldenmaier et al. 2013b: 141) wurde mittels t-Test überprüft.

Bereits das Konstrukt ‚Engagiertheit‘ und seine Operationalisierung bzw. Messbarmachung mittels Leuvener Engagiertheitsskala sind m. E. problematisch: Theoretisch lässt sich Engagiertheit nicht trennscharf von ähnlichen Konstrukten wie „Interesse“ (Krapp & Prenzel 1992) oder „intrinsischer Motivation“ (Deci & Ryan 1993) abgrenzen, was letztlich auch die Autor*innen selbst konstatieren: „Die bei Vandenbussche et al. genannten Merkmale für Engagiertheit entsprechen im Wesentlichen denen der intrinsischen Motivation sowie auch denen von Interesse“ (Köster et al. 2011: 3). In der Messung ist das Konstrukt ‚Engagiertheit‘ zudem schwer fassbar und hoch-inferent, d. h. „Engagiertheit kann nicht unmittelbar beobachtet[...] werden“ (Waldenmaier et al. 2013b: 139). Vielmehr müssen von den Beobachter*innen „Signale vernommen“ (ebd.) und interpretiert werden.[128] Allerdings bleiben diese Signale – und damit auch Engagiertheit selbst – uneindeutig in der Analyse und Wirkung sowie in der Verursachtheit durch ‚Interesse‘, ‚intrinsische Motivation‘ oder ‚Engagiertheit‘, eben weil die Konstrukte selbst nicht trennscharf sind.

Eine allgemeine empirische Fundierung für die Leuvener Engagiertheitsskala in Form von Gütekriterien liegt überdies nicht vor, die Reliabilitätsmaße, die Waldenmaier et al. (2013b) selbst angeben, liegen allenfalls im zufriedenstellenden Bereich ($Kappa_{QW}$ = ,64).

In beiden Bedingungen „Angeleitetes Experimentieren“ und „Geöffnetes Experimentieren“ bildete eine Rahmengeschichte aus dem Ordner „Forschen mit Fred“ (Lück 2007) den Ausgangspunkt für Experimentierhandlungen: In dieser Rahmengeschichte findet die Ameise Fred (ebd.) z. B. ein geheimnisvolles, weißes Pulver vor seinem Ameisenhügel. Die Schüler*innen sollen Fred dabei helfen, zu untersuchen, ob es sich um Backpulver handelt, das den Ameisen gefährlich werden könnte, oder um für die Ameisen harmlosen Puderzucker. Sie dürfen das Pulver allerdings nicht probieren.

In der Bedingung ‚Angeleitetes Experimentieren‘ führten die Schüler*innen kleinschrittig instruierte Versuche mit ‚rezeptartigen‘ Anleitungen durch. Dabei wurden sie von der Lehrperson mittels festgelegter Handlungsabfolge gezielt und schrittweise dazu gebracht, die Reaktion des fraglichen Pulvers mit Essig, also einer Säure, zu beobachten und diese Beobachtung zu deuten. Dieser Vergleich wurde, angeleitet durch die Lehr-

[128] Beispiele, die Waldenmaier et al. (2013b: 139) als Signale anführen, sind „Schwitzen“, „rote Wangen“, „ein Strahlen im Gesicht“, „begeistertes Erzählen über die eigene Tätigkeit“ u. v. m. All diese Signale könnten, so die Autor*innen, „gut beobachtet werden“ (ebd.), müssen aber m. E. interpretiert werden und sind deshalb in ihrer Analyse eben nicht eindeutig, sondern hoch-inferent und nicht trennscharf bzgl. ‚Engagiertheit‘, ‚Interesse‘ und ‚intrinsischer Motivation‘.

person, genutzt, um das Pulver aufgrund der beobachteten Reaktion mit Essig als Backpulver zu bestimmen. Infolge der kleinschrittigen Lenkung durch die Lehrperson und der konkreten inhaltlich-methodischen Vorgaben (s. Tab. 19) wurden allerdings die Interessen, Fragen oder Vorerfahrungen der Kinder in der Bedingung ‚Angeleitetes Experimentieren' bewusst/gezielt „kaum berücksichtigt" (Waldenmaier et al. 2013a: 551).

In der Bedingung ‚Geöffnetes Experimentieren' sollten die Schüler*innen dagegen eigene Wege finden, das Pulver zu identifizieren (z. B. durch einen Vergleich bzgl. Konsistenz und Textur, durch Geruch, Löslichkeit oder Blasenbildung in Wasser). Dazu stand den Schüler*innen eine Materialvorauswahl (u. a. Luftballons, Siebe, Filterpapier) zur Verfügung. Ausgehend von derselben Rahmengeschichte hatten die Schüler*innen der Bedingung ‚Geöffnetes Experimentieren' die Gelegenheit, mithilfe der Materialvorauswahl „eigene Lösungsansätze zu entwickeln, Versuche selbstständig zu entwerfen und durchzuführen" (Waldenmaier et al. 2013b: 138), anstatt vorgegebene, angeleitete Lösungsansätze zu der Rahmengeschichte bzw. dem gestellten Rahmen‚problem' nach- bzw. abzuarbeiten.[129]

Im Vergleich zum „Angeleiteten Experimentieren" hatten die Schüler*innen der laut Autor*innen ‚ergebnis- und zieloffenen' Bedingung „Geöffnetes Experimentieren" erweiterte methodische und inhaltliche Handlungs- bzw. Entscheidungsmöglichkeiten (s. Tab. 19).

Tabelle 19: Angeleitete versus geöffnete Experimentierangebote in der Studie von Waldenmaier et al. (2013a/b; 2015)

	Angeleitetes Experimentierangebot	**Geöffnetes Experimentierangebot**
orientiert an	Laborieren und Versuchedurchführen (Wiebel 2000; Hartinger 2015)	Freien Explorieren und Experimentieren (FEE) (Köster 2006; Köster et al. 2011)
organisatorisch	Bearbeitungsort, -tempo und -zeitraum, -reihenfolge und Sozialform festgelegt	Bearbeitungstempo, -reihenfolge und Sozialform freigegeben; Bearbeitungszeitraum/-ort festgelegt
methodisch	Lernziele, Lern-, Lösungs- bzw. Bearbeitungswege und Materialien der Anleitung entsprechend vorgegeben	eigene Lern-, Lösungs- bzw. Bearbeitungswege und Lernziele möglich; (größere) Vorauswahl an Materialien zur Verfügung
inhaltlich	Inhalte (Lerngegenstand, Frage- bzw. Problemstellung, Versuch) vorgegeben	selbst entworfene (auch nicht-zielführende) Experimente zugelassen, aber Inhalt (Lerngegenstand, Frage- bzw. Problemstellung) vorgegeben
sozial	Regeln (z. B. Sicherheit, Verhalten mit-/untereinander), Dokumentations- und Präsentationsformen klar festgelegt	Aushandlung und Vereinbarung von Regeln (z. B. Sicherheit, Verhalten mit-/untereinander), von Dokumentations- und Präsentationsformen
persönlich	klare Rollenverteilung: Lehrperson bestimmt, was wann und wie gemacht wird (instruktive Verfahrensweise), Schüler*innen befolgen Anweisungen	Zulassen der Lösungsansätze und Bearbeitungswege der Schüler*innen und Zurückhaltung der Lehrperson

In der Bedingung ‚Angeleitetes Experimentieren' lies nach einiger Zeit die Engagiertheit der Schüler*innen merklich nach: Es traten vermehrt Disziplinstörungen bei den Schü-

[129] Ob es sich bei der Aufgabe, das Pulver zu bestimmen, um ein Problem oder um eine Routinetätigkeit handelt, hängt letztlich vom Vorwissen und den Vorerfahrungen der Schüler*innen ab und ist somit individuell (s. Kap. 3.2.2.5).

ler*innen auf, was die Beobachtungen der Rater*innen dokumentieren: Gezielte „Motivierung [von außen musste] jeweils einen zunehmend hohen Stellenwert einnehmen“ (Köster et al. 2011: 1; Anm. d. V.). Hatten die Schüler*innen hingegen die methodischen (und teilweise inhaltlichen) Handlungs- bzw. Entscheidungsmöglichkeiten der Bedingung ‚Geöffnetes Experimentieren‘ (s. Tab. 19), zeigten sie durchweg ein höheres Maß an Engagiertheit. Dies äußerte sich, neben dem höheren pseudo-metrischen Engagiertheitsmittelwert (s. o.), in der von den Rater*innen beobachteten und dokumentierten anhaltenden Konzentration, längeren Ausdauer und umfangreichen, freiwilligen Eigenaktivität in der Sachauseinandersetzung mit Phänomenen über längere Zeit. Insgesamt zeigte sich in der Untersuchung, „dass die Engagiertheit der Kinder bei geöffneten Experimentierangeboten insgesamt höher ist als beim angeleiteten Angebot“ (Köster et al. 2011: 4; vgl. auch Waldenmaier et al. 2013a: 552). Folglich konnte „durch die Öffnung des Angebots auf organisatorischer, methodischer und inhaltlicher Ebene eine größere Engagiertheit bei den Kindern erreicht werden“ (Waldenmaier et al. 2013b: 145).

In einer weiteren Feldstudie untersuchten Waldenmaier et al. (2015) den Zusammenhang zwischen intrinsischer Motivation und Engagiertheit in verschiedenen Experimentiersituationen.[130] Diese Experimentiersituationen in drei jeweils neunzigminütigen Unterrichtseinheiten im Regelunterricht einer fünften Grundschulklasse (Berlin-Brandenburg) waren teils angeleitet, teils geöffnet und wurden ähnlich operationalisiert wie in Köster et al. (2011) bzw. Waldenmaier et al. (2013a; 2013b). Ermittelt wurden das Maß an Engagiertheit (Beobachterurteil[131] mittels Leuvener Skala) und die subjektive Einschätzung motivationsrelevanter Faktoren während des Unterrichts nach der „Selbstbestimmungstheorie der Motivation“ (Deci & Ryan 1993) mittels Intrinsic Motivation Inventory (IMI-Fragebogen).[132] Wie zuvor wurden die Beobachtungsurteile und die Angaben der Kinder im Vergleich der beiden Experimentierbedingungen „Angeleitetes Experimentieren“ und „Geöffnetes Experimentieren“ mittels t-Test ausgewertet (vgl. Waldenmaier et al. 2015).

In der Datenauswertung zeigte sich, dass „Angebote, die auf eine hohe Selbstbestimmung ausgerichtet sind, zu einer Erhöhung des Interesses und gleichzeitig auch zu einer stärkeren

---

[130] Im Sinne der Selbstbestimmungstheorie der Motivation von Deci und Ryan (1993; s. Kap. 4.1) wurde dabei angenommen, dass intrinsische Motivation vom eigenen Kompetenzgefühl, der sozialen Unterstützung bzw. sozialen Eingebundenheit und vom eigenen Selbstbestimmungsempfinden abhängt (vgl. Waldenmaier et al. 2015).

[131] „Jede der drei Minuten dauernden Beobachtungen wurde parallel von zwei Ratern mehrfach in jeder Stunde durchgeführt, wobei jedem Kind eine beobachtete Engagiertheit anhand der LES-K zugeordnet wurde“ (Waldenmaier et al. 2015: 88f.). Eine Überprüfung der Beobachtungsreliabilität ergab bei 130 Beobachtungen eine zufriedenstellende (gute) Interrater-Reliabilität von $Kappa_{QW}$ = ,79 (nach Cohen; vgl. ebd.: 89).

[132] „Jeweils am Ende des Beobachtungszeitraumes füllten alle teilnehmenden Kinder einen Fragebogen zu ihrem subjektiven Empfinden der eigenen Motivation in der vorangegangenen Stunde aus. Die Fragen des IMI wurden hierfür aus dem Englischen ins Deutsche übersetzt, sprachlich komplexe Fragestellungen sowie reversierte Items dem Sprachverständnis der Altersgruppe angepasst“ (Waldenmaier et al. 2015: 89).

Präferenz von selbstbestimmtem Arbeiten führen“ (Waldenmaier et al. 2015: 92). Schüler*innen der Bedingung ‚Geöffnetes Experimentieren‘ schätzten ihr Kompetenzerleben und Selbstbestimmungsempfinden statistisch signifikant höher ein als vor der Intervention, während bei Schüler*innen der Bedingung ‚Angeleitetes Experimentieren‘ ein Rückgang in beiden Bereichen auftrat (vgl. ebd.). Die Untersuchung zeigte außerdem, „dass in naturwissenschaftsbezogenen Experimentiersituationen die bei Kindern zu beobachtende Engagiertheit gut mit den Prädiktoren ‚Kompetenzgefühl‘ und ‚gefühlte Selbstbestimmung‘ der intrinsischen Motivation korreliert“ (ebd.: 92). Beide Items zusammen klärten bei der Untersuchungsgruppe etwa 33 Prozent der beobachteten Engagiertheit auf (vgl. ebd.).

Insgesamt divergiert die Einschätzung der eigenen Selbstbestimmtheit und der intrinsischen Motivation jedoch auch stark zwischen Schüler*innen *einer* Experimentierbedingung (vgl. ebd.) – ähnlich wie bereits bei Hartinger (2001; 2005) und Haase (2018; s. Kap. 4.2). Dies könnte m. E. als Hinweis auf den Einfluss subtiler und nonverbaler, nonvokaler Beeinflussungen durch die Lehrperson gewertet werden, die im Studiendesign nicht kontrolliert bzw. untersucht wurden. Solche Beeinflussungen sollen deshalb in meiner Studie besonders fokussiert und in ihren Einflüssen auf das Experimentieren der Schüler*innen und die Aushandlung von Selbstbestimmung untersucht werden.

4.4.1 Experimentierverständnis

In Bezug auf das Experimentierverständnis in den vorgängig beschriebenen Studien (Köster et al. 2011; Waldenmaier et al. 2013a/b; 2015) kann auf die Ausführungen zur FEE-Studie (Köster 2006; 2018) verwiesen werden. Experimentieren wird in einem erweiterten, ausdifferenzierten Sinne verstanden. Dies beinhaltet Orientierungs-, Explorations- und Vertiefungsphasen in der intensiven Auseinandersetzung mit Phänomenen ebenso wie das Prüfen von Hypothesen, die auf Basis der Explorationen entwickelt wurden.

4.4.2 Öffnungsverständnis

Der Zugang über die Geschichten mit Ameise Fred (Lück 2007) wird v. a. aus der Perspektive der Lehrpersonen begründet, die die Experimentiersituationen durchführen: „Ein narrativer Zugang vermittelte den Lehrkräften durch einen klar definierten Rahmen Sicherheit, ermöglichte es aber durch eine Art ‚Reißverschlussverfahren’ dennoch, Freiräume für forscherisches Handeln auf Seiten der Kinder zu schaffen“ (Köster et al. 2011: 2). Dies ist jedoch keine lern- oder lernendenorientierte Begründung, sondern eine lehr- oder lehrendenzentrierte Begründung. Die thematischen Einbettungen und Motivierungs- bzw. Inszenierungstechniken mittels Geschichten wie „Forschen mit Fred“ wurden bereits an anderer Stelle kritisiert (s. Kap. 4.1; vgl. auch Gruschka 2011).

Aus der Perspektive der Lernenden impliziert die Geschichte m. E., „dass Kinder im pädagogischen Kontext zusätzlich neugierig gemacht werden müssen, da sie von innen heraus nicht genügend neugierig sind“ (Geiss & Schumann 2014: 7f.), und dass das anvisierte Thema bzw. das adressierte Phänomen „als solche nicht ausreichen, um Interesse bei ihnen zu wecken“ (ebd.: 8). Vielmehr bedürfe es eines „‚Lockmittel[s]‘ [...], um die Kinder für ‚das Neue‘ – was auch immer es sein mag – zu ködern bzw. den Unterricht interessant zu machen“. Während die Notwendigkeit dieser zusätzlichen Motivierung und Inszenierung von außen in der angeleiteten Bedingung m. E. nachvollziehbar ist (die Ergebnisse zeigen nachlassendes Interesse, nachlassende Engagiertheit und Disziplinstörungen, sodass die Schüler*innen ‚bei der Stange gehalten‘ werden müssen; s. o.), erschließt sich mir der Nutzen einer Geschichte in der geöffneten Experimentierbedingung nicht ganz (vgl. auch Deci & Ryan 1993; Geiss & Schumann 2014; F. Peschel 2019).

Das geöffnete Experimentierangebot, das Köster et al. (2011) bzw. Waldenmaier et al. (2013a; 2013b; 2015) beforscht haben, war organisatorisch **schwerpunktmäßig geöffnet** (4 von 5; F. Peschel 2019: 80; s. Tab. 9), da das Bearbeitungstempo, die Bearbeitungsreihenfolge und die Sozialform freigegeben wurde, der Bearbeitungszeitraum und insbesondere der Bearbeitungsort dagegen vorgeschrieben wurden (s. Tab. 24).

Das geöffnete Experimentierangebot beinhaltete auch eine methodische Öffnung, die aber m. E. nur moderat ausfällt bzw. nur **in ersten Schritten vorhanden** war (2 von 5; F. Peschel 2019: 80; s. Tab. 9): Durch die Geschichte über die Ameise Fred sind das Rahmenthema und der Inhalt einschließlich Frage- oder Problemstellung klar vorgegeben; die Schüler*innen sollen diese Frage- oder Problemstellung, nach Angabe der Autor*innen, auf eigenen (Lern-, Lösungs-)Wegen bearbeiten. Dazu steht ihnen zwar grundsätzlich eine größere Vorauswahl an Materialien zur Verfügung als in der Bedingung ‚angeleitetes Experimentieren‘ (vgl. Köster et al. 2011). Hierbei stellt sich aber m. E. die Frage, wie die Schüler*innen in der Auseinandersetzung mit Puderzucker und Backpulver (s. Rahmengeschichte) und angesichts der immer noch eingeschränkten Verfügbarkeit und Vorauswahl von Materialien[133] wie Sand, Zucker, Salz, Eisenpulver, Pfeffer, Sägemehle, Luftballons, Wasser und Essig zu eigenen Entdeckungen und Lösungen außerhalb der anvisierten Lösung (Reaktion des fraglichen Pulvers mit Essig) kommen sollen. Die Vielfalt an möglichen Bearbeitungswegen (z. B. Säurereaktion, Löslichkeit) erscheint entsprechend eingeschränkt, auch vor dem Hintergrund einer eben eindeutig erwarteten und anvisierten Lösung seitens der Lehrperson bzw. der Autor*innen der

[133] Im Rahmen eines Vortrages auf der Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (2017) gab Waldenmaier detailliertere Einblicke in diese Materialvorauswahl, die ich hier wiedergebe.

„Forschen mit Fred"-Geschichte (Lück 2007). Die Schüler*innen sollen einen „Normweg" (F. Peschel 2019: 80), die Reaktion des fraglichen Pulvers mit Essig, selbst entdecken. Ergo sind auch nur begrenzt Lernzielausdifferenzierungen möglich; das geöffnete Experimentierangebot ist also methodisch nur sehr moderat geöffnet.

Auch eine inhaltliche Öffnung findet sich in Köster et al. (2011), Waldenmaier et al. (2013a/b) bzw. Waldenmaier et al. (2015) in meinen Augen nicht: Die Schüler*innen sollten Fred dabei helfen, zu untersuchen, ob es sich um Backpulver handelt, das den Ameisen gefährlich werden könnte, oder um für die Ameisen harmlosen Puderzucker. Der Lerngegenstand bzw. Lerninhalt (Reaktion von Backpulver und Essigsäure) wurde durch die Rahmengeschichte von Ameise Fred vorab festgesetzt un in Form einer Fragestellung den Schüler*innen auch klar vorgegeben (vgl. Waldenmaier et al. 2013b: 138). Die inhaltliche Offenheit ist m. E. **nicht vorhanden** (0 von 5; F. Peschel 2019: 80; s. Tab. 9

Hinsichtlich der sozialen Öffnung gilt das in Bezug auf Köster (2006; 2018) Festgestellte (s. Kap. 4.3): Die Schüler*innen und Lehrpersonen handeln z. B. Verhaltensregeln, Dokumentations- und Präsentationsformen im Rahmen der Experimentiernachmittage jeweils gemeinsam aus bzw. vereinbaren diese gemeinsam. Die **soziale Offenheit** in meinen Augen **schwerpunktmäßig vorhanden** (4 von 5; F. Peschel 2019: 80; s. Tab. 9).

Während die Hinweise zur persönlichen Offenheit bzw. der klaren Rollenverteilung in der Bedingung ‚Angeleitetes Experimentieren' in den Publikationen von Köster et al. (2011), Waldenmaier et al. (2013a/b) bzw. Waldenmaier et al. (2015) nachvollziehbar beschrieben werden[134], finden sich zum Handeln der Lehrperson in der Bedingung ‚Geöffnetes Experimentieren' m. E. nur recht vage Hinweise (Zulassen der Lösungsansätze und Bearbeitungswege der Schüler*innen; Zurückhaltung der Lehrperson), sodass die **persönliche Offenheit** in dieser Bedingung auf Grundlage der o. g. Publikationen nicht bewertet werden kann. In der Bedingung ‚Angeleitetes Experimentieren' bestimmt die Lehrperson eindeutig und unmissverständlich, was wann und wie gemacht wird. Dies entspricht einer instruktiven Verfahrensweise; von den Schüler*innen wird erwartet, diese Anweisungen zu befolgen. In der Bedingung ‚Geöffnetes Experimentieren' dagegen soll die Lehrperson „in bestimmten Teilbereichen einen offeneren Umgang mit den Schüler*innen"[135] zeigen. Was dies genau bedeutet, wird jedoch nicht weiter konkretisiert und bleibt daher vage. Eine Einordnung des Designs und der Ergebnisse der Studien ist deshalb mit Blick auf die persönliche Offenheit der Lehrperson nicht möglich.

---

[134] Die Lehrperson bestimmt, was wann und wie gemacht wird, die Schüler*innen befolgen Anweisungen (s. Tab. 19).
[135] Diese Aussage entstammt dem o. g. Vortrag auf der Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (2017).

Insgesamt beforschen Köster et al. (2011), Waldenmaier et al. (2013a; 2013b) und Waldenmaier et al. (2015) ein organisatorisch geöffnetes und methodisch nur sehr eingeschränkt geöffnetes Experimentieren, das aber inhaltlich von klaren Vorgaben ausgeht – ergo weicht die Bedingung ‚Geöffnetes Experimentieren' in einigen Dimensionen von der Offenheit der Konzeption ‚Offenes Experimentieren' im Sinne von Arbeitsdefinition II (s. Kap. 3.2.2.5) ab. Zudem wird persönliche Offenheit in der Anlage, Analyse und Wirkung der Studie sehr vage beschrieben und damit nur unzureichend berücksichtigt.

4.4.3 Selbstbestimmungsverständnis

Die Items zum Empfinden von Faktoren der intrinsischen Motivation, die Waldenmaier et al. (2015) in der Fragebogenerhebung einsetzt, sind in der Komplexität angepasste Übersetzungen des Intrinsic Motivation Inventory (IMI), einer Skala auf dem Hintergrund der Selbstbestimmungstheorie der Motivation (Deci & Ryan 1993). Ausgewählt wurden jeweils zwei Items verschiedener Subskalen, u. a. empfundene Selbstbestimmung. Da mir die Übersetzung nicht vorlag, zitiere ich hier beispielhaft einige englischsprachige Originalitems. Items wie „I felt like it was not my own choice to do this task" oder „I felt pressured while doing these" (Deci & Ryan 2003: 4) zielen vornehmlich auf die individuelle Perspektive der Schüler*innen ab. Selbstbestimmung wird damit abermals als individualpsychologische Eigenschaft bzw. ‚intrinsische Komponente' konzeptualisiert und auf Selbstbestimmungsempfinden reduziert. Prozesse der Aushandlung von Selbstbestimmung zwischen den verschiedenen Akteur*innen und Einflüsse situativer Aspekte (z. B. Experimentiermaterialien, der Raum der HeiKiWi-Forscherwerkstatt) werden vernachlässigt und in der Datenerhebung nicht abgebildet (s. Kap. 3.3.2).

Die konkreten Items, die Waldenmaier et al. (2015) einsetzten, zielen zwar auf organisatorische, methodische und inhaltliche Beteiligung ab, was verglichen mit den Items in Haase (2018), die sich ausschließlich auf organisatorische Aspekte bezog, m. E. bereits ein Fortschritt ist (s. Kap. 4.2). Trotzdem bilden aber auch diese Items die soziale Verursachtheit der Selbstbestimmung als Selbstbestimmungsaushandlung m. E. nicht passend ab.

Laut den Ergebnissen der Forschendengruppe um Waldenmaier und Köster haben insbesondere die Lehrer*innen einen deutlichen Einfluss auf die Engagiertheit der Lernenden: „Beim Vergleich von fünf Lehrkräften bei gleicher, angeleiteter Methode ergeben sich signifikante ($p<0{,}001$) Mittelwertsunterschiede [...] hinsichtlich der Engagiertheit der von ihnen geleiteten Kindergruppen" (Waldenmaier et al. 2013a: 552). Dieser Zusammenhang verweist m. E. wieder auf die Kernfrage, ob die beobachteten Lehrkräfte die Unterrichtsentwürfe so umgesetzt haben, wie dies konzipiert und intendiert war. Die

Rolle der Lehrkraft bezieht sich v. a. auf die Bereitstellung der Materialien, das Einführen in die Thematik mittels Rahmengeschichte und die zurückhaltende Unterstützung und Beratung bei Schwierigkeiten während des Experimentierens (vgl. auch Köster & Balluseck 2009: 7). Wie sich die Interaktionen zwischen der Lehrperson und den Schüler*innen in den beteiligten Klassen allerdings konkret vollzogen, kann aus den vorliegenden Angaben und Einblicken in die Forschung nicht rekonstruiert werden. Dies bezieht sich m. E. wiederum besonders auf die nonverbalen und nonvokalen Einflüsse, die in meiner Studie gestärkt und damit der Forschung zugänglich gemacht werden sollen.

4.5 Freies Explorieren zum Thema elektrischer Stromkreis (Schütte 2019)

Das „Freie Explorieren zum Thema elektrischer Stromkreis“ (Schütte 2019) umfasste mehrere Stunden, wobei neben den Schüler*innen und dem Forscher Schütte auch eine Lehrkraft anwesend war, auf deren Voraussetzungen und Handlungen während der Untersuchung jedoch nicht näher eingegangen wird. Es bleibt also unklar, ob und wie die Lehrperson mit den Schüler*innen und mit dem Forscher Schütte interagierte.

Die Schüler*innen wurden zu Beginn vom Forscher Schütte aufgefordert, frei auszuprobieren, „was mit den Materialien gemacht werden kann“ (ebd.: 166). Alle Materialien wurden auf einem Materialtisch angeboten, von dem sich die Schüler*innen bedienen konnten. Anstelle von konventionellen Glühlampen wurden jedoch z. B. Leuchtdioden eingesetzt, anstelle von konventionellen Batterien Solarzellen, Kurbelgeneratoren, Wind- oder Wasserräder. Dies begründete Schütte mit Nachhaltigkeitsaspekten (vgl. ebd.: 5).

Es gab keine konkreten Handlungsaufforderungen, angeleitete Versuche mit vorgegebenen Materialien oder Experimentieraufgaben, die darauf abzielten, ein bestimmtes Lehrziel zu erreichen und z. B. eine spezifische Schaltung zu konstruieren (vgl. ebd.: 288).

Schütte (2019) videographierte die Schüler*innen dabei, wie sie verschiedene elektrische Schaltungen bauten. Er analysierte, wie sie beim ‚Freien Explorieren‘ vorgingen. Dabei rekonstruierte er u. a., wie Schüler*innen nach Ursachen für das Nichtfunktionieren von Schaltungen suchten und die Funktionsweisen ihrer Schaltung weiterentwickelten.

Die Lernenden zeigten eine „planvolle, überlegte Herangehensweise“ (Schütte 2019: 183) bei der Konstruktion ihrer Schaltungen. Dadurch, dass keine „konkreten Handlungsanweisungen [...] gegeben wurden und auch keine abgebildeten Stromkreise nachgebaut werden sollten, wurden sehr unterschiedliche Stromkreis(-konstrukt)e gebaut“ (ebd.: 291).[136]

[136] Einfache Schaltungen wurden z. B. mehrfach abgeändert, etwa durch einen Wechsel der Schaltelemente, und zu immer komplexer werdenden Schaltungen erweitert (durch identische, baugleiche oder differente Elemente, durch Variation der Anzahl an Schaltelementen wie Schalter, Taster, Solarzellen). Die Lernenden entwickelten ihre Schaltungen dergestalt weiter, dass sich Propeller z. B. schneller drehten, LEDs heller leuchteten usw.

Beim Nichtfunktionieren einer Schaltung (wenn sich z. B. ein Propeller nicht dreht) gingen die Schüler*innen sehr systematisch vor und überprüften bzw. veränderten konzentriert verschiedene mögliche Ursachen. Diese systematische, aufmerksame Vorgehensweise zeigte sich auch beim Verbessern der Funktionalitäten der Schaltungen.

4.5.1 Experimentierverständnis

Das Experimentierverständnis in Schüttes Studie geht weit über die Reduktion von Experimentieren auf Hypothesenprüfen, z. B. bei Möller, Blumberg et al. (s. Kap. 4.1) oder Haase (s. Kap. 4.2), hinaus. Es liegt m. E. vielmehr ein erweitertes Experimentierverständnis vor, das explorative Näherungen und Ausdifferenzierungen bzw. Vertiefungen beinhaltet und Beobachtungen, Wiederholungen und Kommunikationen sowie schlaufenartige Annäherungen an zunehmende Erkenntnis fokussiert (s. Kap. 3.1.2.4). Dieses Experimentierverständnis findet sich m. E. auch in den FEE-Ausführungen von Köster (2018; s. Kap. 4.3) sowie in den Engagiertheitsuntersuchungen von Köster et al. (2011), Waldenmaier et al. (2013a; 2013b) und Waldenmaier et al. (2015; s. Kap. 4.4). Es ist zudem anschlussfähig an aktuelle sachunterrichtsdidaktische Positionen, wie sie in Kap. 3.1.2 dargelegt wurden und auch in meiner Arbeitsdefinition I berücksichtigt wurden.

Ähnlich wie Köster (2018; s. Kap. 4.3) rekonstruiert Schütte (2019) ein Orientierungs-, Explorations- und Vertiefungsverhalten der Schüler*innen beim Konstruieren von Schaltungen. Ein Unterschied zwischen den beiden Ansätzen (Köster; Schütte) besteht jedoch darin, dass Köster diesen unterschiedlichen Verhaltensweisen ein *Phasen*modell der Erfahrungsgewinnung Freien Explorieren und Experimentieren grundlegt, während Schütte (2019) ein Raummodell annimmt und (metaphorisch) verschiedene ‚Räume' mit verschiedenen Verhaltensweisen, die mehrfach wiederholt werden, akzentuiert:

> „Es konnte in der Studie festgestellt werden, dass die beobachteten Kinder unterschiedliche Räume durchstreifen, die auch zu unterschiedlichen Zeitpunkten (während des Explorierens oder nach dem vermeintlich erfolgreichen Beenden eines Bauprozesses/Experimentes) betreten wurden [...]. Bestimmte Räume werden zu unterschiedlichen Zeitpunkten immer wieder betreten. Kösters Phasenmodell wird an dieser Stelle also ein anderes Modell entgegengestellt, nämlich ein Raummodell. Dieses Modell kann und soll nicht als Widerlegung von Kösters Befunden angesehen werden. Vielmehr soll es als eine Erweiterung, als eine Ausdifferenzierung gesehen werden. Freies Explorieren lässt sich nicht nur über aufeinanderfolgende Phasen darstellen, sondern auch als ein [...] Durchstreifen verschiedener Such- und Orientierungsräume" (ebd.: 287).

Mein Experimentierverständnis (s. Arbeitsdefinition I) beinhaltet, dass sich beim konkreten Experimentieren explorative Näherungen, ausdifferenzierende Beobachtungen und Vertiefungen immer und mehrfach überlappen können (s. a. Kap. 3.1.2.4). Dies findet sich m. E. in den Ergebnissen von Schütte (2019; s. o.) wieder: Orientierung, Explora-

tion und Vertiefung sind nicht als lineare Abfolge aus Phasen aufzufassen, die aufeinander aufbauen und nacheinander durchlaufen werden (s. a. Kap. 3.1.2.2, 4.3). Gleichzeitig ist diese Überlappung und Iterativität m. E. durchaus auch in Kösters Erfahrungsmodell (s. Kap. 4.3) angelegt – hier (über-)interpretiert Schütte (2019; s. o.) in meinen Augen den Phasenbegriff bei Köster (2018): Das Phasenmodell zeigt zwar „unterschiedliche Phasen, die Kinder bei der Gewinnung von neuen Erfahrungen mit physikalischen Phänomenen durchleben und dokumentiert den Weg von der Orientierung bezüglich der Phänomene und Experimente über die Exploration mit den Materialien und Phänomenen bis hin zu ersten Vertiefungen“ (Köster 2018: 185). Die von Köster (2018) beobachteten Kinder durchlaufen aber „die Orientierungsphase, die Explorationsphase und häufig die Vertiefungsphase auch im Hinblick auf einzelne staunenswerte Phänomene oder Experimente immer wieder“ (ebd.: 185f.), teils überlappend und teils verkürzt.

4.5.2 Öffnungsverständnis

Schütte (2019) adaptierte Kösters (2018) Ansatz „Freien Explorierens und Experimentierens“ (FEE): Während die Offenheit bei Köster (2018) sich auch auf die Gegenstandsbestimmung bezog und damit auf die „Möglichkeit, [...], Entscheidungen über Inhalte und Ziele selbst zu treffen“ (Köster & Mehrtens 2020: 123), wurde der Inhalt bei Schütte (2019) jedoch auf das Thema ‚elektrischer Stromkreis‘ eingegrenzt. Vergleicht man dementsprechend beide Studien mittels Matrixmodell zur Skalierung der Dimensionen Offenen Unterrichts (F. Peschel 2019: 79f.; s. Tab. 9), lässt sich feststellen: Anders als bei Köster (2018), die ihrem „Freien Explorieren und Experimentieren“ eine **weitestgehende inhaltliche Öffnung** (5 von 5) grundlegt, ist das „Freie Explorieren“ bei Schütte (2019) nur moderat inhaltlich geöffnet bzw. **schwerpunktmäßig vorhanden** (4 von 5).

Das Rahmenthema ‚Elektrischer Stromkreis‘ wurde in Schüttes Untersuchung zwar grob festgelegt, den Schüler*innen gegenüber jedoch nicht expliziert. Dieses Rahmenthema umfasste verschiedene Teilthemen und ermöglichte selbst gesetzte Lernziele und Lernwege in der Auseinandersetzung mit den Experimentiermaterialien (vgl. ebd.).

Die Schüler*innen trafen organisatorische Entscheidungen bzgl. Ort, Zeitpunkt und Zeitdauer des Experimentierens ebenso wie bzgl. der Sozialform und Gruppeneinteilung. Wie in Kösters FEE-Studie (s. Kap. 4.3) war die **organisatorische Offenheit** somit m. E. auch bei Schütte **weitestgehend vorhanden** (5 von 5; F. Peschel 2019: 80; s. Tab. 9).

Über diese organisatorische Öffnung hinaus beinhaltete das „Freie Explorieren zum Thema Elektrischer Stromkreis“ bei Schütte (2019) eine **methodische Öffnung**, die allerdings in meinen Augen, v. a. im Vergleich mit Kösters FEE-Studie (s. Kap. 4.3), zwei

Einschränkungen hat und daher m. E. nur **moderat bzw. teilweise** (3 von 5; F. Peschel 2019: 80; s. Tab. 9) erfolgte: Bei der Konstruktion von Schaltungen gab es zwar immer mehrere Möglichkeiten der Herangehensweise und Variationen, z. B. im Hinblick auf Art und Anzahl der Energie‚quellen', Art und Anzahl der ‚Verbraucher' usw. Dennoch wurden die Lern- und Bearbeitungswege bei der Auseinandersetzung mit den zur Verfügung stehenden Experimentiermaterialien zum einen durch die Experimentiermaterialien selbst bestimmt und zum anderen durch das vorgegebene inhaltliche Rahmenthema.

1. **Experimentiermaterial:** Diesen ersten Punkt, den Einfluss des zur Verfügung gestellten Experimentiermaterials auf das Experimentier- und Lernhandeln, reflektiert Schütte selbst in der Diskussion seiner Ergebnisse. Dem eingesetzten Experimentiermaterial sei eine bestimmte Handlungsaufforderung immanent gewesen, „Stromkreise daraus zu konstruieren, bzw. einen Motor zum Drehen zu bringen oder eine LED zum Leuchten zu bekommen" (Schütte 2019: 164). Demzufolge orientiere sich, so Schütte weiter, das Freie Explorieren der Schüler*innen „in hohem Maße an dem zum Explorieren bereitgestellten Material" (ebd.: 279). Schütte bezieht dieses Ergebnis, den Einfluss des zur Verfügung gestellten Experimentiermaterials, zwar auf das Experimentier- und Lernhandeln der Schüler*innen, aber nicht auf die grundlegendere Frage der methodischen Öffnung seines Experimentiersettings. Hier stellt die Materialvorauswahl aber m. E. eine deutliche Beschränkung der methodischen Öffnung dar. Diesen Einfluss der Materialvorauswahl auf die Interaktionsprozesse bzw. Selbstbestimmungsaushandlungen beim Experimentieren beschreibt auch Ramseger: Wenn man Kindern „Glühlampe, zwei Drähte und eine Flachbatterie hinlegt, können die Kinder nahezu nichts anderes lernen als die Verdrahtung im einfachen Stromkreis" (Ramseger 2009: 15; vgl. auch Wiesemann & Lange 2015). Solche Handlungsaufforderungen, die Experimentiermaterialien immanent sind, beschreiben z. B. Stieve (2008) und Nohl (2011b, 2013). In meiner Studie möchte ich weiterführend die Auswirkungen solcher immanenter Handlungsaufforderungen durch das Material auf die die methodische Öffnung beim Experimentieren untersuchen, um entsprechende Wirkmechanismen aufzuklären. Der Einfluss vom Material (Auswahl, Anordnung, Sortierung, Zugänglichkeit) auf Experimentierhandeln und die Aushandlung von Selbstbestimmung soll damit erstmals vertiefend beforscht werden.

2. **Implikationszusammenhang:** An mehreren Stellen habe ich bereits auf den „Implikationszusammenhang" (Ramseger 1985: 267) zwischen Inhalt und Methode hingewiesen: Methodische Entscheidungen können nicht isoliert getroffen werden, sondern müssen immer im Zusammenhang mit inhaltlichen Entscheidungen betrachtet werden (vgl. Blankertz 2000). Die Auswahl einer Methode und mit ihr die „Aneignungslogik der Schü-

ler [steht] immer in einem Verhältnis zur Logik der Sache“ (Gruschka 2011: 358), weshalb über einen methodischen Zugang, eine Herangehensweise, einen Lern- oder Bearbeitungsweg immer „nur individuell und im jeweiligen Bezug“ (ebd.) zum Inhalt entschieden werden kann. Ist der Fachinhalt aber, wie bei Schütte (2019), eindeutig festgelegt (hier: Elektrizität, elektrischer Stromkreis, elektrische Energiegewinnung), begrenzt dies die Auswahl bzw. Breite möglicher Bearbeitungswege, Lernwege und Methoden. Die Methodik ist hier z. B. deutlich auf die Konstruktion und Testung von Schaltungen begrenzt und beinhalten hauptsächlich die Untersuchung geschlossener Stromkreise und die Erweiterung bzw. den ‚Ausbau‘ einfacher Schaltungen. Andere methodische Zugänge, z. B. zur Untersuchung chemischer Prozesse der Energieumwandlung oder mechanischer Kräfte, liegen dagegen außerhalb des Rahmens, den das o. g. Thema vorgibt.

Die **soziale Offenheit** ist in Schüttes mehrere Stunden umfassendem „Freien Explorieren zum Thema elektrischer Stromkreis“ in meinen Augen **schwerpunktmäßig vorhanden** (4 von 5; F. Peschel 2019: 80; s. Tab. 9), da die Schüler*innen, wie es auch für FEE (Köster 2018; s. Kap. 4.3) üblich ist, über Kommunikationsstrukturen, Dokumentationsformen und ihre Zusammenarbeit im Sinne einer Klassenselbstverwaltung selbst bestimmen.

Die Rolle der Lehrperson, die während des Freien Explorierens anwesend war, wird m. E. nicht ausreichend beschrieben. Es wird nicht deutlich, wie sich diese Lehrperson während dem Freien Explorieren verhalten hat, wie sie mit den Schüler*innen interagierte und kommuniziert hat und wie diese Kommunikation und Interaktion schließlich das Experimentier- und Lernhandeln der Schüler*innen und ihre Entscheidungsprozesse beeinflusst hat. Diese Angaben zur nonverbalen und verbalen Kommunikation sind aber m. E. wichtig, um v. a. die **persönliche Offenheit** der Lehrperson beim „Freien Explorieren“ in Schütte (2019) adäquat einschätzen zu können (s. a. Kap. 3.2.1.3).

Schütte (2019) erwähnt an einigen Stellen Interaktionen zwischen *ihm* als Forscher und einzelnen Schüler*innen. Diese Interaktionen sind natürlich vor dem Hintergrund des methodologisch schwierigen Feldzugangs und der Etablierung der eigenen Rolle im Feld zu sehen (vgl. auch Breidenstein et al. 2015; Flick 2016; s. Kap. 5; 6), geben jedoch gleichzeitig Hinweise auf diese m. E. oft vernachlässigte und unterschätzte tiefenstrukturelle Dimension der persönlichen Offenheit beim Offenen Experimentierens: Schütte (2019) stellt beim „Freien Explorieren“ wiederholt Rückfragen, bestätigt Äußerungen der Schüler*innen, gibt Impulse und beendet deren Sätze (vgl. ebd.: 181).[137] Zudem pro-

[137] Schütte fragt z. B. nach, ob eine Schülerin bislang schon andere Solarzellen (als die gerade verwendete) ausprobiert hat. Die Schülerin „nimmt die Frage des Forschenden als Aufforderung wahr, einen weiteren, anderen Stromkreis zu bauen“ (Schütte 2019: 263).

voziert er durch Vergleiche, wenn die Schüler*innen Probleme in ihren Schaltungen nicht selbst lösen bzw. mehrfach dieselben ‚Fehler' begehen (vgl. ebd.: 159f., 170).[138]

Schließlich reflektiert Schütte (ebd.: 263) selbst, dass seine interessierten Nachfragen zum Erkenntnisprozess von Schüler*innen teilweise als Aufforderungen zur Variation interpretiert wurden. Mit solchen Rückfragen und Impulsen interveniert Schütte – als Forscher – aber m. E. massiv und beeinflusst damit die Entscheidungen und das selbstbestimmte Experimentieren der Schüler*innen durch direkte Aufforderungen (vgl. ebd.). Dies konterkariert jedoch m. E. Schüttes Anlage der Untersuchung als „Freies Explorieren" ohne Anleitung oder Unterstützung der Lehrperson (vgl. ebd.: 113ff.). Schütte ist zwar der Forscher und tritt formell nicht als Lehrperson auf, handelt aber bei der Datenerhebung m. E. wie eine Lehrperson (Rückfragen, Bestätigungen, Impulse), während über das Verhalten der zugleich anwesenden Lehrperson (s. o.) keine Auskunft erteilt wird. Schüttes Handeln muss m. E. vor dem Hintergrund konfligierender Rollen als ‚Forscher' vs. als ‚Lernbegleitung' oder ‚Lehrperson' (vgl. Peschel & Kihm 2020) kritisch betrachtet werden. Wenn Schütte das Handeln der Schüler*innen unter einer spezifischen Fragestellung beobachtet und später auswertet, agiert er vornehmlich „in der Rolle ‚Forscher:in'. Diese Rolle stellt andere Ansprüche und kollidiert ggf. mit den Erwartungen an die Rolle ‚Lernbegleitung' (Gebe ich den Kindern Impulse? Greife ich ein, wenn ich gefährliche Situationen beobachte? Wie reagiere ich, wenn die Kinder mich ansprechen?)" (Herrmann & Kihm 2024: 225). Hier hätte Schütte in meinen Augen sorgsamer abwägen und Klarheit gewinnen und kommunizieren müssen, ob und wie er in der Rolle ‚Forscher' bzw. ‚Lernbegleitung' agiert. „Solche Rollenabwägungen, -wechsel und -konfikte sollten situationsbezogen thematisiert werden, um ein Bewusstsein für die Vielfalt eigener Handlungsmöglichkeiten im Rahmen der genannten Rollen zu gewinnen" (ebd.; s. Kap. 5.4 zu Rollenabwägungen). Zudem weist Schüttes Handeln m. E. eine reduzierte persönliche Offenheit auf, was sich insgesamt auf die Offenheit des Settings und auf die Selbstbestimmungsaushandlung in der Experimentier-Lehr-Lern-Situation auswirkt.

Offene Experimentier-Lehr-Lern-Prozesse lassen sich schwerlich ohne Berücksichtigung dieser persönlichen Ebene der Lehrperson bzw. des Forschers und ohne eine vertiefende Analyse der Kommunikations- und Interaktionsprozesse zwischen Lehrperson (resp. Forscher) und Schüler*innen einordnen, rekonstruieren und verstehen. Diese tiefenstrukturelle, persönliche Ebene der Kommunikations-, Interaktions- und Aushandlungs-

[138] Auf die Frage, warum sich der Propeller in einem „Stromkreis am Materialtisch [...] nicht mehr dreht, obwohl er sich ja am Fenster gedreht hat" (Schütte 2019: 239f.), benennt eine Schülerin die Distanz der Solarzelle zur Sonne als ursächlich. Schütte weist darauf hin, „dass sich Hans' Motor aber auch am Materialtisch drehen würde" (ebd.: 240).

prozesse zwischen Lehrperson und Schüler*innen stellt deshalb m. E. den Kern der Aushandlung von Selbstbestimmung (hier: beim Offenen Experimentieren) dar.

Umso wichtiger erscheint mir ein Forschungsansatz, der eben diese tiefenstrukturellen Unterrichtsdimensionen der Kommunikations- und Interaktionsprozesse integriert und fokussiert: Wird z. B. die (angeleitete, geöffnete oder offene; s. Kap. 3.2.2.5) Auseinandersetzung eine*r Schüler*in mit einem Phänomen fokussiert, bleibt zu fragen, wie sich z. B. nonverbale Interventionen der Lehrperson auf das Experimentieren und die Entscheidungsprozesse der Schüler*innen auswirken. Solche Aspekte der Kommunikations- und Interaktionsgestaltung wurden bislang vernachlässigt (vgl. Gröschner 2007; Košinàr 2009), sind aber m. E. – als Aspekte persönlicher Offenheit der Lehrperson – ein zentrales Grundelement von offenen Lehr-Lern-Situationen im Allgemeinen und Offenem Experimentieren im Speziellen. Die vielfältigen und grundlegenden Wechsel- und Miteinanderwirkungen zwischen dem Experimentieren der Schüler*innen, den multiverbalen (verbalen, nonverbalen) Interventionen der Lehrkraft und weiteren begrenzenden räumlichen, materiellen, zeitlichen Strukturen bilden deshalb den Schwerpunkt meiner Forschung.

4.5.3 Selbstbestimmungsverständnis

Schüttes Forschungsfokus ist individuenzentriert: Er untersuchte, wie die Schüler*innen beim Bauen verschiedener elektrischer Schaltungen vorgingen und rekonstruierte dabei mittels dokumentarischer Methode v. a., wie die Schüler*innen nach Ursachen für das Nichtfunktionieren von Schaltungen suchten und die Funktionsweisen ihrer Schaltung weiterentwickelten. Er nutzt dabei mit dem „Freien Explorieren“ (Schütte 2019) ein Experimentiersetting, das eine „selbstbestimmte Form[..] der Auseinandersetzung mit Naturphänomenen“ (ebd.: 281) ermöglichen soll. Allerdings bleibt der Selbstbestimmungsbegriff dabei unspezifisch und wird nicht definiert. Formulierungen, die das Handeln der Schüler*innen als ‚selbstbestimmt‘ oder ‚fremdbestimmt‘ ausweisen (vgl. z. B. ebd.: 57; 73) und in denen Selbstbestimmung damit eher einer Person als einem Aushandlungsprozess zugeordnet wird, veranlassen mich dazu, Schüttes (2019) Selbstbestimmungsverständnis als individualpsychologisch und vornehmlich intraindividuell zu interpretieren. Auch sein forschungsmethodischer Zugang der dokumentarischen Methode zielt v. a. auf den subjektiven Sinn und damit die individuelle, psychische Sinnebene ab (s. Kap. 2.1; 2.2).

> „Es geht darum, wie Kinder bestimmte Phänomene oder Gegenstände mit Deutungen und Bedeutungen belegen. Perspektiven und Handlungsprozesse von Kindern bei ihrer Auseinandersetzung mit der sie umgebenden Welt (in diesem Fall das freie Explorieren mit Materialien zu elektrischem Strom und elektrischer Energiegewinnung) sollen im Mittelpunkt stehen [...] Die dokumentarische Methode bietet einen Zugang zum handlungsleitenden impliziten Wissen und gibt Aufschluss über die den Handlungen zugrunde liegenden Orientierungen“ (Schütte 2019: 9).

Schüttes Forschungsfrage, wie die Schüler*innen nach Ursachen für das Nichtfunktionieren von Schaltungen suchen und die Funktionsweisen ihrer Schaltung weiterentwickeln, adressiert das individuelle Handeln der Schüler*innen in einem Rahmen des „Freien Explorierens". Diesen Rahmen bestimmt er als „selbstbestimmte Form[..] der Auseinandersetzung mit Naturphänomenen" (ebd.: 281; vgl. ebd.: 57, 73). An dieser Formulierung wird in meinen Augen deutlich, dass Schütte Selbstbestimmung als Konstituente, Wahrnehmungskategorie oder Komponente eines Individuums auffasst. Wie diese ‚selbstbestimmte Auseinandersetzung' sozial verursacht ist, welche Anteile jeweils die Schüler*innen, die Lehrperson bzw. Schütte als Forscher an der „Selbstbestimmtheit" (ebd.: 60) des Freien Explorierens haben, liegt außerhalb des Schwerpunktes, den Schütte in seiner Studie beforscht. Diese Aushandlung von Selbstbestimmung im Rahmen des Freien Explorierens ist nicht der Forschungsfokus, den Schütte setzt. Für mich sind diese Aushandlungsprozesse dagegen von besonderem Interesse, weil es mit ihnen m. E. möglich ist, Unterricht nicht nur oberflächenstrukturell zu betrachten, sondern auch tiefenstrukturell im Hinblick auf Interaktionen und Kommunikationen zu analysieren (s. Kap. 3.2.1.3).

4.6 Fazit: Experimentier-, Öffnungs- und Selbstbestimmungsverständnis

Bevor ich, ausgehend von der methodologischen Rahmung meiner Forschung (s. Kap. 2), der theoretischen Grundlegung zentraler Begriffe (s. Kap. 3) und der Analyse des Forschungsstandes (s. Kap. 4), meine Forschungsfrage konkretisiere und ein entsprechendes komplexitäts*verdichtendes* methodisches Vorgehen mitsamt erster Näherungen über Vorstudien entwickele (s. Kap. 5), werde ich nachfolgend zusammenfassen, welche Komplexitäts*reduktionen* m. E. in den bisherigen Studien vorliegen, die einen ausdifferenzierten, erklärenden Blick auf die Aushandlung von Selbstbestimmung verschließen.

1. Experimentieren ist nicht gleich Experimentieren: Die hier aufgeführten Studien aus der Pädagogischen Psychologie (z. B. Chen & Klahr 1999; Klahr & Nigam 2004; Möller et al. 2006; Blumberg 2008) und diejenigen Studien aus der Fachdidaktik, die sich zwar auf die Primarstufe beziehen, aber m. E. deutlich von Sekundarstufendidaktiken beeinflusst sind (z. B. Möller 2016; Haase 2018), definieren Experimentieren ausschließlich als Hypothesenprüfung. Meine Einschätzung diesbezüglich ist anschlussfähig an weitere Analysen von z. B. Murmann (2008: 3) oder Schumann (2013) und auch an die folgende Einschätzung Hötteckes, die sich m. E. auf die Primarstufe übertragen lässt:

> „Die Darstellung von Experimenten in Schulbüchern, Lehrplänen und auch in den Nationalen Bildungsstandards [der Sekundarstufe] zeigt eine auffällige Tendenz, systematisches naturwissenschaftliches Experimentieren auf hypothesengeleitetes Experimentieren zu reduzieren" (Höttecke 2008: 293; Anm. d. V.).

Dagegen finden sich einige Studien, v. a. aus dem sachunterrichtsdidaktischen Bereich (z. B. Köster 2006/2018; Murmann 2009; Waldenmaier et al. 2015; Schütte 2019), die Experimentieren als naturwissenschaftliche Methode weiterfassen, als dies mit der Reduktion auf das Prüfen von Hypothesen erfolgt. Diese Studien verstehen explorative Näherungen an Phänomene ausdrücklich als Teil des Experimentierprozesses, da explorative Näherungen „der Gewinnung von Erfahrungen, der Entdeckung von Bedingungen" (Murmann & Krumbacher 2008: 301) dienen und eine „systematische, aber nicht zuletzt breite Variation von Parametern sowie wiederholte Beobachtungen" (Murmann & Krumbacher 2008: 301) ausdrücklich erlauben. Für meine Studie folgt daraus, dass ich bei der Klärung meines Forschungsgegenstandes, dem Offenen Experimentieren, einen Experimentierbegriff nutze (s. Arbeitsdefinition I), der nicht nur hypothesenprüfendes Experimentieren grundlegt, sondern auch explorative Formen und zunehmende Ausdifferenzierungen oder Vertiefungen beinhaltet, um die Aushandlung von Selbstbestimmung *gegenstandsangemessen* (und nicht komplexitätsreduziert) zu beforschen.

2. Experimentierkompetenz ist nicht gleich Experimentierkompetenz: In den Studien von Möller et al. (2006), Blumberg (2008; s. Kap. 4.1) und Haase (2018; s. Kap. 4.2) werden im Zusammenhang mit Experimentieren häufig vor allem folgende Kompetenzen herausgestellt: Aufstellen und Prüfen von Hypothesen; Planen und Durchführen geeigneter Experimente; Anwenden der Variablenkontrollstrategie; Analysieren und systematisches Auswerten experimenteller Daten (vgl. zu dieser Einschätzung auch Murmann & Krumbacher 2008: 300). Dieses Verständnis von Experimentierkompetenz wird m. E. häufig aus einem sehr engen und oft sekundarstufenspezifischen Experimentierbegriff abgeleitet, wobei Experimentieren mit Hypothesenprüfen gleichgesetzt wird (s. 1.).

Explorative Näherungsformen und ggf. nicht-zielführendes, annäherndes Verhalten als wesentliche Elemente des auch von mir grundgelegten, weitergefassten Verständnisses von Experimentieren (s. Arbeitsdefinition I) werden (z. B. von Chen & Klahr 1999; Klahr & Nigam 2004; Möller et al. 2006) oft dahingehend interpretiert, dass Kinder das Hypothesenprüfverfahren nicht ausreichend beherrschen und deshalb eine geringe Experimentierkompetenz aufweisen: Explorieren Schüler*innen z. B., ohne dabei *eine* Variable systematisch zu isolieren und andere konstant zu halten, wird davon ausgegangen, dass sie ‚experimentelle Fehler' begehen (vgl. zum Begriff des ‚experimentellen Fehlers' insbesondere Hammann et al. 2006). „Unsurprisingly the model has little to say about young children's competencies since they were categorized as ‚confounding variables' and ‚unable to formulate testable hypotheses'" (Murmann 2008: 3). Andere Studien dagegen (z. B. Köster 2018; Schütte 2019) interpretieren gerade die eigene Orientierung in

einer Experimentier-Lehr-Lern-Situation und das zunächst unsystematische Ausprobieren von Bedingungen in explorativen Näherungen als Experimentierkompetenzen vor dem Hintergrund eines weitergefassten Experimentierverständnisses (s. o.).

Mein Forschungsfokus liegt explizit nicht auf der Erhebung von Experimentierkompetenzen im Sinne fachlicher Leistungen, sondern auf der Erfassung und Analyse der verschiedenen (sozialen, materiellen) Anteile an der Aushandlung von Selbstbestimmung beim (Offenen) Experimentieren. In der Beobachtung und Auswertung dieser Experimentier- und Aushandlungsprozesse scheint es mir aber wichtig zu sein, das Feld nicht nur mit einem weitergefassten Experimentierverständnis, sondern auch mit einem weitergefassten Verständnis von Experimentierkompetenz zu betreten. Dieser ‚weite Blick' dient m. E. dazu, Reduktionen von Experimentieren resp. Experimentierkompetenz auf Hypothesenprüfung, wie ich dies in Kapitel 4 mit Bezug auf bisherige Forschungen interpretiert habe, zu vermeiden.

3. Öffnung ist nicht gleich Öffnung, Offenheit ist nicht gleich Offenheit: Ähnlich wie der Begriff Experimentieren werden auch die Begriffe Offenheit (als Zustand) und Öffnung (als Prozess; s. Kap. 3.2.1) in den analysierten Studien sehr unterschiedlich ausgelegt und im Hinblick auf ‚Offenes Experimentieren' deutlich reduziert. Dies spiegelt sich m. E. bereits in nicht konsequent verwendeten Bezeichnungen wider: Die BiQua-Unterrichtsvariation mit geringerer Strukturierung wird in den Publikationen von den Forschenden uneinheitlich und synonym teilweise als „offene[r] Werkstattunterricht" (Möller et al. 2006: 165; Blumberg 2008: 148), teilweise als „‚offen' angelegte[.] Lernsituation" (Möller 2016: 44f.) und teilweise als „Stationenarbeit" (Blumberg 2008: 148) bezeichnet. Haase bezeichnet ihre Intervention uneinheitlich und synonym teilweise als „offenen und handlungsorientierten Unterricht" (Haase 2018: 188), teilweise als „offene[.] Unterrichtsform" (ebd.: 175) und teilweise als „Experimentieren an Stationen" (vgl. ebd.: 179). Allerdings sind etwa „Werkstattunterricht" und „Experimentieren an Stationen" bereits auf konzeptioneller Ebene unterschiedliche Formate (s. Kap. 3.2.2.3), die m. E. nicht synonym verstanden werden können. Die Frage, inwieweit „Werkstattunterricht" und „Experimentieren an Stationen" überhaupt als „offene[.] Unterrichtsform[en]" (Haase 2018: 175) bezeichnet werden können, sollte an dieser Stelle diskutiert werden:

Beim „Experimentieren an Stationen" (Haase 2018: 179; Blumberg 2008: 148) und im „offenen Werkstattunterricht" (Möller et al. 2006: 165) treffen die Schüler*innen lediglich organisatorische Entscheidungen (Ort, Zeit, Sozialform, Reihenfolge der Bearbeitung). Trotzdem ist zu einem Großteil vorgegeben, was genau die Schüler*innen bearbeiten und wie sie dabei vorgehen (vgl. auch Breidenstein 2006; Bohl & Kucharz 2010).

Die im 7G-Experimentalunterricht (s. Kap. 3.2.2.1) übliche inhalts- und methodenbezogene, frontale Instruktion wird trotzdem beibehalten und lediglich von der Lehrperson zu einem Arbeitsblatt verschoben; das Experimentieren bleibt dadurch aber stark strukturiert und gelenkt (vgl. M. Peschel 2009b; 2012). „Experimentieren an Stationen" (Haase 2018: 179; Blumberg 2008: 148) und „offene[r] Werkstattunterricht" (Möller et al. 2006: 165) sind deshalb nicht offen, sondern allenfalls ‚organisatorisch geöffnete Unterrichtsformen' (s. Kap. 3.2.1). Öffnung sollte sich dagegen m. E. nicht auf organisatorische Entscheidungen wie die Wahl einer Station oder der Zeitdauer beschränken, sondern auch vorgefertigte Methoden und Inhalte vermeiden, wie dies von weitergehenden Konzepten „Offenen Experimentierens" gefordert wird (vgl. M. Peschel 2009b; s. Kap. 3.2.2).

Im folgenden Kapitel 5 geht es mir darum, ein passendes Instrument bzw. ein Experimentiersetting zu finden, um Beteiligungen in verschiedenen Dimensionen einem Vergleich und schließlich auch einer Beforschung zugänglich zu machen. Die Öffnungsstufen von M. Peschel (s. Kap. 3.2.2.5) lassen sich m. E. nutzen, um die bestehenden Forschungen einzuordnen und zu kontrastieren und um auf Desiderate aufmerksam zu machen:

Die Umsetzungen von „Werkstattunterricht" (Möller et al. 2006; Hardy et al. 2006; Blumberg 2008; s. Kap. 4.1) und „Experimentieren an Stationen" (Haase 2018; s. Kap. 4.2) in den von mir diskutierten Studien sind infolge der rein organisatorischen Öffnung in **M. Peschels Modulebene 1** einzuordnen (s. Kap. 3.2.2.5). Angesichts der soeben formulierten Kritik stellen diese Umsetzungen für mich nur oberflächenstrukturelle Veränderungen, aber keine weitergehenden und tiefenstrukturellen Öffnungen des Experimentalunterrichts (Kap. 3.2.2.1) dar. Die Ergebnisse dieser bisherigen Studien sind deshalb m. E. vorsichtig zu interpretieren, da sie beim Experimentieren ausschließlich organisatorische Entscheidungen freigeben (s. o.); durch Experimentieraufgaben oder Versuchsanleitungen sind die Ergebnisse, die Lerninhalte, die Lern-, Lösungs- und Bearbeitungswege und Lernziele aber weiterhin klar vorgegeben (entspricht Modulebene 1 nach M. Peschel).

Waldenmaier nimmt in ihren Forschungen eine methodische Öffnung vor, die m. E. grundsätzlich äquivalent zu **M. Peschels Modulebene 2** zu sehen ist (vgl. Köster et al. 2011; Waldenmaier et al. 2013a; 2013b; 2015; s. Kap. 4.4). Betrachtet man jedoch die Materialvorgaben und die Rahmengeschichte als weitgehende Einschränkungen der methodischen Handlungs- und Entscheidungsmöglichkeiten der Schüler*innen, so fällt diese methodische Öffnung bei Waldenmaier wesentlich moderater aus von M. Peschel eigentlich intendiert. Hier deutet sich in meinen Augen an, dass das „Material als Element der Öffnung" (Kihm et al. 2024b: 571) als Ermöglichung und Einschränkung der Experimentierhandlungen der Schüler*innen zu sehen ist. Dies lässt sich mit dem AGENCY-Ansatz und

der Grounded Theory Methodologie (Strukturationstheorie; s. Kap. 3.3.2.2) m. E. adäquat erforschen, auf die Öffnungsstufen des Offenen Experimentierens zurückbeziehen und als wesentlicher Einfluss in der Aushandlung von Selbstbestimmung grundlegen.

Schütte (2019) beforscht das Freie Explorieren zum Thema Elektrischer Stromkreis und gibt dabei zwar nur noch ein Rahmenthema vor, aber keine konkreten Experimentieraufgaben, Experimentieraufträge oder Versuchsanleitungen mehr (s. Kap. 4.5). Diese Form der organisatorischen, methodischen und zunehmend auch inhaltlichen Öffnung findet in **M. Peschels Modellierung der Öffnungsstufen auf Modulebene 3** statt (vgl. M. Peschel 2009b; s. Kap. 3.2.2.5). Da es infolge des vorausgewählten und vorgegebenen Experimentiermaterials jedoch weitere thematische und methodische Einschränkungen gab (s. Kap. 4.5), würde ich Schüttes Design insgesamt eher M. Peschels Modulebene 2 zuordnen. Neben dem Implikationszusammenhang zwischen Inhalt und Methode (s. Kap. 4.5) greift hier abermals der diskutierte Einfluss des Experimentiermaterials auf die (methodische) Öffnung des Experimentiersettings und die Aushandlungsprozesse.

Die Studie von Köster (2006; 2018; s. Kap. 4.3) zu FEE lässt den Schüler*innen weitergehende Handlungs- und Entscheidungsmöglichkeiten im sozialen Bereich der Klassenselbstverwaltung bzgl. Präsentations- und Dokumentationsformen, Kommunikationsstrukturen, Regeln. Dieses Ausmaß der sozialen Öffnung findet sich in keiner anderen der von mir diskutierten Studien. Angesichts der FEE zudem eigenen organisatorischen, methodischen und inhaltlichen Offenheit vergleiche ich Kösters Studie mit **M. Peschels Modulebene 5**, der Zielstufe des Offenen Experimentierens (vgl. M. Peschel 2009b; 2016; s. Kap. 3.2.2.5).

Dieser Vergleich der Studien im Hinblick auf die Öffnung bzw. Offenheit beim Experimentieren mittels der Öffnungsstufen von M. Peschel (2009b; s. Kap. 3.2.2.5) zeigt, wie unterschiedlich die verschiedenen Dimensionen organisatorischer, methodischer, inhaltlicher und sozialer Offenheit in den beforschten Ansätzen berücksichtigt wurden. Die direkte Vergleichbarkeit der Studien ist durch diese Uneinheitlichkeit in der Konzeption von Öffnung bzw. Offenheit beim Experimentieren m. E. stark eingeschränkt.

> „Die zum Teil ganz verschiedenen Ergebnisse verschiedener Studien sind zum größten Teil darauf zurückzuführen, daß [sic!] in den Untersuchungen völlig verschiedene Bereiche und/oder Grade der Öffnung des Unterrichts vorhanden waren, die trotz immenser Unterschiede in den gleichen Topf […] geworfen wurden“ (Hartinger 1997: 50).

In bisherigen Untersuchungen zum Offenen Experimentieren in der Primarstufe erfolgt die Operationalisierung von Offenheit beim Offenen Experimentieren also in erheblichem Maße uneinheitlich. Die Forschungslage ist daher m. E. nur wenig belastbar – Konzepte und Begriffe um Offenes Experimentieren werden vielfach undifferenziert ver-

wendet: Kritisch zu sehen, ist hier z. B. , dass die BiQua-Studie (Möller et al. 2006; Blumberg 2008) oder Haase (2018) empirische Aussagen über „‚offen' angelegte[.] Lernsituationen" (Möller 2016: 44f.) treffen und damit „Werkstattunterricht" (Möller et al. 2002: 185) oder „Experimentieren an Stationen" (vgl. Haase 2018: 83) meinen, aber die o. g. Formen weitergehender, methodischer und inhaltlicher Öffnung gar nicht berücksichtigen, die für ein Offenes Experimentieren (M. Peschel 2014) oder Freies Explorieren und Experimentieren (Köster 2013; Schütte 2019) aber als grundlegend erachtet werden.

Die konzeptionelle und begriffliche Vielfalt in den Untersuchungen bringt es außerdem mit sich, dass „fast jede Unterrichtssituation nahezu völlig beliebig als offen oder als geschlossen" (F. Peschel 2012: 48) gewertet werden könnte, je nachdem, welche Dimensionen überhaupt zugrunde gelegt werden und welche ‚ausgeklammert' werden.

Offenes Experimentieren ist grundsätzlich ein multidimensionaler Forschungsgegenstand (s. Arbeitsdefinition II; Kap. 3.2.2): In vielen Untersuchungen, die mit ‚offenen' Stichproben vermeintlich die Öffnung einer Experimentier-Lehr-Lern-Situation umsetzen (z. B. Möller 2016; Haase 2018), sind Grundschüler*innen allerdings (fast) ausschließlich an organisatorischen Entscheidungsprozessen beteiligt. Dahingegen beschreiben z. B. Waldenmaier et al. (2013a/b, 2015), Schürmann und Bolte (2014), Köster (2006, 2018) oder Schütte (2019) weitere, u. a. methodische und ggf. sogar inhaltliche Öffnungen bzgl. des Experimentierens. Hinzu kommt aber erschwerend, dass die organisatorische Offenheit als Grundvoraussetzung Offenen Experimentierens nicht mal in allen Untersuchungen berücksichtigt wurde (vgl. z. B. Haase 2018; Kap. 4.2). Teilweise setzen Schüler*innen sich in den Studien mit methodisch geöffneten Experimentieraufgaben auseinander, ohne bei Entscheidungen bzgl. Sozialform oder Bearbeitungsdauer beteiligt zu sein (vgl. z. B. Schürmann & Bolte 2014).

Werden aber in den Untersuchungen nur Teildimensionen umgesetzt oder fokussiert, wird die Multidimensionalität Offenen Experimentierens vernachlässigt. Insofern stecken hinter der Einschätzung der ‚Offenheit' in bisherigen Ansätzen zur Erforschung ‚Offenen Experimentierens' im Grundschulbereich sehr differente, teils reduzierte und insgesamt sehr heterogene Beteiligungen von Schüler*innen (vgl. Kihm & Peschel 2019: 186). Die „Selbstbestimmungsmöglichkeiten der Schüler werden in dem jeweiligen Setting sehr unterschiedlich bestimmt" (Bannach 2002: 7). Viele Gruppen wurden „in den einen Untersuchungen als ‚offen' eingestuft [...], [wäre] in anderen aber [...] niedriger eingestuft worden" (F. Peschel 2019: 218; vgl. auch Montero-Pau & Tuzon 2017; Baur et al. 2020; Bewersdorff et al. 2020).

Oft bleibt zudem ungeklärt oder unausgesprochen, wie offen ein Arrangement sein muss, um überhaupt als Offenes Experimentieren in die Stichprobe aufgenommen zu

werden. In Bezug auf Offenen Unterricht findet sich hier der Hinweis, erst von „Offenem Unterricht“ zu sprechen, wenn Schüler*innen eigene Interessen einbringen, Lerninhalte selbst bestimmen und eigene Lernziele setzen können, also auch eine methodische und inhaltliche Öffnung vorliegt (vgl. Bohl & Kucharz 2010: 144; F. Peschel 2019: 76ff.). Bezogen auf Offenes Experimentieren und in Anlehnung an die beschriebenen Konzepte von M. Peschel oder Köster wäre organisatorische Offenheit (u. a. Materialzugang) damit ‚nur‘ die Grundlage Offenen Experimentierens, eine zusätzliche methodische (Lernziele, Lernwege) und ggf. auch inhaltliche Öffnung aber das eigentliche Charakteristikum – und die Notwendigkeit –, um überhaupt von ‚Offenem Experimentieren‘ zu sprechen.

Wenn nämlich kein (durchgängiges bzw. *bewusst* modularisiertes) ‚Offenes Experimentieren‘ untersucht wird, können auch keine Wirksamkeiten gemessen, keine Analysen vorgenommen werden usw. (vgl. Lind 2014: 10) – so banal dies klingen mag, so fundamental ist es mit Blick auf den bisherigen Forschungsstand, den ich in Kapitel 4 eingeordnet haben: Die meisten Untersuchungen zum Offenen Experimentieren in der Primarstufe untersuchen gar kein (durchgängig praktiziertes) Offenes Experimentieren (vgl. auch Müller-Naendrup 2008: 61; Bohl & Kucharz 2010; Bewersdorff et al. 2020).

Für meine Studie folgt daraus, dass ich die Öffnungsdimensionen und Öffnungsstufen von M. Peschel (2009b) grundlege, um offene Experimentier-Lehr-Lern-Situationen sensibel multidimensional zu beforschen und auch Annäherungen an Offenes Experimentieren. aber *bewusst*, zu berücksichtigen. Dies soll z. B. als Umsetzung einer organisatorisch-methodischen Öffnung des Experimentierens auf M. Peschels Modulebene 2 erfolgen.

In vielen Untersuchungen wird schließlich auch der Bereich der persönlichen Offenheit in meinen Augen nicht ausreichend operationalisiert (vgl. auch Maskiewicz & Winters 2012: 434ff.): Die An- oder Abwesenheit bzw. Zurückhaltung von Lehrpersonen wird oftmals nur sehr oberflächlich und auf verbal-vokale Äußerungen der Lehrperson bezogen beschrieben, so z. B. in den Studien von Möller et al. (2006) bzw. Blumberg (2008; s. Kap. 4.1) oder Haase (2018; s. Kap. 4.2). Meine Reanalyse eines Unterrichtsvideos aus der BiQua-Studie deutet jedoch an, wie wichtig subtile nonverbale Interventionen der Lehrperson bei der Aufgabenbearbeitung (z. B. Mimik, Gestik, Körperhaltung) für die Experimentierhandlungen der Schüler*innen und für das Offene Experimentieren sein können. Mit ihrer Körpersprache kann die Lehrperson, wie im reanalysierten Unterrichtsvideo (s. Kap. 4.1.3), das Handeln der Schüler*innen subtil bewerten und damit auch steuern, obwohl sie sich verbal-vokal zurückhalt. Das nonverbale Handeln der Lehrperson ist deshalb, auch im Vergleich zu ihren Äußerungen, als wichtiger Aspekt der persönlichen Offenheit der Lehrperson unbedingt stärker zu berücksichtigen.

4. Selbstbestimmung ist nicht gleich Selbstbestimmung: Das Selbstbestimmungs*empfinden*, wie es z. B. von Waldenmaier et al. (s. Kap. 4.4), Haase (s. Kap. 4.2) oder von Blumberg (2008) bzw. Möller et al. (s. Kap. 4.1) mittels Fragebogenitems erhoben wurde, spiegelt das komplexe Konstrukt Selbstbestimmung (s. Kap. 3.3) m. E. nur sehr verkürzt und reduziert wider. Selbstbestimmung wird in diesen Zugängen nämlich individualpsychologisch auf subjektives Empfinden, auf ein „Gefühl" (Haase 2018: 97), einen leicht operationalisierbaren und intra-individuellen Faktor, reduziert; die soziale Verursachtheit von Selbstbestimmung wird dagegen vernachlässigt bzw. gar nicht adressiert. Es wird ausschließlich das Selbstbestimmungsempfinden erfragt, ohne die Aushandlung von Selbstbestimmung grundzulegen und mit geeigneten Instrumenten zu erfassen.

Die Selbstbestimmungs*aushandlun*g lässt sich m. E. nur begrenzt über Selbsteinschätzungen in Interviews und Fragebögen erfassen, da die Selbstbestimmungsaushandlung meist unbewusste soziale bzw. persönliche Anteile hat. Diese sozialen und persönlichen Anteile hat F. Peschel in seinen Dimensionen der sozialen und persönlichen Öffnung des Unterrichts beschrieben (s. Kap. 3.2.1.1). Als Aushandlung der Klassenselbstverwaltung (sozial) und als Interaktions- und Kommunikationsgestaltung (persönlich) wirken diese Anteile der Selbstbestimmungsaushandlung jedoch in erster Linie tiefenstrukturell und hochinferent (s. Kap. 3.2.1.3; vgl. Kunter & Trautwein 2013: 64f.; Decristan et al. 2020: 104ff.).

Es bedarf deshalb der sorgsamen Beschreibung, Analyse, Interpretation und Rekonstruktion der Kommunikations- und Interaktionsprozesse zwischen Lehrperson und Schüler*innen, um die soziale Verursachtheit von Selbstbestimmung adäquat abzubilden. Als Zugang dazu eignen sich m. E. nur (teilnehmende) Beobachtungsverfahren (vgl. Lüders 2011; 2015; Breidenstein et al. 2015), was ich im nächsten Kapitel ausführlich begründen werde. Selbst, wenn ein solcher Zugang gewählt wird, wie bei Köster (s. Kap. 4.3) oder Schütte (s. Kap. 4.5), braucht es eine entsprechende theoretische Grundlegung, die die soziale Verursachtheit adressiert. Insbesondere Köster bezieht sich aber v. a. auf die Selbstbestimmungstheorie der Motivation (Deci & Ryan 1993), eine motivationspsychologische Theorie, und betrachtet Selbstbestimmung daher als individuelle, „intrinsische Komponente" (Köster 2018: 78) – und eben nicht als Prozess und Ergebnis einer sozialen Aushandlung. Der AGENCY-Ansatz (s. Kap. 3.3.2) liefert m. E. eine passendere Grundlegung, die eine kommunikations- und interaktionssensible Analyse der Selbstbestimmungsaushandlung zulässt und Aspekte der Material-, Raum- oder Zeitnutzung beinhaltet. Mit meiner Studie will ich deshalb erstmals die Selbstbestimmungsaushandlung als *doing* AGENCY offenlegen und dazu Offenes Experimentieren als passenden Gegenstand nutzen, da dort Interaktionen mit anderen und anderem grundsätzlich konzeptionell berücksichtigt sind (s. Kap. 3.2.2.4).

5 Ausdifferenzierung der Forschungsfrage und Entwicklung meines Vorgehens

Im Forschungsparadigma der Grounded Theory Methodologie (s. Kap. 1; 2) wird der Forschungsprozess mit einer vorläufigen, im Sinne eines ersten Erkenntnisinteresses breit formulierten Forschungsfrage eröffnet (vgl. Kühlmeyer et al. 2020). Eine solche Vorläufigkeit und die breite Formulierung der Forschungsfrage sind wichtig, um „die notwendige Flexibilität und Freiheit" (Strauss & Corbin 1996: 22) zu haben, den Forschungsgegenstand angemessen zu beforschen. Gleichzeitig begrenzt die Forschungsfrage den spezifischen Forschungsfokus, die Perspektive, mit dem sich dem Forschungsgegenstand genähert wird. Ergebnis der Formulierung der Forschungsfrage ist deshalb zunächst einmal „die Eingrenzung des als wesentlich erachteten Ausschnitts eines mehr oder minder komplexen Forschungsfeldes [bzw. -gegenstandes], das unterschiedliche Festlegungen dieser Art ermöglichen würde" (Flick 2016: 135; Anm. d. V.).

> „Die Fragestellung in einer Untersuchung mit der Grounded Theory ist eine Festlegung, die das Phänomen bestimmt, welches untersucht werden soll. Sie beinhaltet, was man schwerpunktmäßig untersuchen und was man über den Gegenstand wissen möchte" (Strauss & Corbin 1996: 23).[139]

Die Forschungsfrage spezifiziert schon vor dem ersten Feldaufenthalt das „Probleminteresse, auf dessen Hintergrund der Forschende erste Blicke wirft, erste empirische Erfahrungen sucht" (Breuer 2010: 54). Sie sollte deshalb einerseits so früh, klar und eindeutig wie möglich formuliert werden (vgl. ebd.). Andererseits wird diese Forschungsfrage vom Forschenden „im Laufe des Projekts immer wieder konkretisiert, fokussiert, weiter eingegrenzt und revidiert" (Flick 2016: 174), sie ist also „keineswegs schon zu Beginn fixiert und fertig" (Breuer 2010: 54). Sie wird unter theoretischen und konzeptionellen Aspekten (weiter-)entwickelt und sukzessive in Einzelfragestellungen ausdifferenziert (s. Kap. 5.5). Diese Konkretisierung und Ausdifferenzierung in Einzelfragestellungen ist v. a. von dem Anliegen bestimmt, Klarheit über das zu gewinnen, was konkrete Feldaufenthalte zutage fördern sollen (vgl. Reichertz 2016: 31).[140]

Die Modifikation und Neuausrichtung der Forschungsfrage und die Ausdifferenzierung in Einzelfragestellungen ergibt sich rekursiv, iterativ und zyklisch durch die Auswertung erster erhobener Daten (vgl. Strauss & Corbin 1996). Diese „schrittweise Elaboration und Fokussierung des Problemthemas im Laufe des Forschungsprozesses ist ein charakteristisches Merkmal" (Breuer, 2010, S. 55) der Grounded Theory Methodologie.

---

[139] Unter einem ‚Phänomen' verstehen Strauss und Corbin (1996: 79) ein „Ereignis [oder] Geschehnis, auf das eine Reihe von Handlungen/Interaktionen gerichtet sind [sic!], um es zu bewältigen oder damit umzugehen". (s. a. Kap. 2.).

[140] Konkretisierung meint die „Auswahl, Ausrichtung und Präzisierung der [Haupt-]Fragestellung" (Breuer 2010: 54; Anm. d. V.). Ausdifferenzierung bezieht sich darauf, entsprechende Einzelfragestellungen zu formulieren, die das Erkenntnisinteresse weiter auffächern und die Forschungsfrage so vertiefen (vgl. Flick 2016; Reichertz 2016).

5.1 Explikation von Forschungsgegenstand, -fokus und -frage

Mein Forschungsgegenstand ist der Ansatz „Offenes Experimentieren“ (M. Peschel 2016; Bewersdorff et al. 2020; s. Kap. 3.2), der sich – neben einer grundlegenden organisatorischen Offenheit – durch eine multidimensionale Beteiligung von Schüler*innen an den Entscheidungsprozessen zum Vorgehen, den Inhalten oder Zielen beim Experimentieren im Unterricht auszeichnet (s. Arbeitsdefinition II), selbst wenn das Vorgehen, die Inhalte oder die Ziele der Schüler*innen ggf. von den im Vorfeld geplanten didaktischen Intentionen und Erwartungen abweichen (vgl. M. Peschel 2016; Kelkel et al. 2025). Zudem beinhaltet der Ansatz ein erweitertes[141], prozessorientiertes Experimentierverständnis (s. Arbeitsdefinition I) und eine „Umorientierung von der Wissensvermittlung hin zur Begleitung von Lernprozessen“ (Diener & Peschel 2019: 12), die mit der persönlichen Offenheit der Lehrperson (s. Kap. 3.2.1) und der Rolle „Lernbegleitung“ korrespondiert.

In den meisten Konzepten „Offenen Experimentierens“ (Köster 2013; M. Peschel 2016; Schütte 2019; Bewersdorff et al. 2020; s. Kap. 3.2) sind die Beteiligungsformen der Selbst- und Mitbestimmung (s. Kap. 3.3) das zentrale Kernmerkmal: „Je mehr die Kinder im Unterricht selbst- beziehungsweise mitbestimmen können, desto ‚offener’ wird der Unterricht bewertet“ (Waldenmaier et al. 2013b: 138; vgl. auch Gervé 2002: 179; Bohl et al. 2013: 283). Hinsichtlich der Konzeptualisierung der Selbst- und Mitbestimmung der Schüler*innen beim Offenen Experimentieren habe ich verschiedene Dimensionen Offenen Experimentierens unterschieden und fachdidaktisch legitimiert (s. Arbeitsdefinition II).

Selbstbestimmung habe ich in Anlehnung an Bannach (2002: 51), Häcker (2007: 9) und Köster (2018: 66) als Beteiligung von Schüler*innen an Entscheidungsprozessen über das Vorgehen, die Ziele und die Inhalte beim Experimentieren definiert (s. Arbeitsdefinition II; III). Selbstbestimmung geht über Mitbestimmung hinaus und betont m. E. individuelle Anteile und „Selbstlernkonstruktionen“ (M. Peschel 2016: 123) deutlicher.

Mein Forschungsfokus ist die *Aushandlung* von Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren zwischen Lehrenden und Lernenden. Mit diesem Forschungsfokus kritisiere ich, dass bisherige Studien zum „selbstbestimmen Handeln“ (Köster 2018: 165) von Schüler*innen beim Offenen Experimentieren häufig nicht darüber hinausgehen, Selbstbestimmung als Selbstbestimmungs*empfinden* mittels Selbsteinschätzungsverfahren wie Fragebögen zu erfassen (vgl. Blumberg 2008; Köster et al. 2011; Haase 2018; s. Kap. 4). Dies reduziert Selbstbestimmung auf eine „intrinsische Komponente“ (Köster 2018: 78)

[141] Neben dem Prüfen von Hypothesen dient Experimentieren, dienen v. a. explorative Näherungen, „der Gewinnung von Erfahrungen, der Entdeckung von Bedingungen [...] und eine[r] systematische[n], aber nicht zuletzt breite[n] Variation von Parametern sowie wiederholte[n] Beobachtungen“ (Murmann & Krumbacher 2008: 301).

oder das subjektive „Gefühl“ (Haase 2018: 97) eines Individuums, fokussiert also intra- bzw. individualpsychologische Prozesse und vernachlässigt die soziale Verursachtheit (s. Kap. 1) von Selbstbestimmung, die ich vornehmlich als Ergebnis und Prozess der Aushandlung von (methodischen, inhaltlichen u. a.) Entscheidungen zwischen Individuen betrachte (vgl. auch Biesta & Tedder 2007: 136; s. Arbeitsdefinition III).

Selbstbestimmung kann m. E. nicht allein mit Blick auf die Wahrnehmung eines Individuums und dessen intrapsychologische Prozesse erklärt werden, sondern muss im Hinblick auf interpsychologische Prozesse, d. h. mit Blick auf Interaktionen des Individuums mit anderen (und mit anderem) erklärt werden (vgl. auch Eßer 2014: 236; Bollig & Kelle 2016: 35). Durch Reduktion von sozial, interaktiv ausgehandelter Selbstbestimmung auf Selbstbestimmungs*empfinden* wird diese soziale Dimension der *Aushandlung* von Selbstbestimmung zwischen verschiedenen Akteur*innen sowie deren Rückwirkung auf die individuellen Entscheidungen des Individuums vernachlässigt (vgl. Schmenk 2012: 61).

Ich rekurriere auf den relationalen AGENCY-Ansatz (s. Kap. 3.3.2; Arbeitsdefinition III), da Selbstbestimmung mit ihm nicht als „intrinsische Komponente“ (Köster 2018: 78), sondern als „soziale Kategorie“ (Theunissen 2013: 42; vgl. auch Eßer 2014: 237) analysierbar wird. Selbstbestimmung wird „dahingehend empirisiert“ (ebd.), dass sie aus den konkreten Interaktionen zu analysieren ist (vgl. ebd.) bzw. „nur auf der performativen Ebene gemeinsamen sozialen Handelns“ (Eßer 2009: 23) rekonstruiert werden kann.

The transition described here can be seen in terms of understanding „‚autonomy‘ not so much as individualized performance [or feeling or perception] but as socially oriented agency“ (Toohey & Norton 2003: 59; Anm. d. V.). Der relationale AGENCY-Ansatz betont, dass Selbstbestimmung (1) in jeder Situation neu (2) zwischen den an der (3) sozialen Situation (4) beteiligten Akteur*innen, und (5) begrenzt und ermöglicht durch materielle, räumliche, zeitliche u. a. Bedingungen, ausgehandelt wird (vgl. Raitelhuber 2012; Betz & Eßer 2016). Neben Interaktionen mit anderen sind also auch Interaktionen mit anderem, z. B. mit Räumen und materiellen Dingen, als „mediators of agency or mediating instances“ (Raitelhuber 2016: 96; vgl. auch Latour 2010: 124; Röhl 2015: 171), in die Aushandlungsprozesse eingebunden. AGENCY „always operates in transaction with environments or contexts“ (Biesta & Tedder 2006: 16; s. Arbeitsdefinition III). Diese materiellen, räumlichen und die sozialen Gegebenheiten müssen m. E. sorgsam simultan interpretiert werden, um die Prozesse der Aushandlung von Selbstbestimmung zu verstehen.

Mit der Bezugnahme auf den relationalen AGENCY-Ansatz werfe ich die Frage auf, wie die beim Offenen Experimentieren programmatisch-konzeptionell intendierte Beteiligung der Schüler*innen an Entscheidungen (vgl. Köster 2013; M. Peschel 2016; s. Arbeitsdefinition

II) in den Lehrenden-Lernenden-Interaktionen, bei denen Verbalitäten und Nonverbalitäten (vgl. Košinàr 2009; Kihm et al. 2023; Kihm & Peschel 2025) und Nutzungsweisen von Experimentiermaterialien (vgl. Stieve 2008; Nohl 2011b; Kihm et al. 2024b) und -räumen (vgl. Barrett et al. 2015; Stadler-Altmann & Lang 2023; Kihm 2023a) miteinander verwoben sind, sozial ermöglicht oder begrenzt wird (vgl. Asbrand et al. 2013: 184f.).

„Die Bezugspunkte der Interaktion[en] sind in erster Linie die anwesenden Personen, also Lehrkräfte, Schülerinnen und Schüler. Sie gestalten die [...] Interaktionen. Dabei werden diese Interaktionen von den Möglichkeiten und Grenzen, die die jeweilige Raumsituation beinhaltet, beeinflusst" (Stadler-Altmann 2013: 177). Ergänzend zu den Möglichkeiten und Grenzen der jeweiligen Raumsituation beeinflussen m. E. auch die Möglichkeiten und Grenzen der jeweiligen materiellen Ausstattung und der jeweiligen zeitlichen Ressourcen die Interaktionen beim Experimentieren (vgl. Kihm 2023a; 2023b). Solche Beeinflussungen durch Räume, Experimentiermaterialien und Zeiten sind deshalb m. E. stärker als bislang zu beforschen, weil sie als kontextuelle Gegebenheiten, die mit den Handlungs- und Entscheidungsmöglichkeiten beim Offenen Experimentieren in Zusammenhang stehen, auf die Handlungs- und Entscheidungsmöglichkeiten beim Experimentieren auswirken.

Ich fokussiere die Aushandlung von Selbstbestimmung beim Offenes Experimentieren, da hier aufgrund der konzeptionell grundgelegten methodisch-inhaltlichen Offenheit in Bezug auf das Vorgehen der Schüler*innen (vgl. Köster 2013; M. Peschel 2016; s. Kap. 3.2) und aufgrund der besonderen „Umorientierung von der Wissensvermittlung hin zur Begleitung von Lernprozessen" (Diener & Peschel 2019: 12; vgl. auch M. Peschel 2016) m. E. mit einer Vielzahl an Interaktionen und kommunikativen Aushandlungsprozessen zwischen Lehrenden und Lernenden zu rechnen ist (vgl. auch Köster 2018).[142] Zudem stellen sich beim Offenen Experimentieren beständig Fragen der Geltungsmacht und Einflussmächtigkeit, beispielsweise hinsichtlich fachlicher Richtigkeit (vgl. Muckenfuß 2013; M. Peschel 2014; Köster 2018), sodass sich hier die Wirkungsweise bzw. der genaue Einfluss der Interventionen von Lehrenden auf die Entscheidungen bzw. Handlungen von Schüler*innen m. E. in besonderer Weise analysieren und interpretieren lässt.

Anders als die Theorie- und Forschungsansätze, die ich in Kapitel 3 und Kapitel 4 kritisiert habe, nehme ich in meiner Studie keine Komplexitätsreduktion[143], sondern eine

---

[142] Zur Erinnerung: ‚Lernende' benutze ich synonym zu ‚Schüler*innen'. Unter ‚Lehrenden' subsumiere ich (a) Sachunterrichtslehrpersonen allgemein bzw. (b) spezifisch die Lehrpersonen der Schulklassen, die das GOFEX besuchen, *und* (c) die Rolle Lernbegleitung, die im GOFEX meist Mitarbeitende (Dozierende) des GOFEX innehaben. ‚Lernbegleitung' verweist immer auf Mitarbeitende/Dozierende in der Rolle Lernbegleitung im GOFEX (wie in c; s. Kap. 5.4). Nutze ich ‚Lehrperson', adressiere ich spezifisch die Lehrperson der Schulklasse, die das GOFEX besucht (wie in b).

[143] *Komplexitätsreduktion* bedeutet hier, dass die Komplexität des Offenen Experimentierens in bisherigen Theorie- und Forschungsansätzen reduziert wurde, indem z. B. nur hypothesenprüfende Experimentierhandlungen berück-

Komplexitätsverdichtung vor, um zu verstehen, wie Selbstbestimmung zwischen den Lehrenden und Lernenden beim Offenen Experimentieren ausgehandelt wird.

Unter *Komplexitätsverdichtung* verstehe ich die Entwicklung und Nutzung eines ausdifferenzierten Forschungssettings, dem ein weitergefasster Experimentierbegriff einschließlich explorativer Näherungen (s. Arbeitsdefinition I), ein multidimensionaler Offenheitsbegriff (organisatorisch, methodisch, inhaltlich, sozial; s. Arbeitsdefinition II) und ein dynamisches Verständnis von Selbstbestimmung (s. Arbeitsdefintion III) zugrunde liegen. Dieses Forschungssetting beinhaltet die Rekonstruktion der Aushandlung von Selbstbestimmung aus den Interaktions- und Kommunikationsprozessen sowie Ressourcennutzungsprozessen (u. a. Experimentiermaterialien, Räume, Zeiten) der Lernenden und Lehrenden. Wie dieses Forschungssetting zur Beforschung der Aushandlung von Selbstbestimmung konkret entwickelt wurde, ist Gegenstand dieses Kapitels.

Die zentrale Forschungsfrage meiner Studie lautete:
Wie wird Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren ausgehandelt?

Die Verwendung des Begriffes ‚Offenes Experimentieren' in der Forschungsfrage erfolgt vor dem Hintergrund der Arbeitsdefinition II. Der Begriff rekurriert auf Konzepte ‚Offenen Experimentierens' in der Primarstufe und schließt sowohl die Zielform eines organisatorisch geöffneten und methodisch-inhaltlich Offenen Experimentierens als auch methodische Annäherungen an diese Zielform ein (s. Kap. 3.2.2.5; vgl. M. Peschel 2014). In meiner Studie geht es mir um das selbstbestimmte Vorgehen der Schüler*innen beim Offenen Experimentieren (und v. a. um die *Aushandlung* dieses selbstbestimmten Vorgehens). Es wäre auch möglich, das selbstbestimmte Vorgehen von Lehrpersonen beim Offenen Experimentieren zu beforschen, dies ist jedoch nicht mein Schwerpunkt. In Kapitel 1 habe ich die Begriffe ‚Selbstbestimmung' und ‚Aushandlung' eingeführt. In Kapitel 3.3 habe ich mittels relationalem AGENCY-Ansatz den Aushandlungsbegriff auf Selbstbestimmung bezogen und begründet, dass Selbstbestimmung keine individualpsychologische Kategorie, sondern Ergebnis eines Aushandlungsprozesses ist und folglich auch nur aus diesem (Interaktions-, Kommunikations-, Ressourcennutzungs-)Prozess heraus zu rekonstruieren ist.

Grobziel meiner Studie ist es, den komplexen Forschungsgegenstand ‚Offenes Experimentieren' in seiner sozialen Verfasstheit (Interaktions-, Kommunikations-, Ressourcennutzungsprozesse) zu verdichten, die Aushandlung von Selbstbestimmung aus diesen Prozessen zu rekonstruieren und damit forschungsmethodisch handhabbar zu machen.

---

sichtigt, nur organisatorisch geöffnete Experimentierformen untersucht oder nur Selbstbestimmungsempfinden erfasst wurde (s. Beispiele in Kap. 4).

5.2 Festlegung von Zielsetzungen

Mit meiner Studie soll das Verständnis für die Vielfalt von sozialen und kontextuellen Gegebenheiten, die die Handlungs- und Entscheidungsmöglichkeiten der Schüler*innen beim Offenen Experimentieren beeinflussen, geschärft werden, um das Aushandlungsverständnis zwischen Lehrenden und Lernenden zu reflektieren und konstruktiv weiterzuentwickeln. Dabei habe ich in meiner Studie folgende Teilzielsetzungen verfolgt:

1. Es ging darum, zu verstehen, wie **unterschiedliche Öffnungsstufen** die Aushandlung von Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren beeinflussen. Dazu habe ich mittels differenter Öffnungsstufen unterschiedliche Handlungs- und Entscheidungsmöglichkeiten beim Experimentieren grundgelegt (s. Kap. 3.2.2.5; 5.5; Arbeitsdefinition II).

2. Es ging darum, zu verstehen, wie die **Interventionen** und die damit einhergehende **persönliche Offenheit** der Lehrenden während der Experimentierprozesse der Schüler*innen die Aushandlung von Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren beeinflussen. Dies schließt insbesondere subtile, nonverbale Interventionen und mögliche Abweichungen bzw. Inkongruenzen zu den verbalen Interventionen ein (s. Kap. 1; 2.2).

3. Es ging darum, zu verstehen, wie sich unterschiedliche Öffnungsstufen (1.) und pädagogisch-didaktisch-fachliche Interventionen der Lehrenden (2.) während der Experimentierprozesse wechselseitig beeinflussen und mit der Selbstbestimmungsaushandlung (dem *doing* AGENCY) beim Offenen Experimentieren in Zusammenhang stehen.

4. Es ging darum, zu verstehen, wie unterschiedliche Öffnungsstufen und pädagogisch-didaktisch-fachliche Interventionen der Lehrenden mit **weiteren räumlichen, zeitlichen und materiellen Ressourcen** zusammenhängen. Dabei fokussierte ich *Nutzungsprozesse* von Raum, Zeit und Materialien, um zu analysieren, wie Handlungen und Entscheidungen beim Offenen Experimentieren durch unterschiedliche Öffnungsstufen (1.), Tiefenstrukturen (2.) und **kontextuelle Ressourcen** eröffnet und verschlossen werden.

Eröffnen und Verschließen bezieht sich darauf, dass Strukturen, wie sie z. B. Öffnungsstufen mit ihren organisatorischen, methodischen bzw. inhaltlichen Dimensionen transportieren, situativ wirksam werden und so die Entscheidungsprozesse beim Offenen Experimentieren ermöglichen und stützen *bzw.* begrenzen und beschränken (vgl. auch Biesta & Tedder 2007; Scherr 2013; Betz & Eßer 2016; s. Kap. 3.3).

In meinen Analysen habe ich insgesamt danach gefragt, welche kontextuellen, sozialen und strukturellen Bedingungen bzw. Prozesse die Selbstbestimmungsaushandlungen beim Offenen Experimentieren kennzeichnen (ermöglichen, begünstigen und begrenzen).

5.3 Verbreitung „Offenes Experimentieren“ im Primarbereich – Zum Feldzugang

Nachdem ich in den vorangegangenen Kapiteln meinen Forschungsgegenstand und Forschungsfokus expliziert, meine Forschungsfrage entwickelt, die dabei genutzten Begriffe grundgelegt und Zielsetzungen festgelegt habe, stellt sich die Frage nach einem Feld, in dem sich die Aushandlung von Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren beforschen lässt. Naheliegend ist m. E. zunächst, Grundschulen als Praxisfeld zu nutzen und dort, vor Ort, Offenes Experimentieren zu beforschen. Dabei scheint jedoch zuvorderst die geringe Verbreitung des Experimentierens[144] ein verbreitetes Problem naturwissenschaftlicher Bildung im Elementar- und Primarbereich zu sein, wie internationale Untersuchungen z. B. aus Spanien (Montero-Pau & Tuzon 2017), Indonesien (Artayasa et al. 2018) oder den USA (Newman et al. 2004; Capps & Crawford 2013) belegen.

> „Today, inquiry in the science classroom is advocated and expected yet surprisingly rare and enigmatic. More than a decade into the 21st century, many researchers claim that inquiry is not very commonly observed and most certainly is not the central organizing theme in most science classrooms” (Crawford 2014: 516; Roth 2014: 362).

Für den deutschsprachigen Raum bestätigen beispielsweise Bolte und Streller (2007: 139ff.), M. Peschel (2009d: 143ff.; 2014: 146ff.), Altenburger (2014: 75ff.), Köster (2018: 9ff.) sowie Schroeder (2022: 463ff.), dass das Experimentieren im Sachunterricht nur sehr gering verbreitet ist. Teilweise haben diese Autor*innen Hinderungsgründe dafür erhoben, im naturwissenschaftlich-orientierten Sachunterricht zu experimentieren: Lehrkräfte klagen z. B. häufig über ungünstige organisatorische Bedingungen (räumlich-materielle Ausstattung, Zeitknappheit durch stoffliche Überfrachtung, große Klassen), Sicherheits-, Sprach- oder Disziplinprobleme und sie schätzen die Relevanz anderer Themen höher ein (vgl. M. Peschel 2009d: 143ff.; Köster 2018: 17ff.; Schroeder 2022: 463f.).

Der größte Hinderungsgrund dafür, im naturwissenschaftlich-orientierten Sachunterricht zu experimentieren, ist m. E. darin zu sehen, dass über die Hälfte der Lehrpersonen sich aufgrund mangelnder Qualifikation fachlich nicht kompetent genug fühlt, naturwissenschaftliche Inhalte und naturwissenschaftliche Erkenntnismethoden im Sachunterricht zu behandeln (vgl. Newman et al. 2004; Bolte & Streller 2007; M. Peschel 2009d; Waldenmaier et al. 2015; Peschel & Mammes 2022). Die meisten Sachunterrichtslehrkräfte werden „nur für einen Teilbereich des Unterrichtsfaches [...] ausgebildet. Ein großer Teil [...] ist für dieses Schulfach überhaupt nicht ausgebildet“ (Köster 2018: 10) und erteilt Sachunterricht somit fachfremd (vgl. Kosler 2016; Schroeder 2022; Peschel & Mammes

[144] In diesem Kapitel prüfe ich die Möglichkeit, ‚Offenes Experimentieren‘ vor Ort an Grundschulen zu untersuchen, in zwei Schritten: Zunächst geht es darum, auszuloten, wie verbreitet in der Schulpraxis überhaupt und ‚irgendwie‘ experimentiert wird, bevor ich anschließend in einem zweiten Schritt zusammentrage, was im Speziellen über die Verbreitung Offenen Experimentierens an Grundschulen bekannt ist.

2022).[145] Insbesondere fehlt Sachunterrichtslehrenden häufig ein naturwissenschaftlicher Qualifikationsanteil, da es möglich ist, „die Lehrbefähigung für das Fach Sachunterricht zu erwerben, ohne jemals eine Lehrveranstaltung des naturwissenschaftlich-technischen Lernbereichs besucht zu haben“ (Köster 2018: 10; vgl. Peschel & Mammes 2022).[146]

Die fachliche Kompetenz resp. Expertise von Sachunterrichtslehrkräften[147] für einen naturwissenschaftlich-orientierten Sachunterricht ist entsprechend häufig gering ausgeprägt (vgl. Ohle et al. 2011; Lange et al. 2015; Möller 2016; Niermann 2016; Peschel & Mammes 2022). „Unfortunately, many teachers have limited experience with scientific inquiry and hold naïve conceptions of the process by which scientific knowledge is generated“ (Capps & Crawford 2013: 498; vgl. auch Dunker 2016). Diese mangelnde fachliche Qualifikation geht oft zugleich mit Unsicherheiten in naturwissenschaftlichen Themen und Methoden einher: Sachunterrichtslehrkräfte besitzen wenig Zutrauen in ihre fachinhaltlichen bzw. fachmethodischen naturwissenschaftlichen Fähigkeiten (vgl. Heran-Dörr 2006; M. Peschel 2009d). Ihr Interesse an entsprechenden Themen und Methoden ist zudem gering (vgl. Newman et al. 2004; M. Peschel 2009d; Niermann 2016; Köster 2018; Peschel & Mammes 2022). Vielfach liegt sogar eine Abneigung gegen naturwissenschaftliche Fächer vor (vgl. Köster & Gonzalez 2007) – oft „durch eigene schulische Erfahrungen“ (Köster & Balluseck 2009: 4) bedingt. Dies führt zu einer weitgehenden Vermeidung naturwissenschaftlicher Inhalte und naturwissenschaftlicher Erkenntnismethoden im Sachunterricht.

Diese Abneigung, das geringe Zutrauen und Interesse sowie die resultierende Vermeidungshaltung betreffen v. a. die physikalischen, technischen und chemischen Inhalte des Sachunterrichts (vgl. Möller 2016; Montero-Pau & Tuzon 2017; Köster 2018; Peschel & Mammes 2022). Angesichts der geringen fachlichen Qualifikation und Expertise und der dadurch ausgelösten „großen Unsicherheit“ (Michalik 2010: 96f.) zeigen sich primär drei spezifische ‚Vermeidungstendenzen‘ bzw. ‚Vermeidungsstrategien‘:

---

[145] Die Didaktik des Sachunterrichts unterscheidet sich insofern von den übrigen Fachdidaktiken, „als sie nicht eine einzige, sondern eine Vielzahl von Fachwissenschaften als Referenzdisziplinen besitzt“ (Götz et al. 2015: 15). Je nach Zählung werden sieben bis elf Referenzdisziplinen angenommen. In der Ausbildung findet meist eine Schwerpunktsetzung statt, wobei oft gleichzeitig andere Bezugsdisziplinen nicht angeboten bzw. ‚abgewählt‘ werden können.

[146] Aber auch wenn Studierende des Grundschullehramts ein naturwissenschaftlich-orientiertes Veranstaltungsangebot in ihrem Studiengang haben, fällt die Gewichtung hinsichtlich der Ausbildung zu Fachlichkeit meist eher gering aus: Betrachtet man bundeslandspezifisch die ECTS, wird deutlich, dass z. B. im Saarland Physik-Lehramtsstudierende (insg. 300 ECTS) einen weitaus höheren fachwissenschaftlichen Ausbildungsanteil (90 ECTS) haben als Grundschullehramtsstudierende (insg. 240 ECTS; davon 25 ECTS für die Schulfachausbildung Sachunterricht). Abzüglich 18 ECTS für sachunterrichtsdidaktische Inhalte inkl. eines Schulpraktikums verbleiben, im Beispiel Saarland, 7 ECTS fachwissenschaftliche Ausbildungsanteile für alle Bezugsfächer; das macht infolge der Vielzahl an Bezugsfächern weniger als 1 ECTS für die fachliche Grundlegung in einem konkreten Fach wie z. B. Physik (vgl. Peschel & Kihm 2019a).

[147] Dies beinhaltet nach GDSU (2019) und angelehnt an Weinert (2001: 27f.) (1) kognitive Elemente (anwendungsfähiges Fachwissen über naturwissenschaftliche Inhaltsbereiche und Methoden als eher deklarative Komponente), (2) praktisch-methodische Fähigkeiten und Fertigkeiten (naturwissenschaftliche Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen als eher prozedurale Komponente) sowie (3) motivationale, volitionale und soziale Bereitschaften und Fähigkeiten.

1. **Negierung**: Lehrkräfte vermeiden es, naturwissenschaftlich-physikalische Themen sowie Erkenntnismethoden wie Experimentieren überhaupt zu unterrichten und ziehen stattdessen z. B. biologische, historische, sozialwissenschaftliche oder geografische Inhalte als Unterrichtsthemen vor (vgl. Blaseio 2004; Altenburger 2014; Schroeder 2022).

2. **Externalisierung**: Lehrkräfte lagern naturwissenschaftlich-physikalische Themen sowie Erkenntnismethoden wie Experimentieren an Externe aus – „so wie bei der Ersten Hilfe, wo jemand in die Schule kommt und den Unterricht übernimmt" (Köster 2018: 22). Dementsprechend kommt jemand in den Unterricht und experimentiert mit den Kindern. Ferner können außerschulische Lernorte zu diesem Zweck besucht werden.

3. **Entlastung**: Lehrkräfte greifen häufig auf vorgeplante Aufgabensammlungen und „vorgefertigte Unterrichtsbeispiele" (Köster 2018: 22) von kommerziellen Verlagen zurück (vgl. auch Suhr 2013). Durch vorgeplante Stundenverläufe mit klar definierten Lehrzielen transportieren solche Aufgabensammlungen und Unterrichtsbeispiele eine gewisse Sicherheit. Entsprechend weit verbreitet sind sie im Unterrichtsalltag (vgl. Her-an-Dörr 2006: 151; Giest & Koch 2010: 31; Banilower et al. 2013: 91ff.; Heseker et al. 2019: 134)). Sie sollen fachlich-inhaltlich und fachlich-methodisch gering qualifizierte und entsprechend unsichere Lehrpersonen entlasten (vgl. Bolte & Streller 2007: 146).

Die Angst davor„ „als Lehrender [...] in Situationen zu geraten, in denen (Fach-)Wissen" (Dunker 2015: 61) fehlt, führt dazu, dass Grundschullehrkräfte im Sachunterricht nicht bzw. nur wenig experimentieren (vgl. Schroeder 2022; 1. Negierung bzw. 2. Externalisierung). Zugleich begünstigt diese Angst den „Wunsch nach Gewissheit von Handlungsergebnissen [...] im Bereich des Experimentierens – es soll genau bekannt sein, was [...] als Ergebnis zu erwarten ist" (Dunker 2015: 61). Lehrpersonen greifen deshalb auf die o. g. vorgefertigten Unterrichtsbeispiele und Aufgabensammlungen zurück (vgl. Kiel 2019: 125; 3. Entlastung). Dagegen lösen Experimentieraufgaben, die mehrere Lösungswege ermöglichen und „keine eindeutigen Lösungen fordern, [...] Orientierungsunsicherheit auf Seiten der Lehrkräfte" (ebd.) aus. Die Angst von Lehrkräften „hinsichtlich möglicher fachlicher Fragen der Kinder, die sie nicht beantworten könnten" (Köster & Balluseck 2009: 4), potenziert sich m. E. in „offenen Settings" (Waldenmaier et al. 2013b: 137), in denen Grundschüler*innen vermehrt ihr Vorgehen und Inhalte selbst bestimmen (vgl. Köster et al. 2011: 2).[148]

Entsprechend nehmen oft v. a. fachlich-inhaltlich und fachlich-methodisch gering qualifizierte und daher unsichere Lehrkräfte Abstand davon, den Sachunterricht für die Vor-

[148] Solche „offenen Settings" sind z. B. die sachunterrichtsdidaktischen Ansätze „Freies Explorieren und Experimentieren" (Köster 2018; Schütte 2019) und „Offenes Experimentieren" (M. Peschel 2009a; 2016; Baur et al. 2020; s. Kap. 3.2.2.5).

gehensweisen und Themen bzw. Experimente der Schüler*innen zu öffnen (vgl. Bolte & Streller 2007: 146). Die dominierende Unterrichtsform kann vielmehr „als eine Kombination von Lehrerexperiment, Lehrervortrag und fragend-entwickelndem Unterrichtsgespräch mit starker Lehrerlenkung beschrieben werden“ (Tesch & Duit 2004: 55).[149]

Laut der US-amerikanischen Horizon-Studie „Looking Inside the Classroom“ (Weiss et al. 2003) befolgen Schüler*innen während zwei Drittel der Naturwissenschaftsstunden[150] im Primarbereich schrittweise durchgeplante Anleitungen (ebd.: 26f.). Meist wird den Schüler*innen bei Kleingruppenexperimenten vorgegeben, was sie herausfinden und wie sie vorgehen sollen (ebd.: 27f.). Im „2012 National Survey“ (Banilower et al. 2013) gaben 100 US-amerikanische Lehrkräfte aus dem Elementar- bzw. Primarbereich an, dass Demonstrationsexperimente mit Erklärungen (89%/88%) und fragend-entwickelnde Unterrichts- bzw. Klassengespräche (91%/90%) ihren naturwissenschaftsbezogenen Unterricht dominieren. In der Hälfte der Grundschulklassen füllen die Schüler*innen zur meisten Zeit Arbeitsblätter aus und lesen im Schulbuch. Experimente (‚hands-on/laboratory activities‘) führen die Schüler*innen dagegen nur bei etwa der Hälfte der Lehrkräfte regelmäßig (mindestens einmal pro Woche) durch (52%/55%) (ebd.: 75ff.).[151]

Bezugnehmend auf das „Levels of Inquiry“-Kontinuum (s. Kap. 3.2.2.2) zeigen internationale Erhebungen, dass auf der Primarstufe Experimentieraufgaben dominieren, die sich den beiden ‚geschlosseneren‘ Leveln (*confirmation inquiry; structured inquiry*) zuordnen lassen (vgl. Banchi & Bell 2008: 26f.; Zion & Mendelovici 2012: 387; Bewersdorff et al. 2020: 120).[152] Ansätze der ‚Open Inquiry‘ wurden dagegen bislang kaum in der Schulpraxis beobachtet (vgl. Gyllenpalm & Wickman 2011; Capps & Crawford 2013; Montero-Pau & Tuzon 2017). „However, there are tensions between the purpose of open inquiry and the practice actually found in schools“ (Bjønness & Kolstø 2015: 224).

> „If the lesson involves a laboratory experience, students will likely run through the procedures, step by step, in order to verify a known result“ (Crawford 2014: 516). „Most inquiry observed in lessons [was] teacher-initiated“ (Capps & Crawford 2013: 510) and teacher-directed with „little room for student autonomy” (ebd.: 511).

---

[149] Fragend-entwickelndes Unterrichtsgespräch: „Einen hohen Redeanteil sowie die Formulierung von engen und konvergenten Fragestellungen beschreiben das Gesprächsverhalten des Lehrers in dieser direktiven Unterrichtsform“ (Rumann 2005: 133). Die Rolle der Schüler*innen besteht hierbei v. a. darin, passende Antworten auf die engen und konvergenten Fragestellungen der Lehrperson zu ‚liefern‘ (vgl. auch Gudjons & Traub 2016).

[150] Die Horizon-Studie „Looking Inside the Classroom“ (Weiss et al. 2003) stammt aus dem angloamerikanischen Raum. Die von mir referenzierten Ergebnisse beziehen sich auf das naturwissenschaftlich ausgerichtete ‚Primary Education‘-Schulfach ‚Science‘, das mit dem gesellschaftswissenschaftlich ausgerichteten Schulfach ‚Social Studies‘ das US-amerikanische Pendant des deutschsprachigen Schulfaches Sachunterricht bildet (vgl. Gutwerk 2022).

[151] „The problematic features of elementary science teaching identified in the *Looking Inside the Classroom* study have been supported in other research studies and in other countries” (Roth 2014: 362; vgl. z. B. auch Ohle et al. 2011).

[152] Auf beiden Leveln werden konkrete Fragen und ein schrittweises Vorgehen zur experimentellen Bearbeitung vorgegeben (cookbook laboratory exercises; step-by-step-guidelines); die Antworten auf die Frage stehen vorab fest.

Für den deutschsprachigen Grundschulbereich ist über die Fächer hinweg „eine sehr ausgeprägte Dominanz von frontal geführten Unterrichtssituationen nachgewiesen“ (Müller-Naendrup 2008: 57). Der Begriff ‚*Frontal*unterricht‘ bezieht sich allerdings primär auf die Organisationsform und Raumausrichtung auf oberflächlicher Ebene: Eine Person (zumeist die Lehrperson) nutzt „überwiegend den vorderen Raumbereich des Klassenzimmers“ (Košinàr 2009: 83), um im zentralen Aufmerksamkeitsfeld der Gruppe zu agieren. ‚Frontal‘ können allerdings verschiedene Handlungs- und Unterrichtsmuster organisiert sein: Lehrkräftevorträge, fragend-entwickelnde, von der Lehrkraft moderierte Phasen, Schüler*innenreferate, ‚Sitzkreisphasen‘ u. v. m. ‚*Frontal*unterricht‘ ist deshalb m. E. eine ungenaue, überstrapazierte Bezeichnung (vgl. Hecht 2009), die nur oberflächlich beschreibt, welche Unterrichtsmuster sich im Unterricht tatsächlich vollziehen.

Ohle et al. (2011) haben 58 Grundschullehrer*innen befragt und 30 videographierte Doppelstunden naturwissenschaftlich-orientierten Sachunterrichts qualitativ inhaltsanalytisch ausgewertet: „Als zentrales Resultat kann festgestellt werden, dass 40 % der Unterrichtszeit für hands-on Aktivitäten genutzt und nur wenig bis keine Zeit auf Reflexion“ (Ohle et al. 2011: 385) sowie Planung des Vorgehens verwendet wird (vgl. ebd.: 379). In den videographierten Doppelstunden zeigt sich zudem v. a. ein ‚geschlossenes Unterrichtsmuster‘: Die Schüler*innen sollen dabei häufig zu vorgefundenen Versuchsanordnungen aus Sicht der Lehrkraft passende Beobachtungen anstellen, Hypothesen formulieren und vorgefertigte Erklärungen aufschreiben (vgl. Ohle 2010). Die in der Studie ausgewerteten Versuche waren zudem vielfach von den Lehrkräften detailliert vorbereitet bzw. vorstrukturiert (vgl. zu dieser Analyse auch Ramseger 2010: 9).

Gebauer und Herbst (2020: 1) konnten im naturwissenschaftlich-orientierten Sachunterricht ein Unterrichtsmuster rekonstruieren, das sich v. a. durch „geringe[.] Varianz der Angebote von Lernwegen“ (ebd.) auszeichnet und i. d. R. aus folgenden Schritten besteht:

> „‚Kontrollieren' der Hausaufgaben – kurze Wiederholung – konvergente Erarbeitung einer Antwort oder Lösung im fragend-entwickelnden Unterrichtsgespräch – Einüben des Verfahrens in Still- oder Partnerarbeit an ähnlichen Aufgaben – Vergabe und Erläuterung der Hausaufgaben“ (Gebauer & Herbst 2020: 3).

Wie solche ‚geschlossenen Unterrichtsmuster‘ des naturwissenschaftlich-orientierten Sachunterrichts (vgl. auch Giest & Koch 2010: 31; Banilower et al. 2013: 91ff.; Heseker et al. 2019: 134) zeigen, sind Grundschüler*innen im schulischen Rahmen häufig „nicht daran gewöhnt, selbst Entscheidungen über das eigene Lernen treffen zu müssen“ (Köster 2018: 79). Dass sie selbst eigene Experimente planen, vorbereiten, durchführen, auswerten, gemeinsam mit der Lehrkraft Schlussfolgerungen daraus ziehen und den Erkenntnisgang reflektieren, kommt nur selten vor (vgl. Murmann 2008; Schütte 2019).

Der in der Fachdidaktik grundgelegte und verbreitete Unterschied von ‚Versuchen' und ‚Experimenten' bzw. ‚Versuchedurchführen' und ‚Experimentieren' wird damit m. E. allerdings übersehen (vgl. auch Kizil & Kattmann 2015; Giest 2020; s. Kap. 3.1.2).

In der Schul- bzw. Unterrichtspraxis stellt bereits die organisatorische Öffnung des Experimentierens – z. B. realisiert als Experimentieren an Stationen oder als Werkstattunterricht – im naturwissenschaftlich-orientierten Sachunterricht eine Ausnahmeerscheinung dar; Formen methodischer oder inhaltlicher Öffnung kommen dagegen fast nie vor (vgl. Köster 2010: 250; Bohl & Kucharz 2010: 84; Helmke 2013: 37; Capps & Crawford 2013; Montero-Pau & Tuzon 2017; Haase 2018: 172f.; Hartinger & Martschinke 2022: 434ff.).

Tabelle 20: Auftretenshäufigkeiten verschiedener „Formen der Öffnung" im Sachunterricht (Hartinger 2005: 407f.)

Öffnungsform	**Indikator**	**Anteil der Klassen (*n* = 45), in denen u. g. Freiräume beobachtet wurden (in Prozent)**
organisatorisch	Sozialpartner	45,5 %
	Aufgabenwahl/-reihenfolge	40,9 %
	Sozialform	38,6 %
	Arbeitsort	29,5 %
	Zeiteinteilung	18,2 %
methodisch	Bearbeitungsweg	6,8 %
inhaltlich	Thema	2,3 %

Daten aus einer Feldstudie (*n* = 45 Klassen, 1091 Schüler*innen) von Hartinger (2005; 2006), die sich allerdings nicht nur auf den naturwissenschaftlich-orientierten Bereich bezieht, belegen die geringe Umsetzung offener Lehr-Lern-Situationen im Sachunterricht: ‚Formen inhaltlicher Öffnung' (Thema) kommen praktisch nicht vor, ‚Formen methodischer Öffnung' (Bearbeitungsweg) kommen selten vor. ‚Formen organisatorischer Öffnung' (Sozialpartner, Reihenfolge, Sozialform, Arbeitsort, Zeiteinteilung) weisen verglichen mit der methodischen oder inhaltlichen Öffnung zwar eine höhere Auftretenshäufigkeit auf. Aber auch sie lassen sich insgesamt nur in weniger als der Hälfte der in Hartingers Feldstudie ausgewerteten Unterrichtsstunden überhaupt beobachten (s. Tab. 20).

Die Öffnung von Sachunterricht an Grundschulen verbleibt meist für wenige Stunden pro Woche auf der „Stufe der organisatorischen Öffnung nach [Falko] Peschel (2012) [...], also einer relativ eng geführten, eigenständigen Bearbeitung von durch die Lehrkraft vorstrukturierten" (Gebauer & Herbst 2020: 1; Anm. d. V.; vgl. auch Müller-Naendrup 2008: 56) Lehr-Lern-Mitteln. Der Schwerpunkt bei der Öffnung liegt damit auf „äußeren Dimensionen des Unterrichts, während auf der Mikroebene der Prozesse und Interaktionen eher eine immanente Bindung bzw. Führung wirksam wird" (Lipowsky 2002: 129). Haben die

Schüler*innen z. B. eine von mehreren vorgegebenen Aufgaben ausgewählt, „werden sie [...] kleinschrittig [...] relativ eng geführt, indem sie ‚vorgespurte' Bearbeitungswege gehen müssen" (ebd.: 129). Die Wahl eigener Bearbeitungswege (methodische Öffnung) oder des Themas (inhaltliche Öffnung) weist dagegen eine vergleichsweise geringe Auftretenshäufigkeit auf (vgl. Gervé 2002; Hartinger 2005; 2006; M. Peschel 2014; s. Tab. 20).

Noch seltener werden Grundschüler*innen an Entscheidungen der sozialen Dimension und damit bei Fragen der Klassenselbstverwaltung beteiligt (vgl. Coelen 2009; Mick 2012b; Quenzel et al. 2023; Simon & Peschel 2023). Dies betrifft z. B. Kommunikations-, Dokumentations- und Präsentationsformen oder Rituale, die meist vorgegeben sind und nicht ausgehandelt werden (vgl. Hartinger & Hawelka 2005: 337; Quenzel et al. 2023).

Die Effektstärken der verschiedenen Öffnungsformen (s. Tab. 20) auf das Selbstbestimmungsempfinden von Schüler*innen unterscheiden sich sehr (vgl. Hartinger 2005; 2006): Der Wahl des Arbeitsortes kommt der höchste statistische Effekt zu, gefolgt von der Aufgabenwahl, während die Wahl des Sozialpartners oder der Sozialform vergleichsweise geringe Effekte auf das Selbstbestimmungsempfinden haben. Das Selbstbestimmungsempfinden nimmt dabei jedoch grundsätzlich bereits mit Wahlmöglichkeiten organisatorischer Art zu. Gleichzeitig gilt, dass die Schüler*innen durch die freie Wahl z. B. des Arbeitsortes allerdings nicht lernen, „eigene Fragen an die Welt zu stellen und diese dann auch gerne zu beantworten" (Hartinger 2005: 410). Dagegen würden die Wahl des Themas und der Bearbeitungswege das Selbstbestimmungsempfinden nur geringfügig beeinflussen (vgl. Hartinger 2005; 2006), was jedoch m. E. an ihrer geringen Auftretenshäufigkeit liegen könnte (s. Tab. 20).

Das Selbstbestimmungsempfinden der Grundschüler*innen im Sachunterricht wurde aber in Hartingers (2005; 2006; 2008) Feldstudie – unabhängig von den tatsächlich gewährten organisatorischen, methodischen und inhaltlichen Freiräumen – insbesondere durch die Lehr-Lern-Vorstellungen und das Handeln der Lehrperson beeinflusst: Unterricht von eher autonomieorientierten Lehrkräften weist zwar im Mittel mehr Freiräume für Lernende auf als Unterricht von stärker kontrollorientierten Kolleg*innen (vgl. Hartinger 2005: 409). In Klassen, in denen sich die Schüler*innen aber „trotz hoher beobachteter Freiräume im Durchschnitt als wenig selbstbestimmt empfanden, ist die Einstellung der Lehrer/innen stärker kontroll- und weniger autonomieorientiert" (Hartinger 2006: 284). Häufig bleiben außerdem „Veränderungen in Bezug auf das Selbstverständnis der Lehrperson hinsichtlich ihrer Beziehung zu den Schülerinnen und Schülern (im Sinne des Aufgebens einer Machtposition und des Gewährens von Möglichkeiten der Selbst- und Mitbestimmung) [...] gering" (Hanke 2005: 74; vgl. Bohl & Kucharz 2010), auch wenn die Lehrkräfte ihren Unterricht methodisch bzw. inhaltlich öffnen (vgl. auch F. Peschel 2019).

Zwischenfazit: Die Beforschung ‚Offenen Experimentierens' in der Schulpraxis scheint schwierig, weil dort v. a. geschlossenere Formen des Experimentierens dominieren. Dabei findet vereinzelt eine Öffnung im organisatorischen Bereich (Experimentieren an Stationen) statt, die im Vergleich mit Handlungsmustern wie „fragend-entwickelnder Unterricht" (Gebauer & Herbst 2020) und „Abarbeiten von Arbeitsblättern" (Giest & Koch 2010) aber immer noch eher selten auftritt: „Das Abarbeiten von ‚Werkstatt-Versuchen' oder das gemeinsame Experimentieren mit Lehrer-/Schülerversuchen ist [...] die häufigste Umsetzung eines experimentierenden Sachunterrichts" (M. Peschel 2009c: 26).

Dagegen weist die Wahl der Lern- und Bearbeitungswege (methodische Öffnung) oder des Themas (inhaltliche Öffnung) im schulischen Sachunterricht eine vergleichsweise geringe Auftretenshäufigkeit auf (s. Tab. 20); Aspekte der Klassenselbstverwaltung (soziale Öffnung) treten ebenso selten in der Schul- und Unterrichtspraxis auf. „Betrachtet man konsequente Konzepte des offenen Unterrichts, z. B. den Ansatz von Falko Peschel, [...] und untersucht nur Arrangements, in denen die Lernenden auch inhaltliche Entscheidungen treffen" (Bohl & Kucharz 2010: 55), wird man an Grundschulen äußerst selten fündig (vgl. auch Hartinger 2008). „Ersatzweise analysiert man daher oft Klassen, in denen es [...] Stationen-Lernen gibt. Aber das ist nicht dasselbe. Wo kein wirklich offener Unterricht gemacht wird, können sich auch keine statistischen Effekte zeigen" (Lind 2013: 25).

Im Vergleich zur Unterrichtssituation an Schulen wurde aus den o. g. Gründen ein spezifisches Feld als außerschulische unterrichtliche Parallelpraxis gewählt: Das GOFEX grenzt sich von instruktionalen, gleich- und kleinschrittigen Lehr-Lern-Formen ab und eröffnet Grundschüler*innen neben der organisatorischen Offenheit zunehmend methodische und inhaltliche Handlungsmöglichkeiten beim Experimentieren (s. Kap. 5.4). Situationen, in denen Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren zwischen Akteur*innen ausgehandelt wird, können im GOFEX m. E. verlässlicher erforscht werden als in der Schulpraxis.

5.4 Grundschullabor für Offenes Experimentieren (GOFEX)[153]

Das „Grundschullabor für Offenes Experimentieren" (GOFEX) wurde an der Universität Duisburg-Essen von der Arbeitsgruppe um den damaligen Juniorprofessor Dr. Markus Peschel entwickelt. Die Juniorprofessur (Lernbereich Naturwissenschaften, Schwerpunkt Physik für Grundschule, 2005-2009) fokussierte physikalisch-technische Inhalte und Methoden innerhalb der naturwissenschaftlichen Perspektive des Sachunterrichts. Diese Schwerpunktsetzung zielte auf eine Stärkung des (Offenes) Experimentierens in der schulischen Praxis.

[153] Dieses Kapitel ist (auch) als Nachvollzug meiner Felderschließung gedacht und befasst sich mit den Bedingungen des Forschungsfeldes und insbesondere dessen Verhältnis zu schulischem Unterricht.

Das GOFEX ist aus einer ähnlichen Problemsituation heraus entstanden wie der Ansatz des Freien Explorierens und Experimentierens (FEE; Köster 2018). Beide Ansätze adressieren gleichermaßen die eingeschränkte naturwissenschaftliche Qualifikation und Expertise sowie das geringe Zutrauen von Lehrpersonen in die eigenen naturwissenschaftlichen Fähigkeiten. Naturwissenschaftliche Inhalte im Sachunterricht sind aufgrund „persönlicher Lehrgrenzen und einer Vermeidungshaltung der Lehrerinnen und Lehrer" (Köster 2013: 54) oft unterrepräsentiert (s. Kap. 5.3). Solche Lehrgrenzen umfassen z. B. die Abneigung gegen Physik „durch eigene schulische Erfahrungen, mangelnde fachliche Kompetenz, fehlendes Interesse, negative Bewertung der Bedeutsamkeit für das Lernen der Kinder, für ihre Interessen, negative Einschätzung der Bildungsrelevanz physikalischer Inhalte im Grundschulalter" (Köster 2018: 24), aber auch organisatorische Hinderungsgründe, „wie der Zeitmangel, finanzielle und schulorganisatorische Gründe" (ebd.) oder eine unzureichende Materialausstattung. Im Projekt SUN (Sachunterricht in NRW) hat auch M. Peschel (2010) Hinderungsgründe für den geringen Anteil des Experimentierens im naturwissenschaftlich-orientierten Sachunterricht erfasst, die sich weitestgehend mit den o. g. persönlichen Lehrgrenzen von Köster (2013; 2018) decken.

FEE und GOFEX setzen allerdings verschiedentlich an, um die Lehrgrenzen bzw. die daraus folgende geringe Verbreitung naturwissenschaftlicher Themen und Methoden im schulischen Sachunterricht (s. a. Kap. 5.3) zu überwinden: FEE „eröffnet Kindern – relativ unabhängig von den Interessen und Kompetenzen der Lehrkräfte – die Möglichkeit, sich im Rahmen des Unterrichts weitgehend selbstbestimmt und interesseorientiert weitgreifende naturwissenschaftliche Erfahrungs- und Lernfelder zu eröffnen" (Köster 2018: 24). Dies erfolgt ohne Anleitung und Instruktion seitens der Lehrkraft (s. Kap. 4.3).

Das GOFEX setzt dagegen primär auf die Aus- und Weiterbildung von Lehramtsstudierenden, Lehramtsanwärter*innen und Lehrpersonen, mit den Zielen der Professionalisierung hinsichtlich der eignen fachmethodischen und fachdidaktischen Fähigkeiten und der Steigerung des eigenen Zutrauens. Nach den Anfangsjahren an der Universität Duisburg-Essen und einer Zwischenstation am Institut für Vorschul- und Unterstufe an der Pädagogischen Hochschule Nordwestschweiz (2009-2013) ist das GOFEX seit 2013 an der Universität des Saarlandes institutionalisiert. Wie bereits an den vorherigen Standorten ist das GOFEX in die entsprechenden Grundschullehramtsstudiengänge „Lehramt für die Primarstufe und Sekundarstufe I" (LPS1; 2012-2015) bzw. „Lehramt für die Primarstufe" (LP; seit 2015 bzw. als neu konzipierter Studiengang seit 2021) implementiert und setzt als Teil der Lehrer*innenbildung direkt an der Qualifikations- und Vermeidungsproblematik naturwissenschaftlicher Inhalte und Methoden im Sachunterricht an (vgl. Kelkel & Peschel 2020).

Eine Besonderheit des GOFEX liegt in der Heterogenität seiner Zielgruppen und Nutzer*innen: (Grundschul-)Lehramtsstudierende, Lehramtsanwärter*innen und Lehrpersonen können im GOFEX primarstufenspezifische Kompetenzen für (Offenes) Experimentieren kennenlernen, entwickeln und einsetzen (vgl. M. Peschel 2009b; Schumacher & Peschel 2013).

> „**Lehrpersonen**, vor allem aus dem Bereich des Sachunterrichts, haben die Möglichkeit, an Weiterbildungsmaßnahmen teilzunehmen, in denen sukzessive Wissen und Handlungskompetenzen für das Experimentieren im Sachunterricht und speziell für ein Offenes Experimentieren aufgebaut werden. **Studierende** lernen im GOFEX schon während ihres Studiums [bzw. **Lehramtsanwärter*innen** während ihres Vorbereitungsdienstes] Formen des Offenen Experimentierens in schulischen und außerschulischen Räumen kennen und haben die Möglichkeit, sich mit der Anschlussfähigkeit naturwissenschaftlicher Sach- und Methodenkompetenz [und mit ihrer Rolle als Lernbegleitung] zu beschäftigen“ (Peschel & Schumacher 2013: 86; Anm. d. V.).

Auf die übrigen beiden Zielgruppen, **Kinder**, die im GOFEX im Rahmen von Schulklassenbesuchen (offen) experimentieren können, und **Dozierende**, die das GOFEX im Rahmen der Lehrer*innenbildung nutzen, gehe ich im folgenden Kapitel ein. Je nach adressierter Zielgruppe lassen sich verschiedene Nutzungsformen des GOFEX unterscheiden:

> „Im **Schülerlabor** GOFEX geht es v. a. um fachlich-inhaltlich-fachlich-methodische Sachauseinandersetzungen“ (Kelkel et al. 2025: 513) von Kindern „ausgehend von Phänomenbegegnungen [...]. In der **Lernwerkstatt** GOFEX geht es v. a. um ‚Nature of Science‘, ‚Scientific Literacy‘“ (ebd.) und darum, dass Kinder „eigene Erkenntnisprozesse erfahren und reflektieren. In der **Hochschullernwerkstatt** GOFEX geht es v. a. um die Professionalisierung“ (ebd.) von Lehramtsstudierenden (erste Phase), Lehramtsanwärter*innen (zweite Phase) und Lehrpersonen (dritte Phase) „in der Rolle als Lernbegleitung [...] beim (Offenen) Experimentieren“ (Kelkel et al. 2025: 513).

Die verschiedenen Nutzungsformen (Schülerlabor, Lernwerkstatt, Hochschullernwerkstatt) und Zielgruppen (Kinder, Lehramtsstudierende, Lehrpersonen, Dozierende) erfordern in jeder Situation eine Neuausrichtung von Interessen, Erwartungen und (An-)Forderungen zwischen den Akteur*innen im GOFEX (vgl. Peschel & Kihm 2020; Kihm et al. 2020).[154] Das folgende Kapitel differenziert deshalb zunächst die verschiedenen Akteur*innen und die Rollen, die sie bei ihren vielfältigen Interaktionen im GOFEX einnehmen, weiter aus. Im Anschluss daran werden die verschiedenen (Teil-)Konzepte des GOFEX auskonkretisiert.

5.4.1 Akteur*innen, Rollen und Funktionen im GOFEX

Peschel und Kihm (2020) gehen – im Kontext von (Hochschul-)Lernwerkstätten wie dem GOFEX (vgl. Kelkel et al. 2025) – von verschiedenen Akteur*innen aus (Studierende, Dozierende, Lehrpersonen, Kinder), die miteinander (inter-)agieren und dabei verschiedene Rollen und alternierende Funktionen einnehmen bzw. übernehmen (s. Tab. 21).

---

[154] Hinsichtlich der Klärung der hier verwendeten Begriffe verweise ich auf einschlägige Quellen zur Begriffsbestimmung: „Schülerlabor“ (Haupt et al. 2013), „Lernwerkstatt“ (VeLW 2009) und „Hochschullernwerkstatt“ (AG Begriffsbestimmung NeHle e. V. 2025). Zur Verortung des GOFEX als Schülerlabor bzw. Lernwerkstatt siehe Kelkel und Peschel (2019); zur Verortung des GOFEX als (Hochschul-)Lernwerkstatt siehe Kelkel et al. (2025).

In diesem Kapitel geht es um die Akteur*innen (zum Begriff nach Latour 2010 s. Kap. 1), die im GOFEX miteinander interagieren. Der aus dem Theaterwesen entlehnte Begriff der Rolle bezeichnet „mehr oder weniger komplexe Systeme von Erwartungen [...], die eine Gruppe oder die Gesellschaft gegenüber dem Inhaber einer sozialen Position (z. B. einem Lehrer oder Dozenten) geltend macht“ (Perrez et al. 2006: 394). Die „Rolle existiert unabhängig vom Rollenträger [bzw. Inhaber der sozialen Position; Anm. d. V.]. Sie besteht aus allgemeinen Erwartungen, die der Rollenträger erfüllen muss“ (Saulus 2015: 91), und aus den Handlungsmustern und Anforderungen, die dem Rollenträger (z. B. dem Lehrer oder Dozenten) in bestimmten sozialen Situationen (z. B. Unterricht) zugeschrieben werden. Der Begriff der Funktion bezieht sich auf die Tätigkeiten (vgl. Blickensdörfer 2010: 113), die die Akteur*innen in der (Hochschul-)Lernwerkstatt übernehmen.

Die verschiedenen Rollen und Funktionen, die Peschel und Kihm (2020; s. Tab. 21) vorschlagen, sind grundsätzlich nicht losgelöst voneinander zu verstehen. Sie sind vielmehr aufeinander verwiesen und daher immer in Wechselwirkung gedacht: Wenn z. B. eine Studierende in einer GOFEX-Lehrveranstaltung die Rolle ‚Lernbegleitung‘ einnimmt, sollte m. E. auch der Gegenpart dazu berücksichtigt werden, also eine Akteurin oder einen Akteur, der oder die die Rolle ‚Schüler*in‘ in der GOFEX-Lehrveranstaltung einnimmt.

*Tabelle 21: Akteur*innen, Rollen und Funktionen im GOFEX (nach Peschel & Kihm 2020; Kihm et al. 2020)*

Akteur*in	**Rolle**	**Funktion**
Studierende	Schüler*in (sachorientiert)	Sach-Erfahrungen in eigenen Lernprozessen sammeln (Ausbildung)
	Student*in (metaorientiert)	Lehr-Lern-Prozesse, Rollen, Rollenwechsel, Funktion, Wirkung von (Hochschul-)Lernwerkstätten auf Metaebene reflektieren (Ausbildung)
	Lernbegleitung	das Lernen anderer begleiten und erfahren, wie das eigene Lernen begleitet wird (z. T. Ausbildung)
	Forscher*in	Lehr-Lern-Prozesse, Rollen und Rollenwechsel erforschen
Dozierende	Lernbegleitung	das Lernen anderer begleiten
	Fachexpert*in	Verortung der Fachlichkeit für Lerninhalte
	Student*in	selbst Reflexions- und Qualifizierungsprozesse durchlaufen
	Forscher*in	Lehr-Lern-Prozesse, Rolle(n) und Rollenwechsel erforschen
Lehrkräfte	Schüler*in (sachorientiert)	Sach-Erfahrungen in eigenen Lernprozessen sammeln (Fort- und Weiterbildung)
	Student*in (metaorientiert)	Lehr-Lern-Prozesse, Rollen, Rollenwechsel, Funktion, Wirkung von (Hochschul-)Lernwerkstätten auf Metaebene reflektieren (Fort- und Weiterbildung)
	Lernbegleitung	das Lernen anderer begleiten (z. T. Fort- und Weiterbildung)
Kinder	Schüler*in	Sach-Erfahrungen in eigenen Lernprozessen sammeln und das eigene Lernen dabei reflektieren (Schulklassenbesuche)

Studierende nutzen das GOFEX als Hochschullernwerkstatt im Rahmen von verschiedenen Lehrveranstaltungen, in denen sie teils eher als ‚Schüler*in' (sachorientiert), teils eher als ‚Student*in' (metaorientiert; s. Tab. 12; vgl. Peschel & Kihm 2020) agieren. Die Rolle ‚Schüler*in' beschreibt, dass Studierende selbst Sach-Erfahrungen in eigenen Experimentier- und Lehr-Lern-Prozessen sammeln, wobei in dieser Rolle weniger die Metaebene des eigenen Lernprozesses, wie in der Rolle ‚Student*in', sondern die Gewinnung der Sach-Erkenntnisse selbst im Mittelpunkt steht (vgl. Herrmann & Peschel 2024: 224).[155] In der Rolle ‚Student*in' werden dagegen das eigene Lernen, das Lernen anderer und das Begleiten des Lernens anderer auf einer Metaebene fokussiert und reflektiert, einschließlich der intendierten und inzidentellen Rolleneinnahmen und Rollenwechsel (vgl. ebd.). Eine weitere Rolle, die Studierende im Kontext Hochschullernwerkstatt einnehmen können, ist die Rolle als ‚Forscher*in', der oder die Lehr-Lern-Prozesse, Rollen und Rollenwechsel in „handlungsnahen pädagogischen Realsituationen" (ebd.: 224) erforscht, beispielsweise im Zuge von Qualifizierungsarbeiten (vgl. Rumpf 2016; Kihm et al. 2020). Die Personengruppe der Studierenden tritt in der Rolle ‚Lernbegleitung' auf, wenn sie das Lernen anderer begleitet. Diese ‚anderen' können Studierende (Hochschullernwerkstatt) oder Kinder (Lernwerkstatt, Schülerlabor) sein. Die Studierenden interagieren zudem mit der Personengruppe der Dozierenden (v. a. in der Hochschullernwerkstatt, aber auch in der Lernwerkstatt bzw. im Schülerlabor).

Dozierende können wissenschaftliche Mitarbeiter*innen oder studentische Hilfskräfte des Lehrstuhls sein, die in den Konzepten des GOFEX ausgebildet sind (vgl. Kelkel & Peschel 2018). Dozierende interagieren vornehmlich im Rahmen von Lehrveranstaltungen mit Studierenden und im Rahmen von Fort- und Weiterbildungen mit Lehrpersonen (Hochschullernwerkstatt). Dabei treten Dozierende als ‚Fachexpert*innen' für Lerninhalte auf, dies können didaktische Konzepte, pädagogische Ansätze oder fachliche Inhalte sein. Die Rolle ‚Student*in' wurde integriert, um zu betonen, „dass auch Dozierende fortwährend selbst Reflexions- und Qualifizierungsprozesse durchlaufen. Es geht hier also, etymologisch auf das lateinische studere (sich ernstlich um etwas bemühen) zurückgehend, um das [...] sich Bemühen um Professionalisierung" (Herrmann & Peschel 2024: 224). Als ‚Forscher*innen' untersuchen Dozierende Lehr-Lern-Prozesse, Rollen und Rollenwechsel im GOFEX. Die Rolle ‚Lernbegleitung' ist analog zur Rolle bei den Studierenden zu sehen: Als Lernbegleitung begleiten Dozierende das Lernen von Studierenden (Hochschullernwerkstatt), aber auch von Kindern (Lernwerkstatt, Schülerlabor).

[155] „Die Rolle ‚Schüler*in' in der Personengruppe Studierende drückt [...] den Versuch einer Annäherung aus, bei bestehender Perspektivdifferenz als erwachsene Person" (Herrmann & Kihm 2024: 224). Dies gilt auch für die Übernahme der Rolle ‚Schüler*in' bei den Personengruppen Dozierende und Lehrpersonen.

Lehrpersonen, die an einer Fort- und Weiterbildung teilnehmen (Hochschullernwerkstatt), setzen sich mit den Ideen, Konzepten und Prinzipien des GOFEX auseinander, dies erfolgt in der Interaktion mit Dozierenden. Im Rahmen der Fort- und Weiterbildung nehmen Lehrpersonen Rollen wie ‚Schüler*in' oder ‚Student*in' ein, analog wie ich dies bereits für die Personengruppe der Studierenden beschrieben habe (s. o.; s. Tab. 21). In der Rolle ‚Lernbegleitung' begleiten Lehrpersonen zum einen in den Fortbildungen das Lernen anderer Lehrpersonen. Zum anderen adressiert die Rolle ‚Lernbegleitung', dass die Lehrpersonen bei Schulklassenbesuchen (s. Kap. 5.4.2; 5.4.3) angehalten sind, das Lernen resp. Experimentieren ‚ihrer' Schüler*innen – also der Kinder aus ihrer Schulklasse – nach den Prinzipien und Intentionen des GOFEX zu begleiten.

Eine weitere Akteur*innengruppe bilden diese **Kinder** selbst (s. Tab. 21). Gemeinsam mit der Sachunterrichtslehrkraft und/oder Klassenlehrkraft sowie ggf. weiteren begleitenden Lehrpersonen der Schule nutzen Kinder das GOFEX als Schülerlabor bzw. Lernwerkstatt (vgl. Kelkel & Peschel 2019; Kelkel et al. 2025 zur Unterscheidung) und experimentieren (geöffnet, offen; vgl. Kihm & Peschel 2019b; 2021d) im Rahmen von Schulklassenbesuchen. Dabei nehmen Kinder die Rolle ‚Schüler*in' ein. Diese Schulklassenbesuche, sog. **GOFEX-Tage**, finden i. d. R. dreistündig und für die Jahrgänge -1 bis +6 (von der Vorschule bis zur sechsten Klasse, mit Fokus auf der vierjährigen Grundschule) zu naturwissenschaftlichen Themen und Methoden statt (vgl. M. Peschel 2013a; Peschel & Kihm 2019b).[156]

An den GOFEX-Tagen übernehmen v. a. Dozierende die Rolle ‚Lernbegleitung' (s. Tab. 21) und begleiten das Lernen resp. Experimentieren der Kinder in der Rolle ‚Schüler*innen'. Im Rahmen ihrer Ausbildung nehmen ggf. auch Studierende in der Rolle ‚Forscher*in' oder ‚Lernbegleitung' an GOFEX-Tagen teil und interagieren mit den Kindern und Dozierenden sowie mit anderen Studierenden (vgl. Kihm & Peschel 2019b; 2020). Genauere Ausführungen zur Rolle ‚Lernbegleitung' folgen im nächsten Kapitel. Schließlich interagieren die Lehrpersonen, die das GOFEX mit ihrer Klasse besuchen (meist handelt es sich um die Sachunterrichtslehrkraft bzw. Klassenlehrkraft der Klasse), mit den Kindern der Klasse, sodass an den GOFEX-Tagen insgesamt Kinder, Lehrpersonen, Studierende und Dozierende anwesend sind und miteinander wechselseitig interagieren. Über die Prinzipien und Intentionen des GOFEX sowie über die Erwartung, dass sie, ebenso wie die Dozierenden und Studierenden, das Lernen resp. Experimentieren „ihrer" Kinder begleiten, werden die Lehrpersonen vor den Schulklassenbesuchen zwar informiert (s. Kap. 5.4.3).

---

[156] Das GOFEX ist in weiteren Aktivitäten verortet, auf die hier jedoch nicht näher eingegangen werden kann (u. a. Beratungsstelle Hochbegabung: BHB, Girls' Day, Kinderuni Saar, Verbund der Lernwerkstätten, SaarMINT-Netzwerk; www.GOFEX.info).

Die Übernahme oder Zuweisung von Rollen an den GOFEX-Tagen erfolgt aber „nicht immer transparent, konsequent oder zielorientiert“ (Kihm 2023a: 30), sondern wird von den Akteur*innen ausgehandelt. Diese Aushandlung erfolgt zumeist situationsimmanent, erzeugt aber entsprechende Konflikte, wenn die Rollenverständnisse der Akteur*innen differieren.

Ein Ziel meiner Forschung ist es, die Frage des Zusammenspiels der o. g. verschiedenen Akteur*innen an GOFEX-Tagen zu beschreiben und mögliche Konfliktfelder herauszuarbeiten, um Einflüsse der verschiedenen und wechselnden Rollen auf den Experimentierprozess der Schüler*innen und die Aushandlung von Selbstbestimmung analysierbar zu machen. Dementsprechend fokussiere ich die Interaktionen zwischen (a) Kindern (Rolle *Schüler*innen*) untereinander, (b) zwischen Kindern (Rolle *Schüler*innen*) und „ihrer“ Lehrperson (Rolle *m. E. ungeklärt*), (c) zwischen Kindern (Rolle *Schüler*innen*) und den Dozierenden bzw. Studierenden (Rolle *Lernbegleitung*) sowie (d) zwischen der Lehrperson und den Dozierenden bzw. Studierenden (Rolle *Lernbegleitung*; s. Tab. 21).

5.4.2 Didaktisches Konzept des GOFEX

Der Arbeit des GOFEX liegen verschiedene Konzepte zugrunde (s. Abb. 12), die das skizzierte primarstufenspezifische Konzeptverständnis Offenen Experimentierens (s. Kap. 3.2.2.5) und die intendierte Öffnung des Experimentierprozesses weiter auskonkretisieren.

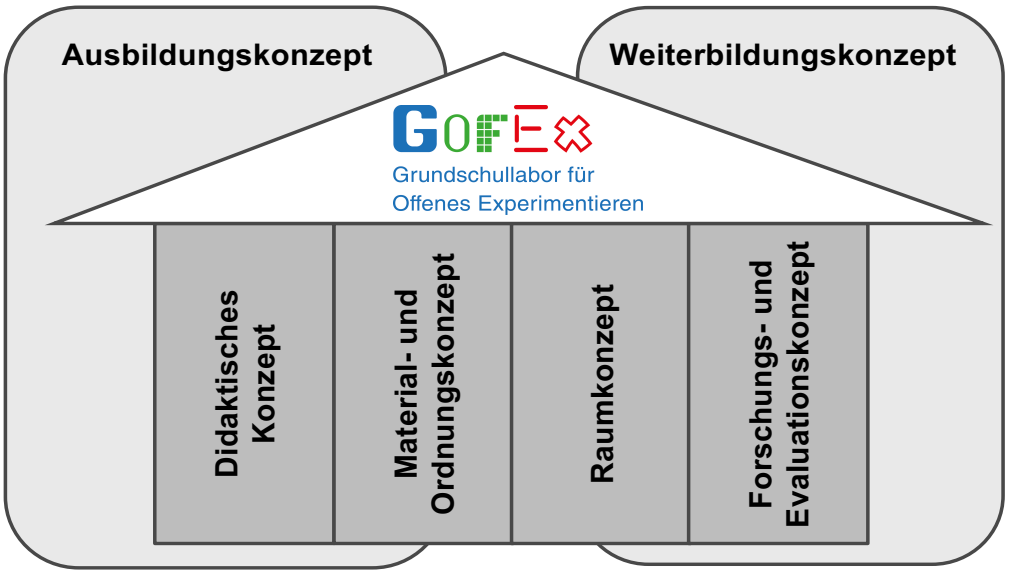


Abbildung 12: GOFEX-(Teil-)Konzepte im Überblick (aus Kelkel et al. 2025: 513)

Das GOFEX verfolgt einen phänomenorientierten Experimentieransatz. Der *Phänomenbegriff*, der diesem Experimentieransatz zugrunde liegt, wurde in Kap. 3.1.2.4 aufgearbeitet und in Arbeitsdefinition I geklärt. Die Besonderheit des *Experimentierbegriffes* besteht darin, dass beim Experimentieren im GOFEX Beobachten, Wiederholen und Variieren, kommunikative Austauschprozesse und Reflexionen über die Beobachtungen bzw.

ihre Deutungen als wichtige methodische Teilprozesse beim Experimentieren fokussiert werden (vgl. M. Peschel 2009c). Vielfältige, zunächst nicht ausdifferenzierte, explorative Näherungen an Phänomene und ggf. nicht-zielführendes Vorgehen sind Teil des Experimentierprozesses im GOFEX (vgl. M. Peschel 2009c; 2016; s. Kap. 3.1.2.4; 3.2.2.5). Dies grenzt das Experimentierverständnis im GOFEX von anderen, engeren und eher hypothesenorientierten bzw. fragengesteuerten Experimentieransätzen ab (vgl. Murmann 2007), die v. a. in den Sekundarstufen (s. Kap. 3.2.2.4), aber auch in der Primarstufe (s. Kap. 3.2.2.5; 4) rezipiert werden. Im GOFEX geht es dagegen darum, über eigenes, zunehmend genaueres und differenziertes Beobachten selbständig zu (vorläufigen) Schlüssen und Folgerungen zu gelangen. Hinsichtlich des *Experimentierbegriffes*, der in M. Peschels GOFEX-Ansatz genutzt wird, verweise ich weiterführend auf M. Peschels Modellierung „Wege zur (gemeinsamen) Erkenntnis" (M. Peschel 2009c; Kihm et al. 2018), die ich in Kapitel 3.1.2.4 dargestellt habe, sowie auf meine Arbeitsdefinitionen I und II.

> „Das Experimentiermodell ‚Wege zur (gemeinsamen) Erkenntnis)' [...] greift diese Bedeutung der Wahrnehmung und Beobachtung, Kommunikation und Reflexion im Experimentierprozess, auf, indem diese wichtigen Teilprozesse des Experimentierprozesses mehrfach durchlaufen werden und zur Wiederholung ‚mit erhöhter Aufmerksamkeit und fokussierter Beobachtungen' (Kihm et al. 2018, 74) bzw. zur Abwandlung von Experimenten im Sinne von Variationen und Variablenmodifikationen führen" (Kelkel et al. 2025: 514).

Ziel des phänomenorientierten GOFEX-Ansatzes ist „eine offene und selbstbestimmte experimentierende Auseinandersetzung der Schülerinnen und Schüler, der Studierenden und der Lehrpersonen mit Naturphänomenen" (Schumacher & Peschel 2013: 545). Hinsichtlich des zugrundeliegenden *Offenheitsbegriffes* verweise ich auf Kapitel 3.2. Eine Aufarbeitung des *Selbstbestimmungsbegriffes* erfolgte in Kapitel 3.3. Offenes Experimentieren wird im GOFEX als Zielform verstanden, bei der Kinder „anhand eigener Interessen ihre eigenen Fragen entwickeln und diese selbständig in eigener Vorgehensweise bearbeiten und über diese Vorgehensweise mit anderen kommunizieren" (Kelkel et al. 2025: 515).

Die verschiedenen GOFEX-Konzepte, die nachfolgend dargestellt werden, verweisen auf mehrere Öffnungscharakteristika: „Öffnung beim Experimentieren bezieht sich im GOFEX einerseits auf modulare Öffnungsstufen [...], andererseits auf ein offenes Materialangebot, Materialzugänglichkeit [...] und auf den GOFEX-Raum als weitere Elemente der Öffnung" (Kelkel et al. 2025: 514). Das Öffnungsmodell, das M. Peschel (2009b) in Anlehnung an das Stufenmodell zur Öffnung von Grundschulunterricht (F. Peschel 2019; erstmals publiziert 2002; s. Kap. 3.2.1) zur Implementierung des Offenen Experimentierens im naturwissenschaftlich-orientierten Sachunterricht entwickelt hat, habe ich bereits in Kapitel 3.2.2.5 vorgestellt. Dieses Öffnungsmodell mit fünf aufeinander aufbauenden Öffnungsstufen (s. Abb. 13, Kap. 3.2.2.5), ist Teil des Didaktischen GOFEX-Konzeptes.

5.4.2.1 GOFEX-Öffnungsmodell

Das GOFEX-Öffnungsmodell ist modular aufgebaut mit ansteigendem Öffnungsgrad, da „eine zu frühe bzw. starke Fokussierung auf Offenes Experimentieren die häufig fachfremden LehrerInnen überfordert“ (Peschel & Struzyna 2010a: 458). Die Abstufung bzw. Hinführung zum Offenen Experimentieren ist so umgesetzt, „dass in den verschiedenen Öffnungsstufen unterschiedliche Aufgabenformulierungen und Unterstützungsangebote für Schülerinnen und Schüler sowie für Lehrpersonen angeboten werden“ (M. Peschel 2013a: 263).

Zur Abgrenzung vom gleich- und kleinschrittig gesteuerten, angeleiteten Versuchedurchführen im Klassenverband wurde im Didaktischen Konzept ein Modul 0 definiert und den Öffnungsstufen abgrenzend vorangestellt. Modul 0 (*kein* Element von GOFEX) verweist auf den 7G-Experimentalunterricht (s. Kap. 3.2.2.1), der derzeit vielfach in der Schulpraxis anzutreffen ist (vgl. z. B. Ohle et al. 2011; Köster et al. 2011; Gebauer & Herbst 2020; s. Kap. 5.3). An den GOFEX-Tagen (Schülerlabor; Lernwerkstatt) dagegen sind – je nach konkreter Öffnungsstufe – eine grundlegende organisatorische Offenheit sowie eine zunehmende methodische und inhaltliche Offenheit genuiner Teil des didaktischen Konzeptes, anders als im schulischen Sachunterricht, wo die Wahl der Lern- resp. Bearbeitungswege (methodische Öffnung), der Lernziele oder der Phänomene, die untersucht werden (inhaltliche Öffnung), eine eher geringe Auftretenshäufigkeit aufweist; zudem ist schulischer Sachunterricht meist nur wenig organisatorisch geöffnet (s. Kap. 5.3).

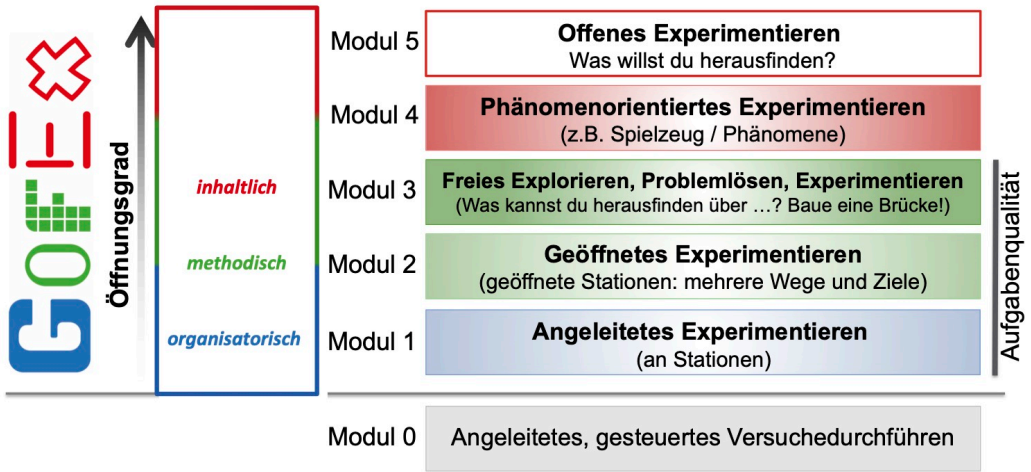


Abbildung 13: Didaktisches Konzept – Öffnungsstufen vom angeleiteten Experimentieren an Stationen über das freie Explorieren, Experimentieren und Problemlösen bis hin zum Offenen Experimentieren (nach Kelkel et al. 2025: 515)

Je nach Öffnungsstufe kommt zur grundlegenden organisatorischen Offenheit (Stufe 1) eine methodische Öffnung des Experimentierens hinzu (Stufe 2) oder es finden inhaltlich geöffnete Formen Freien Explorierens, Problemlösens und Experimentierens (Stufe 3) bzw. Offenen Experimentierens (Stufe 5) statt. Um eine Überforderung der Kinder und v. a. Lehrpersonen zu vermeiden (vgl. M. Peschel 2011; Köster & Galow 2014), werden diese

schrittweise an das ‚Offene Experimentieren' herangeführt: Wie *offen* im konkreten Fall experimentiert wird, hängt von den Klassen und den Vorgesprächen mit den Lehrpersonen ab: Bei Schulklassen, die das GOFEX zum ersten Mal besuchen, werden meist Stationen oder Werkstätten mit angeleiteten Versuchen auf einer eher niedrigen Öffnungsstufe verwendet. Besucht eine Klasse das GOFEX mehrfach, sind höhere Öffnungsstufen vorgesehen. Dies entspricht sachunterrichtsdidaktischen Forderungen, den Unterricht, von ersten partiellen Öffnungselementen ausgehend, graduell weiter zu öffnen (vgl. Köster 2010: 250; Hartinger & Martschinke 2022: 434f.) und den Kindern über zu treffende Entscheidungen schrittweise mehr Möglichkeiten für selbstbestimmtes Experimentieren einzuräumen.

Ich wähle, gegenüber einem alternativen Feldzugang mittels Forschung an Grundschulschulen (s. Kap. 5.3), das spezifische Feld GOFEX zur Beforschung von Offenem Experimentieren, da Schüler*innen die Lernziele, das Thema (inhaltliche Öffnung; ab Modul 3) und die Lern- und Beobachtungswege (methodische Öffnung; Modul 2) – zusätzlich zu einer grundsätzlichen organisatorischen Öffnung (Modul 1) im GOFEX je nach Öffnungsmodul selbst bestimmen. Die Auswirkungen einer bestimmten Öffnungsstufe auf die Aushandlung von Selbstbestimmung lassen sich im GOFEX zielgerichtet beforschen. Im schulischen Sachunterricht dagegen werden Schüler*innen beim Experimentieren vergleichsweise selten am Vorgehen oder an Inhalten beteiligt: Anders als an Grundschulen, wo zum einen zu wenig, zum anderen überwiegend ‚geschlossen' experimentiert wird (vgl. Euler 2005: 6; Michalik 2010: 98; Ohle et al. 2011: 384f.; Rauterberg 2013: 39; Schütte 2019: 55; Giest 2020: 500; Gebauer & Herbst 2020: 3; s. Kap. 5.3), werden die Konzepte und Abstufungen ‚Offenen Experimentierens' im GOFEX in einer außerschulischen unterrichtlichen Parallelpraxis umgesetzt und sind einer Beforschung zugänglich.

Im GOFEX lassen sich demnach die im Schulunterricht selbst eher schwer zugänglichen Prozesse der Aushandlung von Selbstbestimmung in methodischen und inhaltlichen – nicht nur organisatorischen – Bereichen des (Offenen) Experimentierens beforschen (vgl. M. Peschel 2014). Diese Prozesse und Aushandlungen lassen sich im GOFEX in exponierter Position erfahrbar machen und sind einer Beforschung verlässlicher zugänglich als in der Schulpraxis (s. Kap. 5.3) – eben durch die geöffnete GOFEX-Experimentierlage.

5.4.2.2 GOFEX-Lernbegleitung

Mit der grundlegenden organisatorischen und konzeptuell anvisierten methodischen wie inhaltlichen Offenheit geht einher, dass die Dozierenden, Studierenden und Lehrpersonen im GOFEX (s. Tab. 21) aushalten lernen müssen, dass Lernwege und auch Lerninhalte ggf. von der im Vorfeld geplanten Form abweichen (vgl. M. Peschel 2009b: 233).

Dieses Aushalten von Lernwegen und Lerninhalten, die von der erwarteten Form abweichen, ist charakteristisch für die Rolle ‚Lernbegleitung', die sich von der Rolle der Lehrperson in einem ‚traditionellen' (im Sinne von ‚geschlosseneren'; s. Kap. 3.2.2.1) Sachunterricht m. E. unterscheidet: Anstatt die Schüler*innen zu einem bestimmten Vorgehen anzuleiten oder bestimmte Wissensinhalte zu vermitteln, sollte die Lehrperson in der Rolle ‚Lernbegleitung', so das GOFEX-Konzept, den Experimentier- und Lernprozess der Kinder begleiten, indem sie die Kinder beim Experimentieren und Lernen unterstützt und berät, ausgerichtet auf die Anregung von Selbstlernkonstruktionen (vgl. M. Peschel 2016: 123) und „Selbstbildungsprozessen" (Köster 2010: 250). „Die GOFEX-Lernbegleitung agiert (möglichst) nicht wissensstand- und lehrzielorientiert, sondern unterstützt eigene Erkenntnis*prozesse* [...] durch Beobachtungen und Kommunikation" (Kelkel et al. 2025: 518). Diese differenten Funktionalitäten (‚traditioneller' Sachunterricht vs. GOFEX) erfordern von den Akteur*innen einen Rollenwechsel von der Wissensvermittlung zur Begleitung von Lernprozessen beim Experimentieren. Diese Veränderung von der ‚traditionellen' Wissensvermittlung zur Rolle ‚Lernbegleitung' und die „Abwendung von der Zielfokussierung des Lehrers" (M. Peschel 2009a: 268) adressiert die persönliche Offenheit der Lehrperson für die Bearbeitungs- und Erkenntniswege der Kinder (s. Kap. 3.2.1 zur persönlichen Offenheit). Akteur*innen (v. a. Dozierende, Studierende), die die Rolle ‚Lernbegleitung' im GOFEX innehaben, sollten deshalb, so das Konzept, „von der Position des ‚Belehrens' ab[rücken]. Das bedeutet, dass sie das Dozieren oder Anleiten als Lehrmethoden weitgehend vermeiden" (Diener & Peschel 2019: 15; s. Tab. 22). Stattdessen sollen sie die Kinder v. a. dabei unterstützen, „Erkenntnisse zu reflektieren und zu kommunizieren" (M. Peschel 2016: 122).

Tabelle 22: Rolle der Wissensvermittlung im 7G-Experimentalunterricht vs. Rolle der Lernbegleitung im GOFEX (selbst erstellt)

Wissensvermittlung (7G-Experimental-UT) (*instruction-oriented role*)	**Begleitung von Lernprozessen (GOFEX)** (*guidance-oriented role*)
zeigen, demonstrieren, erklären	helfen, Erkenntnisse und (Lern-)Erkenntniswege zu kommunizieren, zu reflektieren und zu diskutieren
Äußerungen der Kinder im Hinblick auf bestimmte (fachliche) Deutungen und geltende Konventionen einer Fachdisziplin kanalisieren	Anschlussfähigkeit von Deutungsweisen der Kinder situationsbezogen, subjekt- und zugleich sachorientiert – und unaufdringlich – problematisieren
lenken und eine Richtung vorgeben: die Lehrkraft hat die Antwort auf die Frage, die sie stellt, zumeist selbst bereits im Kopf und leitet *schrittweise* zu deren Beantwortung hin	Impulse von außen geben, wenn diese nicht mit den Intentionen und Interessen der Kinder divergieren: so viel Hilfe wie notwendig und so wenig Unterstützung wie möglich (vgl. Hellmich & Höntges 2013: 76)

Lernen zu begleiten beinhaltet im Sinne des GOFEX-Konzeptes auch, situationsbezogen, subjekt- und zugleich sachorientiert die Handlungen der Kinder, ihre Beobachtungen, Deutungen und Schlussfolgerungen bzgl. der beobachteten Phänomene zu problematisie-

ren (s. Tab 22). Problematisieren meint, die Äußerungen der Kinder infrage zu stellen und die Kinder „[zu] irritieren“ (Voß 2005: 49) und zu provozieren (vgl. Krammer 2009: 56). (Nach-)Fragen an die Kinder sollen Vergleiche anregen, Aussagen aufeinander beziehen und Aussagen präzisieren: *Was hast du gemacht? Was hast du beobachtet? Wer hat etwas anderes beobachtet? Was ist gleich, was ist anders?* Dabei sollte die Lernbegleitung im Sinne des GOFEX möglichst nicht urteilen, sondern den Kindern „bei einer kritischen Selbsteinschätzung des Vorgehens und der Erkenntnisse“ (Kelkel et al. 2025: 517) helfen.

Fragen der Kinder, die sich beim Experimentieren ergeben (z. B. *Warum brennt das nicht?*), werden – nach dem Konzept des GOFEX – auf ihre Handlungen zurückgespiegelt: *„Was beobachtest du, wenn du es länger ins Feuer hältst?“* Beobachtungen und die Kommunikation bzw. Reflexion dieser Beobachtungen werden eingefordert, anstatt Ergebnisse frühzeitig vorwegzunehmen (vgl. M. Peschel 2016: 122). „Die GOFEX-Lernbegleitung gibt (möglichst) keine Antworten auf Fragen der Lernenden, sondern gibt die Fragen an die Lernenden zurück und unterstützt den Beantwortungsprozess“ (Kelkel et al. 2025: 517). Zudem sollen Lehrpersonen, Studierende und Dozierende, die in der Rolle ‚Lernbegleitung‘ agieren, keine Ergebnisse vorwegnehmen und keine Lern-, Lösungs- bzw. Bearbeitungswege und konkreten Beobachtungsaspekte oder -fokusse vorgeben (vgl. M. Peschel 2012; Diener & Peschel 2019), sondern eigene Beobachtungen einfordern (vgl. M. Peschel 2009c). Sie sollen das Experimentieren und Lernen durch zurückhaltende Impulse, mit denen sie zur Versprachlichung, Kommunikation und Reflexion von Beobachtungen und zum Vergleich von Beobachtungen auffordern, unterstützen. „Beobachtungsprozesse, die die Lernenden evtl. auf andere, ggf. weiterführende Ideen oder in ‚Sackgassen‘ führen, werden dabei nicht verkürzt, sondern zugelassen und moderiert“ (Kelkel et al. 2025: 517).

> „Bei der Begleitung des (Offenen) Experimentierens der Lernenden ist eine fachwissenschaftliche Einschätzung durch die Lernbegleitung wichtig, um gezielt Impulse für das weitere fachorientierte Lernen zu geben und um differenzierte Beobachtungen, die zu weiteren Erkenntnisschritten führen, zu ermöglichen. Gleichzeitig wird dabei als Lernbegleitung ggf. in Kauf genommen, dass beobachtungsbasiert erarbeitete Wissensbestände ein vorläufiges (ggf. fachlich nicht endgültig korrektes) Ergebnis darstellen, was der ‚Nature of Science‘ bzw. den Zielen von Scientific Literacy entspricht“ (ebd.: 518).

Dozierende und Studierende müssen deshalb, um im GOFEX in der Rolle ‚Lernbegleitung‘ eingesetzt zu werden und dabei diese „fachwissenschaftliche Einschätzung“ samt entsprechender Impulse vornehmen zu können, eine fachwissenschaftliche und fachdidaktische Ausbildung (mind. 28 ECTS; vgl. auch Kelkel & Peschel 2018) absolvieren.

Die verschiedenen Funktionen der Rolle ‚Lernbegleitung‘, die ich in diesem Kapitel beschrieben habe (s. a. Tab. 22 und die Zusammenstellung in Kelkel et al. 2025), haben einen *normativen* Charakter und sind bislang nicht *empirisch* untersucht worden. *doing*

AGENCY zielt u. a. auf ein Verständnis, wie die Interventionen der Lehrenden – und damit auch das Handeln der GOFEX-Dozierenden in der Rolle ‚Lernbegleitung – während der Experimentierprozesse der Schüler*innen die Aushandlung von Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren beeinflussen. Insofern strebe ich in *doing* AGENCY erstmals auch eine *empirische* Bestimmung der Funktionen der Rolle ‚Lernbegleitung' an.

Die Aushandlung von pädagogisch-didaktisch-fachlicher Zuständigkeit[157] zwischen den GOFEX-Dozierenden und den Lehrpersonen, die mit der Schulklasse experimentieren, erfolgt immanent. Wenn Funktionen- und Rollenverständnisse differieren, kann dies ggf. zu Konflikten führen, insbesondere in Bezug auf didaktische oder fachliche Lernziele und -inhalte (vgl. Diener & Peschel 2019). Solche Aushandlungen pädagogisch-didaktisch-fachlicher Zuständigkeit werde ich in meiner Forschung in ihren Wirkungen auf die Experimentierhandlungen der Schüler*innen untersuchen und als, wie ich vermute, tiefenstrukturelles Element der Aushandlung von Selbstbestimmung rekonstruieren.

Wie oben beschrieben, zielt meine Forschung u. a. auf das Zusammenspiel und die Konflikte zwischen den verschiedenen Akteur*innen, um Einflüsse der verschiedenen und wechselnden Rollen (s. Kap. 5.4.1) auf den Experimentierprozess und die Beteiligung der Schüler*innen zu rekonstruieren. Damit zusammenhängend fokussiere ich die Aushandlung von pädagogisch-didaktisch-fachlicher Zuständigkeit im Hinblick auf Erklärungen und Zielsetzungen des Experimentierprozesses. Ich analysiere die Interaktionen und Kommunikationen zwischen Lehrpersonen und GOFEX-Dozierenden im Hinblick auf verbale und nonverbale pädagogisch-didaktisch-fachliche Steuerungs-, Führungs- und Bewertungsprozesse, um auf die pädagogisch-didaktisch-fachliche Zuständigkeit im GOFEX und eventuelle Rollenkonflikte zu schließen (vgl. Kihm et al. 2020).

Da solche Rollen- und Funktionalitätskonflikte zwischen verschiedenen Akteur*innen im GOFEX in exponierter Form vorhanden sind (vgl. Diener & Peschel 2019), ist das GOFEX m. E. ein geeignetes Feld, um die Aushandlung von pädagogisch-didaktisch-fachlicher Zuständigkeit zu beforschen und dabei die Auswirkung von verschiedenen Handlungen von Lehrpersonen und GOFEX-Dozierenden (zwischen Anleiten, Dozieren und Zurückhalten; Gruhn 2021) auf die Aushandlung von Selbstbestimmung zu eruieren.

[157]Pädagogisch-didaktisch-fachliche Zuständigkeit beziehe ich in Anlehnung an Claußen (2008: 16) auf die „bereichsweise Geltungskraft u. Einflußmächtigkeit" der GOFEX-Dozierenden und der Lehrpersonen (s. Kap. 5.4.1) im Hinblick auf Erklärungen und Zielsetzungen des Experimentierprozesses. Geltungskraft und Einflussmächtigkeit „sind keine Eigenschaften von Einzelpersonen, sondern von Beziehungen, in denen die Interaktion von rollenkomplementären Verhaltensmustern wechselseitige Abhängigkeiten ausdrücken" (Reichenbach 2007: 654). Zuständigkeit ist ein Anerkennungsverhältnis, das intersubjektiv, aber nicht individualpsychologisch zu rekonstruieren ist (vgl. Arendt 2006).

5.4.3 GOFEX-Tage

Eine Dozierende oder ein Dozierender (meist ein wissenschaftlicher Mitarbeiter oder eine wissenschaftliche Mitarbeiterin; „**GOFEX-Hauptlernbegleitung**“ genannt; vgl. Kelkel & Peschel 2019; 2020) leitet den GOFEX-Tag, moderiert eine kurze Begrüßungs- und Vorstellungsrunde und führt in das Rahmenthema und mittels gemeinsamem Demonstrationsexperiment in die Methode des Experimentierens ein. Die GOFEX-Hauptlernbegleitung moderiert das Gespräch über die Beobachtungen beim Demonstrationsexperiment. Prozessuale Elemente wie das genaue Beobachten und das Verändern von Experimenten werden dabei hervorgehoben. Zudem stellt die GOFEX-Hauptlernbegleitung den Ablauf des GOFEX-Tages sowie das besondere Materialkonzept (GOFEX-Haus; s Kap. 5.4.4) und weitere Raumelemente des GOFEX (s. Kap. 5.4.5) vor. Anschließend haben die Kinder einige Minuten Zeit, sich mit den „Räumlichkeiten, aber auch mit den jeweiligen Gestaltungs- und Handlungsmöglichkeiten“ (Kihm et al. 2018: 75) des GOFEX vertraut zu machen. In der Zwischenzeit informiert die GOFEX-Hauptlernbegleitung die Lehrperson der Klasse über das Vorgehen am GOFEX-Tag.

Die Lehrperson wurde zudem bereits einige Tage vor dem Schulklassenbesuch per E-Mail und bei Rückfragen ggf. telefonisch über die Prinzipien und Intentionen des GOFEX informiert (s. Kap. 5.4.1). An diese Vorabinformation knüpft das kurze Gespräch zwischen GOFEX-Hauptlernbegleitung und Lehrperson während der Orientierungsphase der Kinder an.

Auf die Begrüßungs-, Vorstellungs- und Einführungsrunde mit Demonstrationsexperiment folgen mindestens zwei Experimentierrunden, in denen die Kinder selbständig und in einem (zumindest) organisatorisch offenen Rahmen experimentieren.

Auf jede Experimentierrunde[158] folgt eine Diskussions- bzw. Reflexionsrunde in der Gesamtgruppe, die dem Austausch der Kinder untereinander, dem Vergleich und der Diskussion von Beobachtungen dient, was eine ggf. erneute, reflexive Auseinandersetzung mit den Versuchen bzw. Experimenten erfordert und zum Weiterforschen und Hinterfragen einlädt (zur Bedeutung des Diskurses beim Experimentieren s. Kap. 3.1.2.4).

Die letzte dieser Diskussions- bzw. Reflexionsrunden bildet gleichzeitig auch die ‚offizielle‘ Abschlussrunde, in der die Kinder die Möglichkeit haben, ihre Forschungsergebnisse und Erkenntniswege (vorläufig abschließend) vor der Gesamtgruppe zu präsentieren.

Ein oder eine Dozierende/r moderiert als GOFEX-Hauptlernbegleitung den mehrfachen Wechsel zwischen Experimentier- und Reflexionsphasen. Während der Experimentierphasen ist dieser Dozent/diese Dozentin in der Rolle ‚Lernbegleitung‘ aktiv (s. Tab. 22).

[158] Die Kinder beobachten, kommunizieren, diskutieren und notieren ihrer Erkenntnisse ggf. in Forscherheften. Ferner ist die Nutzung digitaler sowie analoger Medien zu Recherche- oder Dokumentationszwecken möglich.

Weiterhin unterstützen Studierende (und studentische Hilfskräfte) Kinder-Gruppen bzw. einzelne Kinder beim Experimentieren – den Konzepten des GOFEX entsprechend in der Rolle ‚Lernbegleitung' (**GOFEX-Nebenlernbegleitung** genannt). Aufgrund ihrer fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Ausbildung (mind. 28 ECTS; vgl. Kelkel & Peschel 2018) sollen die Studierenden und die GOFEX-Dozierenden die Auseinandersetzung der Kinder primär fachinhaltlich und fachmethodisch sowie pädagogisch-didaktisch begleiten.

5.4.4 Material- und Ordnungskonzept des GOFEX

Insbesondere für viele Lehramtsstudierende, Lehramtsanwärter*innen und Lehrpersonen ist es zunächst ungewohnt, dass auf den Tischen im GOFEX keine Vorauswahl der zum Experimentieren benötigten Experimentiermaterialien bereitgestellt wird, sondern die Lernenden sich diese selbst aus einem Ordnungssystem, das an einem Haushalt orientiert ist, heraussuchen und wegräumen müssen (vgl. Peschel & Carell 2010; Kihm & Peschel 2017; Kihm 2023a). Die Materialauswahl und die Materialzugänglichkeit sollen das Offene Experimentieren im GOFEX jedoch so weit wie möglich unterstützen (vgl. M. Peschel 2014).

Das Materialkonzept wurde speziell für den Einsatz an Grundschulen entwickelt. Zum Einsatz kommen fast ausschließlich Alltagsmaterialien, keine Laborutensilien wie Reagenzgläser oder Bunsenbrenner. Die dem Konzept eigene Flexibilität in der Auswahl, Anordnung und Zugänglichkeit der Materialien erweist sich in meinen Augen als unabdingbar, um den Einfluss des Materials als Element der Öffnung zu beforschen.

Im GOFEX ist einerseits eine ständig verfügbare Sammlung an Alltagsmaterialien vorhanden, die den Schüler*innen größtmögliche Freiheit in der Auswahl, Anordnung und Zugänglichkeit von Experimentiermaterialien ermöglicht (das sog. „GOFEX-Haus"; vgl. Peschel & Carell 2010; Peschel & Schumacher 2013), und andererseits eine weitere Sammlung aus Spezialgeräten, die weiterreichende experimentelle Erkenntnisse ermöglichen, aber auch einer besonderen Einführung bedürfen (vgl. ebd. sowie M. Peschel 2014).

Materialauswahl: (Fast) Alle Materialien, die im GOFEX eingesetzt werden, stammen „aus der alltäglichen Umwelt der Kinder [...]. Es sind i. d. R. keine ‚besonderen' Materialien vorhanden oder notwendig. Ausnahmen bilden hier spezielle Themen und besondere (Mess-)Geräte, wie sie z. B. im Bereich Elektrizität gebraucht werden" (Peschel & Schumacher 2013: 87). Alltagsmaterialien sind allgemein bekannt, vertraut und bedürfen keiner besonderen Einführung. Sie können unabhängig von der Lehrkraft oder den Dozierenden des GOFEX für die Durchführung vielfältiger und insbesondere eigener Experimente im GOFEX genutzt werden (vgl. Peschel & Carell 2010; M. Peschel 2014).



Abbildung 14: Material- und Ordnungskonzept (GOFEX-Haus, selbst erstellt)

Materialanordnung: Die Alltagsmaterialien befinden sich im GOFEX-Raum in einem Ordnungssystem, das an einem Haus mit mehreren Etagen, Zimmern und Garten orientiert ist. Dieses Ordnungssystem, das sog. „GOFEX-Haus" (s. Abb. 14), ist als Materialsammlung in zwei an die Größe von Grundschüler*innen angepassten, offenen und rollbaren Regal-Containern untergebracht. Jede Ebene/jedes Stockwerk repräsentiert im GOFEX-Ordnungskonzept eine Etage eines Einfamilienhauses. Transparente Kisten in den Regalebenen entsprechen den Zimmern dieses Hauses. Die (Alltags-)Materialien lagern in dem Zimmer (in der Kiste), in dem „man zu Hause danach suchen würde; z. B. finden sich Luftballons im Kinderzimmer, Büroklammern im Büro usw." (Schumacher & Peschel 2013: 546). Alle Kisten einer Etage sind durchnummeriert und in einer bestimmten Farbe gekennzeichnet. Die jeweiligen (Alltags-)Materialien in einer Kiste sind eindeutig mit entsprechenden farbigen Klebepunkten und Nummern verstehen (vgl. Kelkel et al. 2025). Neben den Farben und Nummerierungen geben Fotos und Piktogramme auf den Kisten einen Überblick über die (Alltags-)Materialien in der jeweiligen Kiste und unterstützen so „die Zuordnung und erleichtern das anschließende Wiedereinsortieren" (Peschel & Schumacher 2013: 88), das sich auf Farbe und Kistennummer beschränkt.

Durch das GOFEX-Haus sind alle Alltagsmaterialien permanent sichtbar. Die Schüler*innen finden sich darin schnell und intuitiv zurecht (vgl. Peschel & Carell 2010).

Materialzugänglichkeit: Die Materialauswahl und ihre Anordnung ermöglichen den Nutzer*innen „die Durchführung vielfältiger Experimente und fast aller gängigen Werkstätten" (Peschel & Schumacher 2013: 87).[159] Die Schüler*innen können einfach, durchgängig und selbständig auf gerade benötigte Alltagsmaterialien zugreifen (vgl. Peschel & Carell 2010). Diese freie Nutzung der Experimentiersammlung hängt eng mit der Materi-

[159] Der Ausdruck ‚gängige Werkstätten' bezieht sich hier auf kommerziell erhältliche Aufgabensammlungen und Kopiervorlagen, die es von verschiedenen Verlagen zu verschiedenen naturwissenschaftlichen Themen gibt (s. Kap. 3.2.2.1).

alauswahl zusammen (vgl. M. Peschel 2014: 74f.): Sofern die Experimentiermaterialien frei, d. h. ‚unverschlossen' und ohne Einführung bzw. Aufsicht, benutzt werden dürfen, „erfordern sie ein hohes Maß an Sicherheit. Dies ist bei Alltagsgegenständen weitgehend gegeben und viele Experimente lassen sich [...] mit Alltagsgegenständen recht gut für erste Erkenntnisschritte umsetzen" (Kihm 2023a: 37). Dabei sollten die Materialauswahl und -anordnung „die Offenheit beim Experimentieren nicht einschränk[en]" (Peschel & Schumacher 2013: 87): Auf eine Vorauswahl für bestimmte Stationen oder Experimente wird daher verzichtet – es ist immer die komplette Sammlung verfügbar – und es wird keine An- bzw. Einordnung nach bestimmten Werkstätten oder Themen vorgenommen, wie in vielen anderen Laboren (vgl. ebd.: 87). Stattdessen steht mit dem GOFEX-Haus das gesamte Materialangebot in einem besonderen Ordnungskonzept zur Verfügung.

Bei bestimmten Themen oder Experimenten „kann jedoch ein zu freier und ggf. sorgloser Zugang das Gefährdungspotential steigern" (Kihm 2023a: 37). Für weiterreichende Erkenntnisse, die infolge der prinzipiell beschränkten Möglichkeiten in einem Klassenraum nicht möglich wären, bedarf es einer spezifischen Erweiterung der frei zugänglichen Alltagsmaterialien um eine Sammlung besonderer (naturwissenschaftlicher) Geräte (z. B. Stromversorgungsgeräte, Lötwerkzeug, Messinstrumente, optische Linsen usw.) und spezieller Materialien. Diese (Mess-)Geräte und speziellen Materialien müssen aber gleichzeitig aus Sicherheitsgründen gesondert aufbewahrt werden. Sie sollen erst nach Absprache und ggf. Einführung in z. B. die Gefährdung bzw. Bedienung – sowie ggf. unter Aufsicht – genutzt werden (vgl. M. Peschel 2014). Anders als die frei zugänglichen Alltagsmaterialien sind die speziellen (Mess-)Geräte und Materialien deshalb in verschlossenen Schränken untergebracht (auch wenn dies den o. g. Prinzipien der freien Zugänglichkeit ggf. widerspricht).

Das Materialkonzept ist ein Beispiel dafür, dass die Öffnung bezogen auf das Lernen im GOFEX nicht nur grundschulpädagogisch oder allgemeindidaktisch erfolgt, sondern fachdidaktisch begründet ist: Bei der Entwicklung des Materialkonzepts wurden „die Materialauswahl, -darbietung und die weitere Unterstützung mit z. B. Messinstrumenten" (M. Peschel 2014: 75) unter fachdidaktischen Aspekten berücksichtigt. So ist die Frage nach Materialzugänglichkeit insgesamt im Sinne eines Offenen Experimentierens gelöst.

> „Das GOFEX-Haus stärkt ein selbstbestimmtes Experimentierverhalten deutlich: Da die Lernenden für ihre geplanten Experimente einen selbständigen Zugang zu den Materialien erhalten, ‚löst sich die implizite Engführung durch vorsortierte oder vorgefertigte Materialien [...] auf und es sind freiere Gedankenwege, Hypothesen und Überprüfungen möglich' (Schumacher & Peschel 2012, 546; vgl. auch Kihm 2023)" (Kelkel et al. 2025: 519).

Diese dem Konzept eigene Flexibilität in der Auswahl, Anordnung und Zugänglichkeit der Experimentiermaterialien ermöglicht es, die Rolle des Materials als Element der Öffnung vertieft zu beforschen (vgl. Peschel & Carell 2010; Peschel & Schumacher 2013).

5.4.5 Raumkonzept des GOFEX

Ein (Klassen- bzw. Fach-)Raumkonzept kann den zu vermittelnden fachdidaktischen Öffnungsgedanken (s. Kap. 3.2.2.5) als „Element der Öffnung" (Peschel & Struzyna 2010a) begrenzen oder ermöglichen: Die meisten Klassenräume und schulische Fachräume wie Labore wurden für frontal (von vorne) angeleiteten Unterricht entworfen (vgl. Gudjons 2011; Müller-Naendrup 2013; Stadler-Altmann 2013; Krawcyzk 2021), auch wenn Planungen sich zunehmend für ‚modernere' pädagogisch-didaktische Überlegungen öffnen (vgl. Stadler-Altmann 2016a: 57). Die Raumarchitektur und das vorhandene Mobiliar in den frontal entworfenen Klassen- und Fachräumen (häufig fest installierte, schwere, rechteckige Partnerbänke) lassen aber meist „kaum genügend Platz für neue Arbeitsformen" (Krawcyzk 2021: 188f.) und individuelles Lernen (vgl. Stadler-Altmann 2016a: 57). Es handelt sich i. d. R. um starre, wenig flexible Raumeinrichtungen (vgl. Barrett et al. 2015).

Ein Raumkonzept mit der Rigidität und Unbeweglichkeit eines ‚traditionellen' Klassenraumes oder eines Labor-Fachraumes konterkariert den zu untersuchenden fachdidaktischen Öffnungsgedanken. Das GOFEX-Raumkonzept abstrahiert dagegen von einer klassische Laborsituation (mit festinstallierten Werkbänken, Schutzvorrichtungen, Laborbekleidung), um flexibles Arbeiten, Experimentieren und individuelles Lernen zu ermöglichen. Der GOFEX-Raum besitzt zudem eine ähnliche Grundaufteilung wie in den meisten Klassenzimmern, sodass eine möglichst hohe Vertrautheit und eine Art Klassenraumatmosphäre bei den Kindern und Lehrkräften angenommen werden kann (vgl. M. Peschel 2010; Kihm & Peschel 2019b; Kelkel et al. 2025). Inwiefern der Raum und dessen Ausstattung als Element der Öffnung auf das Experimentieren der Schüler*innen, ihr eigenes Vorgehen und ihre Ziele wirken, kann im GOFEX m. E. eher beforscht werden, als in schulischen Klassen- und Fachräumen mit ihrer ‚traditionellen', meist rigideren Architektur (vgl. Gudjons 2011; Müller-Naendrup 2013; Stadler-Altmann 2013; Krawcyzk 2021). Als wichtige Elemente des GOFEX-Raumkonzepts erweisen sich dagegen in erster Linie die „ständig [...] sichtbare und verfügbare Sammlung" (Peschel & Struzyna 2010b: 200; s. „GOFEX-Haus" in Kap. 5.4.4) und die Flexibilität bzw. verschiedenen Möglichkeiten individuellen, selbständigen Arbeitens (vgl. M. Peschel 2014; 2016).

Diese Flexibilität im Raum als Konzept setzt allerdings ein Verständnis voraus, das den Raum nicht fest installiert und unveränderlich ansieht, sondern als veränderbar oder variabel nutzbar (vgl. auch Barrett et al. 2015: 131). Der GOFEX-Raum besteht aus ver-

schiedenen, klar definiert aufgeteilten und abgegrenzten Funktionsbereichen für Tätigkeiten im Rahmen des naturwissenschaftlichen Arbeitens (vgl. Peschel & Struzyna 2010a; s. Tab. 23): „Den zentralen Bereich des Raumes nimmt der Experimentierbereich mit den flexibel anzuordnenden Tischgruppen“ (ebd.: 459) und dem GOFEX-Haus ein.

Tabelle 23: Funktionsbereiche bzw. -flächen im GOFEX-Raum (selbst erstellt)

Funktionsbereich	Ausstattung	Tätigkeiten
Konferenzbereich	fest installierter Sofa-Sitzkreis (mit flexibel kombinierbaren, einzelnen Sitzelementen)	Empfangsbereich für Einführungs- und Reflexionsrunden, Konferenzmöglichkeit, Austausch, Kommunikation u. Reflexion, Leseecke, individueller Rückzugsort
Präsentationsbereich	Smartboard mit Apple-TV zum Teilen multimedialer Inhalte	Präsentationen
Multimediabereich	Computer, mehrere Tablets, Handbibliothek	Informationsrecherche, Informations-/Datenverarbeitung
Experimentierbereich	GOFEX-Haus, Schränke mit Zusatzmaterialien, Arbeitstische mit höhenverstellbarem und fahrbarem Mobiliar, Waschbecken, Kühl- und Gefrierschrank	Stellen und Verschieben der Tischgruppen je nach Bedarf (Einzel-, Partner-, Gruppenarbeit), Vorbereiten, Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten

Die Aufteilung in verschiedene Funktionsbereiche versteht sich jedoch als in gewissem Rahmen veränderbare „Vor-Ordnung“ (vgl. auch Müller-Naendrup 2013: 198). Zum einen sind nur wenige Elemente im GOFEX-Raum fest installiert, damit Raum und Möblierung der Größe, dem Alter und den Bedürfnissen verschiedener Akteur*innengruppen angepasst und im Rahmen unterschiedlicher Lehr-Lern-Situationen variabel genutzt werden können (vgl. Peschel & Struzyna 2010b: 198).[160] Im GOFEX-Raum ist diese Variabilität in der Möblierung durch flexibel anzuordnende Arbeitsplätze mit leichten, rollbaren und höhenverstellbaren Tischen und Stühlen umgesetzt. Zum anderen sind die einzelnen Funktionsbereiche (s. Tab. 23) multifunktional nutzbar. Der Sofa-Sitzkreis im Konferenzbereich z. B. dient nicht nur der Kommunikation, Diskussion und Reflexion in gemeinsamen Kreisgesprächen, sondern auch dem individuellen Rückzug zum Recherchieren oder als Leseecke (vgl. Peschel & Schumacher 2013: 88; Kelkel et al. 2025).

Der GOFEX-Raum soll „die Lernenden durch Platz, Rückzugs- und Entfaltungsmöglichkeiten bei der Entwicklung ihrer individuellen Lern- und Arbeitsgewohnheiten unterstütz[en]“ (Peschel & Struzyna 2010b: 198). Der GOFEX-Raum ist ein Ort zum Experimentieren, Präsentieren, Lesen, Recherchieren, Diskutieren und Kommunizieren (s. Tab. 23).

[160] Der Raum dient (1) als Lernwerkstatt/Schülerlabor[K] für Schulklassen sowie (2) als Hochschullernwerkstatt für Studierende, ebenso (3) als Fort- und Weiterbildungsraum für Lehrkräfte (zur Denomination als Schülerlabor, Lernwerkstatt, Hochschullernwerkstatt usw. siehe VeLW 2009; Haupt et al. 2013 und AG Begriffsbestimmung NeHle e. V. 2025).

Das GOFEX-Raumkonzept unterstützt den zu vermittelnden fachdidaktischen Öffnungsgedanken u. a. hinsichtlich der Wahl des Arbeitsortes auf organisatorischer Ebene.

> „Ein in dieser Art gestalteter Raum mit allen seinen verschiedenen und flexiblen Möglichkeiten, ist als zusätzliches Element der Öffnung anzusehen, da er großen Spielraum für die Findung eigener Lösungswege, Ziele und Lernstrategien bietet und somit das didaktische Konzept von GOFEX ideal unterstützt bzw. ergänzt" (Peschel & Struzyna 2010a: 459f.).

Bislang finden sich „nur wenige empirische Studien, die versuchen, das Lehren und Lernen in Abhängigkeit zu und von den räumlichen Gegebenheiten zu beschreiben" (Stadler-Altmann 2016b: 8). Insbesondere die Wirkungen des Raumes und seiner Ausstattung (z. B. mit Experimentiermaterialien) auf Experimentierhandlungen von Schüler*innen beim Offenen Experimentieren sind m. E. bisher weitestehend ungeklärt. Dabei ist „nicht allein nach Gestaltung und Einrichtung des Raumes zu fragen, sondern auch nach dessen Nutzung" (Göhlich 2009: 90) bzw. nach dem Umgang der Lehrkräfte sowie der Schülerinnen und Schüler mit dem Raum (vgl. Stadler-Altmann 2016a: 50). Die u. a. räumliche, zeitliche und materielle Begrenzung der sozialen Interaktionen findet im nationalen und internationalen erziehungswissenschaftlichen Forschungskontext aber bislang in meinen Augen kaum Beachtung (vgl. auch Stadler-Altmann 2013: 176). In meiner Forschung erweitere ich daher aufgrund dieses Desiderates bisherige (erziehungswissenschaftliche) Perspektiven: Der Raum wird, ebenso wie seine materielle Ausstattung, konkret genutzt, eingesetzt, eingenommen, begrenzt. Die Nutzung des Raumes wird von den anwesenden Interakteur*innen ausgehandelt (vgl. Krawcyzk 2021).

Es geht deshalb in meiner Forschung und mit meinem Forschungsfokus nicht nur um Materialien und Räume – als fixe bzw. feste, beschreibbare Größen –, sondern immer um Material*nutzung* oder Raum*nutzung* durch die in dem Raum und mit dem Raum sowie mit den Materialien usw. *interagierenden Personen*. Mit Blick auf das gesamte Interaktionsgefüge sollen die Einflüsse räumlicher, materieller und auch zeitlicher Begrenzungen auf die Selbstbestimmungsaushandlung detailliert beschrieben und analysiert werden.

5.5 Durchführung von Vorstudien zur Entwicklung der Vorgehensweise

Um zur Entwicklung einer Grounded Theory, die meine zentrale Forschungsfrage (Wie wird Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren ausgehandelt?) komplexitätssensibel beantwortet, auswertbare Daten zu erhalten, ist es notwendig, eine Ausdifferenzierung und Konkretisierung des Forschungsgegenstandes und -fokus vorzunehmen. Dazu rekurriere ich hier jeweils auf die in Kapitel 5.2 adressierten **Teilzielsetzungen** und entwerfe entsprechende **Einzelfragestellungen**, um die zentrale Forschungsfrage in Bezug auf die vier Teilzielsetzungen zu konkretisieren und auszudifferenzieren:

Tabelle 24: Teilzielsetzungen und Einzelfragestellungen (selbst erstellt)

Teilzielsetzung	**Einzelfragestellung**
1. Verstehen des Einflusses unterschiedlicher **Öffnungsstufen** auf die Aushandlung von Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren.	1a) Wie wirken Experimentieraufgaben unterschiedlicher Öffnungsstufen auf die Aushandlung von Selbstbestimmung zwischen Lehrenden und Lernenden? 1b) Wie und von bzw. mit wem werden soziale Strukturen (Kommunikations-, Dokumentations-, Präsentationsformen, Regeln) ausgehandelt?
2. Verstehen des Einflusses der **Interventionen** und der **persönlichen Offenheit** der Lehrenden auf die Aushandlung von Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren,	2a) Wie wirken Interventionen der Lehrenden auf die Aushandlung der Selbstbestimmung zwischen Lehrenden und Lernenden? 2b) Zeigen sich Differenzen in den Interventionen zwischen Lehrperson und GOFEX-Dozierenden? Wie wirkt dies auf die Aushandlung von Selbstbestimmung zwischen Lehrenden und Lernenden?
3. Verstehen des Einflusses von **räumlichen, zeitlichen und materiellen Gegebenheiten** auf die Aushandlung von Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren	3a) Wie wirken Materialien, Raum und Zeit auf die Aushandlung von Selbstbestimmung zwischen Lehrenden und Lernenden?

Die Entwicklung einer Grounded Theory ist „immer im Kontext einer Verbindung *induktiver* Elemente mit *abduktiven*“ (Strübing 2014: 82) und *deduktiven* Prozessschritten zu denken (vgl. auch Strauss 1991: 37). Mit anderen Worten geht es in der Grounded Theory Methodologie um die „Verknüpfung [...] von Ideen“ (Reichertz 2016: 129), empirischen Daten und stetig weiter zu entwickelnden Kategorien zu einer Grounded Theory (vgl. ebd.). Diese induktiven, abduktiven und deduktiven Schritte im Vorgehen erläutere ich im Folgenden und beziehe sie konkret auf mein mehrschrittiges, iteratives Vorgehen.

Ich habe zwei Vorstudien durchgeführt, die meiner *Forscher*entwicklung dienen sollten. Der Aspekt *Forscher*entwicklung beschreibt das Ziel, meinen methodischen Zugang zum Forschungsgegenstand ‚Offenes Experimentieren‘ und zur Aushandlung von Selbstbestimmung (Forschungsfokus) zu testen und diesen methodischen Zugang an das konkrete Feld und die Situationen im Feld anzupassen bzw. weiterzuentwickeln. Dazu war es zunächst notwendig, eine begründete Entscheidung für das Forschungsfeld zu treffen (s. Kap. 5.3; 5.4) Zudem dienten die beiden Vorstudien dazu, theoretische Sensibilität für meinen Forschungsfokus der Aushandlung von Selbstbestimmung zu entwickeln.

Theoretische Sensibilität bezeichnet die „Art und Weise, über Daten in theoretischen Begriffen zu reflektieren“ (Strauss 1991: 36). Damit ist die Fähigkeit gemeint, „Daten Bedeutung zu verleihen, […] das Wichtige vom Unwichtigen zu trennen“ (Strauss & Corbin 1996: 25) und die „Feinheiten in der Bedeutung der Daten aufzudecken“ (Muckel 2007: 219). Dieses „Gespür für die Daten“ ist unerlässlich für die intuitiven Deutungen und „kreativen Eigenleistungen der Forscherinnen“ (Strübing 2014: 87).

Über das Konzept der theoretischen Sensibilität wird „die Vorstellung einer bereits vor Beginn der jeweiligen Forschungsarbeit geprägten (theoretischen) Perspektive in den Ansatz der Grounded Theory integriert“ (Strübing 2014: 59): Vorgängiges theoretisches Wissen ist daher „nicht als bindende Verlaufsprognose, sondern als Quelle der Inspiration für ein angemessenes Verständnis vorliegender Daten zu verstehen“ (ebd.: 61).

Theoretische Sensibilität bezieht sich ferner auf die „Wahrnehmungsbereitschaft und Aufmerksamkeit bezüglich der *Subtilitäten* von Merkmalen, Strukturen und Prozessen des Gegenstands(-feldes)“ (Breuer 2010: 58; Herv. d. V.). Diese Wahrnehmungssensibilitäten verlangen insbesondere die „Erlangung einer Haltung, bereit zu sein, alte Überzeugungen aufzugeben und neue zu suchen“ (Reichertz 2011: 13). Sie können v. a. durch eine sukzessive Näherung an das Feld entwickelt werden, weshalb ich die beiden Vorstudien zur ersten methodischen Annäherung und zur Generierung von Kontextwissen bzw. vertieften Vorerfahrungen mit dem Forschungsgegenstand durchgeführt habe.

Neben der *Forscher*entwicklung sollten die beiden Vorstudien auch der *Forschungs*entwicklung dienen. Damit meine ich, dass ich mit den Vorstudien das Ziel verfolgte, auf Basis erster empirischer Daten vorläufige „ad hoc Hypothesen“ (Strübing 2014: 90) mit Bezug auf meine Forschungsfrage (s. Kap. 5.1) und die o. g. abgeleiteten Einzelfragestellungen zu generieren (s. Tab. 24). Ad hoc Hypothesen sind meine Annahmen oder Erwartungen dazu, *wie und unter welchen materiellen, räumlichen, sozialen u. a. Gegebenheiten* Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren ausgehandelt wird. Ad hoc Hypothesen werden angesichts der Daten aus den ersten Feldkontakten entwickelt und im weiteren iterativen Forschungsprozess erweitert bzw. ggf. verändert. Bei der Generierung solcher ad hoc Hypothesen habe ich mein „theoretisches Vorwissen mit [erstem] empirische[m] Beobachtungswissen sowohl kreativ als auch methodisch kontrolliert“ (Kelle & Kluge 2010: 13; Anm. d. V.) verknüpft. Dieses Vorgehen, anhand konkreter Beobachtungen auf ad hoc Hypothesen zu schließen, bezeichne ich in Anlehnung an Schubert (2009: 350) als *Abduktion*: Beim Kategorisieren der empirischen Daten aus den beiden Vorstudien habe ich erste Annahmen, „Vermutung[en] oder [...] Idee[n]“ (Strauss 1991: 37) entwickelt, „was da los ist“ (Corbin 2011: 73) bzgl. Aushandlung von Selbstbestimmung. Diese ad hoc Hypothesen habe ich, immer noch als Teil meiner Vorstudien, im Sinne von vorläufigen Deutungen am gleichen Datenmaterial überprüft (vgl. Strauss 1991: 44; Heinicke 2012: 65; Reichertz 2016: 155). Diese Erwartungsentwicklung in der Grounded Theory Methodologie stellt insgesamt einen abduktiven Prozessschritt dar.

> „Das Konzept der Abduktion verdeutlicht, dass sie ihre Beobachtungen analysieren und Abstraktionen generieren, über die sie Arbeitshypothesen formulieren, die an neuen

> Beobachtungen überprüft werden [...]. Abduktion bietet eine Möglichkeit, Daten zu konzeptualisieren und mit ihnen zu arbeiten" (Charmaz 2011: 192). Lässt sich bei der Analyse des Datenmaterials „eine Stelle finden, welche der zuvor explizierten Beschreibung widerspricht, gilt die Hypothese als falsifiziert. Findet sich kein gegenteiliger Beleg in den Daten, gilt die Rekonstruktion als gültig – bis auf weiteres" (Reichertz 2016: 266f.).

Die abduktiv generierten ad hoc Hypothesen zur Aushandlung von Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren bildeten den Ausgangspunkt für das weitere Vorgehen in meiner Hauptstudie, bei dem ich deduktive, induktive und abduktive Prozessschritte iterativ miteinander verbunden habe: In den empirischen Daten ‚Wahrgenommenes' konnte ich entweder (1) im Sinne einer vorliegenden ad hoc Hypothese unter ein bereits gebildetes Konzept subsumieren (*Deduktion*[161]) oder (2) ich musste ein neues Konzept bilden (s. Kap. 2.3 zum Konzeptbegriff). Bei der Neubildung eines Konzepts habe ich entweder (2a) auf eine bereits gebildete ad hoc Hypothese aus den vorliegenden empirischen Daten oder auf Kenntnisse aus meinem theoretischen und empirischen Vorverständnis zurückgreifen, um das ‚Wahrgenommene' als bereits ‚Bekanntes' zu identifizieren, das ich bislang aber noch nicht begrifflich gefasst habe (*Induktion*[162]). Findet sich dagegen keine Entsprechung, habe ich (2b) ein neues Konzept im Sinne einer neuen Erwartung oder Deutung konstruiert, um das ‚Wahrgenommene' als ‚noch nicht Bekanntes' (vgl. Schubert 2009: 350) zu identifizieren und als neues Element in die wachsende GT einzuordnen (*Abduktion*[163]). Die Generierung eines neuen Konzepts außerhalb der bestehenden ad hoc Hypothesen (2b) bedeutet dabei gleichzeitig die Entwicklung einer neuen ad hoc Hypothese, die im Forschungsprozess fortlaufend in Memos festgehalten und dokumentiert wird (s. Kap. 2.4).

> Reichertz (2016) vergleicht den Unterschied zwischen Induktion und Abduktion mit der berühmten Eingangsszene aus Antoine de Saint-Exupérys „Der kleine Prinz", in der dieser Erwachsenen eine Zeichnung vorliegt und deren Reaktion abwartet:
> Die Erwachsenen suchen im eigenen Wissensbestand etwas, das ähnliche typische Merkmale aufweist wie das Dargestellte (z. B. ein Hut oder eine Insel); sie *induzieren*. „Der kleine Prinz" dagegen *abduziert*: Er entwickelt vollkommen neue Ideen (die durchaus Elemente von alten Schemata enthalten, diese aber umordnen, Zusammenhänge neu konfigurieren und zu einer neuen Sinnfigur zusammenstellen) und stellt neue Regeln bzw. neue Ordnungen auf, die die Beschaffenheit der Welt allerdings zumindest teilweise aussetzen (es handele sich dabei um die Abbildung einer Schlange, die gerade einen verschluckten Elefanten verdaut; vgl. Reichertz 2016: 135ff.).

---

[161] Die Deduktion verfährt subsumtionslogisch: Es wird „von einem bereits bekannten Merkmalszusammenhang, also einer bekannten Regel aus[gegangen] [...] und versucht, diesen allgemeinen Zusammenhang in den Daten wiederzufinden [...], um dann über den Einzelfall Kenntnisse zu erlangen" (Reichertz 2011: 11).

[162] Die Induktion generalisiert Einzelfälle bzw. konkrete Einzelbeobachtungen in den empirischen Daten anhand bestimmter Merkmalskombinationen zu einer bereits bekannten (also nicht neu zu erfindenden) Ordnung oder Regel (vgl. Reichertz 2016: 12). „Weil das zu Deutende genug Merkmale mit dem mir Bekannten teilt, urteile ich, dass es ein Fall des Bekannten, ein ‚token of that type' ist: Man erkennt eine Bedeutung wieder" (ebd.: 247).
Deduktive Schlüsse (s. o.) formulieren vorhandenes Wissen nur um, sind aber nicht erkenntniserweiternd. Induktive Schlüsse führen zur Verallgemeinerung von Einzelbeobachtungen, aber nicht zur Generierung *neuer* Theorien. Neue Erkenntnis wird auf diese Weise nicht generiert, lediglich Bekanntes ausgeweitet (vgl. Kelle & Kluge 2010: 23).

[163] Die Abduktion schließt anhand konkreter Beobachtungen auf einen neuen Fall, der zu einer neuen Regel oder Ordnung führt, anstatt – wie bei der Induktion – ‚nur' das, was für einige Fälle bekannt ist, auch für andere Fälle oder sogar für alle Fälle anzunehmen (vgl. Schubert 2009: 350).

Das wiederholte Nacheinander von Abduktion, Deduktion und Induktion macht Strauss (1991: 37) zur Grundlage der iterativ-zyklischen Grounded Theory-methodologischen Vorgehensweise in mehreren, rekursiven Schlaufen der (An-)Näherung an Erkenntnis (s. Kap. 2). Empirische Daten werden „auf dem Hintergrund des Vorverständnisses gedeutet und diese Deutung wirkt wieder auf das Verständnis der Sache zurück“ (Schlömerkemper 2010: 58). Die Entwicklung neuer Konzepte anhand der empirischen Daten ist „eine Art ‚Zangengriff', bei dem der Forscher oder die Forscherin sowohl von dem vorhandenen theoretischen Vorwissen als auch von empirischem Datenmaterial ausgeht“ (Kelle & Kluge 2010: 23). Der Forschungsprozess ist dabei grundsätzlich nicht abschließbar; Theorien sind demnach immer nur vorläufig (vgl. Strübing 2014: 82; s. Kap. 2).

> „Weil Theorie als Prozess verstanden wird und jede Formulierung einer Theorie immer nur provisorisch ist, versteht er [Strauss; Anm. d. V.] auch Verifikation eher im Sinne einer Prüfung der Plausibilität und Funktionsfähigkeit einer Theorie (zu einem gegebenen Zeitpunkt der Untersuchung und bezogen auf einen mehr oder weniger begrenzten Untersuchungsbereich)“ (Strübing 2014: 62).

Verifiziert sind bei Strauss solche ad hoc Hypothesen, Konzepte, Kategorien und schließlich Theorien, „die vorläufig noch nicht falsifiziert wurden“ (Strübing 2014: 82). Diese „Überprüfung der Plausibilität und der [...] Funktionsfähigkeit der an der Empirie entwickelten“ (Strübing 2014: 74) Erwartungen, der so gebildeten Konzepte und Kategorien und schließlich der Theorie selbst wird als integraler Teil „des Theoriebildungsprozesses und nicht als eine distinkte Arbeitsphase betrachtet“ (ebd.; vgl. Kehrbaum 2009: 83).

5.6 Kommunikation zwischen Schüler*innen (Kihm & Peschel 2017)

Ziel dieser ersten Vorstudie war es zu verstehen, wie die Aushandlung von Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren (1) durch verschiedene *Aufgabenformate* bzw. (2) durch verschiedene *Aufgabenelemente* beeinflusst wird (s. Einzelfragestellung 1a).[164]

zu (1): *Aufgabenformate* transportieren differente organisatorische, methodische und inhaltliche Offenheiten (vgl. M. Peschel 2014). Die eingesetzten Aufgaben unterschieden sich im Öffnungsgrad und beinhalteten neben organisatorischen insbesondere zunehmend methodische bzw. inhaltliche Handlungs- und Entscheidungsmöglichkeiten. Grundlage bildeten die Öffnungsstufen des didaktischen GOFEX-Konzepts und damit die Aufgabenformate „*Experimentieranleitungen*" (Modulebene 1: „Angeleitetes Experimentieren"), methodisch „*geöffnete Experimentieraufgaben*" (Modulebene 2: „Geöffnetes Experimentieren") und methodisch-inhaltlich „*offene Experimentieraufgaben*" (Modulebene 3: „Freies Explorieren, Problemlösen und Experimentieren"; s. Kap. 5.4.2).[165]

zu (2): *Aufgabenelemente* transportieren unterschiedliche normative Merkmale von Aufgabenqualität („Kriterien Guter Aufgaben"; vgl. M. Peschel 2012; 2016; s. Kap. 3.2.2.5 und 5.4.2). Untersucht wurden die Einflüsse entsprechender Aufgabenelemente (z. B. Titel, Lead-In-Texte oder Visualisierungen, die Beobachtungen vorwegnehmen) auf die Experimentier- und Interaktionsprozesse der Schüler*innen. Um solche Aufgabenelemente umzusetzen, wurden Versuche eingesetzt, die sich hinsichtlich der o. g. Aufgabenelemente unterscheiden (z. B. kommerzielle Kopiervorlagen, die das Ergebnis durch Titel oder Lead-In-Texte vorwegnehmen, vs. GOFEX-Aufgaben, die dies nicht beinhalten).

Zudem verfolgte ich mit dieser Vorstudie das Ziel, meine Forschungsmethoden an den Forschungsgegenstand Offenes Experimentieren und an das spezifische Feld GOFEX anzupassen. Ich habe die Vorstudie genutzt, um ein (zunächst videographisches) Beobachtungsverfahren mit Transkription und das Grounded Theory Kodierverfahren als methodische Näherung an die Aushandlung von Selbstbestimmung zu validieren. Dieser Zugang wird dann in Vorstudie 2 mit anderen methodischen Zugängen kontrastiert.

Die zentrale Fragestellung von Vorstudie 1 lautete: Wie kommunizieren und interagieren Schüler*innen beim aufgabenbasierten Experimentieren miteinander? Dabei habe ich beforscht, welche Formen der Fremdstrukturierung durch (1) verschiedene Aufgabenforma-

---

[164] Einzelfragestellung 1a: Wie wirken Experimentieraufgaben unterschiedlicher Öffnungsstufen auf die Aushandlung von Selbstbestimmung zwischen Lehrenden und Lernenden?

[165] Auf Modulebene 1 habe ich die Versuche „Der Flaschengeist", „Die trockene Serviette" (kommerzielle Kopiervorlagen), „Handgenerator" und „Segelwagen" (GOFEX-Aufgaben) eingesetzt. Auf Modulebene 2 die Experimentieraufgabe „Sortiere den Müll!" und auf Modulebene 3 die Frage „Was kannst du über Seifenblasen herausfinden?"

te und (2) verschiedene Aufgabenelemente sich rekonstruieren lassen bzw. welche Formen der Selbststrukturierung die Schüler*innen bei der Aufgabenbearbeitung zeigen.

5.6.1 Vorgehen der Datenerhebung und Ableitungen bzgl. der Hauptstudie

Zur Beantwortung der o. g. Fragestellung wurden an zwei dreistündigen Experimentiereinheiten im Dezember 2016 die Experimentier- und Kommunikationsprozesse von jeweils zwei Schüler*innen einer vierten Klasse ausgewertet (im Folgenden als s#1 und s#2 bzw. s#3 und s#4 abgekürzt). Die Schüler*innen s#1 und s#2 bzw. s#3 und s#4 wurden videographiert, wie sie ohne die pädagogisch-didaktisch-fachliche Unterstützung einer Lehrperson verschieden konzipierte Experimentieraufgaben bearbeiten.[166]

In der ersten halben Stunde der zwei Experimentiereinheiten führte ich mit den Schüler*innen ein gemeinsames Experiment durch, um ihnen den Einstieg in die Experimentiereinheit zu erleichtern.[167] Zudem informierte ich die Schüler*innen darüber, dass sie videographiert werden, und sie bekamen Zeit, mit der Aufnahmesituation vertraut zu werden (u. a. sich selbst im Display sehen, den Forscher filmen). Abschließend erklärte ich den Schüler*innen das Vorgehen während der Experimentiereinheit samt GOFEX-Material- und Ordnungskonzept: Eine GOFEX-Mitarbeiterin in der Rolle ‚Leitung der Experimentiereinheit' legte den Schüler*innen Experimentieraufgaben in einer vorab vereinbarten Reihenfolge vor: Da die vier Schüler*innen das GOFEX zum ersten Mal besuchten, folgte diese Reihenfolge dem stufenweisen didaktischen GOFEX-Öffnungskonzept: Auf Experimentieranleitungen, die die Schüler*innen organisatorisch geöffnet bearbeiteten (Modul 1), folgte eine methodische Öffnung der Bearbeitungswege (geöffnete Experimentieraufgaben; Modul 2) und eine moderate inhaltliche Öffnung (offene Experimentieraufgaben; Modul 3; s. Kap. 5.4). Ich teilte den Schüler*innen außerdem mit, dass sie jede Experimentieraufgabe so lange bearbeiten können, wie sie wollen. Auf Nachfrage erhielten sie dann eine weitere Experimentieraufgabe von der GOFEX-Mitarbeiterin.

Diese GOFEX-Mitarbeiterin wurde vorab von mir instruiert, während der Aufgabenbearbeitung auf inhaltlich-methodische, pädagogisch-didaktisch-fachliche Hilfestellungen oder entsprechende Impulse zu verzichten und notwendige Interventionen lediglich auf

---

[166] Im Unterschied zur Hauptstudie pseudonymisiere ich die Schüler*innen der Vorstudie mit Kleinbuchstabe s#*Ziffer*.

[167] Der Kontakt zu den Schüler*innen wurde über zwei Gatekeeper, Abgeordnete Lehrerinnen des Lehrstuhls, hergestellt, die gebeten wurden, jeweils zwei Proband*innen vorzuschlagen. Bei der Auswahl der Kinder sollten die Lehrerinnen sich v. a. an einem allgemein vorhandenen Interesse am Experimentieren orientieren. Die vier vorgeschlagenen Schüler*innen sind nach Einschätzung der Abgeordneten Lehrerinnen (insb. im naturwissenschaftlichen Bereich) weder als (teil-)leistungsschwach noch als überdurchschnittlich (hoch-)begabt zu charakterisieren. Diese Einschätzung teile ich nach den Experimentiereinheiten.
Die Erziehungsberechtigten der vier Schüler*innen wurden vorab fernmündlich über das Forschungsvorhaben informiert. Einverständniserklärungen zur Mitwirkung am Forschungsvorhaben und zur Videoaufzeichnung liegen vor, unterzeichnet von den Erziehungsberechtigten und den Schüler*innen.

die Sicherheit der Kinder zu beziehen. Die Rolle der GOFEX-Mitarbeiterin als ‚Leitung der Experimentiereinheit' bezog sich also im Wesentlichen auf das Aushändigen der Experimentieraufgaben in Folge der gezielten Nachfrage durch die Schüler*innen. Inhaltliche Fragen der Schüler*innen sollte die GOFEX-Mitarbeiterin dagegen freundlich mit dem Verweis „Das kannst du selbst herausfinden!" beantworten und zurückweisen. Ansonsten zog sich die GOFEX-Mitarbeiterin auf die räumlich abgetrennte Sitzecke zurück und ging dort teilweise eigener Buchlektüre nach. Die Schüler*innen experimentierten somit weitestgehend allein ‚unter sich' ohne pädagogisch-didaktisch-fachliche Unterstützung.

Während das Vorgehen in der Experimentiereinheit in der ersten halben Stunde erklärt wurde, waren neben der GOFEX-Mitarbeiterin als von mir angeleiteter ‚Leitung der Experimentiereinheit' und mir auch die Erziehungsberechtigten der Schüler*innen anwesend. Nach der halben Stunde verließ ich das GOFEX mit den Erziehungsberechtigten, um ihnen Gelegenheit zu bieten, mir Fragen zur Untersuchung und zu Aspekten des Datenschutzes zu stellen. Nachdem die Erziehungsberechtigten und ich das GOFEX verlassen hatten, bekamen die Schüler*innen von der GOFEX-Mitarbeiterin die erste Experimentieranleitung ausgehändigt („Der Flaschengeist" als kommerzielle Kopiervorlagen auf GOFEX-Modulebene 1; Demuth & Kahlert 2010: 39; s. Abb. 9a in Kap. 5.4).

Die Grounded Theory Methodologie stellt zwar ein Inventar konkreter Verfahren der Datenerhebung, -aufbereitung und -auswertung zur Verfügung (vgl. Corbin 2011: 72). Diese sind jedoch *nicht* als „forschungspraktisches Kochrezept [zu verstehen], das Schrittfolgen und Verfahrensweisen vorschreibt, an die man sich mit sklavischer Rigidität zu halten hat" (Lange 2017: 59; s. Kap. 2 zu meinem methodischen Rahmen).

> „Die Ungenauigkeit, eine Analysemethode in Form von Faustregeln zu formulieren, ist Ausdruck einer grundlegenden Überzeugung [...]: Jede Forschungsfrage ist anders. Eine Forschungsmethode muss ihrem Gegenstand angepasst werden, und nicht umgekehrt! Damit eine Methode an einen Gegenstand möglichst gut angepasst werden kann und den Besonderheiten der beforschten Fragen und Phänomene gerecht wird, besitzen die Methoden eine gewisse Offenheit und Flexibilität" (Muckel et al. 2017: 15).

Die Grounded Theory Methodologie lässt eine Vielzahl an Formen der Datenerhebung zu, um eine möglichst hohe Gegenstandsangemessenheit zu erzielen (vgl. Corbin 2011). Da Selbstbestimmung als Kernelement des Offenen Experimentierens (s. Kap. 3.2) in meinem Verständnis „erst durch interaktive Zuschreibung" (Koller 2011: 84f.) in Aushandlungsprozessen zustande kommt, kann Selbstbestimmung m. E. auch nur im Hinblick auf diese sozialen Aushandlungsprozesse interpretiert werden (vgl. Przyborski & Wohlrab-Sahr 2013: 189). Dazu ist es notwendig, Interaktionen *zu beobachten*, Handlungs- und Interaktionsmuster *zu analysieren* und deren soziale Sinnstrukturen *zu rekonstruieren*, die im Hinblick auf Aushandlungsprozesse *zu kontextualisieren und interpretieren* sind.

Beobachtungsverfahren lassen sich entweder ‚im Feld teilnehmend' oder ‚in Abwesenheit', aber mit technischem Equipment, z. B. durch Videoaufzeichnungen, die im Anschluss transkribiert, analysiert und in Forschungsgruppen diskutiert werden, durchführen. Der in Beobachtungssituationen generierte Datentyp der Beschreibung hat in der qualitativen Sozialforschung eine gewisse Entwertung erfahren, „seitdem Aufzeichnungstechnologien Formen der Datenerhebung erlauben, die menschlichen Beobachtern in Vollständigkeit und Neutralität der Dokumentierung überlegen scheinen" (Hirschauer 2001: 430). Beschreibungen gelten heute oft als „nach Möglichkeit zu vermeidender Ersatz für eine Aufzeichnung" (Oevermann 2000: 113; vgl. Reichertz 2016: 95). Videoaufzeichnungen erscheinen dagegen sehr objektiv – „als detailgetreue Kopie eines ‚sozialen Originals'" (Hirschauer 2001: 433) oder als „‚zwingende Fassung', die wie ein künstlicher Schiedsrichter den soziologischen Diskurs pazifiziert und diszipliniert" (ebd.: 435). „Ihre Darbietung bewahrt Texte vor hermetischer Schließung, indem sie Lesern eine Teilnahme an der Datenanalyse anzubieten scheint" (ebd.). Zudem wird Videoaufzeichnungen „eine hohe Authentizität" (Gröschner 2007: 13) sowie ein großer Aspekt- und Detailreichtum unterstellt.

> „Videos bieten durch ihre hohe Anschaulichkeit, Informationsdichte und Realitätsnähe [...] eine gute Möglichkeit der authentischen und wiederholbaren Auseinandersetzung mit der Komplexität von Unterrichtsprozessen [...]. Der im Videomaterial dargestellte Unterricht kann in (fast) all seinen Facetten aus verschiedenen Perspektiven ohne Handlungsdruck, wie er in realen Unterrichtsituationen meist vorhanden ist, betrachtet und analysiert werden" (Grewe & Möller 2020: 326).

Während die beobachtete Situation flüchtig und nach ihrem Ablauf unwiederbringlich vergangen ist, kann Filmmaterial unbegrenzt oft, mit zeitlichem Abstand und in beliebiger Reihenfolge wiederholt betrachtet sowie zudem unter verschiedenen Gesichtspunkten (re-) analysiert werden (vgl. Gröschner 2007; s. Kap. 4.1.3 zur BiQua-Videostudie).

In meiner ersten Vorstudie habe ich die Experimentierprozesse der Schüler*innen durch Einsatz zweier ‚fester' Videokameras videographiert (vgl. Dinkelaker & Herrle 2009; Flick 2016) und anschließend direkt am Videomaterial ausgewertet (s. Kap. 5.6.2).[168]

Bei der Auswertung der Videoaufzeichnungen war in meinen Augen auffällig, wie viel die Schüler*innen ‚für die Videokamera' agieren: Insbesondere überraschende Beobachtungen bei der Aufgabenbearbeitung oder vermeintliche Erklärungen zu den Versuchen und Experimenten haben sie eher für die Videokamera aufgesprochen und inszeniert, als miteinander über ihre Beobachtungen und Erklärungen zu sprechen. Einzelne Be-

[168] Die erste (Haupt-)Videokamera stand an dem Experimentiertisch, an dem die Schüler*innen ihre Versuche bzw. Experimente durchführen sollten. Eine zweite Videokamera war so positioniert, dass sie die Bewegungen der Schüler*innen im GOFEX-Raum (z. B. zum GOFEX-Haus oder zur GOFEX-Mitarbeiterin, die sich im Konferenzbereich aufhielt) aufzeichnete (s. Kap. 5.4.5). Ich arbeitete hauptsächlich mit den Videoaufzeichnungen der ersten Videokamera.

obachtungsbeschreibungen und Erklärungen der Schüler*innen wirkten so auf mich eher wie ‚fernseh- oder YouTube-ähnliche Produktionen' (vielleicht im Stil von Erklärvideos), aber nicht wie der anvisierte Austausch über Erkenntnisse (s. Kap. 3.1.2.4). Selbst dann, wenn die Schüler*innen die Videokamera mal für einen längeren Zeitraum vergessen haben, haben sie ihr Handeln erneut darauf abgestimmt, wenn sie sich wieder an die Videokamera erinnert haben – und dies eben meist spätestens dann, wenn sie mit einem Versuch oder Experiment fertig waren und eine Erklärung bzw. eine Erkenntnis ‚für die Nachwelt festhielten' und dazu ‚vor der Kamera auftraten'. Videographien erzeugen somit (Re-)Aktionen der Beteiligten auf die Kamera und rufen Veränderungen im Feld hervor (vgl. Reh 2014: 37; Goerigk et al. 2021: 3ff.). Sie erhöhen, wie zuvor beschrieben, z. B. das Bewusstsein, beobachtet zu werden (vgl. Gray & Ambady 2006: 48), und führen auch dazu, „dass die Gefilmten sich stärker selbst beobachten" (Reh 2014: 37).

Die Schüler*innen haben die Videokamera m. E. nach einer anfänglichen Phase der Irritation und Ablenkung als Teil des Situationskontextes wahrgenommen. Videokameras sind aber üblicherweise kein Teil des Situationskontextes von (offenen) Experimentier-Lehr-Lern-Situationen; sie dürfen diese sozialen Situationen also folglich auch nicht beeinflussen oder dominieren![169] Als Teilnehmender Beobachter gibt es dagegen Möglichkeiten, sich vergleichsweise unauffällig im Feld zu bewegen (s. Kap. 5.7; 6). Zudem verfüge ich als Teilnehmender Beobachter durch entsprechende Wahrnehmungskanäle und Sinnesqualitäten über eine deutlich differenziertere Beobachtungsfähigkeit als die auf Visuelles und Auditives beschränkte Videographie (vgl. Spyrou 2011). „So fehlen selbst auf der optimalen Ton- und Bildkassette nicht nur die Gerüche und das ‚Flair' einer Situation, sondern auch die ‚Flüchtigkeit' lebensweltlicher Ereignisse" (Reichertz 2016: 182). Gerüche können aber z. B. dann relevant werden, wenn mit Feuer experimentiert wird.

Die „Auseinandersetzung mit der Komplexität von Unterrichtsprozessen" (Grewe & Möller 2020: 326) erfolgt in der Videographie mittels Komplexitäts*reduktion*, allerdings nicht als Komplexitäts*verdichtung* (s. Kap. 3). Aufzeichnungen *dekontextualisieren* soziale Prozesse (vgl. Hirschauer 2001: 435), d. h. sie beinhalten „wenig Kontext der Situation" (Flick 2016: 317). Videokameras zeichnen nämlich nur auf, „was sich in ihrem Aufzeichnungsradius abspielt, sind aber nicht in der Lage, den Ereignissen zu folgen" (Ammann & van Holten 2017: 7). Der Ausschnitt, der durch die Kameraperspektive gewählt wird, gibt „die Stimmung, die Arbeitsatmosphäre und die Raumsituation der Echtsituation nicht uneingeschränkt wieder" (Košinàr 2009: 124; vgl. Goerigk et al. 2021: 3ff.).

[169] Vor dem Hintergrund des Ziels, eine möglichst vielfältige und heterogene Stichprobe zu beobachten (s. Kap. 6), steht auch nicht ausreichend Zeit für eine Gewöhnung der Schüler*innen an die Kamera zur Verfügung.

> „Das technische Hilfsmittel strukturiert auf die ihm eigentümliche Weise das scheinbar nur aufzuzeichnende Ereignis. Denn das Medium ordnet; es ordnet alle Ereignisse entlang einer Zeitachse an – aus der vielfältigen Gleichzeitigkeit von Interaktionen wird die Aufeinanderfolge einzelner Handlungszüge“ (Reichertz 2016: 182).

Letztendlich „konservieren [Videoaufzeichnungen deshalb] soziale Prozesse nicht einfach, sie de- und rekontextualisieren“ (Hirschauer 2001: 435) sie. Zudem konstruieren Videoaufzeichnungen „zwangsläufig eine bestimmte, oftmals nicht bewusst bzw. reflektiert reduzierte – Version der Wirklichkeit“ (Kihm & Peschel 2021b: 77; vgl. Spyrou 2011; Flick 2016), die in verschiedenen Punkten reduziert ist (vgl. Gray & Ambady 2006: 43ff.):

- die Kameraposition und der gewählte Ausschnitt bzw. die Kamerafokussierung,
- der Blickwinkel und Moment der Aufnahme sowie der einzubeziehende Kontext,
- die Kameraführung und Aufmerksamkeit bzw. Sensibilität des Kameraführenden,
- die (Gruppen-)Interpretation, bei der das Material auf verschiedenste Weise versprachlicht und interpretiert werden kann. (vgl. auch Kihm & Peschel 2021b: 78)

Ich folge deshalb Rehs (2014: 34) Vorschlag, Videographie als eigene „soziale Interaktion zu konzipieren“, die durch die Reaktivität zwischen Kamera, Kamerafrau oder -mann und Gefilmten konstituiert wird (vgl. auch Goerigk et al. 2021). Weil damit aber „gerade diejenigen Momente, in denen die Beobachteten ganz offensichtlich auf die anwesende Kamera aufmerksam werden, als relevant für die Organisation der Aktivitäten zu verstehen bzw. zu interpretieren“ (Reh 2014: 34) sind, muss m. E. hinterfragt werden, inwiefern Videokamera (und Videograph*in) als genuine Elemente der Aushandlung von Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren anzusehen wären oder diesen Prozess der Aushandlung nicht eher gänzlich verfälschen würden (vgl. Goerigk et al. 2021).

5.6.2 Vorgehen der Datenauswertung und Ableitungen bzgl. der Hauptstudie

Über eine möglichst genaue Analyse und Interpretation der Handlungen und Interaktionen der Schüler*innen sollte ein erster Zugang zum anvisierten Untersuchungsfeld gefunden und erste Konzepte zum Einfluss von Aufgaben auf die Aushandlung von Selbstbestimmung generiert werden. Beim Experimentieren mit zunehmend geöffneten Aufgaben konnten so verschiedene Handlungs- bzw. Interaktionsmuster rekonstruiert werden. Zudem habe ich ausgewertet, wie sich die verschiedenen Aufgabenformate und -elemente auf das (zunächst unbegleitete!) Offene Experimentieren der Schüler*innen auswirken.

Bei der Aufbereitung der Videodaten habe ich darauf verzichtet, das Gesamtmaterial zu transkribieren und stattdessen durch Notation von Zeitmarken zu den Videoausschnitten mithilfe eines Tabellenprogrammes (Microsoft Excel, Version 15.29.1) direkt an den Videodaten kodiert, kategorisiert und interpretiert. Um eine Diskussion der Ergebnisse in

den weiteren, nachfolgenden Kapiteln zur Vorstudie 1 zu ermöglichen, habe ich zusätzlich relevante Schlüsselszenen des Materials ‚verschriftet'. Diese Verschriftungen (wörtlich vom Gesprochenen ins Standardschriftdeutsche, unter Vernachlässigung dialektaler oder phonetischer Abweichungen, zuzüglich der Beschreibung von Handlungen der Schüler*innen) fungiert ausdrücklich als Ergänzung und nicht als Ersatz für die videoelektronischen Aufnahmen, an denen ich direkt ausgewertet habe (vgl. Kowal & O'Connell 2015).

Zur Datenauswertung in Vorstudie 1 setzte ich im Sinne der Grounded Theory Methodologie das Grounded Theory Kodierverfahren ein. Als zentrale methodische Mittel dieses Kodierverfahrens nutzte ich das „offene, axiale und selektive Kodieren und damit Verfahrensschritte, die bündelnd, differenzierend bzw. integrierend eingesetzt werden können" (Murmann 2013: 6; s. Abb. 15). Diese drei Verfahrensschritte sollten „weder als klar voneinander trennbare Vorgehensweisen noch als zeitlich eindeutig getrennte Phasen" (Flick 2016: 387) (miss-)verstanden werden. Sie „tendieren dazu, fluide zu sein und einander im Gebrauch zu überlappen" (Corbin 2011: 73; vgl. Strauss & Corbin 1996: 40). Dennoch erfolgt ihre Darstellung zwecks Nachvollziehbarkeit an dieser Stelle getrennt und exemplifiziert anhand der (transkribierten) empirischen Daten aus Vorstudie 1.

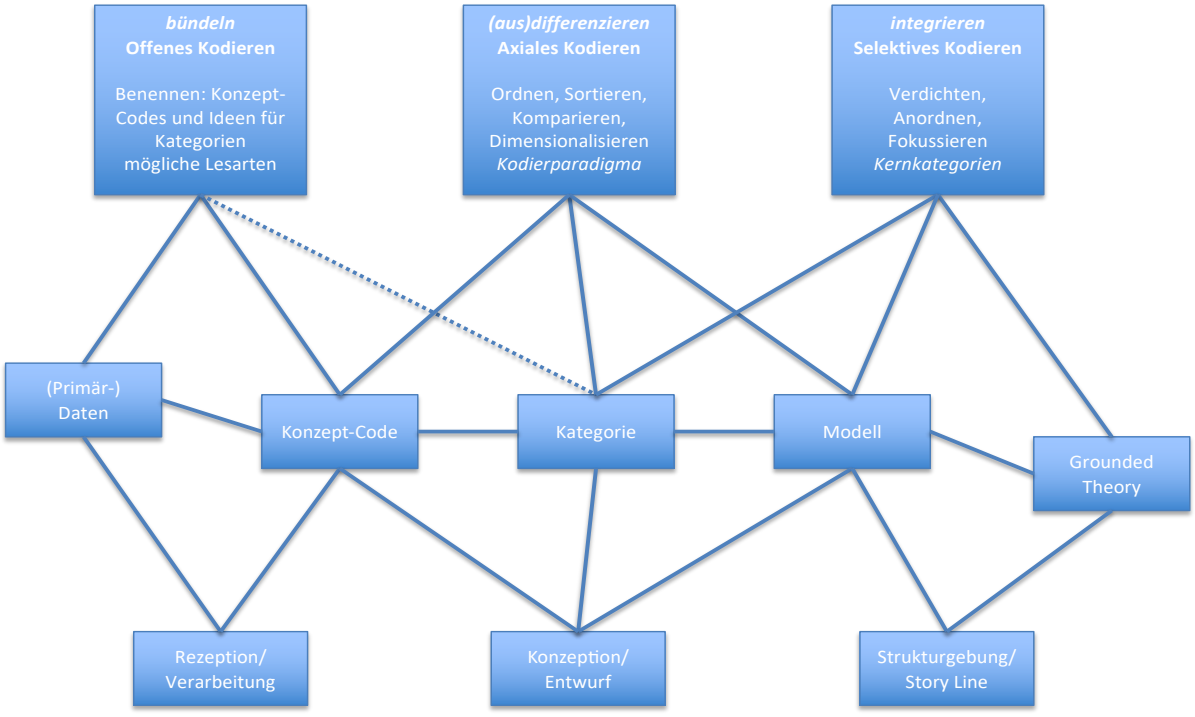


Abbildung 15: Kodierverfahren der GT in systematisierter Anordnung (nach Breuer 2010: 76)

Mein Vorgehen der iterativen Datenauswertung in zunehmend fokussierenden Schritten nach dem Grounded Theory Kodierverfahren zeichnet sich durch folgende Grundidee aus: „ein sich wiederholender Vergleich bisheriger Analyseergebnisse mit der Interpretation neu gewonnener Daten im Sinne einer fortwährenden Validierung zur internen

Absicherung und Verdichtung der Ergebnisse“ (Wollny & Marx 2009: 471). Das Vorgehen dient dem fortwährenden Rückbezug der Kategorien auf die Daten und der „kritischen Überprüfung von Interpretationsergebnissen am Material“ (Murmann 2013: 9).

Beim **offenen Kodieren** habe ich die Daten analytisch aufgebrochen, d. h. den Bedeutungsgehalt der videographierten Ereignisse (s. Kap. 2.3) freigelegt. Dazu habe ich die Videodaten wiederholt gesichtet und im Hinblick auf meine Fragestellung ‚relevante‘ Ereignisse gesucht. Relevante Ereignisse in den Daten waren für mich entsprechende Handlungs- und Interaktionsmuster der Schüler*innen. Den Zeitmarken eines Videoausschnittes, die m. E. ein relevantes Ereignis darstellen, habe ich Konzept-Codes zugeordnet.[170]

Weitere identifizierte Handlungs- und Interaktionsmuster habe ich den schon vorhandenen Konzept-Codes zugeordnet. Wenn das nicht möglich war, habe ich weitere Konzept-Codes für ‚neue‘ Ereignisse gebildet (vgl. Murmann 2013). Dabei sollten möglichst alle Textstellen mit mindestens einem Konzept-Code versehen werden. Wenn in einem Abschnitt mehrere Aspekte der Aushandlung von Selbstbestimmung erkennbar wurden, wurden diese Textstellen mehrfach kodiert (vgl. Muckel 2007: 215; Ullrich 2019: 135). „Für die vergleichende Interpretation werden dann alle gleich kodierten Textstellen herangezogen“ (ebd.) und mit andersartig kodierten Datenausschnitten verglichen.[171] Insgesamt sollten also zunächst Ähnlichkeiten bzw. Unterschiede im Datenmaterial gesucht und bestimmten Textausschnitten Konzept-Codes zugeordnet wurden.

Beispielhaft zeige ich nachfolgend, wie ich die videographierte Durchführung der Experimentieranleitung „Der Flaschengeist“ (Modul 1; s. Kap. 5.4.2) von s#1 und s#2 offen kodiert habe, indem ich die Videodaten gesichtet und mithilfe von Microsoft Excel (Version 15.29.1) Zeitmarken notiert und den Ausschnitten entsprechende Konzept-Codes zugeordnet habe.

Ziel des offenen Kodierens ist das Segmentieren und Benennen (Konzeptualisieren), Vergleichen und Sortieren (Kategorisieren) von Handlungs- und Interaktionsmustern in den Daten, die sich auf Aspekte der Aufgabenbearbeitung im GOFEX beziehen (zu den Begriffen ‚konzeptualisieren‘ und ‚kategorisieren‘ s. Kap. 2.3). Die Konzept-Codes in Tab. 25 ‚entstanden‘ also direkt aus meiner Interaktion mit den Videodaten:

---

[170] Segmentiert wurde so, dass Sinnzusammenhang und Kontext erhalten bleiben, d. h. kodierte Abschnitte – ohne weitere Ergänzungen ‚darüber‘ bzw. ‚darunter‘ – in sich verständlich sind. Die Konzept-Codes können (1) erdachte Formulierungen des Kodierenden, (2) Begriffe, die die Forschenden auf dem Hintergrund ihrer wissenschaftlichen Auseinandersetzung mit dem Thema und der Fachliteratur auswählen, oder (3) prägnante Begriffe, die die Beobachteten selbst formulierten und im Feld benutzten, sein (letzteres sind sog. „in-vivo-Kodes“; vgl. Muckel et al. 2017: 15f.).

[171] Mehrfachkodierungen sind legitim: Konzept-Codes sind polyphon und *nicht* ausschließend-disjunkt; sie lassen Widersprüche zu und unterliegen v. a. dem Anspruch der Dichte (vgl. Muckel 2007: 215; Rädiker & Kuckartz 2018: 100). „Doppel- und Mehrfachkodierung muss in diesem Zusammenhang nicht unbedingt bedeuten, dass ein fester Datenausschnitt mehrfach annotiert wird. Es kann auch heißen, dass sich verschiedene, unterschiedlich zu konzeptualisierende Datenausschnitte ‚in einem Teilstück überlappen‘“ (Salinger 2013: 344).

Tabelle 25: Offenes Kodieren in Vorstudie 1 („Der Flaschengeist“, Ausschnitt 00:01:41-00:04:17; selbst erstellt)

Zeitmarke	Beschreibung	Konzept-Code
00:01:41- 00:01:44	s#1 und s#2 führen gemeinsam die Anleitung durch: Beide legen ihre Hände direkt um die kalte Glasflasche („umfassen“), allerdings nur für etwa 5 Sekunden.	Befolgen vorgegebener Anleitungsschritte Nichtbeachtung von Teilen der Anleitung („geduldig sein“, zu kurze Dauer)
00:01:44- 00:01:50	s#1s Reaktion nach 1,5 Sekunden: „Hä? Die klirrt aber gar nicht!" s#2: „Experiment missglückt!"	in Anleitung vorweggenommene Beobachtung; Enttäuschung durch in Anleitung vorweggenommene Beobachtung Nature of Science
00:01:50- 00:02:10	s#1 und s#2 umfassen die Glasflasche erneut, aber immer nur für kurze Zeit; s#2 erwärmt sich zwischendrin die Hände. s#1 und s#2 vergleichen die bereitgestellten Materialien mit der Anleitung: s#1 (die Flasche prüfend): 0,7 s#2 (ebenfalls prüfend): Das ist ne 0,7er. s#1 (schaut noch genauer hin): Wo steht das? s#2: Keine Ahnung, aber die war doch extra dafür vorbereitet, dann wird es eine sein! s#1 bleibt skeptisch und versucht ein Volumen-Etikett oder ähnliches zu finden. s#2 „rüttelt“ an dem Versuchsaufbau.	Befolgen vorgegebener Anleitungsschritte Nichtbeachtung von Teilen der Anleitung („geduldig sein“, zu kurze Dauer) Variation: Vorgehensweise Suche nach Ursachen für Misslingen Materialgebundenheit, Materialzwang Suche nach Ursachen für Misslingen „extra dafür vorbereitet“ Materialgebundenheit, Materialzwang Suche nach Ursachen für Misslingen
00:02:10 00:02:50	s#1 besorgt eine neue 0,7l-Glasflasche aus der Tiefkühltruhe, dieselbe Münze wird genutzt. s#2: „Die Flaschen sind echt kalt“ Nach 5-Sekunden erneutem Durchführen (s#1 umfasst mit beiden Händen die neue kalte Flasche) sagt s#2: "Hä? Das funktioniert nicht!"	Variation: Material (Materialtausch) Suche nach Ursachen für Misslingen Materialgebundenheit, Materialzwang Befolgen vorgegebener Anleitungsschritte Enttäuschung durch in Anleitung vorweggenommene Beobachtung
00:02:50- 00:03:12	s#1 und s#2 variieren die „Umfassungsstelle“ am Flaschenhals, sie kontrollieren, ob die Münze auf der Öffnung „richtig sitzt“ (unklar worauf s#1 dabei achtet, s#2 verschiebt die Münze ein paarmal).	Experimentelle Reaktionen auf Enttäuschung durch in Anleitung vorweggenommene Beobachtung; Variation Materialgebundenheit, Materialzwang Suche nach Ursachen für Misslingen
00:03:12 00:04:17	s#1 besorgt eine neue Glasflasche (0,5-l), die Münze bleibt; erneute gemeinsame Versuchsdurchführen (2 sec.) s#2: „funktioniert nicht [...] erstes fehlgeschlagenes Experiment“ (atmet stöhnend aus)	Variation: Material (Materialtausch) Suche nach Ursachen für Misslingen Befolgen vorgegebener Anleitungsschritte Enttäuschung durch in Anleitung vorweggenommene Beobachtung Nature of Science

Für das erste Umfassen der Glasflasche als Befolgen bzw. gemeinsames Durchführen der Anleitung von s#1 und s#2 (00:01:41-00:01:44) habe ich den Konzept-Code „Befolgen vorgegebener Anleitungsschritte“ entwickelt und dafür mein theoretisches Vorverständnis bzgl. Versuchedurchführen und 7G-Experimentalunterricht (s. Kap. 3.2) reminisziert. Für

die Äußerung „Hä? Die klirrt aber gar nicht!“ (00:01:44-00:01:50) habe ich den Konzept-Code „in Anleitung vorweggenommene Beobachtung“ entwickelt, für die Äußerung „Experiment missglückt“ (00:01:44-00:01:50) zudem den Konzept-Code „Enttäuschung durch in Anleitung vorweggenommene Beobachtung“. Für das erneute Umfassen der Glasflasche durch s#1 und s#2 (00:01:50-00:02:10) habe ich wieder den Konzept-Code „Befolgen vorgegebener Anleitungsschritte“ vergeben. Dieses „Befolgen vorgegebener Arbeitsschritte“ konnte ich mit weiteren Konzept-Codes in den übrigen Videoaufzeichnungen als grundlegendes Handlungsmuster des Experimentierens auf Modulebene 1 rekonstruieren.

Der Dialog zwischen s#1 und s#2 zum Vergleich der bereitgestellten Glasflasche mit den Vorgaben der Anleitung (00:01:50-00:02:10) stellte zum Zeitpunkt des Kodierens für mich ein neues Ereignis dar, dem ich einen neu erdachten Konzept-Code „Materialgebundenheit, Materialzwang“ zuordnete, den ich beim weiteren Kodieren in derselben und weiteren Videoaufzeichnungen ebenfalls als wichtiges Handlungsmuster validieren konnte.

Auf diese Weise habe ich zunächst die Videoaufzeichnung „Der Flaschengeist“ (Tab. 25) und dann das gesamte weitere Videodatenmaterial offen kodiert. Die Microsoft Excel Tabellendatei mit Zeitmarken aus dem Videodatenmaterial, Beschreibungen und Konzept-Codes findet sich im Anhang 1. Der Anhang 1 beinhaltet auch Memos (s. Kap. 2.4), die ich beim Offenen Kodieren des Videodatenmaterials verfasst habe. Jene Memos beinhalten die ad hoc Hypothesen, auf die ich in den folgenden Kapiteln eingehen werde.

Die so gebildeten Konzept-Codes werden weiter verdichtet. Verdichten meint hier das Zusammenfassen, Bündeln und Rekonturieren der Konzept-Codes zu vorläufigen Kategorien (vgl. Murmann 2013). Den Konzept-Code „in Anleitung vorweggenommene Beobachtung“ konnte ich z. B. mehrfach in den Videodaten vergeben. Zudem habe ich ein ähnliches Ereignis in den Videodaten identifiziert und als „in Anleitung vorweggenommene Erklärung“ kodiert. Gemeinsam mit weiteren, ähnlich gelagerten Konzept-Codes wie „Befolgen vorgegebener Anleitungsschritte“ habe ich die Konzept-Codes „in Anleitung vorweggenommene Beobachtung“ und „in Anleitung vorweggenommene Erklärung“ zur Kategorie „Fremdstrukturierung durch die Experimentieranleitung“ weiterentwickelt. Davon abgrenzend konnte ich die Kategorie „Fremdstrukturierung durch das Experimentiermaterial“ aus differenten Konzept-Codes wie „Materialgebundenheit“ oder „Abharken des zur Verfügung gestellten Materials“ abstrahieren, die auf das Experimentiermaterial laden.

Die Kategorien habe ich in Bezug auf ihre theoretischen Eigenschaften und Dimensionen weiterentwickelt (vgl. Wollny & Marx 2009: 471; Corbin 2011: 73; s. a. Kap. 2.3 zu den Begriffen ‚Eigenschaften‘ und ‚Dimensionen‘). Die Kategorie „Fremdstrukturierung durch die Experimentieranleitung“ habe ich etwa u. a. im Hinblick auf die Eigenschaft „Strukturie-

rungsgrad“ weiterentwickelt. Damit beschreibe ich, wie geschlossen oder offen die Anleitung der Schüler*innen zur Durchführung der Versuche erfolgt. Zudem habe ich die Eigenschaft „Reaktion der Schüler*innen“ dimensioniert, um zu beschreiben, wie strikt resp. frei die Schüler*innen die Anleitungsschritte umgesetzt haben. Neben diesen beiden Kategorien „Fremdstrukturierung durch die Experimentieranleitung“ und „Fremdstrukturierung durch das Experimentiermaterial“ habe ich auch die Kategorie „Modus der Absicherung“ direkt aus den Videodaten und ausgehend von Konzept-Codes wie „Rückversicherung bzgl. Material“ oder „Bitte um Feedback“ entwickelt. Die Kategorie „Modus des schnellen Abarbeitens“ ist schließlich eine weitere Kategorie, ausgehend von der Abstraktion der Konzept-Codes „Anleitung lesen“, „Anleitung befolgen“, „auf den Effekt achten, der eintreten muss“ und „aufschreiben oder skizzieren“. Diese Kategorie „Modus des schnellen Abarbeitens“ beschreibt eine Nachahmung des schulischen Versuchedurchführens (s. Kap. 5.6.3).

Als weiteres Beispiel für eine von mir in der Vorstudie 1 entwickelte Kategorie führe ich hier die Kategorie „Freies Explorieren, Experimentieren und Problemlösen“ auf, die ich als Reminiszenz an das GOFEX-Modul 3 verstehe (s. Kap. 5.4) und die Konzept-Codes wie „Aufgaben(be)deutung gemeinsam aushandeln“, „Umgang mit auftretenden Schwierigkeiten“ oder „Forschungsfrage entwickeln“ bündelt und abstrahiert. Aus mehreren hundert verschiedenen Konzept-Codes konnte ich etwa zehn Kategorien generieren (s. Anhang 1).

Beim **axialen Kodieren** habe ich diese Kategorien zueinander in Beziehung gesetzt (vgl. Strauss & Corbin 1996: 84). Während ich also beim offenen Kodieren zunächst eine „Vielzahl untereinander unverbundener Konzepte und Kategorien erarbeitet [habe], zielt[e] das ‚axiale Kodieren‘ […] auf mögliche Zusammenhänge zwischen einer jeweiligen Kategorie und verschiedenen anderen Konzepten und Kategorien“ (Strübing 2014: 17; vgl. auch Wollny & Marx 2009: 472; Murmann 2013: 10). „Das axiale Kodieren ist eine Technik, die das systematische Ausarbeiten einer Kategorie methodisch anleitet und die entstehende Theorie strukturieren hilft“ (Muckel 2007: 224). Notizen zu diesen Beziehungen habe ich weiterhin in Memos (s. Kap. 2.4) aufgeschrieben (s. Anhang 1).

Durch das Herausarbeiten slcher Beziehungen werden Kategorien auf neue Art zusammengesetzt (vgl. Strauss & Corbin 1996). „Mit fortgesetzter Analyse emergieren mehr und mehr Konzepte und Kategorien, bis schließlich der/die Forschende das Gefühl hat, die Analyse sei irgendwie saturiert, d.h. dass keine neuen Ideen mehr aus den Daten entstehen“ (Corbin 2011: 74; s. a. ‚theoretische Sättigung‘ und ‚emergieren‘ in Kap. 2.4).

Beim **selektiven Kodieren** werden die Kategorien um eine oder mehrere herausgearbeitete Kernkategorien herumgruppiert (vgl. ebd.; Strauss & Corbin 1996: 94). Die Kernkategorien stehen in Beziehung mit allen anderen Kategorien. Sie haben „eine zentrale Stel-

lung im Netzwerk der Kategorien inne“ (Kastl 1999: 7) und verbinden alle übrigen Kategorien sinnvoll mit- bzw. untereinander (vgl. Strauss 1991: 45). Die entwickelten Kategorien werden systematisch in eine Gesamtdarstellung in Bezug auf wenige[172], zentrale Kernkategorien integriert, sodass eine fundierte, dichte Theorie entsteht (vgl. Wollny & Marx 2009: 473). Die Suche nach Kernkategorien „geht auf Distanz zu den Daten, um nach dem Kern, dem analytischen Gehalt der Forschung zu fragen“ (Breidenstein et al. 2015: 159). Kategorien, die einer weiteren Verfeinerung und Entwicklung bedürfen, werden aufgefüllt bzw. ausdifferenziert (vgl. Strauss & Corbin 1996: 94).[173]

> Die „Anordnung bzw. die Relationen zwischen den Kategorien sollen theoretisch plausibel gemacht und durch die Daten belegt und unterfüttert werden“ (Breuer 2010: 92). „Es geht *nicht* darum, [...] eine Liste von Konzepten zu erstellen, sondern eine dichte Theorie“ (Wollny & Marx 2009: 473) um wenige Kernkategorien herum zu entwickeln.

Als erste Kernkategorie habe ich Strukturelemente von geschlossenen Experimentieraufgaben (GOFEX-Modulebene 1) iterativ herausgearbeitet, die dem Experimentieren der Schüler*innen als ‚Formen der Fremdstrukturierung‘ enge Grenzen setzen (s. Tab. 26).

Tabelle 26: Kernkategorie „Formen der Fremdstrukturierung“ (selbst erstellt)

Kernkategorie „Formen der Fremdstrukturierung“	
Kategorien	**Eigenschaften** (Dimensionen)
Experimentieranleitung: vorgegebene Frage, Hypothese Experimentieranleitung: vorgegebene Handlungsschritte Experimentieranleitung: vorweggenommene Beobachtungen, Lösungswege und Erklärungen Vorgabe benötigter Experimentiermaterialien Modus der Absicherung Modus des schnellen Abarbeitens	**Strukturierungsgrad** (geschlossen, offen) **Reaktion der Schüler*innen** (instruiert, frei) **Fokussierung der Aufmerksamkeit** (aufgabenbedingt, selbstgewählt)

Die Schüler*innen richten ihr Vorgehen deutlich an diesen Strukturelementen aus; ihr Experimentieren ist folglich auf GOFEX-Modulebene 1 deutlich fremdstrukturiert und beinhaltet in der Regel ein solches Vorgehen: Anleitung lesen, befolgen, dabei beobachten (auf einen Effekt warten), diesen Effekt erklären und die Erklärung aufschreiben.

In geöffneten (Modul 2) und offenen Experimentiersituationen (Module 3) zeigen sich nun ebenfalls solche und weitere Formen der Fremdstrukturierung, aber auch unterschiedliche Formen der Selbststrukturierung. Zu den Formen der Fremdstrukturierung zähle ich die explizite Suche nach Unterstützung durch eine GOFEX-Mitarbeiterin und die Nachahmung schulisch sozialisierter und verschulter Handlungsmuster des Versuche-

[172] Strauss und Corbin (1996: 99) raten zu einer größtmöglichen Beschränkung der Zahl der Kernkategorien (vgl. auch Strübing 2014: 73), ohne jedoch einem Singularitätspostulat zu verfallen (vgl. Breuer 2010: 92).
[173] Das Theoretical Sampling (s. Kap. 2.4) ist nun „stärker auf das Schließen von Lücken in der Theorie sowie auf deren Überprüfung ausgerichtet. Hierzu wird zwar weiterhin neues Fallmaterial erhoben, aber auch verstärkt bereits vorhandenes Material unter zusätzlichen Gesichtspunkten erneut ausgewählt und analysiert“ (Strübing 2014: 30).

durchführens auch in methodisch-inhaltlich geöffneten bzw. offeneren Situationen (Kategorien wie „Modus der Absicherung“ oder „Modus des schnellen Abarbeitens“; s. o.).

Zu den „Formen der Selbststrukturierung“ (Kernkategorie II) gehört m. E., dass die Schüler*innen in Aushandlungsprozessen eigene Ideen zum Experimentieren und eigene Variationen von Experimenten entwickeln, denen sie dann konzentrierter und ausdauernder nachgehen als auf Modulebene 1 (Kategorien wie „Freies Explorieren, Experimentieren und Problemlösen“ oder „Orientierung im und Nutzung vom GOFEX-Haus“).

Tabelle 27: Kernkategorie „Formen der Selbststrukturierung“ (selbst erstellt)

Kernkategorie „Formen der Selbststrukturierung“	
Kategorien	**Eigenschaften** (Dimensionen)
Freies Explorieren, Experimentieren u. Problemlösen Orientierung im und Nutzung vom GOFEX-Haus Grenzen der Experimentieranleitungen ausloten und sich allmählich lösen Kooperation: sich gegenseitig helfen und beraten Experimentierprozess ohne vorwegnehmende Aufgabenelemente Methoden- und phänomenorientierter Austausch	**Strukturierungsgrad** (geschlossen, offen) **Reaktion der Schüler*innen** (instruiert, frei) **Bezug** (ungerichtet, gerichtet, gezielt) **Initiative** (eigen, fremd, materialbedingt) **Fokussierung der Aufmerksamkeit** (aufgabenbedingt, selbstgewählt)

Zentrales Ergebnis meiner Vorstudie ist eine Reihe von ad hoc Hypothesen, die sich darauf beziehen, wie die Aushandlung von Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren durch Experimentieraufgaben mit modularer Öffnung und verschiedenen Öffnungsstufen zunächst grundgelegt wird (Einzelfragestellung 1a; s. Kap. 5.5). Verschiedene Aufgabenformate begrenzen das Experimentieren bzw. Handeln der Schüler*innen methodisch und inhaltlich unterschiedlich stark (vgl. auch Schomaker & Tänzer 2020: 248).

Eine ausführliche Darstellung der beiden Kernkategorien – Formen der Fremd- bzw. der Selbststrukturierung (s. Tab. 26; 27) – findet sich in Kihm und Peschel (2017). Die folgende Darstellung hat zum Ziel, die ad hoc Hypothesen, die ich im Rahmen der Vorstudie entwickelt habe, offenzulegen und im Sinne theoretischer Sensibilisierung (s. Kap. 5.5) mein Verständnis vom Feld zu beschreiben, mit dem ich in der Hauptstudie die Aushandlung von Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren rekonstruiere. Die Darstellung orientiert sich dabei zum einen an den zwei zentralen „Modus Operandi“[174], die

[174] Als Modus Operandi bezeichne ich basale, meist automatisierte und handlungsleitende Sinnstrukturen (s. Kap. 2; vgl. Breidenstein 2006: 137) Unsere Art, in sozialen Situationen wahrzunehmen, zu denken, zu handeln und zu bewerten, wird in erheblichem Maße unbewusst von solchen Modi Operandi gesteuert (vgl. Perrez et al. 2006). Der Großteil des Wissens, das wir für die Reproduktion alltäglicher sozialer Praktiken benötigen, „ist eher praktisch als theoretisch verortet und im Lauf ihrer täglichen Aktivitäten wenden Akteure typische Schemata und Formeln an, um routinemäßig die Definitionen sozialer Situationen auszuhandeln“ (Hüpping 2016: 81).
Der Modus Operandi ist allerdings nicht direkt beobachtbar. Er wird jedoch zugänglich, indem er aus Handlungen und Interaktionen erschlossen wird (s. Kap. 2; vgl. Bourdieu 1987). „Die Analyse hat daher ihren Blick auf die ‚Machart‘ einer Handlung zu lenken. Im nicht-intendierten ‚Wie‘ einer Handlung offenbart sich ‚hinter dem Rücken‘ der Handelnden ihr charakteristischer modus operandi“ (Michel & Wittpoth 2006: 84).

ich im Rahmen der Vorstudie rekonstruiert habe, und die „die forschenden Zugänge der Kinder immer wieder in einer ähnlichen Art und Weise“ (Nentwig-Gesemann et al. 2012: 40) von außen bzw. fremdbestimmt strukturieren. Solche Handlungsmuster, den *Modus des schnellen Abarbeitens* und den *Modus der Absicherung*, möchte ich in der Hauptstudie validieren, da ich erwarte, dass diese verschulten, sozialisierten Modi Operandi einen erheblichen Anteil an der Aushandlung von Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren haben. Hierbei liegt ein Schwerpunkt m. E. auf dem Einfluss vorwegnehmender Aufgabenelemente auf die Experimentierhandlungen und -prozesse der Schüler*innen.

Zum anderen konzentriert sich meine Darstellung auf eine erste Kontextbedingungen, bei der ich einen entscheidenden Einfluss auf die Selbstbestimmungsaushandlung vermute: *Vorgabe bzw. (Vor-)Auswahl und Zugänglichkeit der Experimentiermaterialien*.

5.6.3 Vorwegnehmende Aufgabenelemente evozieren einen *Modus des schnellen Abarbeitens*.

Werden Experimentieraufgaben so gestellt, dass sie z. B. eine Fragestellung, bestimmte Lösungswege, konkrete Experimentiermaterialien und vorformulierte Ergebnisse (etwa beobachtbare Effekte oder Erklärungen) vorgeben (geringe methodisch-inhaltliche Öffnung; Modul 1), beschränken Schüler*innen ihr Handeln m. E. häufig darauf, die in den Experimentieraufgaben vorgegebenen Schritte abzuarbeiten und den zu beobachtenden Effekt nicht zu verpassen. Sie richten ihr Vorgehen an Handlungsanweisungen aus, die das Versuchedurchführen methodisch und inhaltlich stark fremdstrukturieren und dem Experimentieren dadurch enge Grenzen setzen bzw. ein ‚echtes Experimentieren‘ mit explorativen Näherungen, ausdifferenzierenden Beobachtungsphasen, Wiederholungen und Vertiefungen bzw. Variationen m. E. verhindern. Stattdessen begünstigen solche geschlossenen Experimentieraufgaben eine fremdbestimmte und zweckrationale Vorgehensweise. Diese von mir bereits formulierte und theoretisch begründete Kritik an geschlossenen Experimentieraufgaben auf Modulebene 1 lässt sich auch im Experimentierhandeln der (n = 4) Schüler*innen aus meiner Vorstudie rekonstruieren. Ich habe ein Vorgehen der Schüler*innen, das an der Erfüllung von Handlungsanweisungen ausgerichtet und gleichzeitig darauf beschränkt ist, bei der Bearbeitung geschlossener Experimentieraufgaben (Modulebene 1) als „Modus des schnellen Abarbeitens“ (Kategorie) bezeichnet und aus verschiedenen Konzept-Codes wie „Anleitung lesen“, „Anleitung befolgen“, „auf den Effekt achten, der eintreten muss“ und „aufschreiben oder skizzieren“ abstrahiert.

Im Modus des schnellen Abarbeitens geht es vorranging darum, ein vorher bekanntes Ergebnis, auf Modulebene 1 ist dies meist ein vorweggenommener Effekt, nach zu er-

zeugen. Die Schüler*innen bearbeiten dabei pflichtgemäß, zweckrational und pragmatisch-distanziert eine Experimentieranleitung und widmen sich danach der nächsten Aufgabe. Sie identifizieren sich dabei nicht mit ihren Experimentierhandlungen, es handelt sich eben nicht um ihre eigenen Ideen, „sondern schlicht um ein Arbeitsergebnis, das sie im Rahmen ihrer Schülerinnen-Pflichten erstellt" (Breidenstein 2006: 75) haben.

Dieser von mir rekonstruierte Modus des schnellen Abarbeitens ist an einen Modus Operandi anschlussfähig, den Breidenstein (2006) als „Schülerjob" rekonstruiert hat: „Man tut, was zu tun ist, ohne damit (vollständig) identifiziert zu sein. Man kommt seinen Verpflichtungen nach, ohne grundsätzlich nach Sinn und Legitimität zu fragen, und das [...] Tun ist wesentlich von Routine und Pragmatismus geprägt" (ebd.: 11). Kennzeichnend für den Pragmatismus des Schülerjobs bzw. des Modus des schnellen Abarbeitens ist v. a. die möglichst effiziente[175], also zügige Erstellung eines Arbeitsergebnisses (vgl. ebd.), das sich „gegenüber der durch die Lehrperson möglicherweise intendierten fachlichen Sinnbildung [...] zu verselbstständigen [...] scheint" (Martens & Asbrand 2021: 58).

Der Modus des schnellen Abarbeitens ist ein ritualisierter Vierschritt:

1. Die Schüler*innen lesen oder überfliegen die Experimentieranleitung.
2. Sie befolgen die Experimentieranleitung, indem sie einen genau vorgegebenen Versuch meist nur einmal durchführen und bei dieser Versuchsdurchführung einen in Überschriften und Bildern oft vorweggenommenen Effekt erwarten.
3. Diesen Effekt schreiben sie als Ergebnis auf, weil der Effekt die einzig akzeptierte Lösung bei der Versuchsdokumentation ist.
4. Zuletzt ‚erklären' sie (vermeintlich) das Zustandekommen des Effektes.

Die Schüler*innen explorieren nicht, sie wiederholen den Versuch nicht, sie verändern oder variieren den Versuch nicht und reflektieren die Versuchsdurchführung auch nicht.

Da der Versuch in diesem Vierschritt nur einmal durchgeführt und dann ‚zu Papier gebracht' wird, spreche ich vom Modus des *schnellen* Abarbeitens. Ich rekurriere damit nicht nur auf die „Orientierung an der Aufgabenerledigung" (Martens & Asbrand 2021), sondern auch auf das zweckrationale, zeitökonomische und pragmatisch-distanzierte Vorgehen. Formate wie ‚Experimentieren an Stationen' beinhalten für Schüler*innen oft das heimliche Lernziel, „in möglichst kurzer Zeit möglichst" (Huf 2008: 119) viele Aufgaben abzuarbeiten (vgl. F. Peschel 2019: 36). Die Schüler*innen lernen dabei, „ihre Lernzeit zeitbewusst und zeitsparend zu nutzen [...] Die selbst bestimmte und selbst verantwortete Gestaltung ihres Lernens erlernen sie dabei jedoch nicht" (Huf 2008:

[175] Dabei ist m. E. fraglich, ob Effizienz ein Kriterium für gelingende Bildungsprozesse sein sollte.

122), da keine „qualitative Auseinandersetzung mit Inhalten bzw. der Anwendung und des Ausbaus eigener Lernmethoden“ (F. Peschel 2019: 36) erfolgt. Kritische Reflexionen über die vorgeschriebene Vorgehensweise und Austausch über eigene Beobachtungen und deren Deutung treten in den Hintergrund (vgl. Sundermann & Selter 2000) der effizient-pragmatischen Aufgabenerledigung. Das schnelle Abarbeiten von geschlossenen Experimentieraufgaben im Sinne einer Pflichterfüllung führt m. E. zur zweckrationalen Organisation des eigenen Lernens, anstatt ein naturwissenschaftliches ‚echtes Experimentieren‘ im o. g. Sinne (mit explorativen Näherungen, ausdifferenzierenden Beobachtungsphasen, Wiederholungen und Vertiefungen bzw. Variationen) zu evozieren.

In meiner Vorstudie konnte ich den Modus des schnellen Abarbeitens im Videodatenmaterial mehrmals validieren.[176] Videographie-Verschriftung 1 illustriert den Modus Operandi und hat, wie die weiteren Videographie-Verschriftungen, explizit nur exemplarischen Charakter zur Veranschaulichung meiner Analysen.[177] Ich erwarte zudem, dass sich der Modus des schnellen Abarbeitens in meiner Hauptstudie validieren lässt.

Videographie-Verschriftung 1: Modus des schnellen Abarbeitens (Kategorie)

s#1 *und* s#2 *haben sich die Experimentieranleitung „Der Flaschengeist“ (Titel des vorgelegten Arbeitsblattes) durchgelesen und den Versuchsaufbau vorbereitet. Im einleitenden Text heißt es:* „Weshalb ‚klappert‘ eine Münze, die man auf die Öffnung einer leeren, kalten Glasflasche gelegt hat, wenn man die Flasche mit den Händen umfasst?“ (Demuth & Kahlert 2010: 39).

s#1 *und* s#2 *führen den Flaschengeist-Versuch nach Anleitung durch (geschlossenes Versuchedurchführen mit ausschließlich organisatorischer Öffnung). Sie halten sich genau an die Durchführungsbestimmungen. Beide legen ihre Hände direkt um die kalte Glasflasche und umfassen sie für durchschnittlich fünf Sekunden. Diese Zeit reicht jedoch nicht aus, damit die (kalte) Luft im Inneren der Glasflasche sich ausreichend erwärmen kann. Daher tritt das erwartete Ergebnis* (die „klappernde Münze“, *von der im einleitenden Text der Aufgabe die Rede ist) nicht auf*.

s#1 *nach 5 Sek., enttäuscht:* Hä? Die klirrt aber nicht! Hä? Experiment missglückt!

s#2 *hat derweil die Hände weiter jeweils sekundenweise um die Glasflasche gelegt,* s#1 *lässt los.*

Obgleich s#1 *und* s#2 *noch einige Male jeweils für kurze Zeit die Glasflasche umfassen, auch an verschiedenen Stellen, stellt sich das erwartete Ergebnis weiterhin nicht ein [...].*

s#2 *fragt* s#1: Willst du noch weiter probieren bei dem Experiment? Sollen wir noch probieren, es hinzukriegen? Das wird jetzt glaub ich nix mehr!

s#1: Ja! Erstes fehlgeschlagenes Experiment!

[176] Wie ich den Ausschnitt der Videoaufzeichnung (00:01:41-00:04:17), auf den sich Videographie-Verschriftung 1 bezieht, offen kodiert und die direkt an den Videodaten entwickelten Konzept-Codes zur Kategorie „Modus des schnellen Abarbeitens“ abstrahiert habe, habe ich in Kapitel 5.6.2 beschrieben.

[177] Meine Videographie-Verschriftungen stellen jeweils eine zusätzlich formulierte Verschriftung einer m. E. relevanten Schlüsselszene des Videomaterials dar. Diese Verschriftung fungiert ausdrücklich als Ergänzung und nicht als Ersatz für die Videoaufnahmen, an denen ich direkt kodiert habe (vgl. Kowal & O’Connell 2015; s. Kap. 5.6.3).

s#1 und s#2 lesen die Anleitung zum „Flaschengeist“ (s. a. Kap. 5.4.2) auf Modulebene 1 zunächst und befolgen sie dann planmäßig und sorgsam. Im Wesentlichen schränken sie ihre Handlungen auf die vorgegebenen Schritte der Anleitung ein. Lediglich etwa ein Viertel der Bearbeitungszeit verwenden die beiden Schüler darauf, den Versuch tatsächlich durchzuführen bzw. auf das vorgeplante und in der Aufgabe vorweggenommene Ergebnis zu warten. Ein weiteres Viertel dient dem Auf- bzw. Abbau der Versuchsanordnung. Das von s#1 und s#2 vermeintlich fokussierte Aufgabenelement (der Titel „Flaschengeist“ und der einleitende Text) nimmt durch Vorgabe des Ergebnisses mögliche Beobachtungsprozesse vorweg. Diese individuellen und diskursiv zu validierenden Beobachtungen sind aber ein wesentliches Kernelement beim ‚echten‘ Experimentieren.

Beim schnellen Abarbeiten der Experimentieraufgabe „Der Flaschengeist“ zeigen s#1 und s#2 keine Phasen der Orientierung, der Exploration mit den Materialien oder der vertieften Beobachtung (vgl. Köster 2018). Sie bringen keine eigenen, ausdifferenzierenden Ideen ein und stellen keine eigenen Fragen an das Phänomen (Ausdehnung warmer bzw. erwärmter Luft). Aufgrund der „Effekthascherei“ (Kihm & Peschel 2017: 76) konnten sie das fragliche Phänomen m. E. noch nicht ausreichend selbst beobachten. Sie wiederholen, variieren, erweitern oder reflektieren den Versuch nicht, sondern beschränken ihr Handeln darauf, die vorgegebenen Schritte der Anleitung abzuarbeiten.

Andere Lösungsansätze als der vorgegebene Lösungsweg oder Möglichkeiten, den Ablauf des Versuchs zu verändern (z. B. Zuhilfenahme eines Föhnes oder einer kälteren Glasflasche, längere Zeit erwärmen, Glasflaschen anderen Volumens nutzen o. a.), werden nicht genutzt. Mit Randerscheinungen (z. B. Veränderungen der Kondensation der Glasflasche) und anderen Wahrnehmungen setzen sich s#1 und s#2 nicht auseinander, weil sie auf das „Klappern der Münze“ warten (müssen). Die verbale Kommunikation zwischen den beiden ist auf ein Minimum reduziert und überwiegend evaluativ-bewertender Art (z. B. „*Experiment missglückt*!“, „*erstes fehlgeschlagenes Experiment*“). Der Austausch zielt eher auf die Organisation des Experiments (z. B. „*Sind das die richtigen Materialien*?“, „*Willst du noch weiter probieren bei dem Experiment*?“), weniger auf das Experimentieren selbst! Insbesondere tauschen die Schüler sich sehr wenig über ihre eigenen, individuellen Beobachtungen aus. Dies ist in Bezug auf mein Experimentierverständnis (s. Kap. 3.1) problematisch, da das Beobachten als individueller Vorgang seinen Wert auf dem Weg zur Erkenntnisgewinnung erst entfaltet, wenn Auffälligkeiten mit anderen geteilt werden: Beobachtungen müssen verglichen, hinterfragt, diskutiert und „im besten Fall zur Überarbeitung, d. h. zum erneuten, zielgerichteten Experimentieren zurückgegeben“ (M. Peschel 2009c: 26) werden. Das sieht die Experimentieraufgabe aber nicht vor: Die Über-

schrift „Der Flaschengeist“ und das Textelement „Weshalb ‚klappert‘ eine Münze, die man auf die Öffnung einer leeren, kalten Glasflasche gelegt hat, wenn man die Flasche mit den Händen umfasst“ (Demuth & Kahlert 2010: 39) nehmen die zentrale Erkenntnis vorweg, sodass bereits vorab klar ist, was bei der Durchführung des Versuchs passieren wird. Die Aufmerksamkeit der beiden Schüler wird nahezu ausschließlich darauf fokussiert, das in der geschlossenen Experimentieraufgabe prognostizierte Ergebnis zu erreichen und den Effekt , Münze klappert ‘ nicht zu verpassen. Sie arbeiten die Experimentieranleitung also m. E. nur ab, damit sich dieser prognostizierte Effekt ‚Münze klappert‘ einstellen kann. Mit dem eigentlich intendierten physikalischen Sachverhalt (warme Luft benötigt mehr Raum) setzen die beiden Schüler sich dagegen derweil nicht auseinander. Meine Interpretation diesbezüglich ist, dass der Austausch über Beobachtungen obsolet ist, wenn die zentralen Ergebnisse durch die vorwegnehmenden Aufgabenelemente bereits bekannt sind. Diese Fokussierung der Aufmerksamkeit wird insofern m. E. von Aufgabenelementen verursacht, die die Beobachtungen vorwegnehmen.

Im weiteren Verlauf „probieren die beiden unterschiedliche ‚Umfassungsstellen‘ am Flaschenhals aus und tauschen die genutzte Fünf-Cent-Münze gegen eine andere Fünf-Cent-Münze aus“ (Kihm & Peschel 2021d: 89). Zudem wechseln sie die 0,7-Liter-Glasflasche gegen eine andere 0,7-Liter-Glasflasche aus. Jede dieser Variationen dauert aber nur wenige Sekunden, insgesamt beschäftigen sie sich etwa fünf Minuten mit dem Versuch.

Diese Variationen sind m. E. jedoch nicht dadurch motiviert, die Bedingungen des Phänomens zu variieren, das Phänomen mit seinen Randerscheinungen unter diesen wechselnden Bedingungen zu beobachten, diese Beobachtungen gemeinsam zu deuten und zu reflektieren. Stattdessen versuchen s#1 und s#2 in meinen Augen, das vorgegebene Ziel bzw. das vorweggenommene Ergebnis nach zu erzielen, es „doch noch irgendwie ‚hinzukriegen‘; dies wirkt fast ‚gezwungen‘“ (ebd.), da das Aufgabenblatt eine Lösung bereits suggeriert. Selbst wenn die Schüler sich in Reaktion auf das Nichtfunktionieren des Experiments schrittweise an die Grenzen der Anleitung heranarbeiten (z. B. die Fünf-Cent-Münze oder 0,7-Liter-Glasflasche auswechseln), bleiben sie an die Anleitung gebunden und handeln im Rahmen der von ihr gesetzten methodischen (und inhaltlichen) Strukturen. Dieses „schrittweise an die Grenzen der Anleitung heranarbeiten“ ist ein weiterer Konzept-Code, den ich in Vorstudie 1 mehrmals validiert und zur Kategorie „Grenzen der Experimentieranleitungen ausloten und sich allmählich lösen“ abstrahiert habe. Bei den o. g. ‚grenzannähernden‘ Lösungswegen, die ich bei s#1 und s#2 beobachten konnte, ist die Eigeninitiative der Schüler aber letztlich derart beschränkt, dass die beiden Schüler nur noch schematisch handeln und ihre Handlungen kaum reflektieren

(vgl. auch Suhr 2013: 12). Infolge der Diskrepanzerfahrung sowie der damit zusammenhängenden Frustration und „eigenen Machtlosigkeit (das ‚Klappern' der Münze tritt über die gesamten fünf Minuten nicht einmal auf)" (Kihm & Peschel 2021d: 89) brechen s#1 und s#2 das Experiment schlussendlich ab (s. Videographie-Verschriftung 1).[178]

Durch Engführung mittels geschlossener Experimentieraufgabe wird s#1 und s#2 die Möglichkeit genommen, eigene Beobachtungen, eigene Zugänge oder Ideen und Vertiefungen oder Ausdifferenzierungen zu dem beobachtbaren Phänomen zu entwickeln.

Die beiden Schülerinnen s#3 und s#4 sind bei der gleichen Experimentieraufgabe „Der Flaschengeist" darum bemüht, diese Experimentieraufgabe möglichst zügig zu erledigen, indem sie die vorgegebenen Schritte abarbeiten und der GOFEX-Mitarbeiterin unaufgefordert eine vollständig ausgefüllte Blockblattseite als Dokumentation präsentieren (vgl. auch Vogt & Meier 2013: 274). Die Aufmerksamkeit auch dieser beiden Schülerinnen gilt v. a. dem Erzeugen des Effektes „Klappern der Münze". Ein vertieftes Verständnis für das naturwissenschaftliche Phänomen, den physikalischen Inhalt oder die naturwissenschaftliche Arbeitsweise entwickeln sie nicht – mangels vertiefter, ausdifferenzierender Beobachtungen und Variationen (ähnlich wie ich dies bei s#1 und s#2 interpretiert habe).

Zudem erklärt s#3 ihrer Mitschülerin das Klappern der Münze, das sich beobachten lässt, als sie mit beiden Händen an der Glasflasche wackelt. Dies adressiert den weiter oben benannten vierten Schritt des Modus des schnellen Abarbeitens: die (vermeintliche) Erklärung des Zustandekommens des vorweggenommenen, beobachteten Effektes.

Videographie-Verschriftung 2: Modus des schnellen Abarbeitens (Kategorie)

s#3, *während sie die Glasflasche mit beiden Händen umfasst*: Also, wenn man es berührt, glaube ich, hat man [...] Wenn man die Flasche berührt, wird die Hand kälter, so habe ich das Gefühl [...] Nein. Also wenn man sie anfasst, fühlt es sich so kalt an, wegen... Man zittert ja auch, wegen nackt. Wenn es echt kalt ist, muss man ja auch zittern... und so ist das, glaube ich... Wenn man das länger dranhält, dann zittern die Hände und deshalb klirrt die Flasche auch."

Die Erklärung zum Klappern der Münze, die s#3 gibt, ordnet das Phänomen (Ausdehnung erwärmter Luft) und den physikalischen Inhalt (Dichteunterschiede) der Erzeugung des o. g. Effektes unter. Zudem wird die anvisierte physikalische Intention des Flaschengeistes m. E. auf eine physiologische Interpretation (Zittern bei Kälte) verlagert.

---

[178] Frustrationserlebnisse treten auf, weil sich angekündigte Effekte nicht einstellen oder die Versuche nicht wie in den Anleitungen beschrieben ‚funktionieren': s#1 wendet sich demonstrativ ab, wiederholt mehrmals „*Das funktioniert nicht!*" oder „*Experiment missglückt*" und rutscht mit dem Stuhl vom Tisch weg. Später kommentiert er m. E. enttäuscht: „*erstes fehlgeschlagenes Experiment!*"
s#2 untersucht z. B. die Münzen und entzieht sich der Situation damit zwecks anderer Tätigkeiten, was ich zum einen als „Grenzen der Experimentieranleitungen ausloten und sich allmählich lösen" annotiert habe. Zum anderen habe ich das Handeln beider Schüler mit dem Konzept-Code „Enttäuschung durch in Anleitung vorweggenommene Beobachtung" kodiert und in den Videodaten mehrfach validieren können.

Auch bei s#3 und s#4 ist also nicht das naturwissenschaftliche Phänomen, der physikalische Inhalt oder die naturwissenschaftliche Arbeitsweise das eigentliche Ziel der Auseinandersetzung mit dem ‚Flaschengeist'. Zudem wird diese Auseinandersetzung m. E. nicht von den Fragen und Ideen der Schülerinnen geleitet. Vielmehr bestimmen das schrittweise Abarbeiten von Handlungsanweisungen zur Erzielung des Effektes aus der geschlossenen Experimentieraufgabe die Handlungen und Interaktionen der Schülerinnen.

Das Vorgehen von s#3 und s#4 entsprechend dem Arbeitsblatt ist zudem ein Beispiel aus meiner Beobachtungspraxis dafür, dass Erklärungen verfrüht eingefordert werden: s#3 und s#4 sollen eine Erklärung für das (nicht beobachtete) Klappern einer Münze finden, bevor sie das Phänomen exploriert, reproduziert/wiederholt, beobachtet und variiert haben – dies widerspricht dem hier ausdifferenzierten, komplexen Verständnis von Experimentieren im Sinne des Experimentier*prozesses* (s. Kap. 3.1). Diese Verkürzung zeigt sich auch häufig im schulischen Sachunterricht (vgl. Murmann 2007: 88; Hartinger et al. 2013: 13; Schumann 2013: 59) und führt m. E. dazu, dass auch Schüler*innen frühzeitig bzw. eben verfrüht Erklärungen einfordern (vgl. Plappert 2012).

Die beiden ersten Videographie-Verschriftungen und den an diesen Exempeln verdeutlichten *Modus des schnellen Abarbeitens* kontrastiere ich nun mit weiteren Videographie-Verschriftungen. Bei der Konzeption der Experimentieraufgaben, die in diesen videographierten Situationen eingesetzt wurden, wurde bewusst vermieden, den Lerninhalt durch Aufgabenelemente wie Titel, Visualisierungen oder Texte vorwegzunehmen. Es geht darum, zu untersuchen, wie Merkmale „Guter Aufgaben" sich auf den Experimentierprozess auswirken können und die Kommunikation der Schüler*innen beeinflussen.

5.6.4 Der Verzicht auf vorwegnehmende Aufgabenelemente evoziert einen Austausch zwischen Schüler*innen über ihre Experimente und Beobachtungen.

Meine zweite ad hoc Hypothese bezieht sich darauf, dass sich ein Verzicht auf vorwegnehmende Aufgabenelemente (Modulebene 1) so auf den Experimentier- und Interaktionsprozess der Schüler*innen auswirkt, dass diese sich vertieft über ihre eigenen, individuellen Beobachtungen austauschen, wenn Aufgabenelemente nicht mehr eine bestimmte Beobachtung prognostizieren. Diese ad hoc Hypothese resultiert aus Kodierungen mehrerer Videoaufzeichnungen, in denen die (n = 4) Schüler*innen aus Vorstudie 1 weiterhin geschlossene Experimentieranleitungen bearbeiten, die aber m. E. den Lerninhalt (d. h. Beobachtungen, deren Deutungen oder Erklärungen) nicht durch entsprechende Aufgabenelemente vorwegnehmen (s. Kap. 5.4.2). Solche Aufgabenelemente sind (a) vorformulierte Titel, (b) Visualisierungen, die die Experimentierschritte darstellen

und dabei bereits Ergebnisse vorwegnehmen und (c) einleitende Textelemente, die Ergebnisse, Beobachtungen und deren Deutungen oder Erklärungen vorwegnehmen.

In den Videoaufzeichnungen, in denen Schüler*innen solche Experimentieranleitungen ohne vorwegnehmende Aufgabenelemente bearbeitet haben (Modulebene 1), habe ich Konzept-Codes wie „Beobachtungen versprachlichen", „Vermutungen einbringen", „Beobachtungen vergleichen" oder auch „Beobachtungen diskutieren" vergeben und validiert. Diese Konzept-Codes lassen die Deutung zu, dass Schüler*innen *eigene* Beobachtungen verbalisieren, vergleichen und diskutieren, wenn der Titel oder einleitende Textelemente nicht mehr eine *bestimmte* Beobachtung vorgeben. Ich habe die Konzept-Codes – in Abgrenzung zum schulischen Versuchedurchführen (s. Kap. 3.2.2.1) und der Kategorie „Modus des schnellen Abarbeitens" (s. Kap. 5.6.3) – zur Kategorie „Experimentierprozess ohne vorwegnehmende Aufgabenelemente" verdichtet. Den Zusammenhang zwischen dem Fehlen vorwegnehmender Aufgabenelemente und dem eigenen Experimentierprozess illustriere ich nachfolgend mit Videographie-Verschriftung 3.

Die beiden bereits bekannten Schülerinnen s#3 und s#4 setzen sich mit der geschlossenen Experimentieraufgabe „Handgenerator" auseinander. Im Sinne der GOFEX-Kriterien (s. Kap. 5.4.2) werden in dieser Experimentieraufgabe Aufgabenelemente vermieden, die Beobachtungen vorwegnehmen. Die folgende Analyse verdeutlicht exemplarisch, wie sich das Vermeiden solcher Aufgabenelemente auf den Experimentierprozess auswirkt.

Die Experimentieraufgabe (Modul 1, organisatorisch geöffnet, aber nach wie vor mit konkreten methodischen und inhaltlichen Vorgaben) fordert die Schüler*innen zunächst dazu auf, eine Glühlampe an einen Handgenerator zu schalten und zu kurbeln. Die folgenden Teilaufgaben adressieren Variationen der Kurbelgeschwindigkeit, der Spannung der Glühlampe bzw. das Hinzuschalten weiterer Glühlampen (in Reihe oder parallel).

Videographie-Verschriftung 3: Experimentierprozess ohne vorwegnehmende Aufgabenelemente (Kategorie)

Nachdem sie die Glühlampe mit zwei Kabeln an den Handgenerator angeschlossen und gekurbelt haben (die Glühlampe leuchtet), setzen sich s#3 und s#4 mit der zweiten Teilaufgabe des Aufgabenblattes auseinander: „Drehe schneller und langsamer! Was stellst du fest?"

s#3 dreht die Kurbel zunächst langsam, wird dann jedoch immer schneller, bis sie schließlich ganz schnell kurbelt. Sie variiert anschließend zusätzlich die Richtung des Kurbelns.

s#3 (die kurbelt) und s#4 beobachten aufmerksam und konzentriert für längere Zeit die Glühlampe, die unterschiedlich hell leuchtet. Nach einigen Sekunden hält s#4 schließlich ihre Hand für einige Zeit über die leuchtende Glühlampe. s#4 reißt die Augen weit auf und schaut s#3 an.

s#3: Was ist los?

s#4: Das wird warm!

s#3: Ja, der Strom macht die Birne warm.

Anstatt – wie dies bei allen vier Schüler*innen (s#1-s#4) im Umgang mit den geschlossenen Experimentieraufgaben mit vorwegnehmenden Aufgabenelementen zu beobachten war – auf ein vorgegebenes bzw. vorweggenommenes Ergebnis hinzuarbeiten und das Experimentieren nach Auftreten dieses Effektes zu beenden, verändern die Schülerinnen s#3 und s#4 zunehmend (teils vorgegeben, teils selbst) die Bedingungen des Experiments (Kurbelgeschwindigkeit, Kurbelrichtung; vgl. Kihm & Peschel 2021d: 91). Nachdem eine erste Beobachtung im Sinne eines ersten Ergebnisses zwischen s#3 und s#4 abgestimmt wurde (*wenn man kurbelt, dann leuchtet die Glühlampe*), differenzieren die beiden Schülerinnen ihre Beobachtungen weiter aus, indem sie z. B. das Drehen der Kurbel variieren: Wie in einer Teilaufgabe angegeben, kurbelt s#3 schneller und langsamer. Eine eigene Idee der Schülerin ist es z. B. die Kurbelrichtung zu verändern.

Die Schülerinnen ‚erzwingen' nicht mehr einen bestimmten Effekt, um pflichtgemäß die Anforderungen der Anleitung zu erfüllen. Stattdessen lassen sie sich ergebnisoffen und prozessorientiert auf das Experiment ein und setzen sich vertieft mit dem Phänomen auseinander, indem sie es mehrfach reproduzieren und weitere vorgeschlagene, aber auch eigene Variationen testen (vgl. dazu Murmann 2009). Dies sind m. E. weitere Kriterien guter Experimentieraufgaben, zum Wiederholen und Verändern von Experimenten anzuregen.

Der Beobachtungsprozess wird weniger gelenkt, indem die Experimentieraufgabe nicht mehr explizit vorgibt, was zu beobachten und was zu vernachlässigen ist. Stattdessen beinhaltet diese Experimentieraufgabe die Frage „*Was stellst du fest*?" Die Schülerinnen werden aufgefordert, *eigene* Beobachtungen zu versprachlichen: s#4 z. B. hält ihre Hand für einige Sekunden direkt über die Glühlampe, sie spürt deren Wärme, macht taktil eine Beobachtung bzgl. Temperaturunterschied. Sie verbalisiert ihre Beobachtung und teilt sich s#3 mit („*das wird warm*"; Konzept-Code „Beobachtungen versprachlichen"). s#3 greift diese Beobachtung auf und verbalisiert eine eigene Deutung dieser Beobachtung („*Ja, der Strom macht die Birne warm*"; Konzept-Code „Beobachtungen vergleichen"). „Dabei stimmt s#3 der Beobachtungsverbalisierung zu, was darauf schließen lässt, dass s#3 selbst zuvor eine ähnliche Beobachtung gemacht hat" (Kihm & Peschel 2021d: 91).

Die Beobachtungen der Schülerinnen fokussieren nicht mehr auf einen vermeintlichen, vorgegebenen Hauptaspekt (z. B. das Leuchten der Glühlampe), sondern beinhalten auch weitere Aspekte (hier z. B. die Wärme, die die Glühlampe emittiert), über die sich die beiden schließlich ebenfalls austauschen. Dass der Titel oder einleitende Textelemente nicht mehr eine *bestimmte* Beobachtung vorgeben (deren Herstellung *für die Kinder* dann der einzige Zweck des Experimentierens ist; s. Kap. 5.6.3), „führt dazu, dass *eigene* Beobachtungen tatsächlich verbalisiert, verglichen und diskutiert werden" (ebd.).

Die Schülerinnen haben sich intensiv mit dem Phänomen beschäftigt: Sie haben konzentrierter und ausdauernder beobachtet, wiederholt und variiert und sich sachorientierter ausgetauscht als in den Situationen „Flaschengeist“ und „Trockene Serviette“. Der Anteil explorativer Näherungen hat in der Bearbeitung der „Handgenerator“-Aufgabe deutlich zugenommen. Auf diese Weise gelangen sie zu einem Austausch über ihre Tätigkeiten, die daraus resultierenden Beobachtungen und über ihre ersten (vorläufigen) Deutungen. „Das Experimentieren ist nicht mehr von der Intention geleitet, eine Anleitung zügig abzuarbeiten, eine Pflicht erfüllen zu müssen und einen bestimmten Effekt zu erwirken“ (ebd.: 92; vgl. auch Breidenstein 2006; Martens & Asbrand 2021). Die Schülerinnen generieren eigene Erkenntnisse, die nicht in der Experimentieraufgabe bereits vorweggenommen sind. Videographie-Verschriftung 3 exemplifiziert damit m. E., wie sich kleine Änderungen in der Konzeption von Aufgaben (hier: Weglassen eines Titels und einleitender Textelemente) auf das eigene Vorgehen im Experimentierprozess auswirken.

Meine Erwartung ist, in der Hauptstudie weitere Belege für diese Auswirkungen von Aufgabenelementen zu finden: Vorweggenommene Ergebnisse, wie sie die kritisierten Aufgabenelemente transportieren, verhindern ein eigenes Beobachten und Experimentieren. Im Modus des schnellen Abarbeitens geht es vorrangig darum, einen Effekt zu erzeugen. „Dieser ‚Modus des schnellen Abarbeitens‘ verhindert eine intensive, konzentrierte Sachauseinandersetzung mit eigenen Beobachtungen und Deutungen – auf dem Weg zur eigenen (gemeinsamen) Erkenntnis“ (Kihm & Peschel 2021d: 92). Lässt man Schüler*innen dagegen „Raum für eigene Beobachtungen sowie für die Kommunikation über diese Beobachtungen, können sie über Deutungsprozesse zur eigenen Erkenntnis gelangen“ (ebd.). Aufgabenelemente können diesen Austausch unterstützen oder behindern.

5.6.5 Das Absichern von Lösungen und Lösungswegen ist ein typischer Modus der Erwartungshaltung von Kindern hinsichtlich kleinschrittiger Instruktionen.

Immer wieder finden sich in den videographierten Experimentiereinheiten Momente, in denen die Schüler*innen trotz vorheriger Information, dass sie allein resp. selbständig experimentieren sollen, Kontakt zur anwesenden GOFEX-Mitarbeiterin aufnehmen:[179]

Videographie-Verschriftung 4: Modus der Absicherung (Kategorie)

s#3 und s#4 bearbeiten den Versuch „Flaschengeist“. Nachdem S#3 mit den Händen an der Glasflasche wackelt, um die Münze zum „Klappern“ zu bringen, wendet sich s#3 an die GOFEX-Mitarbeiterin: „Sagst du uns auch, wie es ist, wenn wir dir sagen, wie es sein könnte?“

[179] Zur Erinnerung: Die GOFEX-Mitarbeiterin soll auf pädagogisch-didaktisch-fachliche Interventionen, Hilfestellungen und sonstige gezielte inhaltliche Impulse und Hinweise verzichten.

s#3 wendet sich an die GOFEX-Mitarbeiterin, mit der Bitte, zu bestätigen, ob ihr Erklärungsansatz (s. a Videographie-Verschriftung 2) ‚richtig' ist. Meiner Einschätzung nach ist sie es aus dem Schulunterricht gewohnt, dass die Lehrperson ihr sagt, wann sie mit einer Aufgabe ‚fertig' bzw. welche Lösung ‚richtig' ist. Dafür gibt es in der Schul- und Unterrichtsforschung einige Belege: Infolge der häufig eingesetzten geschlossenen Aufgabenformate habitualisieren Schüler*innen häufig „eine starke Erwartungshaltung hinsichtlich kleinschrittiger Instruktionen der Erwachsenen" (Nentwig-Gesemann et al. 2012: 49). Schulisch sozialisiert sind es die Kinder durch geschlossene Aufgabenformate und durch starke Präsenz der Lehrperson im 7G-Experimentalunterricht (s. Kap. 3.2.2.1) häufig gewohnt, „nur noch auf einen Impuls hin zu agieren und die Eigeninitiative schrittweise zurückzufahren" (Kihm & Peschel 2017: 78). Gleichzeitig entwickeln sie im Kontext Schule das Bedürfnis, die eigenen Handlungen durch die Lehrperson absichern zu lassen. Dieses Erfragen und Erbitten bei der Lehrperson, ob eine Vorgehensweise ‚richtig' ist, was sie als nächstes tun sollen oder ob bzw. wann sie mit einer Aufgabe ‚fertig' sind usw., weisen M. Peschel (2006; 2012), Högström et al. (2010) sowie Gebauer und Herbst (2020) als typisches Muster von unterrichtlichen Interaktionen aus. Schüler*innen vergewissern sich bei der Lehrperson, dass die Lehrperson mit ihrer Arbeit zufrieden ist (vgl. Nentwig-Gesemann et al. 2012: 51). Da die Lehrperson von s#3 und s#4 im GOFEX allerdings nicht anwesend ist, sprechen die beiden Schülerinnen in der ungewohnten GOFEX-Situation m. E. die GOFEX-Mitarbeiterin als „Ersatz-Lehrperson" an.

Diese Erwartungshaltung bzgl. Absicherung durch die Lehrperson (im Kontext Schule) oder eine „Ersatz-Lehrperson" (im GOFEX-Kontext meiner Vorstudie) ist m. E. sehr kritisch zu sehen, denn die Schüler*innen reagieren nur noch auf einen Impuls hin, fahren ihre Eigeninitiative zurück und übernehmen keine Verantwortung für ihr Handeln bzw. Experimentieren. Sie sichern sich bzgl. jeder eigenen Entscheidung bei einer anderen Person ab und nehmen damit die Verantwortung für *ihr* Experimentieren nicht an.

> Wenn nun aber „die Lehrperson immer wieder involviert werden muss, weil kleinste Schwierigkeiten den Lernprozess aus der Verantwortung der Schüler geben oder Elemente ‚abgesegnet' oder ‚betreut' werden müssen, so verlagert sich der Fokus wieder weg von den Schülern auf die Lehrperson" (M. Peschel 2016: 127).

Ähnliche Beobachtungen zur Interaktion zwischen den Schüler*innen und der GOFEX-Mitarbeiterin lassen sich auf „höheren Öffnungsstufen" des Experimentierens mit geöffneten Experimentieraufgaben ohne methodische, aber mit inhaltlichen Vorgaben machen:

Videographie-Verschriftung 5: Modus der Absicherung (Kategorie)

s#3 und s#4 bearbeiten eine methodisch geöffnete Experimentieraufgabe (Modul 2): „Finde ver-

schiedene Möglichkeiten, den Müll zu sortieren. Nutze dabei auch Hilfsmittel!“[180] *Nachdem s#4 die Aufgabenformulierung laut vorgelesen hat, schlägt sie vor*: „Vielleicht groß und klein... Oder Plastik und...“ *s#3 unterbricht sie und liest die Aufgabenstellung erneut laut vor. Die beiden schweigen und schauen sich im Raum um, dabei blicken sie mehrfach die GOFEX-Mitarbeiterin an. Einige Zeit vergeht, in der sie einige Müllgegenstände aus der Kiste nehmen, mit beiden Händen befühlen und wieder in die Kiste legen. Dann schlägt s#4 vor:* „Vielleicht der ist magnetisch, der nicht“ (*dabei zeigt sie erst einen Glasdeckel, dann das Glasgefäß*). *Einige Zeit schweigen beide, dann fährt s#4 fort:* „Oh, keine Ahnung, was wir hier gerade machen. Ich verstehe das nicht!“

s#3 *wendet sich derweil an die GOFEX-Mitarbeiterin:* „Kannst du uns wirklich gar keinen Tipp geben? [...] Auch nicht helfen?“ *Die GOFEX-Mitarbeiterin schüttelt den Kopf.*

Die geöffnete Experimentieraufgabe macht keine konkreteren Vorgaben, wie die Schülerinnen den Müll sortieren sollen, sodass die Schülerinnen *ihre* Sortierkriterien letztlich selbst bestimmen müssten (Konzept-Code „Aufgaben(be)deutung gemeinsam aushandeln“, „Entscheidungen zum Vorgehen treffen“). Während sie auf Modulebene 1 eine Schritt-für-Schritt-Anleitung bekommen haben, die ihr Handeln klar fremdstrukturiert hat, müssen sie sich zu Beginn des Experimentierens auf höheren Öffnungsstufen (Modulebene 2) zunächst untereinander auf ein Vorgehen verständigen. Dazu gehört, dass die beiden Schülerinnen das Aufgabenverständnis für sich klären müssen. Dass diese Klärung des Aufgabenverständnisses den beiden beobachteten Schülerinnen teilweise nicht leichtfällt, belegen Äußerungen wie „*Oh, keine Ahnung, was wir hier gerade machen*“ in Videographie-Verschriftung 5. Zudem wenden sich die beiden Schülerinnen mehrfach an die GOFEX-Mitarbeiterin im Raum – zunächst mimisch bzw. durch Blickkontakt, später dann auch verbal-vokal: *„Kannst du uns wirklich gar keinen Tipp geben? [...] Auch nicht helfen?“* sowie später (nicht mehr Teil der Videographie-Verschriftung): *„Und du sagst uns gar nicht, was richtig ist oder ob wir wenigstens auf dem richtigen Weg sind?“*

Als S#3 und S#4 mit der Absprache bzgl. weiterem Vorgehen untereinander nicht weiterkommen und Schwierigkeiten damit haben, methodisch-inhaltliche Entscheidungen *selbst* zu treffen, nehmen sie Kontakt mit der GOFEX-Mitarbeiterin auf und suchen eine Fremdstrukturierung oder Absicherung bzgl. ihres methodisch-inhaltlichen Vorgehens, die die Aufgabenformulierung ihnen dieses Mal im Vergleich zu den vorherigen geschlosseneren Stufen nicht bietet. Wiederum nehmen sie die Verantwortung für *ihr* Experimentieren nicht an, sondern geben diese Verantwortung an die GOFEX-Mitarbeiterin als Ersatz-Lehrperson ab, die ihnen vorgeben soll, was bei der Aufgabe zu tun ist.

[180] Teil der geöffneten Experimentieraufgabe ist hier eine ‚Müllkiste‘ mit sauberem, vorab gesammeltem Müll, z. B. leere Konservendosen, Verpackungsnetze, -kartons, Plastikbeutel, Einmachgläser mit Deckel usw. Mögliche Hilfsmittel sind u. a. Magnete, Siebe, ein Feuerzeug. Intendiert ist bei dieser Aufgabe die Trennung von Müll mittels Sichtbarmachung verschiedener physikalischer Eigenschaften (z. B. Dichte, Löslichkeit, Brennbarkeit, Magnetisierbarkeit).

5.6.6 Das Experimentiermaterial ist ein Element der Öffnung.

Die Vorstudie liefert m. E. erste Hinweise darauf, dass neben den Anleitungen (z. B. Vorwegnahme von Beobachtungen in der Experimentieraufgabe) insbesondere das Material, mit welchem experimentiert wird, deutlichen Einfluss auf das Experimentieren der Schüler*innen hat. Zum einen ist die Vorgabe von Experimentiermaterialien in der Experimentieraufgabe, neben vorwegnehmenden Titeln, Visualisierungen oder Texten, ein weiteres Aufgabenelement, das den Schüler*innen eine klare Fremdstrukturierung vorgibt und ihr Handeln bzw. Experimentieren damit lenkt. Zum anderen schränkt die implizite Engführung des Experimentierens durch die Vorauswahl und Bereitstellung von Experimentiermaterialien im Sinne der Materialzugänglichkeit die Handlungsmöglichkeiten von Schüler*innen beim Experimentieren m. E. deutlich ein. Dieser zweite Punkt soll hier fokussiert und, auch im Hinblick auf meine Hauptstudie, als Erwartung bzw. ad hoc Hypothese formuliert werden: Die Zugänglichkeit der Experimentiermaterialien für Schüler*innen wirkt sich deutlich auf die Handlungsmöglichkeiten beim (Offenen) Experimentieren im Hinblick auf Inhalte und Methoden aus (vgl. M. Peschel 2014: 73). Das Experimentiermaterial ist deshalb ein (m. E. häufig übersehenes) Element der Öffnung.

Videographie-Verschriftung 6 exemplifiziert, wie die Vorauswahl, Vorgabe und Bereitstellung des Experimentiermaterials den Experimentierprozess fremdstrukturiert und damit tiefenstrukturell als Element der Öffnung wirksam wird. Die Zugänglichkeit des Experimentiermaterials kann ggf. einen Eingriff in die Offenheit des Experimentierens darstellen.

Die Videographie-Verschriftung entstammt der schon beschriebenen Videoaufzeichnung zur Auseinandersetzung von s#1 und s#2 mit dem Versuch „Flaschengeist“ (Modul 1; s. Kap. 5.6.2; 5.6.3), auf Grundlage einer Experimentieraufgabe mit Anleitung und bereitgestelltem Experimentiermaterial. Die GOFEX-Mitarbeiterin hat zuvor genau die Experimentiermaterialien, die für den „Flaschengeist-Versuch“ benötigt werden (u. a. eine 0,7l-Plastikflasche), herausgesucht, zusammengestellt und den Schüler*innen mit der Anleitungskarte ausgehändigt. Dies entspricht *nicht* dem eigentlichen GOFEX-Material- und Ordnungskonzept, wonach die Schüler*innen die Experimentiermaterialien, die sie für eine vorgegebene Experimentieranleitung (Modul 1) benötigen bzw. für eigene Experimente (ab Modul 2 bzw. 3) benutzen wollen, selbständig aus einer Sammlung beschaffen sollen (s. Kap. 5.4.2). Im „methodisch-didaktischen Kommentar“ zu kommerziell erhältlichen Kopiervorlagen wird dagegen oft empfohlen, das Experimentiermaterial für Schüler*innen vorausgewählt und vorsortiert bereitzustellen (vgl. Unglaube 2015). Die Vorauswahl und Bereitstellung der Experimentiermaterialien zum Flaschengeistversuch durch die GOFEX-Mitarbeiterin – gegenüber der im GOFEX üblichen selbständigen

und freien Materialbeschaffung – war in der Vorstudie intendiert, um den Einfluss der Vorauswahl und Bereitstellung von Materialien auf das (Offene) Experimentierverhalten der Schüler*innen und auf die Selbstbestimmungsaushandlung zu beobachten.

Videographie-Verschriftung 6: Experimentiermaterial als Element der Öffnung (Kat.)

Als der „Flaschengeist" nicht funktioniert und sich das in der Anleitung vorweggenommene und von den Schülern erwartete Ergebnis (Klappern der Münze; s. Videographie-Verschriftung 1 in Kap. 5.6.3) nach einigen Sekunden nicht einstellt, kontrollieren s#1 und s#2 die verwendeten Experimentiermaterialien. Dabei ergibt sich folgendes Gespräch.

s#1: *(prüft die bereitgestellte Flasche)* Null-Komma-Sieben *(fragend)*?

s#2: *(danach ebenfalls prüfend)* Das ist eine Null-Komma-Siebener.

s#1: *(schaut nun noch genauer hin, mit prüfendem Blick)* Wo steht das denn?

s#2: Keine Ahnung, aber die war doch extra dafür vorbereitet.

Die beiden aus Videographie-Verschriftung 1 bekannten Schüler s#1 und s#2 haben die Anleitung gelesen und den Versuchsaufbau vorbereitet, wobei ihnen neben der Anleitungskarte – der Materialvorgabe in der Anleitung entsprechend – eine 0,7 l-Glasflasche, eine Schüssel mit Eiswürfeln und eine 5-Cent-Münze zur Verfügung gestellt wurden.

Als der ‚Flaschengeist' nicht funktioniert, die Münze also nicht, wie in der Anleitung angegeben, ‚klappert', kontrollieren s#1 und s#2 zunächst die Glasflasche, die von der GOFEX-Mitarbeiterin bereitgestellt wurde. Da die Glasflasche „*extra dafür vorbereitet*" wurde, geht s#2 allerdings davon aus, dass die vorausgewählte und bereitgestellte Glasflasche den Angaben in der Anleitung entsprechen und funktionieren *müsse*. s#1 bleibt dagegen zwar skeptischer und versucht zumindest ein Volumenetikett zu finden. Explorationen oder Ideen, den Versuch zu verändern oder weiterzuführen (z. B. längere Zeit unter Zuhilfenahme eines Föhnes oder Wasserbades erwärmen) werden aber nicht thematisiert, da ‚spontane Experimentiermaterialien' angesichts des vorgegebenen Materialensembles nicht zur Verfügung stehen. Die Schüler handeln mit den vorgegebenen und bereitgestellten Materialien und hinterfragen deren Eignung nicht. Auf der Suche nach Fehlerursachen ziehen sie die Materialien nicht in Betracht, denn schließlich wurden sie „*extra dafür vorbereitet*". Sie zeigen eine deutliche „Materialgebundenheit" (Kihm & Peschel 2017; Kihm 2023a) beim Experimentieren; ihr Experimentieren wird durch die Materialvorauswahl, -vorgabe und -bereitstellung fremdstrukturiert. Konzept-Codes wie „extra dafür vorbereitet", „Materialtausch" oder „Materialgebundenheit, Materialzwang", habe ich an dieser „Flaschengeist"-Videoaufzeichnung entwickelt (s. Kap. 5.6.2) und in verschiedenen weiteren Videoaufzeichnungen validiert und schließlich zur Kategorie „Fremdstrukturierung durch das Experimentiermaterial" abstrahiert (s. Kap. 2.3).

Aus diesen Beobachtungen aus Vorstudie 1 schließe ich für meine Hauptstudie, dass die Vorauswahl, Vorgabe und Bereitstellung von Experimentiermaterialien die Handlungsmöglichkeiten von Schüler*innen beim eigenständigen Experimentieren deutlich einschränken kann. Die (Vor-)Auswahl und Bereitstellung der Materialien „beeinflusst somit die Organisation der Materialien im Sinne der Zugänglichkeit, und die Zugänglichkeit schränkt freie Experimentiermöglichkeiten“ (Kihm 2023a: 37) ein bzw. ermöglicht sie. Sollen Schüler*innen eigenständiges Experimentierverhalten erlangen, dürfen sie nicht bereits durch die erschöpfende Vorgabe von Experimentiermaterialien und durch das passgenaue zur-Verfügung-Stellen dieser Experimentiermaterialien direkt auf dem Experimentiertisch im Sinne einer Vorauswahl und Bereitstellung auf bestimmte Wege gelenkt werden (vgl. Peschel & Carell 2010; Röhl 2015). Statt dieser m. E. impliziten Engführung durch das Experimentiermaterial benötigen die Schüler*innen beim Offenen Experimentieren eine größtmögliche Freiheit in der eigenen Auswahl und Zugänglichkeit der Materialsammlung und müssen unabhängig von der Lehrkraft intuitiv, schnell und selbständig mit Materialien hantieren können (vgl. M. Peschel 2014). Die beschränkte Materialvorauswahl und -bereitstellung ist eben nicht leitend für ein Offenes Experimentieren, das eigene Ideen, Explorationen, Wiederholungen und Variationen nutzt. Die Vorgabe und Bereitstellung von Experimentiermaterialien schränkt die freien Experimentiermöglichkeiten dagegen ein, wirkt sich subtil auf das Vorgehen der Schüler*innen aus und beeinflusst damit die Prozesse der Selbstbestimmungsaushandlung.

Die Materialorganisation (Vorauswahl bzw. selbständige Auswahl, Zugänglichkeit bzw. Bereitstellung) wird folglich in meiner Hauptstudie als tiefenstrukturelles Element des Offenen Experimentierens begriffen und beforscht, da sie ein eigenständiges Auseinandersetzen mit naturwissenschaftlichen Phänomenen ermöglichen oder verhindern kann.

5.6.7 Geöffnete und offene Experimentieraufgaben evozieren einen methoden-, inhalts- oder phänomenorientierten Austausch zwischen Schüler*innen.

Geschlossene Experimentieraufgaben auf Modulebene 1 beinhalten Anweisungen, die den Inhalt und das Vorgehen beim Experimentieren klar vorgeben. Beim Abarbeiten solcher Experimentieraufgaben auf niedrigeren Öffnungsstufen (s. Kap. 5.6.3) hat sich die Kommunikation der Schüler*innen s#1-s#4 daher v. a. auf organisatorische Aspekte, auf eine emotional-affektive Bewertung der Situation und auf den Wunsch nach Absicherung durch die GOFEX-Mitarbeiterin bezogen. Der Austausch zwischen s#1-s#4 war beim Bearbeiten geschlossener Experimentieranleitungen wenig methoden-, inhalts- und phänomenorientiert.

Zu Beginn des Experimentierens auf höherer Öffnungsstufe (Modulebene 2) müssen die Schüler*innen zunächst ihr Vorgehen mit- und untereinander abstimmen (s. Kap. 5.6.5). Sie müssen sich über Zielsetzungen, Materialien und Wege ihres Experimentierens verständigen (Konzept-Codes wie „Aufgaben(be)deutung gemeinsam aushandeln", „Vorgehen aushandeln", oder „Forschungsfrage entwickeln"). Die ausschnitthaften und exemplarischen Videographie-Verschriftungen in Kapitel 5.6.3 und 5.6.5 haben gezeigt, wie die Schüler*innen s#1-s#4 die vorhandenen Freiheitsgrade des geöffneten Experimentierens (Modulebene 2) reduziert haben, indem sie den Modus des schnellen Abarbeitens oder den Modus der Absicherung auch in den geöffneten Experimentiersituationen genutzt haben. Videographie-Verschriftung 7 zeigt dagegen, wie die Schüler*innen bei der Bearbeitung der geöffneten Experimentieraufgaben (Modulebene 2) die Freiheitsgrade des geöffneten Experimentierens stärker als bei den geschlossenen Formen des Versuchedurchführens (Modulebene 1) nutzen. Im Experimentierprozess setzten sie dabei eigene Ideen bzw. Lösungswege und explorative Näherungsformen an die Aufgabe um.

In Videographie-Verschriftung 7 bearbeiten s#1 und s#2 die (bereits aus Kapitel 5.6.5 bekannte) methodisch geöffnete Experimentieraufgabe „Finde verschiedene Möglichkeiten, den Müll zu sortieren!" Dabei setzt sich s#1 explorativ mit den Magneten auseinander, die den Schülern als ein mögliches Hilfsmittel zur Verfügung stehen. Solche Explorationen sind letztlich nur möglich, weil es auf Modulebene 2 keine Experimentieranleitung mit strikten Durchführungsschritten gibt, sondern eine geöffnete Experimentieraufgabe, die einen größeren Freiraum für eigene methodische Entscheidungen und Entdeckungen lässt.

Videographie-Verschriftung 7: Methoden- und phänomenorientierter Austausch (Kat.)

s#1 nimmt zwei Hufeisenmagneten in die Hand und bewegt diese verschiedentlich aufeinander zu. Die beiden (roten) Nordpole der Hufeisenmagnete stoßen sich ab. s#1: „Wenn ich so mache" *Der Satz bricht ab, während s#1 einen Hufeisenmagneten umdreht. Der (rote) Nordpol des umgedrehten Magneten zieht nun den (grünen) Südpol des anderen Magneten an.*

s#1: „Jetzt ist es nämlich anders. Und jetzt auch." *s#1 dreht beide Magnete um, sodass sich jetzt der (grüne) Südpol des ersten Magneten und der (rote) Nordpol des zweiten Magneten anziehen.*

s#2: „Aber, wenn du jetzt wieder einen umdrehst, dann... Gib mal..." *s#1 gibt beide Magnete an s#2 weiter. s#2 dreht einen Magneten um. Die beiden (roten) Nordpole stoßen sich ab*. s#2: „Das stößt sich voll ab, man merkt das!" *s#2 dreht nun beide Magnete, sodass die (grünen) Südpole sich abstoßen*. s#1: „Da stößt es sich auch ab."

s#1 nimmt die Magnete wieder und bewegt einen Schenkel eines Magneten zwischen den Schenkeln des anderen Magneten hin und her, sodass dieser Schenkel abwechselnd abgestoßen und angezogen wird.

s#1 exploriert, was sich beobachten lässt, wenn man die beiden Hufeisenmagnete verschiedentlich aufeinander zu bewegt, und beschreibt eigene Beobachtungen, allerdings

anakoluthisch. Dennoch entwickelt sich ein Austausch über die Beobachtungen zwischen s#1 und s#2. Dabei werden auch die sprachlichen Beschreibungen der Beobachtungen allmählich präziser und vollständiger, im Sinne von „wenn-dann-Beziehungen“ wie „Wenn du den Magneten umdrehst, dann stößt es sich ab!“ Die beiden Schüler verändern selbständig die Bedingungen, unter denen sich Phänomene (hier: Abstoßung und Anziehung der Hufeisenmagnete) beobachten lassen. Diese Variation geht immer auch mit neuen Wahrnehmungen und Beobachtungen einher, die die Schüler versprachlichen. Aus der Diskussion und Interpretation dieser Beobachtungen ergeben sich weiterführende Handlungen zur Bearbeitung der Experimentieraufgabe. Die beiden Schüler durchlaufen auf Modulebene 2 verschiedene Phasen des Experimentierens, wie sie von Murmann (2009) oder Köster (2018) beschrieben wurden (s. Kap. 3.1.2.3), einschließlich explorativer Näherungen und Variablenmodifikationen. Auf Modulebene 1 dagegen durchliefen die Schüler diese üblichen Phasen nicht, sondern agierten in einem Modus des schnellen Abarbeitens, der Experimentieren letztlich auf ein Frage-Zeichnung-Antwort-Schema reduziert.

Die Kommunikation auf Modulebene 2 steht im deutlichen Gegensatz zur Kommunikation auf Modulebene 1: Beim Abarbeiten von Versuchen auf Modulebene 1 bezog sich die Kommunikation der beiden Schüler s#1 und s#2 v. a. auf organisatorische Aspekte, auf die emotional-affektive Bewertung der Situation, auf den Wunsch nach Fremd- bzw. Rückversicherung oder auf die gegenseitige Kontrolle, sich an die Anleitung zu halten (s. Kap. 5.6.3; 5.6.5). Auf Modulebene 2 steht dagegen die methoden- und phänomenorientierte Kommunikation im Mittelpunkt des Experimentierprozesses. Mögliche Vorgehensweisen, Beobachtungen und Erfahrungen werden ausgetauscht, miteinander geteilt und ausgeweitet.

Die beiden hier benannten, m. E. zentralen Aspekte von Modulebene 2, die diese Modulebene von Modulebene 1 abgrenzen, konnte ich in Vorstudie 1 auch auf Modulebene 3 beobachten, allerdings in noch deutlicherer Form: (a) die methoden- und phänomenorientierte Kommunikation im Mittelpunkt des Experimentierprozesses und (b) die verschiedenen Phasen des Experimentierprozesses, einschließlich explorativer Näherungen und Variablenmodifikationen (s. Kap. 3.1.2.3), die von den Schüler*innen durchlaufen werden.

Nachdem die GOFEX-Mitarbeiterin s#1 und s#2 die offene Experimentieraufgabe „Was kannst du über Seifenblasen herausfinden?“ gestellt hat, läuft s#2 zum GOFEX-Haus und fragt nach Seifenblasen („*Haben wir Seifenblasen*?“). Der erste Zugang, den s#2 somit zur offenen Experimentieraufgabe vorschlägt, ist die Untersuchung ‚fertiger‘ Seifenblasen. Über diesen Zugang findet zwar kein verbal-vokaler Austausch statt, aber s#1 nickt zumindest, was ich als Einverständnis deute, dass beide „nach Seifenblasen gucken“ (Videographie-Verschriftung 8). Ich habe den Dialog zwischen s#1 und s#2 mit dem Konzept-

Code „Aufgaben(be)deutung gemeinsam aushandeln“ kodiert: Auf Modulebene 3 legen die Schüler die Ziel- oder Themengebiete *ihres* Experimentierens selbst fest (Seifenblasen: Größe, Mengenverhältnisse, Haltbarkeit u. a.) und verständigen sich gemeinsam auf ein Aufgabenverständnis, da im Unterschied zu Modulebene 2 die engere thematische Eingrenzung durch die Experimentieraufgabe entfällt. Neben der Kommunikation über das Vorgehen beim Experimentieren, die Beobachtungen und über benötigte Materialien – wie auf Modulebene 2 – ist die Kommunikation über Ziele und Themengebiete ein entscheidendes Element der gemeinsamen Aushandlung unter den Schüler*innen auf Modulebene 3. Modulebene 3 beinhaltet somit eine noch stärker inhaltsorientierte Kommunikation als bereits Modulebene 2, was auch Zielrichtungen beinhaltet.

s#1 stellt die Frage, wie man Seifenblasen machen kann (Konzept-Code „Forschungsfrage entwickeln“). Unausgesprochen „einigen“ s#1 und s#2 sich darauf, selbst Seifenblasen zu machen und stellen dazu eine Lauge aus Spülmittel und Wasser her. „Unausgesprochen“ meint, dass s#1 dem Vorschlag einer Forschungsfrage von s#2 mit einem Vorschlag des benötigten Experimentiermaterials entgegnet (Konzept-Code „benötigtes Material besprechen“; auf Modulebene 3 und Modulebene 2 gibt es keine Vorgabe von Experimentiermaterialien per Anleitung oder Experimentieraufgabe mehr).

Videographie-Verschriftung 8: Freies Explorieren, Problemlösen, Experimentieren

s#1 und s#2 sitzen am Experimentiertisch und blicken auf die Karte mit der Experimentieraufgabe „Was kannst du über Seifenblasen herausfinden?“, die ihnen die GOFEX-Mitarbeiterin ausgehändigt hat, als die beiden Schüler signalisiert hatten, mit der vorherigen Experimentieraufgabe fertig zu sein. s#2 *blickt in Richtung des GOFEX-Hauses:* Haben wir Seifenblasen? [...] Ich guck mal nach Seifenblasen. *s#2 steht auf und läuft zum GOFEX-Haus. s#1 nickt und folgt ihm.*

Sie bleiben vor dem GOFEX-Haus stehen. s#2: Also sollen wir jetzt über Seifenblasen etwas herausfinden? s#1: Warte mal. Wie kann man Seifenblasen machen? s*#2 dreht sich zu s#1 um und schaut ihm kurz in die Augen*: Seife! Pril! Also sollen wir Pril und Wasser holen. [...]

Nachdem s#1 und s#2 Spülmittel und ein Glas mit Wasser an den Experimentiertisch gebracht haben, gibt s#1 ständig weiter Spülmittel in das Wasserglas, das nach unten schliert.

s#1: Das reicht.

s#2: Nein [...]. Wir wollen doch auch schöne fette Seifenblasen. *hört trotzdem auf, beobachtet und beschreibt, während s#1 weiter umrührt:* wie ein Tornado.

Beide riechen an der Lösung.

s#1: Riecht irgendwie nach Zitronen, oder? [...]

Da weder vorgeschrieben ist, in welchem Mischverhältnis die Schüler *ihre* Seifenblasenlauge herstellen sollen, noch, auf welche Effekte oder Erscheinungen sie beim Herstellen der Seifenblasenlauge achten sollen, sind sie in ihren Experimentierhandlungen freier (Videographie-Verschriftung 8): Sie handeln gemeinsam das Mischverhältnis von Was-

ser und Spülmittel aus – zwischen „*das reicht*“ und „*wir wollen doch auch schöne fette Seifenblasen*“ (Konzept-Code „Vorgehen aushandeln“). Sie beschreiben ihre eigenen Beobachtungen und beziehen dabei sowohl Visuelles („*wie ein Tornado*“) als auch Olfaktorisches („*irgendwie nach Zitronen*“) ein (Konzept-Codes „Beobachtungen versprachlichen“ und „Beobachtungen vergleichen“). Zu einem späteren Zeitpunkt (nicht mehr Teil der Videographie-Verschriftung 8) kommt es abermals zu einem Aushandlungsprozess über das Mischverhältnis der Seifenblasenlauge, nachdem s#1 zusätzliches Wasser in das Gefäß[181] gegeben hat (Konzept-Code „Vorgehen aushandeln“). s#2 interveniert daraufhin: „*Du hast zu wenig Spülmittel drin*!“ s#1 zögert, fragt nach: „*Echt*?“ s#2 nickt und kippt schließlich noch mal etwas Spülmittel nach. s#2 rührt kurz um und s#1 testet die Seifenblasenlauge mit Siebmaschen, die s#1 als „Seifenblasenpust-Werkzeug“ nutzt. Es bildet sich eine kleine Seifenblase, die aber schnell wieder zerplatzt. s#2: „*Siehst du. Schon näher. Jetzt musst du noch ein bisschen vermischen, dann wird es gehen*!“ (Konzept-Code „Umgang mit auftretenden Schwierigkeiten“). Sie tauschen sich über ihr Vorgehen, ihre Beobachtungen und die Wirkungen ihrer (Experimentier-)Handlungen resp. Variationen auf ihre Beobachtungen aus. Dies erfolgt methoden-, inhalts- und phänomenorientierter als die Bearbeitung der geschlossenen Experimentieraufgaben mit vorwegnehmenden Aufgabenelementen und begrenzenden Materialvorgaben (Modulebene 1).

Nachdem sie ihre Seifenblasenlauge zunächst mit einer Pappröhre und einem Sieb getestet haben (nicht Teil der Videographie-Verschriftung 8), vereinbaren die beiden, sich nun mit der Konstruktion eines „Seifenblasen-Werkzeuges“ zu beschäftigen, um „*schöne fette Seifenblasen*“ zu produzieren. Sie bauen ein „Seifenblasen-Werkzeug“ und s#2 schlägt vor, ein kleines Loch in den Boden eines Plastikbechers aus dem GOFEX-Haus zu pieksen wird. Die Schüler s#1 und s#2 vergleichen dazu verschiedene Plastikbecher und geben sich gegenseitig Anregungen zur Weiterentwicklung des Werkzeugs hinsichtlich der Größe des eingeschnittenen Pustelochs (Videographie-Verschriftung 9).

Nach dem eigenen Handeln (Loch in Plastikbecherboden schneiden) und direkten Ausprobieren (Plastikbecher in Flüssigkeit tauchen) entwickeln die Schüler eigenständig Hypothesen zur Weiterentwicklung ihres Werkzeuges („*Nein, ich würde sagen, es funktioniert noch nicht, das Loch müsste größer sein!*“ oder „*Ich glaube, wir bräuchten so ein Gummi, weil der eckige Gummirand macht's nicht so!*“). Solche Hypothesen werden ausgetauscht und schließlich in kommunikative Prüfung bzw. zur Bewertung gegeben.

[181] Inzwischen nutzen die beiden Schüler kein Glas mehr, sondern eine etwas größere, durchsichtige Schüssel.

Videographie-Verschriftung 9: Freies Explorieren, Problemlösen, Experimentieren

s#1 und s#2 schneiden ein kleines Loch in den Boden eines Plastikbechers, um Seifenblasen zu erzeugen. s#1 taucht den Becher mit dem Loch nach unten in Flüssigkeit, sodass im Becher ohne sein Pusten kleine Seifenblasen aufsteigen. Ferner verbalisiert er eine Ausbesserungsidee:

s#1: Nein, ich würde sagen, es funktioniert noch nicht, das Loch muss größer sein!

s#2 berücksichtigt z. B. das leichte Zerplatzen der Seifenblasen und integriert diese Eigenschaft in seine Überlegungen: „Ich glaube, wir bräuchten so ein Gummi, weil der eckige Gummirand macht's nicht so!" *Entsprechend nutzt er Taschentücher, um die scharfen Kanten des zerschnittenen Plastikbechers abzustumpfen*: „Ich habe das so abgedichtet, denkst du, es funktioniert?"

Er nutzt Klebstoff, um ein zurecht geschnittenes Papiertaschentuch um den zackigen Rand des Plastikbecherlochs herum zu befestigen. Doch leider fällt das Papierstück beim Eintauchen des Plastikbechers in die Seifenlauge direkt ab, obgleich er es mehrfach wiederholt und probiert.

s#1 und s#2 vergleichen ihre Seifenblasenwerkzeuge in Videographie-Verschriftung 9 und darüber hinaus fortwährend miteinander und tauschen sich intensiv darüber aus. Beobachtungen und Erfahrungen werden geteilt und im Dialog weitergeführt. Durch die Kommunikation entstehen weitere Ideen, z. B. zur Verbesserung der Seifenblasenlauge oder zur Produktion unterschiedlich großer Seifenblasen. Diese Kommunikation über Wege und Ziele des Experimentierens, über im Tun entwickelte (und nicht apriori abgefragte, „erzwungene") Hypothesen sowie über benötigte Experimentiermaterialien ist m. E. ein wesentliches Element des Offenen Experimentierens (s. Kap. 3.2.2.5; 5.4).

Die Schüler s#1 und s#2 gehen konstruktiv und positiv mit Schwierigkeiten und „Misserfolgen" (Zerplatzen der Seifenblasen, Abfallen des Papierstückes) um. Obgleich die Schüler ihre Seifenblasenwerkzeuge einzeln und individuell weiterentwickeln – beispielsweise das Loch größer schneiden oder den harten Rand abdichten –, tauschen sie sich immer wieder über ihre Beobachtungen aus (Videographie-Verschriftung 9).

Durch die Videographie- Verschriftungen kann das veränderte Experimentierverhalten der beiden Schüler und die „Lebhaftigkeit" *ihrer* Experimentiersituation auf Modulebene 3 in meinen Augen leider nur sehr begrenzt und ausschnittweise illustriert werden. Dennoch zeigen die Ausschnitte dieses Kapitels m. E. exemplarisch und hinweisartig, dass der Austausch zwischen den Schülern bei offenen Experimentieraufgaben methoden-, inhalts- oder phänomenorientierter und insgesamt vielschichtiger verläuft. Weil sie auf Modulebene 3 selbst bestimmte Variablen gezielt verändern, beobachten sie viel genauer und fokussierter, wie sich *ihre* Veränderungen auf *ihr* Experiment und das Phänomen auswirken. Sie arbeiten nicht nur pragmatisch Vorgaben ab, sondern ‚stehen hinter ihren Veränderungen'.

5.6.8 Fazit aus Vorstudie 1

Mit dieser Vorstudie wurde ein erster Schritt getan, um zu erforschen, welche Formen der Fremd- bzw. Selbststrukturierung in unterschiedlich geöffneten Experimentiersituationen rekonstruiert werden können. Neben Hinweisen auf eine Nachahmung schulisch sozialisierten Verhaltens (Modus des schnellen Abarbeitens, Frage-Zeichnung-Antwort-Schema, Modus der Absicherung) in geschlossenen (Modulebene 1) und in offeneren Experimentiersituationen (Modulebene 2 und 3) finden sich in der Vorstudie Hinweise darauf, dass Schüler*innen in offeneren Experimentiersituationen (Modulebene 2 und 3) gemeinsam *ihr* Experimentieren entwickeln und dabei konzentriert und ausdauernd vorgehen.

Bezugnehmend insbesondere auf Einzelfragestellung 1a habe ich durch Vorstudie 1 erste, vorläufige Antworten in Form der ad hoc Hypothesen, die ich aus den Videodaten im Hinblick auf den Einfluss von Experimentieraufgaben mit modularer Öffnung auf die Aushandlung von Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren entwickelt habe:[182]

Einzelfragestellung		**ad hoc Hypothese**
Experimentieraufgaben mit modularer Öffnung und soziale Offenheit	1a	– *Vorwegnehmende Aufgabenelemente in geschlossenen Experimentieraufgaben evozieren einen Modus des schnellen Abarbeitens.* – *Der Verzicht auf vorwegnehmende Aufgabenelemente evoziert einen Austausch zwischen Schüler*innen über ihre Experimente und Beobachtungen.* – *Geöffnete und offene Experimentieraufgaben evozieren einen methoden-, inhalts- oder phänomenorientierten Austausch zwischen Schüler*innen.*
	1b	
Pädagogisch-didaktisch-fachliche Interventionen (Soziale Kontextbedingungen)	2a	– *Das Absichern von Lösungen und Lösungswegen ist ein typischer Modus der Erwartungshaltung von Kindern hinsichtlich kleinschrittiger Instruktionen.*
	2b	
Situative Kontextbedingungen	3a	– *Das Experimentiermaterial ist ein Element der Öffnung*.

Zur Aushandlung von Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren lassen sich m. E. angesichts der ersten Antworten auf die Einzelfragestellungen 1a und 3a folgende Ergebnisse festhalten, deren Weiterentwicklung im Sinne der GT das Ziel meiner weiteren Forschung ist.

Das *Aufgabenformat* (die Öffnungsstufe) und verschiedene *Aufgabenelemente* (die Aufgabenqualität) wirken sich auf den Experimentierprozess der Schüler*innen (s. Kap. 5.6.3-5.6.4) und auf den Kommunikationsprozess zwischen Schüler*innen (s. Kap. 5.6.7) beim Offenen Experimentieren aus: Zum einen können Aufgaben*elemente* ermöglichen oder

[182] Einzelfragestellung 1a: Wie wirken Experimentieraufgaben unterschiedlicher Öffnungsstufen auf die Aushandlung von Selbstbestimmung zwischen Lehrenden und Lernenden?
Eine ad hoc Hypothese verstehe ich als erste, vorläufige Antwort auf Einzelfragestellung 3a: Wie wirken Materialien, Raum und Zeit auf die Aushandlung von Selbstbestimmung zwischen Lehrenden und Lernenden?
Eine weitere ad hoc Hypothese bezieht sich auf Einzelfragestellung 2a: Wie wirken pädagogisch-didaktisch-fachliche Interventionen der Lehrenden auf die Aushandlung der Selbstbestimmung zwischen Lehrenden und Lernenden?

verhindern, dass Schüler*innen über den Austausch eigener Beobachtungen zu eigener Erkenntnis gelangen. Unterschiedliche Aufgabenelemente (z. B. vorwegnehmende Titel, Textelemente, Visualisierungen) beeinflussen die im Hinblick auf die Sacherschließung erwünschte eigene Auseinandersetzung zwischen Schüler*in und Phänomen! Die Vorwegnahme von Ergebnissen, z. B. von Beobachtungen, verhindert beispielsweise den Austausch über eigene Beobachtungen und induziert ein pragmatisches Aufgabenabarbeiten.

Neben den *Aufgabenelementen* ermöglichen verschiedene *Aufgabenformate* unterschiedliche Sachauseinandersetzungen (selbständig-angeleitet, offen-geschlossen):

Modulebene 1 (Experimentieranleitungen) hat bei den beobachteten Schüler*innen in Vorstudie 1 v. a. einen Modus des schnellen Abarbeitens evoziert. Anstatt im eigentlichen Sinne zu experimentieren, haben die beobachteten Schüler*innen die Versuche eher mittels Frage-Zeichnung-Antwort-Schema abgearbeitet. Zu beobachten war eine organisationsbezogene oder emotional-affekte Kommunikation und der häufige Wunsch der Schüler*innen, ihr Vorgehen und ihre Ergebnisse von außen abgesichert zu bekommen.

Auf den Modulebenen 2 und 3 reduzierten v. a. die beobachteten Schülerinnen s#3 und s#4 die Freiheitsgrade der offeneren Experimentiersituationen, indem sie auch hier das Frage-Zeichnung-Antwort-Schema anwandten (Modus des schnellen Abarbeitens) und die GOFEX-Mitarbeiterin wiederholt um Hilfe oder Rückmeldung baten (Modus der Absicherung).

Auf *Modulebene 2* (geöffnete Experimentieraufgaben) erfolgte die Kommunikation zwischen den beobachteten Schülern s#1 und s#2 sehr methoden- und phänomenorientiert. Insgesamt stand m. E. die Kommunikation individueller Beobachtungen und der Austausch über diese Beobachtungen bei s#1 und s#2 wesentlich stärker im Mittelpunkt des Experimentierprozesses als auf Modulebene 1. Aber auch bei s#3 und s#4 erfolgte auf Modulebene 2 eine deutlich ausgeweitetere Kommunikation über das eigene Vorgehen und die individuellen Beobachtungen als noch auf Modulebene 1.

Der Unterschied zwischen Modulebene 2 und *Modulebene 3* (offene Experimentieraufgaben) bestand in den Daten aus Vorstudie 1 m. E. vornehmlich darin, dass die Kommunikation zwischen den beobachteten Schüler*innen auch Absprachen und Entscheidungen bzgl. der Zielgebiete und Themenschwerpunkte *ihres* Experimentierens beinhaltete.

Auf Modulebene 2 *und* 3 waren bei s#1 und s#2 verstärkt explorative Näherungen zu beobachten, die mit den methodischen Freiräumen der geöffneten Experimentieraufgaben korrespondierten – im Unterschied zu den durchgetakteten Experimentieranleitungen auf Modulebene 1. Die beiden haben die verschiedenen Phasen des Experimentierprozesses, einschließlich der o. g. explorativen Näherungen und der Variablenmodifikati-

onen, durchlaufen, anders als beim schnellen Abarbeiten der vorgegebenen Versuche mittels Frage-Zeichnung-Antwort-Schema auf Modulebene 1. Anders war dies bei s#3 und s#4, die auch in den offeneren Experimentiersituationen die o. g. Modi des schnellen Abarbeitens und der Absicherung genutzt haben und sich damit die Freiheitsgrade selbst reduziert haben. Sie haben die Phasen des Experimentierprozesses weniger durchlaufen, sondern vornehmlich auf Ergebnisse und Produkte (u. a. Merksätze) hingearbeitet.

Angesichts verschiedener Aufgabenformate beinhalten Experimentieraufgaben für die Schüler*innen unterschiedliche inhaltlich-methodische Vorgaben zum Experimentierprozess; die Schüler*innen können aber teilweise auch selbst inhaltlich-methodische Entscheidungen treffen, teilweise ist das Vorgehen oder Zielgebiet der Aufgabe vorgegeben. Inwiefern neben einer organisatorischen Öffnung auf Unterrichtsebene eine inhaltliche bzw. methodische Öffnung stattfindet, resultiert dabei aus „der Korrespondenz zwischen Methode und Aufgaben bzw. Aufgabenstellungen, da hierbei definiert wird, wie deutlich der Inhalt variiert bzw. von den Experimentierenden abgewandelt werden“ (M. Peschel 2014: 76) darf. Durch die Vorgaben, die die Experimentieraufgabe transportiert[183], sind „immer sind nur ganz bestimmte Aktivitäten möglich und andere werden ausgeschlossen“ (Konrad & Traub 2009: 5). Je nach Aufgabenformat bzw. Öffnungsgrad werden *mehr oder weniger* Aktivitäten (Vorgehen, Zielgebiete, Inhalte) ausgeschlossen bzw. ermöglicht. Die Handlungs- und Entscheidungsmöglichkeiten beim Experimentieren variieren, je nachdem, „ob Aufgaben enger bzw. weiter formuliert sind“ (Schmenk 2012: 75).

Die mittels verschiedener Aufgabenformate grundgelegte Aushandlung von Selbstbestimmung wird beim Offenen Experimentieren in sozialen Interaktionen zwischen Schüler*innen und Lehrenden fortgeführt. Die zweite Vorstudie weitet die Analyse der Interaktions- und Kommunikationsprozesse beim Offenen Experimentieren deshalb auf die Aushandlungen zwischen Schüler*innen und Lehrkräften aus.

[183] Im Experimentierprozess werden Aufgaben üblicherweise von der Lehrperson gestellt, selten auch von der Lehrperson konstruiert, in den meisten Fällen werden Aufgaben als kommerzielle Vorlage ‚eins zu eins‘ von der Lehrperson eingesetzt bzw. zumindest in abgewandelter oder angepasster Form (vgl. Weiss et al. 2003; Banilower et al. 2013).

5.7 Kommunikation zwischen Lehrkräften und Schüler*innen (Kihm et al. 2020)

Ziel der zweiten Vorstudie war es, zu erforschen, wie die mittels verschiedener Aufgabenformate grundgelegte Aushandlung von Selbstbestimmung durch Interventionen der Lehrkraft fortgeführt wird. Mit anderen Worten ging es in Vorstudie 2 darum, zu rekonstruieren, wie Lehrkräfte die Aufgabenbearbeitung, Experimentier- und Beteiligungsprozesse der Schüler*innen pädagogisch-didaktisch-fachlich begleiten (s. Einzelfragestellung 2a). Zudem wollte ich mit Vorstudie 2 Einblicke in die Aushandlung der sozialen Offenheit eines GOFEX-Tages zwischen Schüler*innen und Lehrkräften gewinnen (s. Einzelfragestellung 1b).[184]

In der Vorstudie 2 sollte folglich eruiert werden, wie die Selbstbestimmungsaushandlung, nachdem sie durch verschiedene Aufgabenformate und -elemente grundgelegt wurde (s. Kap. 5.6), in Interaktionssprozessen zwischen Schüler*innen und Lehrkräften fortgesetzt wird. Dabei stellt sich m. E. die Frage, wie Experimentieraufgaben und Interventionen der Lehrkraft mit der Selbstbestimmungsaushandlung beim Offenen Experimentieren zusammenhängen bzw. sich gegenseitig beeinflussen. Dabei fokussierte diese zweite Vorstudie vor allen Dingen folgende Aspekte des Lehrkräftehandelns:

- Wie wirkt sich das Lehrkräftehandeln auf die organisatorische Dimension des Offenen Experimentierens/organisatorische Entscheidungen der Schüler*innen aus?
- Welches methodische Verständnis von Experimentieren transportiert die Lehrkraft?
- Wie wirkt sich das Lehrkräftehandeln auf die Regeln, die an einem GOFEX-Tag gelten, als Teilaspekt der sozialen Dimension des Experimentierens, aus?

Mein Erkenntnisinteresse richtete sich explizit auf die nach meinen Analysen (s. Kap. 4) in ihrer Relevanz für die Aushandlung von Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren bislang vernachlässigte Dimension der persönlichen Offenheit der Lehrperson. Mit dieser Vorstudie sollte die Dimension der persönlichen Offenheit mittels Kommunikations- und Interaktionsanalysen (s. Kap. 2.2) für meine Hauptstudie zugänglich und beforschbar gemacht werden. Der Fokus meiner Analysen lag dabei in Vorstudie 2 zunächst auf dem Handeln der Lehrkräfte, die das GOFEX mit ihrer Klasse besuchen, *nicht* auf dem Handeln der GOFEX-Dozierenden (s. Kap. 5.4.2). Gegenstand der Vorstudie war zudem, ob und inwieweit Lehrkräfte dazu bereit sind, Verantwortung für die (Experimentier-)Lehr-Lern-Situation zumindest teilweise an die Schüler*innen zu übertragen und sich zurückziehen, wann und wie sie dennoch intervenieren und Elemente des GOFEX-Tages steuern (vgl. Diener & Peschel 2019). Diese Abgabe von Verantwortung ist m. E. ein zentraler Aspekt persönlicher Offenheit und deshalb für diese Vorstudie 2 von besonderer Bedeutung.

---

[184] Einzelfragestellung 1b: Wie und von bzw. mit wem werden soziale Strukturen ausgehandelt?
Einzelfragestellung 2a: Wie wirken Interventionen der Lehrenden auf die Aushandlung der Selbstbestimmung?

Die beobachteten Lehrkräfte aus Vorstudie 2, die das GOFEX mit ihrer Klasse besuchten, intervenierten häufig v. a. in Bezug auf die organisatorische Öffnung des Experimentierens (z. B. bzgl. der Sozialform oder der Bearbeitungsreihenfolge von Experimentieraufgaben). Zudem intervenierten sie oft im Hinblick auf die soziale Öffnung des Experimentierens (z. B. bzgl. der Arbeitsweise der Gruppe, dem Einhalten von Sicherheitsbestimmungen, der Sitzordnung und -haltung). Dagegen vermieden sie, in meiner Interpretation, die fachinhaltliche und fachmethodische Begleitung des Experimentierens der Schüler*innen – vermutlich wegen mangelnder Qualifikation und eigener Unsicherheit in den bearbeiteten Themen Erneuerbare Energien und Elektrische Energie (s. a. Kap. 5.3).

Pädagogisch-didaktisch-fachliche Interventionen der Lehrkraft in Bezug auf die methodische oder inhaltliche Öffnung des Experimentierens konnte ich in dieser Vorstudie, gegenüber Interventionen im organisatorischen und sozialen Bereich, vergleichsweise selten beobachten. Allerdings nahm die Lehrperson durch ihre organisatorischen und sozialen Interventionen indirekt deutlich Einfluss auf methodisch-inhaltliche Aspekte des Experimentierens im GOFEX. Die Begrenzung der organisatorischen und sozialen Rahmenbedingungen bzw. das ‚Einkassieren' von Entscheidungen der Schüler*innen im organisatorischen und sozialen Bereich durch die Lehrkraft beeinflusst den Experimentierverlauf und die fachliche, experimentierende Auseinandersetzung der Schüler*innen mit den von ihnen untersuchten Phänomenen und widerspricht außerdem massiv den vorab der Lehrperson kommunizierten Öffnungsprinzipien des GOFEX (s. a. Kap. 5.4).

Zudem verfolgte ich mit dieser Vorstudie das Ziel, mein Methodeninstrumentarium weiter zu erproben und weiterzuentwickeln, entsprechend der Grundannahmen Qualitativer Forschung (s. Kap. 2) an den Forschungsgegenstand und das spezifische Feld angepasst. Während sich in Vorstudie 1 das Grounded Theory Kodierverfahren zur Analyse der Selbstbestimmungsaushandlung m. E. bewährt hatte, wollte ich dieses Kodierverfahren in Vorstudie 2 mit dem Vorgehen einer Qualitativen Inhaltsanalyse kontrastieren. Zudem wollte ich, nachdem ich die Videographie als Beobachtungsverfahren in Vorstudie 1 ausgeschlossen hatte, den methodischen Zugang über Teilnehmende Beobachtungen erproben und zugleich die Eignung von ergänzenden Leitfadengestützten Interviews eruieren.

5.7.1 Vorgehen der Datenerhebung und Ableitungen bzgl. der Hauptstudie

Zur Beantwortung der Forschungsfrage, wie Lehrkräfte die Aufgabenbearbeitung der Grundschüler*innen pädagogisch-didaktisch-fachlich begleiten, habe ich das Handeln von Lehrkräften (viermal männlich, zweimal weiblich) während sechs GOFEX-Tagen zwischen November 2017 und Februar 2018 mittels Teilnehmender Beobachtung beforscht. Drei

der GOFEX-Tage fanden zum Thema „Erneuerbare Energien“ (Modul 2) statt, zwei zu „Elektrische Energie“ (Modul 1) und ein GOFEX-Tag zum Thema „Brücken“ (Modul 3).[185]

Die Teilnehmende Beobachtung im Feld ist „nicht auf die Sprachlichkeit des Feldes beschränkt wie die Kamera auf seine Bilder“ (Hirschauer 2001: 441). Videoaufzeichnungen reduzieren soziale Prozesse auf Visuelles und Auditives und sie schneiden als „Momentaufnahme“ (ebd.: 433) Bezüge der beobachteten Interaktionen zum Kontext der Interaktionen ggf. ab (s. Kap. 5.6.1). Bei der teilnehmenden Beobachtung dagegen ermöglichen „Wahrnehmungssensibilitäten, Deutungskompetenzen und sprachlichen Fähigkeiten des Wissenschaftlers“ (Breuer 2010: 39) einen methodischen Zugang, der soziale Prozesse, wie die Interaktionen zwischen den Schüler*innen und der Lehrperson, komplexitätsverdichtend und kontextsensibel erfasst (vgl. Breidenstein et al. 2015).

Die Wahrnehmung und Deutung von Handlungs-, Interaktionsmustern und Kommunikationsprozessen findet auf Grundlage der „geteilten Sinnerfahrung“ (Hackl 2006: 70; Košinàr 2009: 41) statt: Der Mensch verfügt über ausgeprägte „Wahrnehmungssensibilitäten“ (Breuer 2010: 39) und er beherrscht die Fähigkeit zur „systematische[n] Ausblendung irrelevanter Informationen [...] in natürlicher Umgebung“ (Greve & Wentura 1997: 27). Die Datenerhebung und die Interpretation der Daten erfolgen also „auf der Basis einer notwendigerweise selektiven Wahrnehmung“ (Ramseger 1985: 156f.).

Selektive Wahrnehmung und Auslegungs- bzw. Deutungsprozesse von verbalen und nonverbalen Handlungsmustern (Nonverbalitäten; s. Kap. 2) sind im Alltag von Menschen alltäglich, „sie sind selbstverständlich und sie machen den Alltag erst möglich und: (fast) jeder beherrscht sie. Ohne die alltägliche Auslegung von kommunikativen Akten ist Gesellschaft nicht möglich“ (Reichertz 2016: 236). Die Befähigung, Nonverbalitäten treffend zu decodieren, resultiert aus der „primären Sozialität“ (Joas 1996: 277ff.) und liegt in der Fähigkeit, Perspektiven anderer nachzuvollziehen, und in der Fähigkeit zur „geteilten Sinnerfahrung“ (Hackl 2006: 70). Die beobachtete Person erlebt z. B. „Angst als innerliches Gefühl, wohingegen wir ihren Körperausdruck wahrnehmen und die Signale in dem uns selbst bekannten Grundmuster (weit offene Augen, Atemlosigkeit, Anspannung) als Angst wieder erkennen“ (Košinàr 2009: 41; vgl. auch Argyle 2012).

> „Menschen, die in bestimmten Sprach- und Interaktionsgemeinschaften aufwachsen, lernen die Zeichen und deren Gebrauch, wenn und indem sie diese in der jeweiligen Sprach- und Interaktionsgemeinschaft gebrauchen. Und weil sie gelernt haben, Zeichen zu gebrauchen, um auf andere einzuwirken, wissen sie auch, was die anderen mit dem

[185] Die Erhebungsphase fällt in die (Vor-)Weihnachts- und Jahreswechselzeit, zu der das GOFEX üblicherweise vergleichsweise wenig besucht wird. Alle Grundschullehrkräfte, die im o. g. Zeitraum mit ihrer Klasse an einem GOFEX-Tag teilnahmen, wurden deshalb – ohne weitere Vorauswahl – in das Sample aufgenommen.

> Zeichengebrauch bei ihnen selbst bewirken wollen. Allerdings reicht es nicht aus zu wissen [...], was Pfiffe, Zeigegesten und Worte ganz allgemein in einer bestimmten Sprache und Interaktionsgemeinschaft bedeuten [...], sondern es muss auch immer ausgelegt werden, was der Gebrauch des Pfiffes, der Gebrauch der Zeigegeste und der Gebrauch des Wortes [...] in der jeweiligen Situation bedeuten" (Reichertz 2016: 236).

Aufgrund der Kontextsensitivität und des Situationsbezuges, die in der Teilnehmenden Beobachtung m. E. stärker verankert sind als in videographischen Verfahren (s. Kap. 5.6), erhoffte ich mir durch die Teilnehmende Beobachtung einen geeigneten methodischen Zugang zu den pädagogisch-didaktisch-fachlichen Interventionen der Lehrperson, um die Bedeutung dieser Interventionen für die Aushandlung von Selbstbestimmung (Einzelfragestellung 2a) zu rekonstruieren. Dabei habe ich (Pascal Kihm) den GOFEX-Tag geleitet und gleichzeitig das Lehrkräftehandelnd beobachtet (Teilnehmer-als-Beobachter).

Der Involviertheitsgrad meiner Beobachterrolle lässt sich als „aktive Teilnahme" oder als „Teilnehmer-als-Beobachter" beschreiben (vgl. Lamnek & Krell 2016: 529). Ich habe primär am Feldgeschehen teilgenommen und nebenbei beobachtet: Die Leitung des GOFEX-Tages durch mich umfasste u. a. die Einführung in das (Rahmen-)Thema und in die Methode des Experimentierens mittels gemeinsamem Demonstrationsexperiment, eine Erklärung bzgl. Ablauf des GOFEX-Tages sowie die Moderation des mehrfachen Wechsels zwischen Experimentier- und Reflexionsphasen. Die Reflexionsphasen habe ich moderiert. Sie dienen dem Austausch der Schüler*innen untereinander, dem Vergleich und der Diskussion von Beobachtungen (s. Kap. 5.4 zum Ablauf von GOFEX-Tagen).

Während der Experimentierphasen unterstützten Studierende und studentische Hilfskräfte in der Rolle Lernbegleitung die Schüler*innen-Gruppen beim Experimentieren.[186] Ich habe mich dagegen – anders als in der Leitungsrolle des GOFEX-Tages üblich (s. Kap. 5.4) – während der Experimentierphasen in der Lernbegleitung zurückgehalten und stattdessen verstärkt das Lehrkräftehandeln beobachtet. Neben mir war mit Jenny Diener (ebenfalls wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl und langjährig erfahrene GOFEX-Dozierende) eine weitere Beobachterin anwesend. Sie übernahm eine Beobachterrinnenrolle als „passiv beobachtende Teilnehmerin" oder als „Beobachterin-als-Teilnehmerin" (vgl. ebd.). Jenny Diener sollte primär beobachten und nur passiv bzw. wenig bis gar nicht am Feldgeschehen teilnehmen, d. h. sie sollte sich weder in den Experimentier- noch in den Reflexionsphasen selbst als Lernbegleitung oder Moderation einbringen. Die Etablierung zweier Beobachter*innenrollen diente u. a. dazu, abzuwägen, welche Beobachterrolle ich in meiner Hauptstudie im Feld GOFEX etablieren wollte.

[186] Aufgrund ihrer Ausbildung (vgl. Kelkel & Peschel 2018) sollen diese Studierenden und studentischen Hilfskräfte die Auseinandersetzung der Schüler*innen dabei v. a. fachinhaltlich und fachmethodisch begleiten (s. Kap. 5.4).

Die Schüler*innen und die jeweilige Lehrkraft wurden zu Beginn des GOFEX-Tages darüber informiert, dass Jenny Diener ‚nur' zu Beobachtungszwecken anwesend ist. Aus forschungsmethodischen Gründen wurde jedoch nicht explizit darauf hingewiesen, dass die Lehrkraft und ihr Handeln bzw. Interagieren im Fokus unserer Beobachtungen steht, um nicht zu stark auf das Handeln der beobachteten Lehrkräfte einzuwirken. An dieser Stelle fand eine Abwägung zwischen forschungsethischen (Flick 2016) und forschungsmethodischen (Krappmann & Oswald 1995) Aspekten statt. Proband*innen, denen ihr Beobachtetwerden gewahr und bewusst ist, ändern häufig ihr Verhalten und passen es an die vermeintlichen Erwartungen des Beobachters an. Meines Erachtens wurde die Forschungsethik durch die vorgehenden Einverständniserklärungen (s. u.) und den (mündlich vorgetragenen) Hinweis zu Beginn des GOFEX-Tages ausreichend abgedeckt.

Zunächst erfolgte in der deskriptiven Phase (Spradley 2016) eine ungerichtete Beobachtung: Alle subjektiv auffälligen oder interessanten Aspekte wurden von Jenny Diener und mir als Feldnotizen jeweils in einem eigenen Beobachtungsbogen festgehalten. Dieser eingesetzte Beobachtungsbogen orientierte sich an den verschiedenen Phasen eines GOFEX-Tages (s. Kap. 5.4) und sollte eine Orientierung im Feld erleichtern: Einführung, Experimentierrunde 1, Reflexionsrunde 1, Experimentierrunde 2, Abschlussreflexion.

Innerhalb der fokussierten Phase (Spradley 2016) spezifizierten sich die Beobachtungen zunehmend, sodass folgende Aspekte in den Blick genommen wurden: Wie wirkt sich das Lehrendenhandeln *auf den organisatorischen Bereich der Aufgabenbearbeitung* aus? Welches *Verständnis von Experimentieren* transportiert die Lehrkraft durch ihr Handeln?

Handschriftliche Beobachtungsdaten zum Lehrkräftehandeln lagen also zu jedem GOFEX-Tag von jeweils zwei Beobachter*innen (Jenny Diener, Pascal Kihm) vor. Eine studentische Hilfskraft führte die handschriftlichen Beobachtungsdaten pro GOFEX-Tag mit einem Textverarbeitungsprogramm zusammen. Der Aufbau des Beobachtungsbogens nach den Phasen des GOFEX-Tages wurde dabei beibehalten. Insgesamt liegen von allen sechs GOFEX-Tagen je ein ‚konsolidierter' Beobachtungsbogen zum Lehrkräftehandeln vor.

Im Anschluss an den jeweiligen GOFEX-Tag befragte Jenny Diener die beobachteten Lehrkräfte mit Leitfadengestützten Interviews, um die *Fremd*einschätzung der Interaktionen, wie sie in den Feldnotizen der aktiv bzw. passiv Teilnehmenden Beobachtung zum Ausdruck kommen, zusätzlich kommunikativ zu validieren (vgl. Mayring 2016).[187]

[187] Alle Interviews wurden am Tag der Beobachtung direkt im Anschluss an den GOFEX-Tag durchgeführt.
Da eine Lehrkraft vorab nicht einwilligte, interviewt zu werden, liegen von insgesamt sechs beforschten GOFEX-Tagen nur fünf Interviewtranskripte (viermal männlich, einmal weiblich), aber sechs Beobachtungsprotokolle vor.
Einige Wochen vor dem GOFEX-Tag wurde die begleitende Lehrkraft von mir per E-Mail um Beobachtungs- und Interviewerlaubnis gebeten und erhielten im Anhang dieser E-Mail eine zu unterschreibende Einverständniserklärung.

Grundsätzlich sind Leitfadengestützte Interviews eine „verabredete Zusammenkunft, in der Regel eine direkte Interaktion zwischen zwei Personen, die sich auf der Basis vorab getroffener Vereinbarungen und damit festgelegter Rollenvorgaben als Interviewende und Befragte begegnen“ (Friebertshäuser & Langer 2013: 437). Die Leitfadengestützten Interviews in meiner Vorstudie fokussierten als Verfahren der *Selbst*einschätzung die subjektive Sicht und das Selbstverständnis der beobachteten Lehrkräfte, deren Erwartungen und Bewertungen sowie die Beweggründe und Intentionen, die den beobachteten Handlungen der Lehrkräfte zu Grunde liegen (vgl. Lüders 2015; Hopf 2015).

> „Wenn man etwas über die Intentionen des Verhaltens erfahren möchte, wird man sich nicht auf Mutmaßungen verlassen, sondern die Personen fragen […]. Wenn der Augenschein nicht ausreicht, um das Verhalten seiner Mitmenschen zu verstehen, wird man fragen, welche Beweggründe ihr Handeln leiten oder welche Erwartungen sie mit einer bestimmten Situation verbinden“ (Schlömerkemper 2010: 78).

Leitfadengestützte Interviews zeichnen sich dadurch aus, „dass in der relativ offenen Gestaltung der Interviewsituation die Sichtweisen des befragten Subjekts eher zur Geltung kommen“ (Flick 2016: 194) als in vollständig standardisierten Interviews. Im Vergleich zu stärker narrativ-erzählgenerierenden Interviews bietet das Leitfadengestützte Interview durch seine dialogische Grundkonzeption die besseren Möglichkeiten, nachzufragen und sich zu vergewissern, um „Situationsdeutungen oder Handlungsmotive in offener Form zu erfragen, [...] differenziert und offen zu erheben“ (Hopf 2015: 350).

Der Leitfaden eröffnet „viele Spielräume in den Frageformulierungen, Nachfragestrategien und in der Abfolge der Fragen“ (Hopf 2015: 351). Einzelne Fragen können spontan angepasst, hinzugenommen oder weggelassen werden (vgl. Friebertshäuser & Langer 2013). Zudem kann die Abfolge der Fragen variiert werden. Dennoch stellt der Leitfaden sicher, dass alle für das Forschungsinteresse relevanten Aspekte besprochen werden:

In einem ersten Teil wurden eigene fachliche Interessen, bisherige Erfahrungen mit Experimentieren im Schulunterricht, spezifische Vorbereitungen der Lehrkräfte auf den GOFEX-Tag und Erwarten an den GOFEX-Tag erfragt. Dieser erste Teil nimmt den in den Kapiteln 3.2 und 5.3 angedeuteten Diskurs um die fachliche Qualifikation und Expertise von Grundschullehrkräften im Bereich der Naturwissenschaften und das Vermeidungsverhalten von Lehrkräften bzgl. Experimentieren im Schulunterricht auf. Zudem verstehe ich die ersten Fragen als Einstieg in die für die befragten Lehrkräfte ungewohnte Interviewsituation, mit welchen sie sich gewissermaßen ‚warmreden‘ können. In einem zweiten Teil wurden die Lehrkräfte gebeten, den GOFEX-Tag anhand von Leitfragen zu reflektieren:

- Inwiefern haben sich Ihre Erwartungen an den GOFEX-Tag (nicht) erfüllt?
- Wie haben Sie Ihre Rolle heute wahrgenommen? Was waren Ihre Aufgaben?

- Wie haben Sie die Leitung des GOFEX-Tages empfunden?
  Hätten Sie sich an manchen Stellen ein anderes Handeln erhofft? Inwiefern?
- Wie sind Sie mit Fehlern oder Irrwegen der Schüler*innen umgegangen?
- Wie haben Sie reagiert, wenn Schüler*innen an eigenen Ideen weiterarbeiteten?

Die entwickelten Leitfragen wurden während eines Pretest-Interviews mit einer Lehrperson einer fünften Klasse getestet und weiterentwickelt: Dabei wurden z. B. Fragen ergänzt, die konkrete, „spezifische gemeinsam erlebte Situationen" (Hopf 2015: 354) des GOFEX-Tages ansprechen, um dazu anzuregen, das Lehrendenhandeln in diesen spezifischen Situationen aus der subjektiven Perspektive zu reflektieren. Hier wurden die Lehrpersonen teilweise mit den vom Forscher gemachten Beobachtungen konfrontiert, um die Fremdperspektive auf das Lehrkräftehandeln beim Offenen Experimentieren kommunikativ zu validieren (vgl. Przyborski & Wohlrab-Sahr 2013; Mayring 2016). Konkret lautete die entsprechende Leitfrage: „Wieso haben Sie in Situation X so gehandelt? Hätten Sie das im Unterricht auch so gemacht?" Zudem wurden Ergänzungs- und Nachfragen integriert wie „Hätten Sie im Unterricht genau so reagiert?", um Anhaltspunkte für einen Vergleich des Handelns im GOFEX mit dem Handeln im Schulunterricht zu gewinnen.

Die Leitfadengestützten Interviews wurden audiographiert und von einer studentischen Hilfskraft transkribiert. Die Transkription orientierte sich am inhaltlich-semantischen Vorgehen von Dresing und Pehl (2018: 21f.), dies beinhaltet u. a. wörtliche, *nicht* lautsprachliche Transkription unter Glättung von Dialekten und Umgangssprache.

Die beiden Erhebungsverfahren (Teilnehmende Beobachtung; Leitfadengestützte Interviews) bringen die Fremd- und Selbstsicht auf das Lehrkräftehandeln beim Offenen Experimentieren zusammen, indem sie die Fremd- und Selbstsicht aufeinander beziehen.

Anschließend wurden die Daten der Teilnehmenden Beobachtung, als ‚konsolidierte' Beobachtungsbögen, und die Daten des Leitfadengestützten Interviews, als inhaltlich-semantische Transkripte, getrennt voneinander qualitativ inhaltsanalytisch von mir ausgewertet, dann miteinander verglichen und aufeinander bezogen (s. Kap. 5.7.2).

Bevor ich auf mein Vorgehen bei der Datenauswertung in Vorstudie 2 eingehe, reflektiere ich mein Vorgehen bei der Datenerhebung in Vorstudie 2 im Hinblick auf das Anliegen meiner Hauptstudie, einer Rekonstruktion der Aushandlung von Selbstbestimmung.

Die Leitfadengestützten Interviews habe ich in Vorstudie 2 vornehmlich im Sinne einer kommunikativen Validierung genutzt, um die Fremdsicht des unterrichtlichen Handelns mit der Selbstsicht der beobachteten Lehrkräfte zu kontrastieren. Die Ergebnisse dieser Kontrastierung bieten eine interessante Ergänzung zu den beobachteten Handlungs-

mustern der Lehrkräfte. Die Kontrastierung belegt, dass Lehrpersonen teilweise erheblich von den Einschätzungen ihrer Schüler*innen abweichen, wenn sie nach den Beteiligungsmöglichkeiten ihrer Schüler*innen am Unterricht befragt werden (vgl. auch Coelen 2009: 123; Diener & Peschel 2019: 20; Quenzel et al. 2023; s. Kap. 5.7.6; 5.7.7).

Lehrkräfte schätzen ihren Unterricht tendenziell offener ein, als dies in Unterrichtsbeobachtungen rekonstruiert werden kann, und sie schätzen die Beteiligungsmöglichkeiten der Schüler*innen meist höher ein, als die Schüler*innen selbst (vgl. Minner et al. 2010; Maskiewicz & Winters 2012; Capps & Crawford 2013). Proband*innen in Befragungsverfahren tendieren häufig dazu, „sich und ihre Handlungen [...] aufgrund eigener Unwissenheit, persönlicher Involviertheit oder sozialer Erwünschtheit fehlerhaft ein[zuschätzen]“ (Kihm & Peschel 2021b: 75; vgl. auch Hanke 2005; Brügelmann 2015; Scheerer-Neumann 2020). Sie antworten das, „was den vermeintlichen oder wirklichen Erwartungen des Forschers (als Repräsentant der Gesellschaft) entspricht“ (Lind 2019: 67).

Von außen beobachtbare Handlungs- und Interaktionsmuster können außerdem so verinnerlicht sein, dass sie habitualisiert sind, vollständig routiniert ablaufen und nicht mehr von der Lehrkraft wahrgenommen bzw. expliziert werden können. Solche Muster „lassen sich nicht, oder nur sehr begrenzt mit dem Mittel der Befragung, des Interviews untersuchen. Sie ruhen zu tief in der selbstverständlichen Gegebenheit des Alltagswissens, als dass sie der Reflexion der Beteiligten zugänglich“ (Breidenstein 2006: 19; vgl. auch Perrez et al. 2006) und von ihnen explizierbar, d. h. sprachlich darstellbar oder verbalisierbar wären (vgl. Giddens 1997: 72f.; Breuer 2010: 49f.). „Ongoing experiences may not be reportable because they are not consciously accessible, or they may be skewed by self-presentation demands or retrospective biases” (Gray & Ambady 2006: 49).

> Beobachtungsverfahren fokussieren „sehr viel mehr auf Handlungen als auf Erzählungen – mit der Begründung, dass in den Handlungen zugrundeliegende Handlungsmuster besser sichtbar werden als in Erzählungen über Handlungen“ (Reichertz 2016: 279). Beobachter können explizieren, was für die Akteur*innen „weder in Handlungssituationen, und erst recht nicht auf vages Nachfragen hin sprachlich verfügbar ist, weil sie es im Modus des Selbstverständlichen und der eingekörperten Routine haben“ (Hirschauer & Ammann 1997: 23f.).

Die Äußerungen der Lehrkräfte in den Leitfadengestützten Interviews der Vorstudie 2 fokussierten zu sehr die Innensicht, den subjektiven Sinn ihres Handelns, als dass sie mir für die Hauptstudie eine geeignete Datengrundlage darstellen.[188] Da Selbstbestimmung in

[188] Leitfadeninterviews zielen darauf ab, Beweggründe, die den Handlungen der Akteur*innen in den interessierenden Interaktionen zu Grunde liegen, Handlungsrechtfertigungen oder Deutungsmuster von Subjekten zu elizieren (s. o.). Allerdings bezeichnet es z. B. Reichertz (2016: 185ff.) – angesichts der hier aufgezeigten Nachteile und Verkürzungen – als „optimistischen Kurzschluss, dass das im Interview Geäußerte identisch mit dem subjektiv Gemeinten sei [...] Würden die Interviewten einer anderen Person ihre Geschichte erzählen, würden sie anders und anderes erzählen“.

meinem Verständnis (s. Kap. 1; 3.3) „erst durch interaktive Zuschreibung“ (Koller 2011: 84f.) und durch Aushandlungsprozesse zustande kommt, kann Selbstbestimmung m. E. auch nur im Hinblick auf diese sozialen Aushandlungsprozesse kontextualisiert und interpretiert werden (vgl. Przyborski & Wohlrab-Sahr 2013: 189). Die sozialen Aushandlungsprozesse sind aber ein tiefenstrukturelles Element; sie betreffen die wiederholt beobachtbaren Handlungsmuster der Individuen und deren soziale Sinnstrukturen bzw. den sozialen Sinn und die soziale Ordnung ‚hinter‘ den Handlungs- und Interaktionsmustern, nicht den subjektiven Sinn der Handlungsmuster oder die Handlungsgründe der Individuen. Die sozialen Aushandlungsprozesse müssen auf Basis der beobachteten Handlungs- und Interaktionsmuster (vgl. Reichertz 2016: 141) und vor dem Hintergrund einer gemeinsamen Deutung im Forschungsteam rekonstruiert werden. Als Beobachter kann ich die Handlungs- und Interaktionsmuster im Hinblick auf die dahinterliegenden und „für die Akteure selbst nicht reflexiv zugängliche[n]“ (Eßer 2009: 34) Tiefenstrukturen explizieren.

Die Beobachtungsmethodik geht schließlich „über das gesprochene Wort“ (Flick 2016: 279) hinaus und adressiert Aushandlungsprozesse dadurch m. E. auf anschlussfähigere Weise als dies Befragungen tun: Beobachtungsverfahren erlauben Einblicke jenseits dessen, was die Agierenden sagen. Dabei ist die Annahme leitend, dass durch das Beobachten von Interaktionen „Aspekte des Handelns und Denkens beobachtbar werden, die in (rückblickenden) Gesprächen über diese Interaktionen bzw. Situationen nicht in dieser Weise zugänglich“ (Kihm & Peschel 2021b: 76) wären. Sowohl die nonverbalen und verbalen Kommunikationen (s. Kap. 2.2) als auch v. a. deren Stimmigkeiten und Passungen können beobachtet und so überhaupt erst erfasst werden (vgl. Hirschauer 2001). Zudem können die Handlungen (und Nicht-Handlungen) mehrerer Personen als Interaktionen aufeinander bezogen werden (vgl. Kihm & Peschel 2021b: 77). Auf Grundlage dieser Erfassung können Handlungs- und Interaktionsmuster in einem weiteren Schritt differenziert analysiert und interpretiert werden (vgl. Goffman 1989: 125; Ammann & van Holten 2017: 6f.).

Um, wie oben gefordert, Sinn- und Tiefenstrukturen auf Basis der beobachteten Handlungs- und Interaktionsmuster zu rekonstruieren, stellte sich die Frage nach meinem Involviertheitsgrad und meiner Beobachterrolle im Feld. Meine Erfahrungen als aktiver Beobachter bzw. „Teilnehmer-als-Beobachter“ in Vorstudie 2 veranlassten mich dazu, in der Hauptstudie noch stärker als bislang im Feld als passiver Beobachter bzw. „Beobachter-als-Teilnehmer“ zu agieren, wie Jenny Diener in Vorstudie 2. Dadurch, dass ich primär als Leitung der Reflexionsrunden bzw. Lernbegleitung in den Experimentierphasen agiert habe und nur sekundär als Beobachter, wurde ich fortwährend angesprochen und von Schüler*innen in ihr Experimentieren involviert. Durch einen geringeren Involviertheitsgrad

war Jenny Diener dagegen entlasteter, um die Handlungen aller Akteur*innen im Feld, die Interaktionen zwischen den Schüler*innen und Lehrkräften ‚zurückgezogen' zu beobachten (vgl. Breidenstein 2006: 19; Lamnek & Krell 2016: 529). Ich nutzte deshalb in der Hauptstudie, anders als in Vorstudie 2, eine solche Beobachterrolle, „die für die Zeit der Beobachtung von den Zwängen des Handelns klar entlastet ist – man kann nicht gleichzeitig im hier entwickelten Sinn beobachten und unterrichten" (Breidenstein 2012: 42).

In der Hauptstudie folgte ich dementsprechend der von Hammersley und Atkinson (1995: 109ff.) als „Managing Marginality" bezeichneten Strategie, „eine eher unauffällige Beobachterposition am Rande des Geschehens zu etablieren und zu pflegen" (Breidenstein 2006: 23). Diese Position sollte „frei[ge]stellt für Beobachtung [...] und Aufzeichnung" (Breidenstein et al. 2015: 43) sein. Ich nahm daher nur noch passiv oder sekundär an den GOFEX-Tagen teil und konnte so die Interaktionen im Feld in meiner Rolle als peripheres Mitglied unauffällig und unaufdringlich verfolgen, beobachten (s. Kap. 6.1; 6.2) und fixieren (in Form von Feldnotizen, Beobachtungsprotokollen; s. Kap. 6.3) und außerhalb des Feldes analysieren (vgl. Lüders 2015: 151; Reichertz 2016: 205; s. Kap. 6.4).

5.7.2 Vorgehen der Datenauswertung und Ableitungen bzgl. der Hauptstudie

Zur (getrennten) Auswertung der Beobachtungsbögen und der Interviewtranskripte habe ich die induktive Kategorienbildung als Teilverfahren der Qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2015: 86) gewählt, um dieses Vorgehen mit dem Kodierverfahren der Grounded Theory Methodologie zu kontrastieren. Von der Konfrontation der beiden Auswertungsverfahren und ihrer Resultate erhoffe ich mir, Unterschiede in der Aussagekraft der beiden Verfahren bzgl. der Interaktionsprozesse beim Offenen Experimentieren offenlegen zu können und so die Passung beider Auswertungsverfahren zu meinem Forschungsfokus *Aushandlung* von Selbstbestimmung (*doing* AGENCY) zu prüfen.

Die Qualitative Inhaltsanalyse ermögliche, so Mayring, eine „systematische, theoriegeleitete Bearbeitung von Textmaterial" (Mayring 2016: 121) im Hinblick auf einen konkret interessierenden, überschaubaren, festgelegten Forschungsgegenstand, hier: das Lehrkräftehandeln beim Offenen Experimentieren. Die induktive Kategorienbildung folgt dabei in Grundzügen der Zusammenfassenden Qualitativen Inhaltsanalyse, die eine Reduktion des Datenmaterials durch Bündelung anstrebt (vgl. Wollny & Marx 2009: 469).

Bei der Zusammenfassenden Qualitativen Inhaltsanalyse wird das Datenmaterial „paraphrasiert, wobei weniger relevante Passagen und bedeutungsgleiche Paraphrasen gestrichen [...] und ähnliche Paraphrasen gebündelt und zusammengefasst werden" (Flick 2016: 410). Paraphrasieren bedeutet, dass Textstellen „in eine knappe, nur auf den In-

halt beschränkte, beschreibende Form umgeschrieben“ (Mayring 2015: 71) werden. Das Streichen bezieht sich v. a. auf nicht inhaltstragende Textstellen, die das Selektionskriterium (s. u.) nicht erfüllen und deshalb als ‚nicht relevant‘ erachtet werden (vgl. Flick 2016: 410). Bedeutungsgleiche Teile werden gebündelt, indem sie unter der gleichen inhaltlich beschränkten, beschreibenden Paraphrase subsumiert werden (s. u.).

Ziel dieses Vorgehens ist es, das Datenmaterial „so zu reduzieren, dass die wesentlichen Inhalte erhalten bleiben, durch Abstraktion ein überschaubares Korpus zu schaffen, das immer noch ein Abbild des Grundmaterials ist“ (Mayring 2015: 115). Dabei wird das Datenmaterial Zeile für Zeile „schrittweise mit theoriegeleitet am Material entwickelten Kategoriensystemen“ (Mayring 2016: 114) bearbeitet. Unter einer Kategorie wird in der Qualitativen Inhaltsanalyse etwas Bezeichnendes verstanden, das „Textstellen zugeordnet wird“ (Kuckartz 2007: 57), sobald ein vorab festgelegtes Selektionskriterium erfüllt ist. „Es kann sich dabei um ein einzelnes Wort (z. B. ‚Einstellungen‘), sogar nur um ein einzelnes Zeichen oder um eine Mehrwortkombination handeln“ (ebd.). Ein Selektionskriterium ist eine „allgemeine Kategoriendefinition“ (Mayring & Brunner 2013: 327), die vor dem Materialdurchgang theoriegeleitet entwickelt wird und festlegt, „welcher Art die zu bildenden Kategorien sein sollen, auf welche Thematik sie sich beziehen sollen“ (ebd.; vgl. Mayring et al. 2015: 471). Damit werden „diejenigen Aspekte festgelegt, die aus dem Material herausgefiltert werden sollen“ (Mayring 2016: 114). Durch die Festlegung des Selektionskriteriums, das erfüllt sein *muss*, um eine Textstelle zu streichen oder einer Kategorie zuzuweisen, wird allerdings zugleich (vermeintlich) Unwesentliches und von der Fragestellung Abweichendes ausgeschlossen (vgl. Mayring 2015: 86f.).

Mein Selektionskriterium bei der Qualitativen Inhaltsanalyse der Beobachtungsprotokolle sind Formen des Lehrkräftehandelns bzw. Interventionen[189], die im GOFEX zu beobachten waren und sich modifizierend auf das Schüler*innenhandeln beziehen. Bei der Qualitativen Inhaltsanalyse der Interviewtranskripte sind es Beschreibungen und Wertungen der Lehrkräfte, die sich auf das eigene Handeln bzw. auf das Handeln der Schüler*innen beziehen. Bei der zeilenweisen Durcharbeitung des Datenmaterials wurde jeweils entschieden, (a) eine Textstelle – die das Selektionskriterium erfüllt – unter eine bereits gebildete Kategorie zu subsumieren oder (b) eine neue Kategorie zu bilden.

Nachdem auf diese Weise die ersten beiden Beobachtungsprotokolle und die ersten beiden Interviewtranskripte getrennt voneinander durchgearbeitet wurden, musste mittels

[189] Das von mir festgelegte Selektionskritierium Lehrkräftehandeln bezieht sich auf alle Formen der Intervention durch eine Lehrkraft, die auf Initiierung oder Aufrechterhaltung und Bewertung von Lehr-Lern-Prozessen bezogen sind (vgl. Pietsch 2010; Seidel 2014).

Revision des Kategoriensystems „überprüft werden, ob die Kategorien dem Ziel der Analyse nahekommen, ob das Selektionskriterium und das Abstraktionsniveau [der Kategorien; Anm. d. V.] vernünftig gewählt worden sind“ (Mayring 2015: 87). Dabei hat sich z. B. die Kategorie „Organisation der Aufgabenbearbeitung“ als zu abstrakt erwiesen und wurde für den weiteren Materialdurchgang in „Stationsreihenfolge“, „Gruppeneinteilung“ u. a. ausdifferenziert. Auch die Kategorie „Intervention bzgl. Vorgehen“ wurde nach den ersten Durchgängen in Kategorien wie „Aufforderung zur Bearbeitung der Experimentieraufgabe“ konkretisiert. Insgesamt wurde das Abstraktionsniveau für den übrigen Materialdurchgang herabgesetzt, um Kategorien noch konkreter am Datenmaterial zu konstruieren. Das Selektionskriterium Lehrkräftehandeln dagegen wurde für die Weiterarbeit, wie oben definiert, beibehalten. Es wurde jedoch ergänzend in die Kategoriendefinition für die Qualitative Inhaltsanalyse der Beobachtungsprotokolle aufgenommen, dass auch Formen des Lehrkräftehandelns selektiert werden können, mit denen Lehrkräfte darauf reagieren, dass sie von Schüler*innen angesprochen werden, mit denen sie auf Kontaktaufnahmen der Schüler*innen reagieren. In der Kategoriendefinition für die Qualitative Inhaltsanalyse der Interviewtranskripte wurde der Vergleich des Lehrkräftehandeln am GOFEX-Tag mit dem Lehrkräftehandeln im Schulunterricht ergänzt.

Nach dieser Revision des Kategoriensystems wurden schließlich die übrigen Beobachtungsprotokolle und Interviewtranskripte getrennt analysiert. Am Ende dieses Prozesses stand „ein Set von Kategorien zu einer bestimmten Thematik, dem spezifische Textstellen zugeordnet sind“ (Mayring 2016: 115). Dieses Kategoriensystem wird dann genutzt, um die aufgeworfenen Fragestellungen analytisch zu beantworten (vgl. ebd.). Das vollständige entwickelte Kategoriensystem aus Vorstudie 2 findet sich im Anhang 2.

Technisch erfolgte die Qualitative Inhaltsanalyse der Beobachtungsprotokolle und der Interviewtranskripte gestützt durch MAXqda-Software (Rädiker & Kuckartz 2018).[190] Beispielhaft zeige ich das Vorgehen bei der Induktiven Kategorienbildung anhand eines Ausschnittes aus einem Beobachtungsprotokoll, in welchem Schüler*innen eine einfache Schaltung aus Flachbatterie, Lampenfassung mit Glühlampe und zwei Kabeln konstruieren (Modul 1: Angeleitetes Experimentieren). Die Passagen im Beobachtungsprotokoll, die sich entweder auf die Situation, das alleinige Handeln der Schüler*innen (Aufbau der Schaltung, wie in Anleitung beschrieben) oder die Wirkung dieses Schüler*innenhandelns (Glühlampe leuchtet nicht) beziehen, fallen nicht unter das Selektionskriterium und wurden deshalb als „weniger relevante Passagen“ (Flick 2016: 410) gestrichen.

[190] MAXqda ist eine Software zur computergestützten Daten- und Textanalyse. Sie wird von der Firma VERBI GmbH Berlin vertrieben. In Vorstudie 2 wurde die Version 18.2.4 von MAXqda Standard 2018 verwendet.

Tabelle 28: Induktive Kategorienbildung am Beispiel eines Ausschnittes aus einem Beobachtungsprotokoll (selbst erstellt)

Ausschnitt aus einem Beobachtungsprotokoll	**Kategorie**
~~Die Schüler*innen haben sich eine Experimentieraufgabe (Modul 1) ausgewählt, bei der sie eine einfache Schaltung aus Flachbatterie, Lampenfassung mit Glühlampe und zwei Kabeln konstruieren sollen. Nachdem sie die Schaltung, wie angeleitet, aufgebaut haben, leuchtet die Glühlampe nicht. Die Schüler*innen lösen alle Verbindungen zwischen Kabel und Kontakt und klemmen sie wieder fest.~~ L#2 kommt vorbei, als die Schüler*innen die Einzelteile auf ihre Funktion überprüfen, und sieht, dass die Glühlampe nicht leuchtet.	Selektionskriterium nicht erfüllt Bewegung & Positionierung im Raum
L#2: „Klappt alles? Habt ihr alles besorgt, was ihr braucht? Oder fehlt was?“	Erfragung von Schwierigkeiten Materialzugänglichkeit, -zugang
~~s#9: „Die Lampe leuchtet nicht, aber wir haben alles so gemacht, wie es auf der Stationskarte steht“~~	Selektionskriterium nicht erfüllt
L#2: „Nehmt ne andere Karte. Schaut doch mal nach einer anderen Karte!“	Bearbeitungsreihenfolge der Stationen

Erst die Passage, in welcher die Lehrperson L#2 zur Schüler*innengruppe hinzukommt und sich gegenüber den Schüler*innen äußert, erfüllt mein Selektionskriterium. Ich habe die entsprechende Passage zur bestehenden Kategorie „Bewegung und Positionierung im Raum“ zugeordnet[191] Die Äußerung „*Klappt alles?*“ habe ich „in eine knappe, nur auf den Inhalt beschränkte, beschreibende Form umgeschrieben“ (Mayring 2015: 71), also paraphrasiert als Kategorie „Erfragung von Schwierigkeiten“. Die anschließende Äußerung „*Habt ihr alles besorgt, was ihr braucht? Oder fehlt was?*“ erfüllt ebenfalls das Selektionskriterium, kann jedoch nicht unter eine bereits gebildete Kategorie subsumiert werden. Ich habe eine neue Kategorie gebildet, um den Inhalt auf eine beschränkte, beschreibende Form zu bringen: „Materialzugänglichkeit, -zugang“. Die Antwort der Schüler*innen erfüllt m. E. das Selektionskriterium nicht, die folgende Äußerung der Lehrkraft hingegen schon. Dieser Textstelle („*Nehmt ne andere Karte*“) habe ich die neu gebildete Kategorie „Bearbeitungsreihenfolge der Stationen“ zugeordnet. Auf diese Weise habe ich das gesamte Beobachtungsprotokoll zeilenweise durchgearbeitet.

Die sechs Beobachtungsprotokolle und fünf Interviewtranskripte, die ich mittels Induktiver Kategorienbildung qualitativ-inhaltsanalytisch ausgewertet habe, finden sich im zwei-

[191] Zur Erinnerung: Das Selektionskriterium lautet ‚Formen des Lehrkräftehandelns bzw. Interventionen, die im GOFEX zu beobachten waren und sich modifizierend auf das Schüler*innenhandeln beziehen‘.
In den Ausschnitten aus Beobachtungsprotokollen der zweiten Vorstudie nutze ich L#*Ziffer* zur Pseudonymisierung der beobachteten Lehrkräfte. Wie bereits in Vorstudie 1 pseudonymisiere ich die Schüler*innen mit Klein-s#*Ziffer*, wobei meine Zählung neu beginnt, da die Schüler*innen aus Vorstudie 1 kein Teil des Samples der Vorstudie 2 sind.

ten Anhang. Mayring (2015: 90) schlägt vor, die induktiv gebildeten Kategorien „nach Hauptkategorien zu ordnen“. Insgesamt ergaben sich in den Beobachtungsdaten neun und in den Interviewdaten zwölf Hauptkategorien (vgl. auch Diener & Peschel 2019).

Tabelle 29: Hauptkategorien der Qualitativen Inhaltsanalyse (selbst erstellt)

Beobachtungsdaten (Hauptkategorien – Kategorien)	**Interviewdaten** (Hauptkategorien – Kategorien)
Forscher*innenhefte	Forscher*innenhefte
Zurückhaltendes Beobachten	[nicht vergeben]
Persönliche Offenheit – (nicht-)übergriffiges Handeln – Interesse an Experimenten der SuS – Persönlicher Umgang mit SuS – Respektieren von SuS-Besonderheiten – sich selbst inkludierende Ansprache – Bewegung und Positionierung im Raum – Ermutigen der SuS – Bewerten der Beiträge	Persönliche Offenheit – (nicht-)übergriffiges Handeln – Interesse an Experimenten der SuS – Persönlicher Umgang mit SuS – Respektieren von SuS-Besonderheiten
Ordnungsrahmen – Sicherstellen eines reibungslosen Ablaufs – Anhalten zum Ressourcenschonen – Sicherheitsmaßnahmen – Extrinsisches Motivieren – Dokumentieren des GOFEX-Tages – Disziplinieren	Ordnungsrahmen – Sicherstellen eines reibungslosen Ablaufs – Anhalten zum Ressourcenschonen – Sicherheitsmaßnahmen
Interaktion mit GOFEX-Dozierenden – Auseinandersetzung mit GOFEX-Konzept – Anpassung an GOFEX-Dozierende – Übernahme/Leitung d. Sitzkreises	Interaktion mit GOFEX-Dozierenden – Auseinandersetzung mit GOFEX-Konzept – Anpassung an GOFEX-Dozierende
Fachlichkeit und Sprache – fachsprachliche Unpräzision – Wortschatz- und Spracharbeit – fachliche (Nicht-)Expertise – (kindgerechte) Vergleiche	Fachlichkeit und Sprache – fachsprachliche Unpräzision – Wortschatz- und Spracharbeit – fachliche (Nicht-)Expertise
Organisatorische Offenheit – Stationsreihenfolge – Gruppeneinteilung – Materialzugänglichkeit	Organisatorische Offenheit – Stationsreihenfolge – Gruppeneinteilung – Materialzugänglichkeit
Produktorientierung – Vormachen-Nachmachen – kleinschrittiges Führen – Kontrollieren von Fortschritt – Vorwegnehmen von Erkenntnis – Modus des schnellen Abarbeitens	Produktorientierung – Vormachen-Nachmachen – kleinschrittiges Führen – Kontrollieren von Fortschritt – Vorwegnehmen von Erkenntnis – Modus des schnellen Abarbeitens
Prozessorientierung – Umgang mit Fehlern – Provozieren z. Erzeugung kogn. Konflikte – Auffordern zum Vermuten – Auffordern zum Beobachten – Auffordern zum Wiederholen – Auffordern zum Verändern – Auffordern zum Erklären – Zulassen von (eigenen) Ideen – Erfragen von Schwierigkeiten	Prozessorientierung – Umgang mit Fehlern – Provozieren z. Erzeugung kogn. Konflikte – Auffordern zum Vermuten – Auffordern zum Beobachten – Auffordern zum Wiederholen – Auffordern zum Verändern – Auffordern zum Erklären – Zulassen von (eigenen) Ideen

Beobachtungsdaten (Hauptkategorien – Kategorien)	**Interviewdaten** (Hauptkategorien – Kategorien)
[nicht vergeben]	Persönliche Voraussetzungen der Lehrperson – Hinderungsgründe – positive Einstellung, eigenes Interesse – Vorerfahrungen im Experimentieren
[nicht vergeben]	Vorbereitung auf GOFEX-Tag und Nachbereitung – konzeptionelle Vorbereitung – thematische Vorbereitung – Weiterarbeit in Schule
[nicht vergeben]	Erwartung an GOFEX-Tag – Kinder probieren selbständig aus – Kinder haben Spaß – Kinder lernen Methoden – Kinder lernen Umgang mit Offenheit
[nicht vergeben]	Eigenes Rollenverständnis – Disziplinieren – Zurückhaltendes Beobachten – Helfen und Unterstützen – GOFEX als Test- und Bewertungsraum – Mitexperimentieren

Die Qualitative Inhaltsanalyse erweist sich rückblickend als stark präskriptives Verfahren, das sich aufgrund seiner hohen Reglementiertheit m. E. wenig für die explorative Erschließung von Datenmaterial eignet. „Der Unterschied zur Grounded Theory ist, dass diese den Codierungsprozess im Sinne explorativer Forschung weit offen hält“ (Reichertz 2016: 227), während die induktive Kategorienbildung der Qualitativen Inhaltsanalyse „auf eine theoriegeleitet festgelegte Kategoriendefinition fokussiert ist [und dabei; Anm. d. V.] viel regelgeleiteter“ (ebd.) abläuft. Diese Regelgeleitetheit ergibt sich durch die „vorab festgelegte allgemeine Kategoriendefinition (als Selektionskriterium) und ein vorab (aber im Prozess veränderbares) Abstraktionsniveau“ (ebd.: 227; vgl. auch Mayring & Brunner 2013: 325). Die Bildung von Kategorien resp. die Zuordnung von Textstellen zu Kategorien ist ein „der Entwicklung eines Kategoriensystems und Codierleitfadens nachgeordnete[r] Verfahrensschritt“ (Kühlmeyer et al. 2020: 8), der erst und nur erfolgt, wenn das Selektionskriterium ‚greift‘. Deshalb gibt es „Grenzen, die eine Kategorie impliziert. Hier scheint es möglich, Kriterien, die den Ein- oder Ausschluss definieren, exakt zu bestimmen“ (Muckel 2007: 213). Die Qualitative Inhaltsanalyse bezieht ihre Kategorien und deren Grenzen dabei auf *vorab entwickelte* „theoretische Konstrukte, die der Auswertung eine Richtung geben“ (Helfferich 2012: 22). Dies schränkt die „größtmögliche Offenheit der Aufmerksamkeit für die Vielfalt von Agency-Formen“ (ebd.) jedoch m. E. erheblich ein. In der Qualitativen Inhaltsanalyse dienen die Kategorienbildung und Kategorisierung v. a. der Klassifikation und Beschreibung der beobachteten sozialen Phänomene (vgl. Wollny & Marx 2009: 474). Dies bereitet die anschließende

Interpretation lediglich vor; Ziel der Qualitativen Inhaltsanalyse ist aber vorrangig „die Strukturierung von Informationen im Text“ (ebd.; vgl. auch Kühlmeyer et al. 2020: 8).

> „Erweist sich die Qualitative Inhaltsanalyse als gut geeignet, um aus Texten Beschreibungen sozialer Sachverhalte entnehmen zu können, womit sie sich für eine systematische und theoriegeleitete Bearbeitung von großen Textmengen empfiehlt, eignet sich die Grounded Theory eher für die Untersuchung offener Fragestellungen und die Entwicklung einer empirisch fundierten Theorie“ (Wollny & Marx 2009: 467).

In der Grounded Theory Methodologie sollen Konzept-Codes und Kategorien ausdrücklich über eine beschreibende Zusammenfassung hinausgehen und bereits „erklären, was da los ist“ (Corbin 2011: 73) in den Daten. Es geht darum, die beobachteten Situationen im Hinblick auf das beforschte soziale Phänomen zu verstehen und zu erklären.[192]

Vergleicht man die in Vorstudie 1 (offenes Kodieren) generierten Konzept-Codes und deren Elaborationen und Abstraktionen zu Kategorien mit den in Vorstudie 2 (induktive Kategorienbildung) generierten Kategorien, wird in meinen Augen Folgendes deutlich:

Die Kategorien der Qualitativen Inhaltsanalyse beschreiben das Beobachtete nur paraphrasierend: Sie fassen Ähnliches zusammen, reduzieren dadurch die Datenmenge und *paraphrasieren* etwa, *dass* eine Lehrkraft z. B. an den Schüler*innentisch kommt und dort stehen bleibt (Bewegung und Positionierung im Raum), *dass* sie sich nach dem Fortschritt der Schüler*innen erkundigt (Erfragen von Schwierigkeiten) und danach, ob sie alle Experimentiermaterialien besorgt haben (Materialzugänglichkeit). Die Kategorien *beschreiben*, *dass* die Lehrkraft Schüler*innen bestimmt, eine andere (Stations-)Karte zu bearbeiten (Bearbeitungsreihenfolge der Stationen). Die Kategorien *fassen* sehr früh gleich *zusammen*, was doch eigentlich im Prozess unterschiedlich verläuft. Differenzierungen und Kontextualisierungen, *wie* die Lehrkraft sich im Raum bewegt, *wie* sie sich positioniert, *wie* sie bzgl. Materialzugang oder Bearbeitungsreihenfolgen interveniert, all diese Nuancierungen gehen in der Kategorie, in der beschreibenden, zuammenfassenden Bezeichnung unter (vgl. Schumann 2019: 168). Die Qualitative Inhaltsanalyse realisiert im Kern eine „merkmals- und damit variablenorientierte Vorgehensweise, die zudem eine gewisse Dekontextualisierung des Materials beinhaltet“ (Schreier 2014: 16). Die Kategorien fungieren „analog zu Variablen, deren Ausprägung für jede relevante Textstelle erfasst wird“ (ebd.: 3). Diese Zuordnung bleibt auf einer oberflächenstrukturellen und dekontextualisierten Ebene (vgl. Reichertz 2016: 228f.) und zielt darauf ab, die Komplexität des Datenmaterials durch Zusammenfassung, Paraphrasierung und Bündelung zu

[192] Zur Erinnerung: Verstehen ist in der Grounded Theory Methodologie ein Prozess, bei dem einer beobachteten Handlung ein (hier: sozialer) Sinn verliehen wird (vgl. Soeffner 2004: 165; s. Kap. 2). Erklären bezieht sich in der Grounded Theory Methodologie auf die Identifizierung von beeinflussenden Gegebenheiten hinter beobachteten Handlungen, ohne auf Kausalitäten reduziert zu sein (vgl. Reichertz 2016: 102).

reduzieren (vgl. Mayring 2015). Von den Beschreibungen, die die Kategorien zumindest liefern, bleibt noch weniger übrig, wenn man die induktiv gebildeten Kategorien, wie Mayring (ebd.: 90) vorschlägt, noch zu Hauptkategorien, und damit zu Schlagworten wie „Ordnungsrahmen“, „Organisatorische Offenheit“ oder „Produkt- und Prozessorientierung“, bündelt (vgl. zu dieser Kritik Schumann 2019: 188). „Damit wird klar, dass nicht die ganzheitliche Erfassung im Vordergrund“ (Mayring & Brunner 2013: 325) der Qualitativen Inhaltsanalyse steht, sondern ein selektives, reduktives und dekontextualisierendes Vorgehen (vgl. ebd.). In der Grounded Theory Methodologie werden die Kategorien „zur Erschließung, Beschreibung und Erklärung der Daten genutzt“ (Kelle & Kluge 2010: 60), was m. E. einem komplexitätssensiblen und -verdichtendem Zugang gleichkommt.

Die Konzept-Codes der Grounded Theory Methodologie dagegen sind präziser gehalten, sie konzeptualisieren das Beobachtete und sind analytisch (vgl. Glaser & Strauss 2010: 56). Beim offenen Kodieren bleiben die Nuancierungen, Differenzierungen und Kontextualisierungen in der Grounded Theory Methodologie also zunächst erhalten: Die Konzept-Codes *erklären*, *wie* eine Anleitung Beobachtungen vorwegnimmt (in Anleitung vorweggenommene Beobachtung) und die Schüler*innen daraufhin enttäuscht sind, wenn der vorweggenommene Effekt beim Befolgen der vorgegebenen Anleitungsschritte nicht eintritt (Enttäuschung durch in Anleitung vorweggenommene Beobachtung) und daraufhin nach Ursachen für das Misslingen des Versuchs suchen. In-Vivo-Konzept-Codes wie „extra dafür vorbereitet“ beschreiben nicht durch Handlungen oder Interaktionen, sondern sind enger an den Daten und kontextualisieren die Daten. Ein weiteres Beispiel ist, dass eine Äußerung wie „funktioniert nicht [...] erstes fehlgeschlagenes Experiment“ von S#2, als der „Flaschengeist“ nicht funktioniert (s. Tab. 25), nicht nur paraphrasiert, sondern analysiert und in den Kontext von „Nature of Science“ gebracht wird durch den entsprechenden Konzept-Code (Nature of Science). Die Konzept-Codes der Grounded Theory Methodologie erlauben eine kontextsensiblere und analytischere Interpretation der beobachteten Experimentier-Lehr-Lern-Situationen als die Kategorien der Qualitativen Inhaltsanalyse. Gleichwohl gibt es auch in der Grounded Theory Methodologie zusammenfassende, abstrahierende Momente, wenn die Konzept-Codes zu Kategorien elaboriert werden. Selbst dieser Schritt des Kategorisierens (s. Kap. 2.3) erfolgt aber kontextsensibel und ist nicht monodirektional gedacht, sondern als beständiges Hin und Her zwischen Konzept-Codes und Kategorien, wobei der beständige Vergleich ein wichtiges methodologisches Werkzeug ist (vgl. Strauss & Corbin 1996; Glaser & Strauss 2010; s. Kap. 2.2; 2.4). Beide Instrumente (Konzept-Codes wie Kategorien) und der beständige Vergleich auf Grundlage dieser beiden Instrumente werden in der

Grounded Theory Methodologie genutzt, um sowohl eine grobkörnigere (Kategorien) als auch eine feinkörnigere (Konzept-Codes) Interpretation vorzunehmen (s. Kap. 6-7). Die Grounded Theory Methodologie kann die ganze Differenziertheit und Nuanciertheit, die den Interaktionen beim Offenen Experimentieren und dem *doing* AGENCY innewohnt forschungsmethodisch zugänglich machen und erfassen, mittels wechselseitiger Analysen und Bezugnahme auf Konzept-Codes (feinkörniger) und Kategorien (grobkörniger).

In meinen Augen zeigt sich, bezugnehmend auf mein inhaltsanalytisches Vorgehen in Vorstudie 2, dass bei einem rein „inhaltsanalytischen Verfahren das [...] Potenzial der Differenzierung" (Schumann 2019: 189), welches dagegen dem mehrstufigen Vorgehen in der Grounded Theory Methodologie besonders zu eigen ist (s. Kap. 2), „durch den übergestülpten subsumtionslogisch-kategorisierenden Verfahrensteil" (ebd.) verlorengeht.

Das Kodieren in der Grounded Theory Methodologie dient der Theorieentwicklung (vgl. Kühlmeyer et al. 2020: 8). Es werden „theoretische Konzepte gebildet, die einen *Erklärungswert* für die untersuchten Phänomene besitzen" (Strauss in Legewie & Schervier-Legewie 2004: 59), also die ursächlichen beeinflussenden Aspekten hinter beobachteten Handlungen und Äußerungen identifizieren (vgl. Reichertz 2016: 102). Das Kodieren stellt bei der Grounded Theory Methodologie bereits den Interpretationsvorgang dar (vgl. Ullrich 2019: 135). Anders als bei der Qualitativen Inhaltsanalyse, die von vorab bereits festzulegenden „Kriterien für den Ein- oder Ausschluss" (Muckel 2007: 213) bestimmter Textstellen zu Kategorien ausgeht, liegt der Fokus bei der Grounded Theory Methodologie „auf der Zusammengehörigkeit der Mitglieder einer Kategorie untereinander" (ebd.). Prüfkriterium für die Zuweisung von Textstellen ist die „Ähnlichkeit untereinander" (ebd.), nicht der Vergleich mit einem Tertium Comparationis. Die Konzept-Codes und Kategorien der Grounded Theory Methodologie bleiben „bis zum Abschluss der Theorieentwicklung [...] im Prozess und offen für Veränderungen, sie werden dem Prinzip des permanenten Vergleichs untergeordnet" (ebd.: 215). Diese Offenheit dient mir dazu, „Einblick in die Formen und Ausprägungen von Agency sowie dessen Bedingtheit durch und ihren Einfluss auf strukturelle Kontexte zu erhalten" (Geiger 2016: 57).

> „In der Qualitativen Inhaltsanalyse werden Kriterien festgelegt, die den Zuordnungsprozess der Daten zu einer Kategorie definieren [...]; in der GTM werden Ähnlichkeiten und Relationen der Daten untereinander zur sukzessiven Elaboration der Kategorien und ihrer Beziehungen miteinander herangezogen" (Muckel 2007: 215).

Bei der Qualitativen Inhaltsanalyse ist das Ziel, „dass das Datenmaterial, das anhand von bereits codierten Beispielen zuvor als relevant eingestuft worden ist, ausschließlich und eindeutig (trennscharf) *einer* Kategorie zugeordnet werden kann" (Kühlmeyer et al. 2020: 10). In der Grounded Theory Methodologie dagegen sind Doppel- und Mehrfachkodierun-

gen ausdrücklich möglich, da Konzept-Codes und Kategorien, wie oben angedeutet, polyphon und nicht ausschließend-disjunkt in Form von Zuordnungs-, Ein- und Ausschlusskriterien verstanden werden (vgl. Muckel 2007: 215; Ullrich 2019: 135; s. a. Kap. 6.4). Diese Polyphonie der Grounded Theory Methodologie ist in meinen Augen besser geeignet, die Komplexität und Multidimensionalität meines Forschungsgegenstandes ‚Offenes Experimentieren' zu berücksichtigen, als die Disjunktion der Induktiven Kategorienbildung.

Nachfolgend findet keine erschöpfende Darstellung der Kategorien aus Vorstudie 2 statt (vgl. Diener 2019; Diener & Peschel 2019; Kihm & Peschel 2020a; Kihm et al. 2020), sondern eine Diskussion in Bezug auf die o. g. aufgeworfenen Forschungsfragen aus Vorstudie 2[193] mit Ableitungen für die Einzelfragestellungen meiner Hauptstudie (s. Kap. 5.5; Tab. 24).

Die Darstellung der Ergebnisse hat zum Ziel, wie dies bereits bei meiner ersten Vorstudie erfolgt ist, ad hoc Hypothesen offenzulegen, die sich bei der Durchführung der Vorstudie entwickelt haben und mit denen ich in der Hauptstudie die Aushandlung von Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren rekonstruiere. Zudem geht es mir darum, im Sinne theoretischer Sensibilisierung weiter mein Verständnis vom Feld zu beschreiben. Die Darstellung orientiert sich an den vier Hauptkategorien, die sich durch die zunehmende Fokussierung während der Teilnehmenden Beobachtung ergaben und die sowohl in den Beobachtungs- als auch in den Interviewdaten gefunden werden konnten: Ordnungsrahmen, Organisatorische Öffnung, Produkt- und Prozessorientierung.

5.7.3 Das GOFEX ist ein geeignetes Forschungsfeld für Offenes Experimentieren.

In der schulischen Praxis überwiegt, trotz grundsätzlicher Pluralisierung der Unterrichtsformen, eine Praxis geschlossenen Versuchedurchführens (s. Kap. 5.3). In meiner Studie habe ich deshalb, anstelle der schulischen Unterrichtspraxis, das GOFEX als außerschulische, unterrichtliche Parallelpraxis genutzt. Dieses Kapitel diskutiert die Eignung des GOFEX als Forschungsfeld und -zugang, um Offenes Experimentieren in seinen Annäherungen (Modulebenen 1-3) und als Zielform (Modulebene 5) zu beforschen, anhand der empirischen Daten aus Vorstudie 2. Vor allem Aussagen der Lehrpersonen aus den Leitfadengestützten Interviews (s. Kap. 5.7.1) stützen dabei die These, dass Lehrpersonen, die das GOFEX mit ihrer Klasse besuchten, meist bereits die an allen GOFEX-Tagen praktizierte, grundlegende organisatorische Offenheit (s. Kap. 3.2.2; 5.4.2) als weitreichende Abweichung zu ihrer sonstigen schulischen Unterrichtspraxis empfinden.

---

[193] Forschungsfragen aus Vorstudie 2: Wie wirkt sich das Lehrkräftehandeln auf die organisatorische Dimension des Offenen Experimentierens bzw. auf organisatorische Entscheidungen der Schüler*innen aus?
Welches methodische Verständnis von Experimentieren transportiert die Lehrkraft?
Wie wirkt sich das Lehrkräftehandeln auf die Regeln, die an einem GOFEX-Tag gelten, als Teilaspekt der sozialen Dimension des Experimentierens, aus?

Ausschnitte aus Interviewtranskripten mit L#1, L#4 und L#5

L#1: „Ich fand's auch toll, dass es so frei ist, dass die sich die Sachen selbst zusammensuchen müssen!" (Modul 1)

L#4: „Aber wenn man nun offen experimentiert, das Problem ist der Zeitfaktor halt. Also vieles könnte man offen machen oder experimentell auch feststellen lassen, aber es ist halt ein großer Faktor, die Zeit" (Modul 2)

L#5: „dadurch, dass das ja auch viel in offener Arbeit war, war das für viele einfach irgendwann auch dann ja sensorisch zu viel, dass dann wäre zu viel gewesen und joa [...] sondern das ist viel offene freie Arbeit am Stück gewesen, das ist eben auch anstrengend für ein Kind, das sich nicht so gut organisieren kann" (Modul 3)

Lehrperson L#1 charakterisiert bereits die – lediglich organisatorisch geöffnete – *erste* Modulebene im GOFEX, Angeleitetes Experimentieren, als „*frei*". L#4 beschreibt das Experimentieren auf Modulebene 2 bereits als „*offen*", trotz vorgegebener Inhalte an den einzelnen Stationen (geöffnete Experimentieraufgaben). L#5 adressiert die „*viel offene freie Arbeit am Stück*" auf Modulebene 3 zum Thema „Brücken". Der Vergleich der Lehrpersonenäußerungen zeigt, wie unterschiedlich die Lehrkräfte die Offenheit beim Offenen Experimentieren wahrnehmen: Für Lehrperson L#1 erweist sich bereits die grundlegende organisatorische Offenheit als weitreichende Abweichung zum traditionellen Unterricht. Lehrkraft L#4 spricht dagegen an, dass ein ‚solches Offenes Experimentieren', was er auf Modulebene 2 des GOFEX bezieht (*geöffnetes Experimentieren*), schulisch aus Zeitgründen nur begrenzt umsetzbar ist. Lehrkräfte wie L#4 oder L#5 erweisen sich in meinen Augen angesichts dieser Aussagen als „didaktisch ge-/ verschult" (M. Peschel 2011: 53); sie „müssen ihre Erkenntnisprozesse wieder erweitern. Häufig ist die von uns skizzierte erste Stufe das Endziel einer Öffnung ihres Unterrichts" (ebd.: 53).

Die Entscheidungsmöglichkeiten auf Modulebene 1 beziehen sich ausschließlich auf oberflächliche „Äußerlichkeiten" (Sundermann & Selter 2000: 113) der organisatorischen Dimension des Experimentierens. Letztlich können die Schüler*innen aus „einem Pool von Aufgaben" (Hartinger 2005: 410) auswählen, „welche sie bearbeiten wollen" (ebd.). Mit Häcker (2006: 294) ausgedrückt, ist „Angeleitetes Experimentieren an Stationen" ein Beispiel für „angebotsorientierte Lehr-Lern-Arrangements", die eine „Palette von Auswahlmöglichkeiten" (Ruf et al. 2008: 137) beinhalten. Solche Auswahlmöglichkeiten kennzeichnet, dass „das zu Wählende [...] unmittelbar vorgegeben ist" (Benner 2015: 40) und nicht als solches durch die oder den Wählenden erst hervorgebracht wird (vgl. ebd.: 41). „[K]lassische Werkstätten mit Versuchen zur Bearbeitung" (M. Peschel 2013b: 169) geben meist zu einem Großteil inhaltlich bzw. methodisch detailliert vor, welche Versuche die Schüler*innen mit welchem Ziel bearbeiten und wie sie zu diesem festgelegten Ziel gelangen (Bearbeitungswege, Vorgehensweise, Materialien). Die Schü-

ler*innen können die Stationen (als Angebote) also eigentlich nur annehmen oder ablehnen, aber selbst wenig Einfluss auf die Versuche nehmen, die an den Stationen durchgeführt wird.[194] Es handelt sich um eine Entscheidung zwischen (methodisch, inhaltlich) festgelegten Angeboten. Die einzelnen Aufgaben zu den Versuchen sind von der Lehrkraft durchgeplant und vorstrukturiert (vgl. Miller & Schroeder 2017; Hartinger & Martschinke 2022); sie zielen „mittels entsprechender Utensilien und eines weitgehend determinierten Prozesses auf ein in der Regel vorgegebenes Ergebnis ab“ (Schumann 2013: 64). Die Schüler*innen dagegen treffen keine methodisch-inhaltlichen Entscheidungen; ihr Lernen erfolgt eigentlich fremdbestimmt (vgl. auch Homfeldt et al. 2008).

Das Experimentieren auf Modulebene 1 bleibt damit stark strukturiert und gelenkt, da der Lösungsweg klar vorgegeben und ein eindeutiges Lehrziel intendiert ist. Dies erlaubt keine eigenen Zugänge, keine Beschäftigung mit selbst gewählten Frage- und Themenstellungen und nur begrenzt eigene Entscheidungen für bestimmte Vorgehensweisen, Methoden, Bearbeitungswege und Inhalte (vgl. Capps & Crawford 2013: 511).

Die Entscheidungs‚macht‘ ist vielmehr von der Lehrperson zu den Experimentiermaterialien und den schrittweisen Anleitungen verschoben. Es wird „von einem frontalen, lehrerzentrierten Experimentalunterricht zu einem arbeitsblatt- und materialzentrierten Ansatz“ (M. Peschel 2009a: 270) gewechselt. Nicht die Lehrperson direkt, aber auch nicht die Schüler*innen, sondern die Experimentiermaterialien und Anleitungen übernehmen die Steuerung der Experimentierprozesse, durch vorgegebene Experimentiermaterialien, schrittweise Anleitungen und vorweggenommene Ergebnisse (Aufgabenelemente, s. Kap. 5.6; vgl. Lipowsky & Lotz 2015: 176; Köster et al. 2015: 1ff.). Welche Inhalte, Methoden und Experimentiermaterialien den Schüler*innen vorgeschrieben werden, ist allerdings nach wie vor die Entscheidung der Lehrenden (vgl. Bohl & Kucharz 2010: 35).

In der schulischen Unterrichtspraxis wird zum einen grundsätzlich sehr wenig experimentiert, zum anderen wird wenig offen bzw. wenig individualisiert experimentiert (s. Kap. 5.3). Wenn überhaupt bezieht sich Öffnung beim Experimentieren in der Schulpraxis auf eine stundenweise Bearbeitung angeleiteter Versuche in einem Stations- oder Werkstattbetrieb (s. Kap. 3.2.2.3; vgl. M. Peschel 2009b). Ob ‚Experimentieren an Stationen‘ (oder auch eine Experimentier-Werkstatt) eine methodische bzw. inhaltliche Öffnung zulässt, muss über genauere Analysen der angebotenen Aufgaben, Experimentieranleitungen und Materialien geprüft werden (vgl. Bohl & Kucharz 2010; s. Kap. 3.2.2.3). Im

[194] Sind die Schüler*innen mit einem Angebot (Station, Versuch) unzufrieden, können sie sich jederzeit anderen, neuen Angeboten (Stationen, Versuchen) zuwenden (aber eben die bestehenden eigentlich nicht verändern).

GOFEX wird daher zwischen „Angeleitetem Experimentieren an Stationen“ (Modulebene 1) und „Experimentieren an geöffneten Stationen“ (Modulebene 2) unterschieden, was m. E. das GOFEX als geeignetes Forschungsfeld für Offenes Experimentieren legitimiert.

Öffnung im GOFEX als außerschulischer, unterrichtlicher Parallelpraxis beschränkt sich nicht auf organisatorische Entscheidungen wie die halbwegs freie Einteilung der Zeit oder Wahl einer Station (Modulebene 1), sondern öffnet auch Methoden (Geöffnetes Experimentieren an Stationen; Modulebene 2) und Inhalte (Freies Explorieren, Problemlösen, Experimentieren; Modulebene 3). Dies bedeutet „die Loslösung von den Materialvorgaben als Ausgangsbedingung jeglicher Öffnung [...], das heißt Öffnung ist nur da vorhanden, wo der Schüler nun auch methodische Freiheit hat und auf seinem eigenen Weg lernen kann – mit ‚Fehlern‘, ‚Umwegen‘ und ‚Sprüngen‘“ (F. Peschel 2019: 87). Das GOFEX hat sich in Vorstudie 2 insofern als geeignetes Feld erwiesen, um auch eine methodisch-inhaltliche Öffnung des Experimentierens zu beforschen, wie die nächsten Kapitel exemplifizieren.

5.7.4 Entgegen der sozialen Öffnung etablieren Lehrkräfte einen *Ordnungsrahmen* für das Offene Experimentieren im GOFEX.

Das Lehrkräftehandeln, das wir (Jenny Diener und ich; s. Kap. 5.7.1) während der zweiten Vorstudie beobachten konnten, bezieht sich v. a. auf die organisatorische und soziale Offenheit des Experimentierens, aber eben nicht direkt auf die methodisch-inhaltliche Offenheit und damit auf fachinhaltliche und fachmethodische Aspekte des Experimentierens. Allerdings beeinflussen die organisatorischen und sozialen Interventionen der Lehrkraft durchaus auch das methodische Vorgehen der Schüler*innen beim Experimentieren.

In diesem Kapitel illustriere ich mittels einiger Ausschnitte aus Beobachtungsprotokollen und Interviewtranskripten, wie Lehrpersonen im Bereich der sozialen Öffnung intervenieren und Kommunikationsformen der Gruppe festlegen, die Zusammenarbeit der Gruppe kontrollieren und Verhaltensregeln für Schüler*innen einführen. Diese verschiedenen sozialen Aspekte (z. B. Kommunikationsformen, Verhaltensregeln), bzgl. derer Lehrpersonen intervenieren, habe ich zunächst einzeln induktiv kategorisiert und später zur Hauptkategorie „Ordnungsrahmen“ gebündelt. „Ordnungsrahmen“ ist dabei eine in-vivo kategorisierte Bezeichnung, die von verschiedenen Lehrpersonen genutzt und adressiert wird, um zu beschreiben, wie sie ihre eigene Rolle am GOFEX-Tag einschätzen: *„Also ich hab halt jetzt mal immer so zwischendurch den Kindern über die Schulter geschaut, geguckt ob sie in den Gruppen gut zusammenarbeiten und Ordnung halten [...], vom sozialen her*“ (L#1), *„das Rundherum, wo man halt weiß, dass das am Laufen bleibt“ (L#5), „die einfach disziplinmäßig so ein bisschen an der Hand zu halten*!“ (L#6).

Die Ausschnitte aus Beobachtungsprotokollen und Interviewtranskripten in diesem Kapitel sind exemplarisch zu sehen für die Hauptkategorie „Ordnungsrahmen“, die ich zur Beschreibung des Handelns der Lehrperson im Bereich der sozialen Offenheit entwickelt habe. Für meine Analysen bzgl. dieser Hauptkategorie gibt es jeweils noch weitere Beobachtungen bzw. Textstellen in den Daten aus dem GOFEX.[195] An den beforschten GOFEX-Tag überwiegten m. E. insgesamt *ermahnende* und *kontrollierende* Lehrer*innenhandlungen, mit denen die Lehrpersonen ‚ihre‘ Schüler*innen daran erinnerten, bestimmte Vorgaben, u. a. zur Lautstärke, zum ressourcenschonenden Umgang mit Experimentiermaterial, zur Kommunikationsform oder zur Sitzordnung einzuhalten. Diese Vorgaben wurden von der Lehrkraft teilweise *unausgesprochen* und *unausgehandelt*, ohne Rück- oder Absprache mit den GOFEX-Dozierenden, eingebracht und durchgesetzt.

Vielfach bezieht sich das beobachtete Lehrendenhandeln z. B. auf Verhaltensregeln, die zwar von der Lehrkraft kontrolliert und eingefordert, aber vorher nicht gemeinsam besprochen oder ausgehandelt wurden. Dies umfasst Aspekte wie Sitzhaltung und Sitzordnung (z. B. aufrecht auf Stühlen sitzen, nicht am Gruppentisch stehen; Füße vom Stuhl nehmen; beim Experimentieren nicht auf dem Stuhl knien oder im GOFEX umherlaufen).

Ausschnitt 1 aus einem Beobachtungsprotokoll vom 19.12.2017: Sicherstellen eines reibungslosen Ablaufs

Während eines Sitzkreises zieht L#4 einem Schüler die Kapuze herunter und gibt einem anderen durch ein Tippen auf das eigene Namensschild und einen länger andauernden Blick mit weit aufgerissenen Augen zu verstehen, dass er sein Namensschild wieder ordentlich ankleben soll.

In Ausschnitt 1 interveniert Lehrperson L#4 durch Mimik (andauernder Blick mit weit aufgerissenen Augen), Gestik (Tippen auf das eigene Namensschild) und körpersprachliche Handlungen (Kapuze ‚herunterziehen‘) im Hinblick auf unbesprochene und unausgehandelte, vermutlich schulische Regeln für den Einstiegskreis (hier das Absetzen der Kapuze und das Ankleben des Namensschildes). Zudem ermahnt L#4 während der Experimentierphasen (nicht Teil von Ausschnitt 1) einige Schüler*innen, die am Experimentiertisch stehen, sich hinzusetzen und begründet dies damit, man experimentiere eben nun mal im Sitzen und nicht im Stehen – entgegen der intendierten GOFEX-Freiheiten. Weitere beobachtete Lehrkräfte (nicht Teil von Ausschnitt 1) organisieren die Sitzkreisphasen, indem sie Schüler*innen anweisen, „*enger zusammenzurücken*“ (L#1, L#6), „*die Couch zu*

[195] Kategorien, die ich bei der Qualitativen Inhaltsanalyse der Beobachtungsprotokolle und Interviewtranskripte entwickelt und in einem weiteren Schritt zur Hauptkategorie „Ordnungsrahmen“ verdichtet habe, sind folgende: Sicherstellen eines reibungslosen Ablaufs; Anhalten zu ressourcenschonendem Umgang mit Experimentiermaterial; Sicherstellen von Sicherheitsmaßnahmen; Extrinsisches Motivieren; Disziplinieren; Dokumentieren des GOFEX-Tages.

verschieben, damit mehr Platz für alle ist" (L#1) o. ä. Ebenfalls L#1 tippt Schüler*innen an der Schulter an (Gestik), damit sie aufhören, auf einem Stuhl zu kippeln.[196]

Ausschnitt 2 aus einem Beobachtungsprotokoll vom 11.01.2018: Sicherstellen eines reibungslosen Ablaufs

*Als es im GOFEX gerade ziemlich laut ist, klatscht L#5 mehrmals in einem bestimmten Rhythmus in die Hände. Schlagartig wiederholen alle Schüler*innen diesen Rhythmus, indem sie ebenfalls in die Hände klatschen. Sie haben nun die Hände frei und reden auch nicht mehr miteinander. L#5 lässt seinen Blick über alle Experimentiertische wandern und redet in diese Ruhe hinein.*

L#5: „Hier schreien Kinder rum, da steht die komplette Gruppe am Tisch. Setzt euch hin! Ihr könnt gern weiter machen, wenn ihr das ordentlich macht, aber nicht so. Das ist mir zu laut. Ich dulde hier schon mehr als in der Schule, aber das ist mir so zu viel!"

In Ausschnitt 2 unterbricht L#5 die Experimentierphase mit einem Ritual, das die Schüler*innen aus dem Schulunterricht zu kennen scheinen, denn sie klatschen den vorgegebenen Rhythmus unmittelbar nach. L#5 transportiert hier also, ohne dies mit den GOFEX-Dozierenden abzusprechen, ein schulisches Ritual ins GOFEX und mit ihm eine bestimmte, unabgesprochene und unausgehandelte Kommunikationsform – sie lautet: Die Lehrkraft hat das Recht, Gespräche zwischen den Schüler*innen jederzeit durch ein Klatschsignal zu beenden und sich dann selbst das Rederecht zu erteilen. Nachdem L#5 die Aufmerksamkeit der Schüler*innen mit dem Klatschritual auf sich gebracht und das Experimentieren unterbrochen hat, ermahnt L#5 einzelne Schüler*innengruppen, die „*herumschreien*" oder „*am Tisch steh[en]*". In Ausschnitt 2, aber auch darüber hinaus (zur Erinnerung: die Ausschnitte sind illustrierende Beispiele), ahndet L#5 Regelverstöße und diszipliniert Schüler*innen, die mehrmals ungefragt bzw. unabgesprochen ihren Gruppentisch verlassen und im GOFEX umherlaufen (was im Sinne des didaktischen GOFEX-Konzeptes legitim ist). Diese Schüler*innen sollen eine „Auszeit" auf dem Sofa nehmen, was die GOFEX-Raumbereiche zweckentfremdet: Das Sofa ist als Rückzugs- und Versammlungsort oder Leseecke gedacht, nicht als „Ort zum Absitzen von Strafen".

L#5 diszipliniert während des GOFEX-Tages häufiger, wenn die Schüler*innen der Ansicht von L#5 nach zu laut agieren. Dabei werden Vergleiche mit dem Schulunterricht angestellt (Ausschnitt 2), wenn L#5 angibt, im GOFEX ‚mehr zu dulden als in der Schule'.

Am Beispiel der unausgehandelten Regel *„Wir experimentieren nicht im Stehen*", die sowohl L#4 als auch L#5 wichtig zu sein scheint, stellt sich m. E. die Frage, wer an einem

[196] Das Kippeln auf dem Stuhl ist dabei m. E. Konsequenz einer fehlenden Bewegungsmöglichkeit und eines sich Bann brechenden Bewegungsdranges. Obwohl die Schüler*innen im GOFEX die Freiheiten haben sollten, aufzustehen, sich im Raum zu bewegen, das Sofa als Rückzugsort zu nutzen, schränken die beobachteten Lehrpersonen L#4 und L#5 (Ausschnitte 1 und 2) die Bewegungsfreiheiten der Schüler*innen hier ein, indem sie – entgegen der intendierten GOFEX-Freiheiten – bestimmen, dass eben nicht im Stehen experimentiert, sich im Raum bewegt etc. werden darf.

GOFEX-Tag für (a) das Etablieren von Verhaltens- und Sicherheitsregeln und für (b) deren Kontrolle und Durchsetzung inklusive (c) möglicher Sanktionierungen verantwortlich ist. Dies betrifft die Dimension der sozialen Öffnung von Experimentier-Lehr-Lern-Situationen, die bislang m. E. weitestgehend unberücksichtigt geblieben ist.

Die in der zweiten Vorstudie beobachteten Lehrkräfte erinnern die Schüler*innen in den beispielhaften Ausschnitten 1 und 2 (und darüber hinaus!) immer wieder daran, Vorgaben oder Regeln *aus dem schulischen Alltag* auch im GOFEX einzuhalten (z. B. Erscheinungsbild, Sitzen auf dem Stuhl, Lautstärke). Sie verfolgen damit allerdings nicht primär fachinhaltliche oder fachmethodische Ziele, sondern andere m. E. untergeordnete Ziele.

Ramseger (1985: 118) spricht von „sachfremden Autoritätsritualen", wenn bestimmte Regeln von der Lehrkraft erlassen, kontrolliert und ggf. sanktioniert werden, die keinen fachdidaktischen Gründen, sondern pädagogischen, primär erzieherischen Überlegungen emergieren. Die Wirkmechanismen solcher „sachfremder Autoritätsrituale" und unausgehandelt implementierter Ordnungsrahmen werde ich, in Verbindung mit der Frage, wie Verhaltens- und Sicherheitsregeln im GOFEX etabliert, kontrolliert und durchgesetzt werden, in meiner Hauptstudie stärker adressieren als bisherige Forschungen.

Ein weiteres Beispiel für solche Vorgaben aus dem schulischen Alltag, die den Ansprüchen des fachlichen Lern- und Experimentierprozesses ggf. entgegenstehen, ist der ressourcenschonende Umgang mit Experimentiermaterialien (s. Ausschnitt 3).

Ausschnitt 3 aus einem Beobachtungsprotokoll vom 18.12.2017: Anhalten zu ressourcenschonendem Umgang mit Material

L#3 geht von Tisch zu Tisch, setzt sich zu einer Gruppe dazu. s#1 hat gerade eine Einmachgurke aus einem Glas gegriffen und schneidet diese in kleinere Stücke.

L#3: „Nehmt doch die Gurkenscheiben, die da schon liegen!" (*deutet mit dem Zeigefinger auf einige zurechtgeschnittene Gurkenscheiben auf dem Tisch*)

s#1: „Die sind aber nicht uns"

L#3: „Das ist doch jetzt egal! Ihr braucht doch keine neuen dafür zu nehmen!"

Der Umgang mit Lebensmitteln, z. B. im Versuch „Gurkenbatterie" (s. Ausschnitt 3), entspräche, so die Rückmeldung einer Lehrkraft nach einem GOFEX-Tag, „nicht dem nachhaltigen Verhalten, um das unsere Schule sich bemüht". Lebensmittel würden „zerschnitten [und] in meinen Augen sinnlos verschwendet", so die Lehrkraft.

Hier werden die Gurkenscheiben allerdings als Elektrolyt für ein Galvanisches Element benötigt. Die Gurkenscheiben „verbrauchen" sich u. a. durch „austrocknen" und können dann nicht mehr Elektrolyt verwendet werden, weswegen der Versuch mit den längere

Zeit auf dem Experimentiertisch liegenden Gurkenscheiben eventuell gar nicht funktioniert hätte. Zudem ist durch die auf dem Tisch liegenden Gurkenscheiben möglicherweise schon elektrischer Strom geflossen und die Experimentierenden wollten prüfen, wie es sich bei „neuen" Gurkenscheiben verhält. Beide Aspekte (austrocknen, Stromfluss) sind m. E. fachinhaltliche Aspekte, die mit dem aus fachlicher Sicht untergeordneten Ziel des ressourcenschonenden Umgangs mit Material konfligieren. L#3 setzt diese Vorgaben zum ressourcenschonenden Umgang mit Material *ohne* Absprachen oder Aushandlungen zu fachinhaltlichen oder fachmethodischen Zielen mit den Schüler*innen und entgegen der GOFEX-Intentionen durch. Entsprechende Handlungsweisen konnten wir (Jenny Diener und ich; s. Kap 5.7.1) auch an den anderen GOFEX-Tagen und bei anderen Lehrkräften beobachten (Ausschnitt 3 illustriert insofern diese Kategorie nur).

Zu keinem Zeitpunkt wurden Vorgaben oder Wünsche der Lehrperson zum „Ordnungsrahmen" (u. a. Erscheinungsbild, Lautstärke, Sitzordnung, Kommunikationsformen, ressourcenschonender Umgang mit Material) explizit mit den Schüler*innen bzw. GOFEX-Dozierenden besprochen oder ausgehandelt. Auch die Gültigkeit der Vorgaben, Regeln und Rituale (s. Klatschrhythmus in Ausschnitt 2), die von der Lehrkraft aus dem schulischen Alltag in die GOFEX-Situation übertragen wurden, wurde zwischen Lehrperson und Schüler*innen oder Lehrperson und GOFEX-Dozierenden nicht thematisiert, offengelegt oder angesprochen. Insbesondere beim Ahnden von Regelverstößen transportieren Lehrkräfte teilweise Rituale aus dem Klassenunterricht ins GOFEX: Zwei sich streitende Schüler werden an die Einhaltung der „Stopp-Regel" erinnert. In einem Interview (s. Ausschnitt 4) schlägt L#5 vor, ein unterrichtlich eingeübtes Ritual auch in den Reflexionsphasen im GOFEX zu nutzen (als „Redestein" bekanntes Verfahren, bei dem z. B. ein Stein im Kreis umhergereicht wird und nur sprechen darf, wer gerade den Stein hat).

Ausschnitt 4 aus einem Beobachtungsprotokoll vom 11.01.2018: Sicherstellen eines reibungslosen Ablaufs

L#5: „Und dann muss die Murmel rumgehen, sonst sind vier Hände drin oder man hat halt den Fall: Drei sind dran, einer dreht sich weg. Das muss irgendwie klar organisiert sein."

Eine Aushandlung auf sozialer Ebene findet ergo nicht statt, sondern letztlich eine Entscheidungsdurchsetzung seitens der Lehr*kraft*, ohne Absprache mit GOFEX-Dozierenden oder den Schüler*innen. Bezogen auf Schröders Stufenmodell (2001; s. Kap. 3.3.1) liegt die Beteiligung der Schüler*innen hinsichtlich der hier besprochenen sozialen Aspekte der Lehr-Lern-Situation (Ordnungsrahmen: Verhaltensregeln, Lautstärke, Sitzordnung, Kommunikationsformen u. a.) auf der *niedrigsten* Stufe der *Fremdbestimmung*. Die Schüler*innen werden „angehalten [...], Dinge zu tun oder zu unterlassen" (Schröder 2001: 12).

Im Hinblick auf meine Hauptstudie vermute ich, die ad hoc Hypothese, dass Lehrpersonen – entgegen der sozialen Öffnung des Offenen Experimentierens im GOFEX (vgl. M. Peschel 2014) – einen Ordnungsrahmen für das Offene Experimentieren etablieren, weiterentwickeln und insgesamt validieren zu können. Lehrkräfte adressieren den aus ihrer Sicht reibungslosen, d. h. den im Klassenzimmer etablierten Regeln folgenden, Ablauf des Offenen Experimentierens. In Arbeiten von Breidenstein (2006, 2014), Lipowsky und Lutz (2015) oder Martens und Asbrand (2021) zeigt sich entsprechend, dass Lehrkräfte in offenen Lehr-Lern-Situationen häufig mit dem Steuern formaler Abläufe beschäftigt sind. Sie agieren kontrollierend in Bezug auf Kommunikationsformen und Verhaltensregeln, geben aber wenige fachinhaltliche oder fachmethodische Impulse, wenn sie das Lernen und Handeln der Schüller*innen begleiten (vgl. Lipowsky 2002: 143).

In den Interviewdaten aus Vorstudie 2 zeigt sich, dass die Lehrpersonen am GOFEX-Tag das Etablieren eines Ordnungsrahmens explizit als ihre Aufgabe ansehen, obwohl dies nicht von ihnen erwartet und diese „Nicht-Erwartung“ auch so kommuniziert wird.

Ausschnitte aus Interviewtranskripten: Sicherstellen eines reibungslosen Ablaufs

L#1: „Also ich hab halt jetzt mal immer so zwischendurch den Kindern über die Schulter geschaut, geguckt ob sie in den Gruppen gut zusammenarbeiten und Ordnung halten, weil das ist halt auch manchmal ein bisschen problematisch, vom sozialen her.“

L#5: „Solche Sachen eher. Also jetzt weniger das inhaltliche, da zwischendurch mal gekitzelt und halt hier und da mal einen Spaß gemacht, aber ehm / joa vor allen Dingen so das Rundherum, wo man halt weiß, dass das am Laufen bleibt“.

L#6: „Also, ich war, ich hab’ mich wirklich nur in der Rolle gesehen, die einfach disziplinmäßig so ein bisschen an der Hand zu halten!“

Die pädagogisch-didaktische Unterstützung der Auseinandersetzung der Schüler*innen mit einem naturwissenschaftlichen Phänomen tritt hinter diese Etablierung eines Ordnungsrahmens. Das Sicherstellen eines reibungslosen Ablaufes torpediert dabei teilweise den Experimentier- und den fachlichen Lernprozess der Schüler*innen. Die Lehrkräfte, die das GOFEX mit ihrer Klasse besuchen, sind primär mit dem Steuern und Sicherstellen eines vermeintlich reibungslosen, formalen Ablaufs beschäftigt. Sie disziplinieren in ihren Augen unangemessenes Verhalten wie zu hohe Lautstärke oder unachtsamer Umgang mit Materialien und Mobiliar. Dazu gehören auch die oben bereits angesprochenen Aspekte der Sitzhaltung bzw. der vermeintlichen Regel, beim Experimentieren nicht zu stehen. Solche Vorgaben wurden weder mit den GOFEX-Dozierenden noch mit den Schüler*innen ausgehandelt. Vielmehr zeigt sich der Einfluss der Lehrpersonen, die solche schulischen, unterrichtlichen Muster und Vorgaben auf sozialer Ebene auch im GOFEX implementieren und sich in der Verantwortung für deren Durchsetzung sehen.

Weitere Unterrichtsbeobachtungen (z. B. Huf 2008; Audehm et al. 2016; Martens & Asbrand 2021) legen nahe, dass es „den Lehrpersonen im geöffneten Unterricht eher um die [Kontrolle der] Erfüllung von Arbeits- und Wochenplänen geht als um die inhaltliche Unterstützung und um die Anregung der Lernenden zur vertieften Auseinandersetzung mit dem Unterrichtsgegenstand“ (Lipowsky & Lotz 2015: 176; Anm. d. V.). In der Hauptstudie wird sich zeigen, inwiefern Lehrkräfte auch an GOFEX-Tagen zunächst und vornehmlich die „Arbeitspensen“ und den Arbeitsfortschritt der Schüler*innen kontrollieren.

5.7.5 Lehrkräfte modifizieren organisatorische Aspekte des Experimentierens ihrer Schüler*innen und beeinflussen damit deren methodisches Vorgehen.

Neben dem bislang aufgezeigten Lehrkräftehandeln im GOFEX, das m. E. der sozialen Öffnungsdimension von Lehr-Lern-Situationen zuzuordnen ist, nehmen Lehrkräfte in den beobachteten Situationen im GOFEX v. a. Einfluss auf organisatorische Aspekte des Experimentierens, deren Entscheidung bzw. Wahl den Schüler*innen nach dem didaktischen GOFEX-Konzept eigentlich freisteht (z. B. Sozialform, Stationsreihenfolge, Einteilung der Zeit). Auch hier handeln die Lehrkräfte also dem GOFEX-Konzept entgegen, wenn sie organisatorische Aspekte des Experimentierens ihrer Schüler*innen modifizieren und damit teilweise auch deren methodisches Vorgehen beeinflussen. Folgende induktiv gebildete Kategorien wurden zur Hauptkategorie „Organisatorische Offenheit“ verdichtet:

- **Gruppen- und Paareinteilung**: Einflussnahme auf die Gruppenfindungsphase
- **Rollen in der Gruppe**: Festlegung bestimmter, die Arbeitsweise in der Gruppe strukturierender Rollentypen (z. B. „Leser“, „Sachenholer“)
- **Stationsreihenfolge**: Aufforderung einzelner Schüler*innen, Plätze zu wechseln, Stationskarten zu tauschen, Aufgaben für die (eigene) Gruppe auszusuchen usw.
- **Materialzugänglichkeit**: Kontrolle, ob die Schüler*innen die in der Experimentieraufgabe vorgegebenen Experimentiermaterialien beschafft haben.

Gruppen- und Paareinteilung: In ihrem Unterricht schreiben Grundschullehrkräfte die Sozialform und die Gruppen- bzw. Paareinteilung häufig vor (vgl. Hartinger 2005; Coelen 2009; s. Kap. 5.3). Im GOFEX stellt die Leitung des GOFEX-Tages den Schüler*innen dagegen zu Beginn frei, ob sie allein, zu zweit, zu dritt usw. und mit wem sie (ggf.) zusammenarbeiten wollen (organisatorische Offenheit bzgl. Sozialform und Gruppeneinteilung). Dies wird den Lehrkräften im vorherigen schriftlichen Briefing auch mitgeteilt.

Dennoch konnten wir (Jenny Diener und ich; s. Kap. 5.7.1) an den GOFEX-Tagen beobachten, wie Lehrkräfte Einfluss auf die Gruppen- und Paareinteilung nehmen, z. B. fordert

L#1 einzelne „fertig“ gebildete Gruppen dazu auf, sich wieder aufzuteilen, „*damit keine Zweiergruppen übrigbleiben*“. L#5 lässt die Schüler*innen die Gruppeneinteilung zunächst selbst vornehmen – mit der Einschränkung, dies zum einen „*leise*“ und zum anderen „*in Vierergruppen“* zu tun. Nach einiger Zeit bleiben Schüler*innen allein zurück, sodass L#5 interveniert und dabei die erfolgte Selbsteinteilung der Schüler*innen rückgängig macht: *„Da das nicht geklappt hat, muss ich jetzt doch wieder einteilen!“.*

Ausschnitt 5 aus einem Beobachtungsprotokoll vom 23.11.2017: Gruppen- und Paareinteilung

*Zu Beginn erklärt der GOFEX-Dozent, dass die Schüler*innen Gruppen selbst einteilen dürfen und dass sie selbst entscheiden, ob sie allein, zu zweit, zu dritt usw. arbeiten und mit wem sie ggf. zusammenarbeiten. Sogleich sprechen die Schüler*innen sich untereinander ab. Sie haken sich ein, zwinkern und nicken sich zu. Währenddessen schaut L#1 im Kreis umher. Die Lippen sind spitz geschürzt, die Nase gekräuselt, die Augenbrauen zusammengezogen. L#1 wirkt besorgt auf mich.*

L#1*:* „Am besten machen wir ‚feste Tischpartner‘, das kennen die aus der Schule!“

Ohne Beteiligung der Schüler*innen und ohne Diskussion zwischen L#1 und dem GOFEX-Dozenten spricht L#1 in Ausschnitt 5 über die Schüler*innen und entscheidet stellvertretend für bzw. über diese. Die Sozialform wird nicht ausgehandelt, sondern von L#1 – entgegen der Ansage gemäß GOFEX-Konzept – vorgeschrieben bzw. kommandiert, als Auftrag erteilt. Das Personalpronomen („… *am besten machen wir feste Tischgruppen*…“; Ausschnitt 5) legt diese Aushandlung zwar nahe, tatsächlich findet aber keine Beteiligung oder Diskussion mit dem GOFEX-Dozenten, sondern eine Setzung durch L#1 statt.

L#3 schreibt drei Schüler*innen vor der Gruppenfindung zu Beginn des GOFEX-Tages explizit vor, dass sie – „*wie in der Schule auch*“ – nicht gemeinsam arbeiten dürfen, weil sie „*meistens streiten*“ würden, wenn sie zusammenarbeiten. Dieselbe Problematik bzgl. der Zusammenarbeit von Schüler*innen wird von L#4 in Ausschnitt 6 anders angegangen:

Ausschnitt 6 aus einem Beobachtungsprotokoll vom 19.12.2017: Gruppen- und Paareinteilung

L#4 *geht während der Experimentierphase auf zwei Schüler zu, die gemeinsam eine Schaltung mit Solarzellen bauen (Modul 2: Geöffnetes Experimentieren), und fragt*: „Arbeitet ihr zusammen?“

s#3: „Ja, wir sind Experten!“ s#3 und s#4 nicken.

L#4: „Find ich keine gute Idee!“

s#3: „Wieso?“

L#4: „Was ist passiert, als ihr das letzte Mal zusammengearbeitet habt?“

s#3: „Prügel!“ *Beide s#3 und s#4 senken den Kopf, schauen betroffen zu Boden*.

L#4: „Seht ihr!“

In Ausschnitt 6 beeinflusst die Lehrkraft L#4 die Entscheidung der Schüler s#3 und s#4 für ein gemeinsames Vorgehen beim Experimentieren durch implizite Hinweise in Frageform (*„Arbeitet ihr zusammen?"; „Was ist passiert, als ihr das letzte Mal zusammengearbeitet habt?"*) und durch eine explizite Äußerung (*„Find ich keine gute Idee!"*). Dies entgegen der Intentionen des GOFEX-Konzeptes und trotz Zurückhaltung der Lehrkraft (sowohl verbal als auch nonverbal) während der Gruppen- bzw. Paareinteilung zu Beginn des GOFEX-Tages im ‚öffentlichen' Einstiegskreis. Die Abgabe von Eigenverantwortung bzgl. der Wahl von Sozialform und -partnern ist jedoch für viele Lehrkräfte neu und konfligiert ggf. mit anderen Zielen, die die Lehrkräfte verfolgen. Auf die Situation im Interview angesprochen, erklärt L#4 (aus Ausschnitt 6) später, dass er den beiden Schülern die Schwierigkeiten bisheriger Kooperationen in Erinnerung rufen und sie daraufhin selbst entscheiden lassen wollte: *„Also, ich bin dann nicht so, dass ich sag nein ihr dürft nicht, weil letztlich kann ich das ja dann später immer noch sagen, wenn es gar nicht funktioniert und sie wirklich anfangen zu streiten, dann kann ich immer noch intervenieren*". Fraglich bleibt aber m. E., inwiefern die betroffenen Schüler*innen die m. E. rhetorische Frage („*Was ist passiert, als ihr das letzte Mal zusammengearbeitet habt?*") als Hinweis auf die weiterhin bestehende Entscheidungsfreiheit oder aber als durch die Lehrkraft getroffene und implizit mitgeteilte Einschränkung wahrnehmen. Am beobachteten GOFEX-Tag selbst arbeiten s#3 und s#4 jedenfalls nicht weiter zusammen. Im Interview nimmt L#4 die Situation übrigens so wahr, dass er die Entscheidungen der Schüler bzgl. der freien Wahl der Sozialform (organisatorische Offenheit) *nicht* beeinflusst hat: *„aber auch da hab' ich mich zurückgehalten. [...] es wurde am Anfang den Kindern freigestellt, so hab' ich es verstanden [...]. Und ich wollt' mich jetzt da in Ihr Konzept auch nicht einmischen".* Die kontrastierende Fremdwahrnehmung aus dem Beobachtungsprotokoll (Ausschnitt 6) zeigt jedoch, dass L#4 infolge der verbal-vokalen Interventionen „*Find ich keine gute Idee*!" und „*Was ist passiert, als ihr das letzte Mal zusammengearbeitet habt*?" durchaus *nicht* zurückhaltend agiert hat, sondern erzieherisch Einfluss auf den Gruppenbildungsprozess genommen wurde.

In Ausschnitt 6 beeinflusst die Lehrkraft L#4 die Entscheidung der Schüler*innen für bzw. gegen ein gemeinsames Vorgehen beim Experimentieren – entgegen der Intentionen des GOFEX-Konzeptes und im Widerspruch zur organisatorischen Offenheit von GOFEX-Tagen. Die Interventionen der Lehrkraft bzgl. Einschränkung einer Zusammenarbeit in Ausschnitt 6 folgen zudem nicht fachinhaltlichen oder fachmethodischen Erfordernissen des Experimentierprozesses, sondern ergeben sich aus anderen, oft wenig transparenten pädagogisch-erzieherischen Zielen, z. B. ‚Streit vermeiden' (vgl. auch M. Peschel 2009c: 25). L#4 setzt erzieherisch soziale Verhaltensregeln bzw. Verhaltenserwartungen

durch. Solche Erziehungsziele, wie z. B. auch Rücksichtnahme oder Toleranz, und sachfremde Einflussfaktoren für die Entscheidung, gemeinsam oder allein zu experimentieren, stehen den Zielen der Schüler*innen aus fachinhaltlicher und fachmethodischer Sicht aber teilweise entgegen, so meine Erwartung bzw. Vermutung, die sich aus der Beobachtungspraxis der zweiten Vorstudie ergibt: Die Schüler in Ausschnitt 6 haben sich zuvor zusammengeschlossen, um eine Schaltung mit Solarzellen zu konstruieren (Modul 2: Geöffnete Experimentieraufgabe); sie haben dies gemeinsam geplant und Absprachen getroffen in Abhängigkeit von den jeweiligen Qualifikationen, Expertisen und Vorerfahrungen der beiden Schüler – also fachlich und aus der Sache heraus begründet. Sie bezeichnen sich selbst als „*Experten*". Gemeinsam haben sie methodische Entscheidungen getroffen (hinsichtlich des Experimentiermaterials, der Bestandteile der Schaltung u. a.). Sie haben untereinander Aufgaben verteilt, wer für welchen ‚Handgriff' beim Konstruieren der Schaltung zuständig ist. Aus Sicht des Experimentierprozesses macht es also an dieser Stelle ggf. Sinn, dass genau diese beiden Schüler sich selbst für eine Zusammenarbeit entscheiden, Rollen entsprechend untereinander aufteilen. Die Lehrkraft dagegen interveniert nicht auf dieser fachlich-inhaltlichen oder fachlich-methodischen Ebene heraus, sondern auf einer pädagogisch-erzieherischen Ebene. „Es sind also weitere Einflussfaktoren für die Entscheidung, ob allein oder gemeinsam experimentiert werden soll, da, die ggf. den Lernzielen aus fachdidaktischer Sicht entgegenstehen" (M. Peschel 2009c: 25).

Ausschnitt 6 zeigt, wie organisatorische Entscheidungen (hier gegen eine bestimmte Sozialform bzw. Auswahl der Experimentierpartner) die methodische und inhaltliche Seite des Experimentierens beeinflussen: Die beiden Schüler setzen ihre *gemeinsame* Arbeit nicht mehr fort, nachdem die Auswahl der Experimentierpartner von außen und nicht sachorientiert infrage gestellt bzw. beeinflusst wurde. Stattdessen wenden sie sich einzeln jeweils einer anderen Station bzw. Experimentieraufgabe zu.

Rollen in der Gruppe: Eine andere Art des Eingriffs in die organisatorische Offenheit konnte z. B. bei der Lehrkraft L#5 beobachtet werden. L#5 strukturierte die Arbeitsweise und Arbeitsteilung in der Gruppe mittels Festlegung verschiedener Arbeitsrollen:

Ausschnitt 7 aus einem Beobachtungsprotokoll vom 11.01.2018: Rollen in der Gruppe

L#5: „Damit wir effektiver sind, teilen wir das jetzt mal ein. Wer ist bei euch Leser? Wer der, der die Sachen holt? Wer schreibt mit?"

Selbst das eigenständige Verteilen der fremdgesetzten Rollen *in der Gruppe* übernimmt L#5, indem L#5 kurz darauf reihum selbst festlegt, wer welche Rolle „übernimmt", wer „Leser" und „Sachenholer" ist usw. Im Interview begründet L#5 dieses Verhalten:

Ausschnitt 8 aus einem Interviewtranskript vom 11.01.2018: Rollen in der Gruppe

L#5: „Ja. Ich mein es ist halt für viele Kinder einfach 'ne Überforderung, das muss man einfach so sagen. Also die Kinder, die sind es zwar gewohnt, also wir arbeiten unheimlich offen, aber im strukturierten Rahmen und es sind einfach Kinder, die halt von der Sozialkompetenz wie auch von der Arbeitsorganisation einfach damit überfordert sind, wenn wir sagen: Du bist jetzt in 'ner Gruppe und ihr könnt euch frei bedienen, weil eben einmal vom sozialen, das wäre direkt losgegangen mit ‚wer geht holen': ‚Nein, ich will das'. Das hätte Schlägerei und Streit gegeben. Also das muss in einem Rahmen stattfinden, dass die ganz genau wissen: Wer geht die Sachen holen? Wer macht das? Das komplett offene ist für diese Kinder einfach 'ne Überforderung"

Aus dem Klassenunterricht seien es die Schüler*innen von L#5 gewohnt, dass Experimentieren „*in einem Rahmen stattfinden, dass die ganz genau wissen: Wer geht die Sachen holen? Wer macht das?*" (s. Ausschnitt 8). L#5 interveniert mehrfach bzgl. Einhaltung dieser Rollen innerhalb der Gruppen: Zum Beispiel maßregelt L#5 Schüler*innen, die im GOFEX-Haus Materialien zum Experimentieren beschaffen wollen, obwohl sie nicht „Sachenholer" ihrer Gruppe sind (s. Ausschnitt 9). In einer Reflexionsrunde erinnert L#5 daran, dass „*nur die Leser lesen, die anderen reden nur, wenn sie dran sind*."

Ausschnitt 9 aus einem Beobachtungsprotokoll vom 11.01.2018: Rollen in der Gruppe

*Einzelne Schüler*innen laufen im GOFEX umher, um Materialien zum Experimentieren zu beschaffen, obwohl sie von L#5 zuvor nicht zum „Sachenholer" ernannt wurden.*

L#5: „Du bist nicht der Chef in deiner Gruppe! Ihr kommt nicht alle hier her. Ihr habt einen in der Gruppe, der das Material besorgt, und derjenige sucht auch die neue Station aus!"

Im GOFEX können Schüler*innen, anders als dies im 7G-Experimentalunterricht üblich ist, ihren Platz verlassen, mit anderen Schüler*innen sprechen, sich Ideen und Anregungen holen, bei Bedarf auf Kompetenzen von anderen Schüler*innen zurückgreifen usw. Die Lehrkraft L#5 aus Ausschnitt 9 dagegen überträgt die Zuständigkeiten für bestimmte Tätigkeiten des Experimentierens (Materialbeschaffung, Protokollführung, ...) an einzelne Schüler*innen, ohne dass Aushandlungen der Verantwortung, gemeinsame Rollenzuschnitte, Abmachungen im Sinne einer Mitbestimmung der Schüler*innen stattfinden. Was ggf. den Anschein von Verantwortungs- und Zuständigkeitsabgabe hat, erweist sich tiefenstrukturell als Form der „Alibi-Teilnahme" (Schröder 2001: 12), da sich die Schüler*innen m. E. der Rollenzuweisung auch nicht entziehen bzw. diese ablehnen können.

Die Rollenzuschreibungen und Arbeitsweisen der einzelnen Gruppen scheinen für L#5 so bedeutsam zu sein, dass L#5 diesen Aspekt vor der zweiten Experimentierphase aufgreift und der Klasse diesbezüglich Rückmeldung gibt: „*Was mir nicht gut gefallen hat, dass zu viele rumlaufen und sich nicht an die Abmachung halten, dass nur einer läuft*".

Dass L#5 von ‚Abmachung' spricht, verdeutlicht meine Analyse der „Alibi-Teilnahme" (Schröder 2001: 12): Die Regel ‚Nur einer läuft, der Sachenholer' wurde nicht gemeinsam ausgehandelt, sondern von L#5 unabgesprochen festgelegt und durchgesetzt.

Stationsreihenfolge: Im Hinblick auf die Stations- bzw. Bearbeitungsreihenfolge der geschlossenen Experimentieranleitungen (Modul 1) und geöffneten Experimentieraufgaben (Modul 2) zeigen sich an den in der Vorstudie beforschten GOFEX-Tagen einige Interventionen der beobachteten Lehrkräfte. An GOFEX-Tagen liegen die verschiedenen Experimentieranleitungen oder -aufgaben (= Stationen) üblicherweise an verschiedenen Tischen aus und die Schüler*innen wählen die Stationen/Aufgaben/Anleitungen aus.

L#2 bittet entgegen dieser üblichen und der Lehrkraft vorab kommunizierten Vorgehensweise zwei Gruppen, die Stationskarten miteinander zu tauschen, anstatt die Plätze zu wechseln: „*Möchtest du nicht mal mit der [Name] tauschen? Tauscht doch mal die Karten!*". Dagegen rät L#6 zwei Gruppen, die Plätze zu wechseln „*und nicht immer die Stationen an den Platz zu holen*". L#6 begründet diesen Vorschlag im Gespräch mit den Schüler*innen so, dass auf den Tischen für die jeweilige Station bereits genügend Material liegt. Die „vorherige" Gruppe könnte, wenn sie fertig ist, die Materialien für die „nächste" Gruppe am Tisch belassen. Die „nächste" Gruppe, die an den Tisch kommt, würde somit Zeit sparen. Dies impliziert, dass es ausreicht, wenn eine Gruppe das Material einmal sucht und für die nächsten liegen lässt und stellt somit zusätzlich eine Intervention bzgl. des Materialzugangs und der Materialverfügbarkeit dar (s. Kap. 5.6.6). Der Platz- bzw. Stationswechsel im GOFEX beeinflusst also ggf. über das Wegräumen oder Nichtwegräumen der Materialien die Organisation der Materialien und die methodisch-inhaltliche Verständigung bzgl. Auswahl und Nutzung der Materialien. Dies ist m. E. ein weiteres Beispiel dafür, dass ein organisatorischer Aspekt des Offenen Experimentierens (die Stationsreihenfolge in Kombination mit den ‚zurückgelassenen Experimentiermaterialien') das methodische Vorgehen beim Offenen Experimentieren deutlich beeinflusst.

Materialzugänglichkeit: L#1 bewegt sich von Tisch zu Tisch und kontrolliert die Experimentiermaterialien, die die Schüler*innen für das Bearbeiten der Experimentieranleitungen bzw. Experimentieraufgaben zusammengetragen haben. Zudem weist L#1 die Schüler*innen explizit darauf hin, falls Experimentiermaterialien fehlen bzw. welche Experimentiermaterialien sie noch brauchen, damit sie anfangen können. Auch die beobachteten Lehrkräfte L#2 und L#6 geben den Schüler*innen, meist ungefragt, Hinweise, wo diese ‚fehlendes' Experimentiermaterial herbekommen bzw. finden können. Mit ‚fehlendes' Experimentiermaterial meine ich Experimentiermaterial, das in der Experimentieran-

leitung oder Experimentieraufgabe angegeben ist (s. Kap. 5.6), das die Schüler*innen jedoch noch nicht aus dem GOFEX-Haus besorgt und auf dem Tisch liegen haben.

Im Interview betont L#1 die Begeisterung dafür, „*dass die sich die Sachen selbst zusammensuchen müssen*“, und vergleicht das Material- und Ordnungskonzept, das GOFEX-Haus, mit den Praktiken im eigenen, schulischen Sachunterricht: Dort bereitet L#1 den Schüler*innen *„immer so Kästchen vor[...], was aber ja dann natürlich auch viel von der Selbstständigkeit nimmt“*. Diese Aussage von L#1, den Schüler*innen üblicherweise die Experimentiermaterialien ‚in einem Kästchen‘ bereitzustellen, ist anschlussfähig an den bisherigen Forschungsstand (s. Kap. 3.2.2.1; 4.1; 5.3), wonach Lehrkräfte meist die Experimentiermaterialien zur Durchführung von Experimenten passgenau zusammenstellen und herausgeben (vgl. Unglaube 2015). Hier möchte ich auf meine ad hoc Hypothese aus Kapitel 5.6.7 (Vorstudie 1) verweisen und mit Blick auf meine Hauptstudie bekräftigen, dass das Experimentiermaterial selbst ein Element der Öffnung ist: Die Materialvorauswahl, -zusammenstellung und -zugänglichkeit beeinflusst den Experimentierprozess, indem sie die freien Experimentiermöglichkeiten mehr oder weniger einschränkt.

Die Interventionen der Lehrkräfte auf organisationsbezogener Ebene (hier: Vorgabe der Stationsreihenfolge und auch des Zeitpunktes des Stationswechsels, Kontrolle der Materialzugänglichkeit) und ihre Auswirkungen auf methodisch-inhaltlicher Ebene schränken die Entscheidungsmöglichkeiten der Schüler*innen beim Offenen Experimentieren ein – dies entgegen der Intentionen des GOFEX. Solche Auswirkungen organisationsbezogener Interventionen auf methodisch-inhaltlicher Ebene zeigen sich auch in Ausschnitt 10.

Ausschnitt 10 aus einem Beobachtungsprotokoll vom 13.12.2017: Materialzugänglichkeit

*Die Schüler*innen haben sich eine Experimentieraufgabe (Modul 1) ausgewählt, bei der sie eine einfache Schaltung aus Flachbatterie, Lampenfassung mit Glühlampe und zwei Kabeln konstruieren sollen. Nachdem sie die Schaltung wie in der Anleitung beschrieben aufgebaut haben, leuchtet die Glühlampe nicht. Die Schüler*innen lösen alle Verbindungen zwischen Kabel und Kontakt und klemmen sie wieder fest. L#2 kommt vorbei, als die Schüler*innen die Einzelteile auf ihre Funktion überprüfen, und sieht, dass die Glühlampe nicht leuchtet.*

L#2: „Klappt alles? Habt ihr alles besorgt, was ihr braucht? Oder fehlt was?“

s#9: „Die Lampe leuchtet nicht, aber wir haben alles so gemacht, wie es auf der Stationskarte steht“

L#2: „Nehmt ne andere Karte. Schaut doch mal nach einer anderen Karte!“

Mit dieser Intervention verhindert L#2, dass die Schüler*innen sich weiter auf eigenen Wegen, ggf. mit methodisch-inhaltlicher Unterstützung, mit dem Nichtfunktionieren *ihrer* Schaltung befassen (vgl. auch Schütte 2019). Die Intervention, „*eine andere [Stations-]*

Karte [zu nehmen]“, impliziert dagegen vielmehr, dass Experimente und technische Konstruktionsaufgaben auf Knopfdruck gelingen sollten (vgl. auch Wedekind 2012).

Die Gestaltung des ‚Ordnungsrahmens‘ beeinflusst den Experimentierverlauf und die fachliche Auseinandersetzung (vgl. auch Lipowsky 2002; M. Peschel 2009a). Der „Zugang zu den Materialien und die Organisation [zeigen ebenso] Gelingens- bzw. Verhinderungsbedingungen für das Offene Experimentieren und somit auch deutliche Auswirkungen auf die Wahlmöglichkeiten im Hinblick auf Inhalte und Methoden“ (M. Peschel 2014: 73). Deshalb sind Aspekte organisatorischer Offenheit wie die Wahl der Stationsreihenfolge, Gruppeneinteilung und Arbeitsweise in der Gruppe oder die Zugänglichkeit von Materialien für meine Beforschung des *doing* AGENCY beim Offenen Experimentieren immanent wichtig.

5.7.6 Das methodische Verständnis von Experimentieren, das die Lehrkräfte im GOFEX transportieren, unterliegt einer Ergebnis- bzw. Produktorientierung.

In Vorstudie 2 haben wir (Jenny Diener und ich) an den beforschten GOFEX-Tagen verschiedene Handlungsmuster von Lehrpersonen beobachtet, die m. E. insgesamt eher eine Ergebnis- bzw. Produktorientierung stützen als ein prozessorientiertes Experimentieren im hier vertretenen Sinne (s. Kap. 3.1). Handlungsmuster der Lehrperson, die wir zur Kategorie „Ergebnis- bzw. Produktorientierung“ abstrahiert haben, umfassen u. a.

- das Vorwegnehmen von Erkenntnissen
- das Anleiten der Schüler*innen
- das Kontrollieren des Experimentierfortschrittes

Insgesamt befördern diese Handlungsmuster beim Offenen Experimentieren in meinen Augen den Modus des schnellen Abarbeitens, den ich in Kapitel 5.6 rekonstruiert habe: Die beobachteten Lehrkräfte bekräftigten Schüler*innen darin, innerhalb der drei Stunden des GOFEX-Tages möglichst viele Stationen aufzusuchen bzw. die Stationen schneller oder häufiger zu wechseln und die Anleitungen an den Stationen zügig zu bearbeiten (s. Ausschnitte 11 und 12). Damit wirken die Lehrkräfte wiederum auf Handlungsmuster der Schüler*innen, die ich in Kap. 5.6 als „Modus des schnellen Abarbeitens“ rekonstruiert habe. Gleichzeitig lobten Lehrkräfte die Schüler*innen dafür, wenn diese schon viele Stationen abgearbeitet haben. In der Reflexionsrunde lobte L#5 „*einige Gruppen*“, die so schnell waren und „*schon zwei Experimente gemacht haben*“ (und nicht nur eines). In den Interviews schlugen die befragten Lehrkräfte u. a. vor, den Schüler*innen zum Bearbeiten der Stationen bestimmte Zeitlimits zu setzen, bevor diese die Station wechseln sollen. Dieser Eingriff bzgl. der freien Einteilung der Zeit würde jedoch zum einen die organisatorische Offenheit als grundlegende Dimension Offenen Experimentierens einschränken

und zum anderen m. E. erheblich zu einem „Modus des schnellen Abarbeitens“ beitragen sowie ein individuelles, eigenes und prozessorientiertes Experimentieren verhindern.

Ausschnitt 11 aus einem Beobachtungsprotokoll vom 13.12.2017: Modus des schnellen Abarbeitens

L#2: „Wie viel habt ihr schon gemacht?“ (*kurz nach der Pause, also nach etwa 1½ Stunden*)

s#8: „Zwei Stationen“

L#2: „Ja, dann könnt ihr ja noch mehr machen!“

Ausschnitt 12 aus einem Beobachtungsprotokoll vom 19.12.2017: Modus des schnellen Abarbeitens

*Als einige Schüler*innen konzentriert, aber schon relativ lange an einer Station arbeiten und dort ein Experiment immer wieder wiederholen, spricht* L#4 *sie an*: „Probiert doch auch mal andere Stationen aus, räumt auf und geht zur nächsten! Macht mal andere Sachen!“

Insbesondere Ausschnitt 12 illustriert m. E., dass die Schüler*innen beim Experimentieren Handlungen wiederholen *wollen*, was sie gemäß GOFEX-Konzept und Experimentierverständnis auch *sollen*. Dagegen verfolgen die Lehrkräfte das Ziel, dass die Schüler*innen möglichst viele Versuche/Stationen bearbeiten bzw. „schnell abarbeiten“ (s. Kap. 5.6.3). Dass Handlungen wiederholt und variiert werden oder beim Experimentieren explorative Näherungen an Erkenntnisse herangezogen werden, darauf beziehen sich die Interventionen der beobachteten Lehrkräfte im GOFEX äußerst selten. Hin und wieder werden solche Wiederholungen, Variationen und Explorationen geduldet, häufig aber auch unterbunden – wie in dem oben gezeigten Ausschnitt 12. Im Interview äußert sich L#4 zum Interventionsziel, dass die Schüler*innen möglichst viele Stationen bearbeiten sollen: „*Eine meiner Aufgaben war es, darauf hin zu weisen, dass sie die Station mal wechseln. Weil manche waren dann auch wirklich... Manche haben Stationen am Anfang vereinnahmt und sind dann gar nicht zu einer anderen Station*“ (L#4, Interview).

In der kritischen Auseinandersetzung mit Forschungskreisläufen vom Typ Haus der kleinen Forscher (2018) habe ich bereits auf das Frage-Zeichnung-Antwort-Schema hingewiesen: auf die Verkürzung des Experimentierprozesses in Form einer (vorgegebenen) Frage oder Vermutung, die durch genau ein passendes Experiment beantwortet werden kann. Meist soll zudem eine Zeichnung angefertigt werden (s. Kap. 3.1.2.2).

An den beforschten GOFEX-Tagen in Vorstudie 2 nutzen die beobachteten Lehrkräfte solch ein Frage-Zeichnung-Antwort-Schema häufig, um den Experimentierprozess ihrer Schüler*innen fremd zu strukturieren und von außen kommandierend zu steuern.

Ausschnitt 13 aus einem Beobachtungsprotokoll vom 11.01.2018: Frage-Zeichnung-Antwort-Schema

L#5 *wendet sich zu Beginn des GOFEX-Tages an seine Klasse*: „Ihr wisst ja, wir haben ja schon experimentiert. Ihr schreibt also eure Vermutung, das Experiment und das Ergebnis auf!“

Dass die Reduktion von Experimentieren „auf eine Frage oder Vermutung mit (vermutlich) passender Antwort einen auf zielgerichtetes Hypothesenprüfen eingeschränkten Experimentierprozess suggeriert und nicht mit dem eigentlichen ‚Experimentieren‘ aus sachunterrichtsdidaktischer sowie naturwissenschaftlicher Perspektive gleichgesetzt werden darf“ (Diener & Peschel 2019: 28), habe ich in Kapitel 3 theoretisch hergeleitet und diskutiert. Insbesondere dann, wenn eine Schülerin oder ein Schüler innerhalb dieses Dreischritts eine Vermutung entwickeln und zielgerichtet überprüfen soll, wird die Aufmerksamkeit ggf. nur noch auf den Ausgang des Versuchs gelenkt „und reduziert sich –möglicherweise viel zu früh – darauf, einen vordergründigen Effekt nicht zu verpassen, diesen zu bestätigen oder zu widerlegen. Nebeneffekte und Randerscheinungen, die zum Verstehen des Phänomens relevant sind“ (ebd.), werden ggf. übersehen. Die Beobachtung wird „in ihrem Potenzial für selbstbestimmte Erkenntniswege eingeschränkt“ (ebd.).

Ausschnitt 14 aus einem Interviewtranskript vom 19.12.2017: Frage-Zeichnung-Antwort-Schema

L#4: „Ich hab’s auch mal selbst so gelernt, dass man immer beim Experimentieren in drei Ebenen arbeiten, also vermuten, experimentieren und beobachten und dann schlussfolgern quasi, also dass dieser Dreischritt quasi erfolgen sollte!“

Im Hinblick auf die fachlich-inhaltliche Auseinandersetzung im GOFEX dominiert das Frage-Zeichnung-Antwort-Schema bzw. die Vorgabe der (vermeintlich ‚richtigen‘) Lösung. Das Frage-Zeichnung-Antwort-Schema zielt eben nicht auf einen individuellen Lernprozess beim Experimentieren, sondern dieses Schema lässt sich von der Lehrkraft leicht kontrollieren und das Schema schafft einen Überblick über das ‚bearbeitete Pensum‘ (vgl. Breidenstein 2006; Martens & Asbrand 2021). Das Vorgehen nach Frage-Zeichnung-Antwort-Schema dient in diesem Verständnis „in erster Linie nicht dem Prozess, sondern einem Ergebnis, welches im Gedächtnis bleiben soll“ (Dunker 2016: 112).

Die Interventionen der Lehrkräfte zielen häufig darauf ab, die Schüler*innen schnell zu einem von der Lehrkraft erwarteten Ergebnis zu bringen, statt eigene, individuelle Erkenntnisse und Erkenntnisprozesse der Schüler*innen anzuvisieren: Die Schüler*innen werden in den o. g. Ausschnitten z. B. von L#4 (Ausschnitt 14) und L#5 (Ausschnitt 13) dazu angehalten, kleinschrittige Versuchsanleitungen mit „rezeptartig anmutende[n] Methodenschritte[n]“ (Muckenfuß 2013: 21) abzuarbeiten. Durch das Frage-Zeichnung-

Antwort-Schema wird Experimentieren jedoch auf einen standardisierten und eingeschränkten hypothesenprüfenden Weg, auf einen vermeintlichen *Königs*weg, verkürzt.

In Ausschnitt 15 handeln die Schüler*innen aus Sicht von L#1 nicht zielgerichtet, was m. E. bedeutet, dass sie eben noch nicht ‚auf dem Königsweg', sondern ‚auf Irrwegen' sind.

Ausschnitt 15 aus einem Beobachtungsprotokoll vom 23.11.2017: Frage-Zeichnung-Antwort-Schema

*Einige Schüler*innen, die eine Schaltung konstruieren, sind gerade damit zugange, eine Krokodilklemme an der isolierenden Ummantelung eines Kabels zu befestigen*.

L#1: „Du darfst es nicht auf die Isolierung machen, sondern musst es auf den Draht machen!

Das von L#1 erwartete Ziel ist die Konstruktion einer Schaltung bzw. das Leuchten der Glühlampe in der Schaltung. Dieses Ziel könnten die Schüler*innen, so die vermeintliche Sicht von L#1, schneller erreichen, wenn sie die Krokodilklemme direkt am Draht befestigen, ergo: keinen Irrweg gehen. Dass sie die Krokodilklemme an der isolierenden Ummantelung befestigen, stellt aus Sicht von L#1 daher einen Umweg dar. Durch die Intervention, die Krokodilklemme direkt am Draht (und nicht an der Isolierung) zu befestigen, nimmt L#1 den Schüler*innen allerdings die Gelegenheit, selbst nach Ursachen für das Nichtfunktionieren der Schaltung zu suchen und verkürzt so deren individuellen Erkenntnisweg für einen vermeintlich schnelleren Königsweg (vgl. Schütte 2019). Als ein Schüler L#1 später fragt, ob die Schraubhalterung der Glühlampe (Lampenfassung) für die Konstruktion der Schaltung benötigt wird, antwortet L#1 unmittelbar: „*Du kannst es* [Glühlampe und Kabel] *auch einfach so* [ohne die Lampenfassung] *aneinanderhalten, das geht auch*!". Mit dieser Antwort nimmt er weitere Erkenntnisse vorweg und verunmöglicht individuelle Erkenntnisprozesse, anstatt die Frage etwa an den Schüler oder die Schülerin zurückzugeben – „*Probiere es selbst mal aus*!", „*Was musst du tun, um das herauszufinden?*" Zumal die Schüler*innen hier – wenn sie die Glühlampe auch ohne Lampenfassung reproduzierbar zum Leuchten bringen wollen – aus fachlich-inhaltlicher Sicht erkennen müssten, wie sich die Kontaktstellen der Lampenfassung (Schrauben, die mit den Lampenkontakten leitend verbunden sind) und die Kontaktstellen der Glühlampe (Sockelkontakt, Fußkontakt) unterscheiden bzw. miteinander zusammenhängen.

In Ausschnitt 16 kommandiert L#2 die Experimentierhandlungen der Schüler*innen mit einem Handgenerator und nimmt damit eine Erkenntnis des Experiments vorweg.

Ausschnitt 16 aus einem Beobachtungsprotokoll vom 13.12.2017: Frage-Zeichnung-Antwort-Schema

W*ährend eine Gruppe mit dem Handgenerator und einer Glühlampe experimentiert, nähert sich* L#2 *und spricht zur Gruppe*: „Mach mal ganz schnell, guck mal, jetzt ist sie ganz hell!"

s#9: „Ja, aber wenn man ganz langsam macht, ist sie auch hell!

[zu s#10:] „Mach mal ganz langsam!" s#10 kurbelt langsamer als eben.

L#2: „Nee, guck! Jetzt ist sie ganz schwach!"

Im anschließenden Interview auf die Situation angesprochen, gibt L#2 an, sich nicht daran zu erinnern. Die Interviewerin beschreibt die Situation, ihren Feldnotizen entsprechend, und fragt, wie L#2 auf die Äußerung von s#9 (*„Ja, aber wenn man ganz langsam macht, ist sie auch hell!*") reagieren würde. L#2 antwortet: *„Ich hätte gesagt, schau mal nochmal oder versuch's mal nochmal".* Der tatsächliche Umgang mit der Schüler*innenäußerung in der Situation und das von L#2 imaginierte (Wunsch-)Handeln divergieren. Hierbei zeigt sich, dass L#2 offensichtlich gar nicht bewusst ist, wie die Erkenntniswege der Schüler*innen durch solche Vorwegnahmen der Erkenntnisse verunmöglicht werden.

Im Hinblick auf die Hauptstudie erwarte ich, dass Lehrkräfte Planungs- und Vorbereitungsprozesse, explorative Näherungen, Irrwege sowie (alternative, weiterführende) Wahrnehmungen (Randerscheinungen) und deren Deutungen mit ihren Handlungsmustern verkürzen und verunmöglichen (vgl. auch Soostmeyer 1978; Aissen-Crewett 1998), um die Schüler*innen zügig und scheinbar zuverlässig zu erwarteten Ergebnissen zu führen. Individuelles Experimentieren als Prozess der Erkenntnisgewinnung (mit explorativen Näherungen, Beobachtungen, Diskussionen, Reflexionen, Variationen uvm.) wird zugunsten der Suche nach einer bestimmten, herauszubekommenden Lösung vernachlässigt.

Wenn Lehrkräfte im GOFEX das Experimentieren der Schüler*innen fachlich-inhaltlich oder fachlich-methodisch – und nicht nur organisatorisch oder hinsichtlich sozialer Lehrziele – begleiten, weisen ihre Interventionen meist eine Ergebnis- oder Produktorientierung auf: Sie bringen Schüler*innen zu schnell zu einer erwarteten Lösung (‚Königsweg') und streben verfrüht vermeintlich richtige, aber oftmals fachlich falsche (oder zumindest verkürzte) Erklärungen an. Explorative Näherungen und für eigene Erkenntniswege der Schüler*innen genuine Phasen wie Beobachten und Kommunizieren werden hingegen ‚einkassiert'. Eine solche Vorgehensweise, den Schüler*innen zunächst Raum für eigene Ideen und Lösungsansätze zu lassen, sie dann aber schrittweise zu bestimmten Erkenntniswegen und Lösungen zu führen, beschreibt L#4 im Interview.

Ausschnitt 17 aus einem Interviewtranskript vom 19.12.2017: Kleinschrittiges Führen der Schüler*innen

L#4: „Also notfalls würde ich auch sagen, ok wir treffen uns nochmal im Sitzkreis und wir sammeln alle Ergebnisse und wenn dann wirklich das Ergebnis nicht erreicht ist, dann muss es: Ok jetzt haben wir ganz viel probiert, aber jetzt muss ich / verrat ich euch noch was anderes dazu. Also da muss ich schon gucken, ich kann ja nicht sagen wir machen nächste Stunde nochmal und dann nochmal eine Stunde [...], so viel Zeit haben wir einfach nicht und man muss dann schon eher intervenieren, das ist klar.

Bei diesem Vorgehen suggeriert L#5 zunächst Offenheit, eigene Lösungen zu finden, die aber für den weiteren Unterrichtsgang letztlich keine Relevanz besitzen. Stattdessen verrät L#5 dann am ‚Ende' des Erkenntnisprozesses die ‚richtige' Lösung. Eine Begründung für solches kleinschrittig führendes Lehrendenhandeln geben Watson et al. (1999: 155): „[...] there's always a slight fear of doing that, that you may not get to a particular group early on, and they may have gone a long way down the wrong route...". Diesen *„Punkt, dass die mit einer Gruppe an so einem dead end sind und nicht mehr weiterkommen",* greift L#5 auch im Interview auf. Ein eigenes, individuelles Experimentieren als Prozess der Erkenntnisgewinnung wird dadurch vernachlässigt und verunmöglicht.

5.7.7 Das nonverbale Handeln der Lehrperson erweist sich als nutzbarer Zugang zur persönlichen Offenheit der Lehrperson.

Das für GOFEX zentrale Verständnis der Rolle ‚Lernbegleitung' (s. Kap. 5.4) adressiert die persönliche Offenheit der Lehrkraft für das individuelle Vorgehen der Schüler*innen (s. Kap. 3.2) – dies beinhaltet die persönliche Offenheit dafür, dass das Vorgehen ggf. von der im Vorfeld geplanten didaktischen Intention abweichen kann (vgl. Kelkel et al. 2025).

Die persönliche Offenheit der Lehrkraft zeigt sich m. E. vornehmlich in der Art und Weise, wie die Lehrkraft z. B. die Experimentierhandlungen der Schüler*innen bewertet. Ausgehend von meinen Beobachtungen aus Vorstudie 2 habe ich die ad hoc Hypothese entwickelt, dass insbesondere das nonverbale Handeln ein nutzbarer Zugang zur persönlichen Offenheit der Lehrperson ist: Mehr noch als die verbalsprachlichen Reaktionen und Bewertungen der Lehrkraft erlauben die Nonverbalitäten m. E. eine unterschwelligere, subtilere Interaktion der Lehrkraft mit den Schüler*innen, die besonders sensibel analysiert werden muss. Beim Offenen Experimentieren, so meine Annahme, wird die für den 7G-Experimentalunterricht typische direkte Lenkung durch die Lehrkraft häufig „durch Formen indirekter Strukturierung" (Lüders & Rauin 2008: 734) ersetzt (und dies beinhaltet z. B. Blicke und Zeigegesten; vgl. auch Košinàr 2009; Gröschner & Sandbothe 2010).

Ausschnitt 18 zeigt ein Beispiel für die nonverbale Bewertung der Äußerungen von Schüler*innen. Im GOFEX-Einstiegskreis (s. Kap. 5.4) versprachlichen Schüler*innen ihre Beobachtungen zum Demonstrationsexperiment „Kerzenaufzug". L#1 befindet sich im Sitzkreis und ‚verfolgt' die Äußerungen der Schüler*innen. L#1 bewertet m. E. jede einzelne Äußerung, allerdings nicht verbalsprachlich, sondern ausschließlich nonverbal. Während manche Aussagen positiv konnotiert werden, mittels z. B. Lächeln oder Kopfnicken, werden andere Aussagen in meinen Augen dadurch weniger positiv konnotiert, dass L#6 *nicht* lächelt bzw. *nicht* nickt, sondern ‚wie versteinert' sitzen bleibt. Das körpersprachliche Handeln von L#1 *ersetzt* in Ausschnitt 18 die verbalsprachliche Bewertung der Äußerungen von Schüler*innen, die sich auf die Beschreibung von Beobachtungen beziehen. Verbalsprachlich hält sich L#1 in der beobachteten Situation in Ausschnitt 18 zurück und schweigt, aber dennoch interveniert L#1 in meinem Verständnis, indem jede Äußerung einer Schülerin oder eines Schülers nonverbal bewertet wird (s. Kap. 4.1.3). In diesem Fall gehe ich insbesondere davon aus, dass L#1 *nicht* nicht kommunizieren kann (Watzlawick 2016) und auch das „Nichtlächeln" bzw. das „Nicht-mit-dem-Kopf-Schütteln" etwas Bestimmtes ausdrückt, nämlich im Vergleich mit anderen Äußerungen eine Herabwertung.

Ausschnitt 18 aus einem Beobachtungsprotokoll vom 23.11.2017: Bewerten von Experimentierhandlungen

*Im Einstiegskreis zeigt die GOFEX-Dozentin das Experiment „Kerzenaufzug". Danach äußern die Schüler*innen ihre Beobachtungen. Dabei fällt mir auf, dass L#1 bei Äußerungen der Schüler*innen, die sich auf das Ausgehen der Kerze oder das Ansteigen des Wasserpegels beim Experiment beziehen, besonders überschwänglich lächelt und mit dem Kopf nickt. Wenn die Schüler*innen dagegen eine bereits verbalisierte Beobachtung erneut wiederholen oder wenn sich die Beschreibungen der Schüler*innen auf vermeintliche Randerscheinungen beziehen, z. B. auf das Beschlagen des Glases, das Kondensieren oder Gasbläschen, lächelt oder nickt L#1 nicht.*

Daneben fällt auf, dass durch nonverbales, mimisches Feedback der Lehrkraft auch vermeintlich ‚falsche' Experimentierhandlungen der Schüler*innen bewertet werden. Immer wieder runzelt etwa L#1 in der Reflexionsrunde die Stirn, wenn sich im Sitzkreis eine Schülerin oder ein Schüler vermeintlich ‚falsch' zu einem der Experimente der Schüler*innen äußert. Als eine Schülerin beispielsweise vorschlägt, in der kommenden Experimentierphase die Anzahl der Kabel einer Schaltung zu variieren und zu überprüfen, ob nicht doch ein Kabel ausreicht, runzelt L#1 die Stirn und fährt sich mit der Hand leicht über die Stirn, schweigt jedoch zur Äußerung. Auch L#4 reagiert in der Reflexionsrunde handgestisch (wedelnd) und kopfschüttelnd auf manche Beiträge, die L#4 m. E. als ‚falsch' bewertet. Auch L#4 bewertet diese Äußerungen nicht verbalsprachlich.

Ein weiteres Beispiel für den Einsatz von Nonverbalitäten (s. Kap. 2.2) zur Bewertung von Experimentierhandlungen ist eine Handlung der L#3 beim Experiment „Gurkenbatterie“, mit der eine ‚falsche‘ Lösung von L#3 nonverbal-nonvokal korrigiert wird.

Ausschnitt 19 aus einem Beobachtungsprotokoll vom 18.12.2017: Bewerten von Experimentierhandlungen

Die Experimentieraufgabe an einer Station leitet dazu an, eine Versuchsanordnung aus einer Kupfermünze (1. Metall), Aluminiumfolie (2. Metall), Gurkenscheiben (Elektrolyt) und einem Kopfhörer (Sensor) aufzubauen.[197] *Eine Gruppe hat, wie in der Experimentieraufgabe angeleitet, ein Galvanisches Element aufgebaut. Ein Schüler versucht, mit einem Kopfhörer etwas zu hören. Der Kopfhörer berührt aber nur ein Metall und nicht das zweite Metall sowie das Elektrolyt.*

s#1: „Ich höre nix!“

L#3 nimmt S#1 die Kopfhörer ab und hält sie so, dass der Kopfhörer das Elektrolyt und die beiden Metalle gleichzeitig berührt. L#3 drückt s#1 die Kopfhörer wieder in die Hand.

Ohne sich dazu verbal zu äußern, korrigiert L#3 in Ausschnitt 19 die Lösung des Schülers s#1 durch eigenes Handeln. In mehreren Beobachtungen konnte ich solch ein Handeln der Lehrkraft feststellen, mit dem die Lehrkraft nonverbal-nonvokal auf Schwierigkeiten oder Probleme der Schüler*innen reagierten und diese unmittelbar ‚korrigierten‘. Dieses Handlungsmuster habe ich in Anlehnung an Nentwig-Gesemann et al. (2012) als *Übergriffiges Verhalten* kategorisiert. Nentwig-Gesemann et al. (2012) verstehen darunter ein „direktes, manipulierend-handelndes [...] Eingreifen des Erwachsenen“ (ebd.: 54).

Ausschnitt 20 zeigt ein weiteres Beispiel aus dem GOFEX-Tag zum Thema „Brücken“ (Modulebene 3; s. Kap. 5.4), an welchem die Schüler*innen Brücken konstruieren sollten. Den Schüler*innen oblagen dabei – gemäß methodischer Öffnung – die Entscheidungen, welches Material (Krepppapier, Folienglanzpapier, Normalpapier, Holz usw.) sie auswählen und welches Vorgehen sie zur Brückenkonstruktion nutzten (Schnüre einsetzen, Klebetechniken, Falttechniken, Kombination einer Falttechnik mit einer Roll- oder Klebetechnik usw.), um eine größtmögliche Tragfähigkeit bzw. Stabilität der Brücke zu erreichen. Im ersten Reflexionskreis beobachtete ich das Handeln der Lehrkraft.

[197] Die Säure der Gurke fungiert als Elektrolyt und Ionenbrücke zwischen den beiden differenten Metallen. Die Spannung kommt durch die unterschiedlich edlen Metalle zustande, wobei das unedlere Aluminium Elektronen abgibt und das Kupfer auf der Münzoberfläche die Elektronen aufnimmt. Der Kopfhörer bildet einen Sensor: Hält man den Kopfhörer so an die Metalle, dass er beide gleichzeitig berührt, hört man nichts. Ergänzt man die beiden Metalle jedoch um das Elektrolyt dazwischen, so hört man ein Knacken/Knistern – elektrische Ladung ‚fließt‘ (vgl. Berthold et al. 2017).

Ausschnitt 20 aus einem Beobachtungsprotokoll vom 11.01.2018: Bewerten von Experimentierhandlungen

*Als eine Gruppe ihre Brückenkonstruktion aus (teurem) Folienglanzpapier zeigt, mit der die Schüler*innen kurz vor der Reflexionsphase begonnen haben, wirft ihnen die Lehrperson L#5 einen kritisch-bösen Blick zu (gefurchte, zusammengezogene Augenbrauen, Stirnrunzeln, starrer Blick). Nach der Pause setzen die Schüler*innen die Konstruktion mit Normalpapier fort.*

Andere Gruppen haben einfach, doppelt oder mehrlagig gefaltetes Normalpapier oder unterschiedlich dicke Holzplatten als Träger einer Balkenbrücke genutzt. L#5 reagiert besonders auf die Idee einer Gruppe, Papierbögen ziehharmonikaartig zu falten (Plisseefaltung) und einzelne Papierbögen dann versetzt aneinanderzukleben. Als die Gruppe diese Idee vorstellt, nickt L#5 mehrfach leicht, lächelt und reißt die Augen weit auf. Die anderen Beiträge der Lernenden lässt sie „unkommentiert" stehen, sie äußert sich nicht dazu und wahrt einen ‚neutralen' Blick. Nach der Pause entdecke ich die Plisseefaltung bei einigen weiteren Gruppen.

Die Lehrperson L#5 beeinflusst mit ihrem nonverbalen Handeln die Experimentierhandlungen und die Entscheidungsfreiheit der Schüler*innen im Hinblick auf die Materialauswahl (Folienglanzpapier) und das methodische Vorgehen (Plisseefaltung). Der ‚kritisch-böse Blick' signalisiert Missbilligung angesichts der Verwendung des teuren Folienglanzpapiers und könnte in Zusammenhang damit stehen, dass die Schüler*innen nach der Reflexionsphase mit einem anderen (günstigeren) Papier arbeiten. Im Kontrast dazu steht die positive Reaktion auf die Plisseefaltung: Das mehrfache Nicken, das Lächeln und das Aufreißen der Augen sind m. E. deutliche Zeichen von Anerkennung und Begeisterung. Das erhöhte Nutzen der Plisseefalttechnik nach der Reflexion könnte mit dieser positiven Reaktion der L#5 auf die Schüler*innenpräsentation zusammenhängen.

Die neutrale Mimik und das Ausbleiben jeglicher Reaktionen der L#5 auf andere Beiträge der Schüler*innen könnten, vor dem Hintergrund der fast überschwänglichen Reaktion der L#5 auf den Plissee-Beitrag, als Abwertung interpretiert werden. Dies könnte dazu führen, dass die anderen Schüler*innen ihre eigenen Ideen als weniger relevant bzw. gewollt einschätzen. Im Sinne dieser Annahme wäre zu erklären, dass viele Schüler*innengruppen nach der Reflexionsrunde die Plisseefalttechnik ‚kopieren'.

Obgleich keiner der Schüler*innenbeiträge von L#5 verbal-vokal kommentiert, wird bewertet L#5 dennoch nonverbal-nonvokal jeden einzelnen Beitrag und kommuniziert dabei nach meiner Interpretation nonverbal-nonvokal eindeutige subjektive Präferenzen für die Pliseefaltung. Ausschnitt 20 verdeutlicht, wie stark das *nonverbale Handeln* einer Lehrperson die Handlungen der Schüler*innen beeinflussen kann, selbst wenn diese Lehrperson *schweigt*.

Die Gemeinsamkeit der exemplarischen Ausschnitte 18, 19 und 20 liegt nun gerade darin, dass die jeweilige Lehrkraft *ausschließlich* nonverbal-nonvokal agiert: L#1 bewertet die Beobachtungsbeschreibungen ihrer Schüler*innen mittels Lächeln oder Kopfnicken

(„Kerzenaufzug“; Ausschnitt 18) und degradiert dabei m. E. das wiederholte Beschreiben einzelner Beobachtungen oder die Verbalisierung vermeintlicher Randerscheinungen, wie die Gasbläschen oder das Beschlagen des Glases, gegenüber dem Ausgehen der Kerze und dem Ansteigen des Wasserpegels. L#3 nimmt Schüler*innen, die Schwierigkeiten beim Bau einer „Gurkenbatterie“ (Ausschnitt 19) beklagen („Ich höre nix!“), ungefragt und unabgesprochen den Kopfhörer (= Sensor) ab und platziert diesen so, dass der Kopfhörer beide Metalle und das Elektrolyt berührt. Dabei agiert L#3 m. E. eindeutig übergriffig. L#5 setzt zur Bewertung der Konstruktionsvorschläge von Schüler*innen („Brücken“; Ausschnitt 20) z. B. „kritisch-böse Blicke“, Lächeln oder Kopfnicken ein.

Wenn aber, wie im GOFEX (s. Kap. 5.4), im Sinne der persönlichen Offenheit grundgelegt wird, „dass Lernwege und auch Lerninhalte von der im Vorfeld geplanten Form abweichen“ (M. Peschel 2009b: 233) und die Schüler*innen „alternative Lösungen“ (Schönwald 2001: 394) und Lösungswege nutzen dürfen, muss der Umgang der Lehrkräfte L#1, L#3 und L#5 mit ‚alternativen Schüler*innenlösungen‘ (z. B. Folienglanzpapier, einfache, doppelte und mehrlagige Faltungen), mit nicht erwartungskonformen bzw. nicht als relevant erachteten Äußerungen (z. B. Beobachtungsbeschreibungen zu Randaspekten) und mit Schwierigkeiten (z. B. bei der „Gurkenbatterie“) m. E. differenziert betrachtet werden.

Das Handeln von L#1, L#3 und L#5 wurde hier beispielhaft analysiert. Die übrigen Lehrkräfte der zweiten Vorstudie haben ähnlich agiert und sich, v. a. in den Reflexionsphasen, verbalsprachlich zurückgehalten, die Beiträge ihrer Schüler*innen aber z. B. durch lobende, zweifelnde oder kritische Blicke bewertet (vgl. ebd.; Holzkamp 1995).

Während der GOFEX-Tage ‚sorgen‘ Lehrkräfte für einen reibungslosen Ablauf und etablieren einen ‚Ordnungsrahmen‘ (s. Kap. 5.7.4), indem sie Regeln, u. a. bezüglich Lautstärke oder Sitzordnung, bestimmen und durchsetzen. Solche Interventionen habe ich als „Disziplinieren“ kategorisiert. Die Qualitative Inhaltsanalyse ist jedoch zunächst blind dafür, dass diese Interventionen verschiedene Modalitäten oder Kommunikationswege nutzen. Sie „klassifiziert [...] eher als dass sie Sinnstrukturen rekonstruiert, sie ist nicht in der Lage bzw. nicht darauf angelegt, implizite [latente oder tiefere; Anm. d. V.] Bedeutungen, wie sie in der Art und Weise einer Formulierung oder einer Interaktionssequenz zum Ausdruck kommen könnten, zu erfassen“ (Przyborski & Wohlrab-Sahr 2013: 189).

Verbale Aufforderungen von Lehrkräften an die Schüler*innen, z. B. leiser miteinander zu sprechen, nicht auf den Stühlen zu knien oder an den Gruppentischen zu stehen, habe ich deshalb genauso klassifiziert wie nonverbale Interventionen von Lehrkräften, z. B. das Antippen der Schulter, infolgedessen ein Schüler das Kippeln mit einem Stuhl einstellt, der gestische Fingerzeig, ein Namensschild ordentlich anzukleben, oder der stren-

ge Blick, der dazu führte, dass ein Schüler seine Kapuze herabzieht. Die Kategorie „Disziplinieren“ selbst lässt keinen Rückschluss auf die Modalität bzw. den Kommunikationsweg solcher Interventionen zu, die jedoch für die Aushandlung von Selbstbestimmung m. E. von zentraler Bedeutung wäre, da die Nonverbalitäten wesentlich subtiler, unterschwelliger transportiert werden und dabei deutlich über das Gesagte hinausgehen bzw. das Gesagte ggf. *ersetzen* (vgl. Rosenbusch 1995: 179; Pratolo 2019: 121).

Für meine Hauptstudie erscheint m. E. ein Vorgehen angemessen, dass über beschreibende inhaltsanalytische Verfahren hinausgeht und soziale Strukturen analysierbar macht (s. Kap. 5.7.2). Dies leistet m. E. das mehrstufige Kodierverfahren der Grounded Theory Methodologie stärker als die Kategorienbildung der Qualitativen Inhaltsanalyse.

> „Wenn man diesen Weg geht, dann hat man bereits die Inhaltsanalyse verlassen und sich der hermeneutischen Interpretation eines interaktiven Geschehens zugewandt, die prinzipiell den sozialen Prozess und die durch diesen Prozess initiierte Dynamik in den Blick nimmt“ (Reichertz 2016: 332f.; s. a. Kap. 5.7.2).

Die Kategorien in der Qualitativen Inhaltsanalyse bleiben m. E. hinsichtlich sozialer Prozesse wie Kommunikationseinflüsse und -modalitäten unterbestimmter als die Kategorien in der Grounded Theory Methodologie, die analytisch im Hinblick auf Eigenschaften und Dimensionen ausdifferenziert werden (s. Kap. 2.3). Diese Eigenschaften und Dimensionen beinhalten z. B. Modalitäten der Kommunikation und lassen sensiblere Interpretationen zu. Eine solche ausdifferenzierte Interpretation ist, dass Lehrkräfte u. a. im Bereich des Ordnungsrahmens (Kategorie „Disziplinieren“) oder des methodischen Vorgehens (Kategorie „Bewerten“) oft *nur* nonverbal – und damit subtiler, unterschwelliger – intervieren, aber gleichzeitig schweigen. Diese Nonverbalitäten (teils ist dies eine „Verhinderungskörpersprache“) sind m. E. ein nutzbarer Zugang zur persönlichen Offenheit der Lehrperson und ergiebiger als eine Fokussierung auf Verbalsprache (s.a. Kap. 4.1.3).

5.7.8 Fazit aus Vorstudie 2

Während Vorstudie 1 vornehmlich die Kommunikation zwischen Schülerinnen und Schülern fokussierte, ging es in Vorstudie 2 darum, erste ad hoc Hypothesen zur Kommunikation zwischen Lehrkräften und Schüler*innen zu entwickeln und damit grundzulegen, wie die in verschiedenen Aufgabenformaten (GOFEX-Modulebene 1, 2 und 3) angelegte Aushandlung von Selbstbestimmung in den Interaktionen zwischen Schüler*innen und ihrer Lehrperson weitergeführt wird. Meine Forschungsanliegen bei der zweiten Vorstudie adressierten dabei (a) die Auswirkungen des Lehrkräftehandelns auf die organisatorischen Entscheidungen der Schüler*innen, (b) das methodische Verständnis

von Experimentieren, das die Lehrkraft durch ihre Handlungen transportiert, und (c) die soziale Dimension des Offenen Experimentierens und die Regeln an einem GOFEX-Tag.

Bezugnehmend auf meine Einzelfragestellungen[198] (s. Kap. 5.5) habe ich durch Vorstudie 2 weitere, vorläufige Antworten in Form von ad hoc Hypothesen entwickelt, die v. a. die Lehrenden-Lernenden-Interaktion (Einzelfragestellung 2a) in den Blick nehmen:[199]

Einzelfragestellung		**ad hoc Hypothese**
Experimentieraufgaben mit modularer Öffnung und soziale Offenheit	1a	– *Vorwegnehmende Aufgabenelemente in geschlossenen Experimentieraufgaben evozieren einen Modus des schnellen Abarbeitens.* – *Der Verzicht auf vorwegnehmende Aufgabenelemente evoziert einen Austausch zwischen Schüler*innen über Experimente/Beobachtungen.* – *Geöffnete/offene Experimentieraufgaben evozieren einen methoden-, inhalts- oder phänomenorientierten Austausch zwischen Schüler*innen.*
	1b	– ***Entgegen der sozialen Öffnung etablieren Lehrkräfte einen Ordnungsrahmen für das Offene Experimentieren im GOFEX.***
Pädagogisch-didaktisch-fachliche Interventionen **(Soziale Kontextbedingungen)**	2a	– *Das Absichern von Lösungen und Lösungswegen ist ein typischer Modus der Erwartungshaltung von Kindern hinsichtlich kleinschrittiger Instruktionen.* – ***Lehrkräfte modifizieren organisatorische Aspekte des Experimentierens und beeinflussen damit das methodische Vorgehen.*** – **Das methodische Verständnis der Lehrkräfte im GOFEX von Experimentieren unterliegt einer Ergebnis-/Produktorientierung.** – **Das nonverbale Handeln der Lehrperson erweist sich als nutzbarer Zugang zur persönlichen Offenheit der Lehrperson.**
	2b	
Situative Kontextbedingungen	3a	– *Das Experimentiermaterial ist ein Element der Öffnung*.

Wie sowohl in den Beobachtungs- als auch in den Interviewdaten analysiert werden konnte, ließen sich Lehrpersonen in Vorstudie 2 nur selten auf eine *fachlich-inhaltliche* oder *fachlich-methodische Begleitung des Experimentierprozesses* der Schüler*innen ein. Stattdessen forderten sie eine reibungslose Zusammenarbeit innerhalb der Kleingruppen oder kontrollierten das Einhalten von Sicherheitsbestimmungen und von Regeln zum ressourcenschonenden Umgang mit Experimentiermaterialien. Zudem disziplinierten sie in ihren Augen unangemessenes Verhalten, wie zu hohe Lautstärke oder unachtsamer Umgang mit Mobiliar, sie organisierten insgesamt einen ‚reibungslosen' Ablauf und stellten den ‚Ordnungsrahmen' des GOFEX-Tages sicher (vgl. Diener & Peschel 2019: 29). Dies ging m. E. oft mit einer Begrenzung der *sozialen Offenheit* des GOFEX-Tages einer.

[198] Einzelfragestellung 1a: Wie wirken Experimentieraufgaben unterschiedlicher Öffnungsstufen auf die Aushandlung von Selbstbestimmung zwischen Lehrenden und Lernenden?
Einzelfragestellung 1b: Wie und von bzw. mit wem werden soziale Strukturen (Kommunikations-, Dokumentations-, Präsentationsformen, Regeln und Rituale) ausgehandelt?
Einzelfragestellung 2a: Wie wirken Interventionen der Lehrenden auf die Aushandlung der Selbstbestimmung zwischen Lehrenden und Lernenden?

[199] Die „neuen" ad hoc Hypothesen habe ich **fett** verschriftet. Die übrigen ad hoc Hypothesen stammen aus Vorstudie 1.

Selbst an den drei methodisch geöffneten (Modulebene 2) und dem inhaltlich geöffneten GOFEX-Tag (Modulebene 3) aus Vorstudie 2 wurde in meiner Interpretation *keine soziale Öffnung* im Sinne einer Klassenselbstverwaltung realisiert, sondern die Lehrkräfte legten die Kommunikationsformen und -normen fest bzw. transportierten solche aus ihrem Schulunterricht (z. B. Meldeverfahren). Die Lehrkräfte trafen Entscheidungen hinsichtlich der Präsentation von Arbeitsergebnissen, ohne die Schüler*innen zu beteiligen und ‚zwangen' (hier bewusst dogmatisch formuliert) die Schüler*innen teilweise auch zur Dokumentation von Ergebnissen im Forscher*innenheft (vgl. Diener & Peschel 2019).[200]

Vielfach transportierten die Lehrpersonen Verhaltensregeln und Rituale aus dem Klassenraum ins GOFEX (z. B. Stillezeichen, Klatschrhythmen zur Aufmerksamkeitslenkung) und setzten diese auch im GOFEX um bzw. reglementieren Verstöße, ohne die Einführung und Durchsetzung der Regeln als Teilelement der Klassen(selbst)verwaltung mit den Schüler*innen oder den GOFEX-Dozierenden abzusprechen. Schulische Normen und Setzungen wurden stattdessen ungefragt vom Klassenraum ins GOFEX übertragen.

Oftmals bezog sich das Lehrkräftehandeln in Vorstudie 2 außerdem auf die *organisatorischen Rahmenbedingungen des Experimentierens* der Schüler*innen. Interventionen der beobachteten Lehrkräfte modifizierten die Bearbeitungsreihenfolge von Experimentieraufgaben, die Zugänglichkeit von Materialien, die Sozialform bzw. Paar- und Gruppeneinteilung und die Arbeitsweise bzw. Rollenverteilung innerhalb der Gruppe – Aspekte, deren Wahl den Schüler*innen im GOFEX-Konzept eigentlich freistehen. Damit handelten die Lehrkräfte entgegen den GOFEX-Konzepten, die ihnen zuvor kommuniziert wurden. Gleichzeitig wirkten sich auch diese überwiegend organisationsbezogenen Interventionen der Lehrkräfte auf die methodischen und inhaltlichen Entscheidungen hinsichtlich von Lerninhalten, Lernzielen und Lernwegen aus, wie in Kapitel 5.7.5 diskutiert wurde.

Eine Vorgabe bestimmter Sozialformen oder Gruppeneinteilungen durch Lehrkräfte, wie L#4 in Kap. 5.7.5, die aus sachfremden Gründen geschieht (z. B. um Streitigkeiten zu vermeiden oder soziale Lernziele zu verfolgen), kann fachmethodisch begründete Planungen und Vorbereitungen ‚über den Haufen werfen' und zur Begrenzung bestimmter Bearbeitungswege oder (fachinhaltlicher, fachmethodischer) Zielsetzungen führen.

Lehrkräfte aus Vorstudie 2, die *pädagogisch-didaktisch-fachlich intervenieren*, kommandieren bzw. führen die Schüler*innen meist kleinschrittig, zielgerichtet und ohne Umwege zu einem von der Lehrkraft intendierten Endresultat. Sie fragen ohne Wiederholungen

[200] Teilweise legten auch die GOFEX-Dozierenden Kommunikationsformen und -normen, Dokumentations- und Präsentationsformen usw. fest. Dies wurde in Vorstudie 2 zunächst vernachlässigt, wird aber in der Hauptstudie bearbeitet.

oder Variationen – und damit m. E. verfrüht – nach Erklärungen. Ihr methodisches Verständnis unterliegt, entgegen der im Experimentierverständnis prozessorientierten GOFEX-Konzeption, einer starken Ergebnis- und Produktorientierung (s. a. Kap. 3.1; 5.4).

Wenn eine Lehrkraft die Aufgabenbearbeitung der Schüler*innen pädagogisch-didaktisch-fachlich begleitet, lässt sich ihre persönliche Offenheit aus den Interaktionen zwischen der Lehrkraft und den Schüler*innen rekonstruieren. Ausschlaggebend für diese Rekonstruktion ist die *Kommunikationsgestaltung* (u. a. Gestik, Mimik, Proxemik). Lehrkräfte beeinflussen die Experimentierhandlungen und das Vorgehen ihrer Schüler*innen nicht nur auf verbal-vokaler Ebene, z. B. durch bewertende Äußerungen. In der zweiten Vorstudie konnte ich beobachten, wie Lehrkräfte ihre Schüler*innen – gegen die Intentionen des GOFEX – schrittweise und zielgerichtet zu favorisierten Lösungen bzw. Lösungswegen führten (s. Kap. 5.7.7). Diese Führung erfolgte jedoch v. a. nonverbal-nonvokal (durch z. B. Blicke, Augenrollen oder Gestik) – oft bei gleichzeitiger verbal-vokaler ‚Zurückhaltung'.

Die (empfundene) Selbstbestimmung der Schüler*innen beim Experimentieren ist somit nicht ausschließlich vom Öffnungsgrad der eingesetzten Aufgaben und den entsprechenden methodisch-inhaltlichen Entscheidungsmöglichkeiten *an sich* abhängig (vgl. Hartinger 2005; 2008). Vielmehr ist die (empfundene) Selbstbestimmung *das Ergebnis einer Aushandlung* von Selbstbestimmung, vom Öffnungsgrad und von Entscheidungsmöglichkeiten, *in sozialen Interaktionen*, *grundgelegt zunächst durch die Aufgaben selbst*.

In den sozialen Interaktionen zwischen den Schüler*innen und der Lehrkraft wurden die methodisch-inhaltlichen Bedingungen der Aufgaben und die organisatorischen Rahmenbedingungen weiter ausgehandelt, der Öffnungsgrad neuerlich interpretiert und ggf. Neudeutungen der Aufgabenstellungen, des Vorgehens und der Lernziele entworfen.

Selbstbestimmungsmöglichkeiten beim Experimentieren werden folglich interaktiv, verbal und nonverbal (also ‚multiverbal') und auf verschiedenen Ebenen resp. Dimensionen (‚Multidimensionalität') zwischen den Schüler*innen und der Lehrkraft ausgehandelt. Dabei nehmen *zunächst* v. a. die eingesetzte Experimentieraufgaben (Aufgabenformate: Öffnungsstufen, Aufgabenelemente: Aufgabenqualität) und *in Folge dann* v. a. die Interaktionen zwischen der Lehrperson und den Schüler*innen Einfluss auf das Handeln und die Entscheidungen der Schüler*innen sowie die Aushandlung von Selbstbestimmung („*doing* AGENCY"). Die persönliche Offenheit der Lehrkraft wirkt wiederum auf die organisatorischen, methodischen und inhaltlichen Öffnungsdimensionen zurück und beeinflussen diese auch. Das nonverbale Handeln der Lehrperson erweist sich dabei als nutzbarer Zugang zur persönlichen Offenheit der Lehrperson (vgl. Kihm & Peschel 2025).

6 Methodisches Vorgehen zur Entwicklung des Kodierparadigmas

Die Methode der Datenerhebung meiner Hauptstudie war eine (passiv) Teilnehmende Beobachtung, während der ich Feldnotizen anfertigte (Lüders 2011; Spradley 2016; s. Kap. 6.1; 6.2). Als Methode der Datenaufbereitung nutzte ich Beobachtungsprotokolle (Hirschauer 2001; Breidenstein et al. 2015; s. Kap. 6.3). Als Methode der Datenauswertung setzte ich das Grounded Theory Kodierverfahren (Strauss & Corbin 1996; Glaser & Strauss 2010; s. Kap. 6.4) ein, um eine mehrstufige qualitative Analyse und Interpretation der Daten vornehmen zu können (vgl. auch Mayring 2016; Giest 2019). Bevor ich mein methodisches Vorgehen zur Datenerhebung, -aufbereitung und -auswertung entsprechend darstelle, skizziere ich meinen Feldzugang und mein Sampling (s. Kap. 6.1).

6.1 Feldzugang, Proband*innen und Stichprobe (Theoretisches Sampling)

Die Auswahl des Feldes GOFEX habe ich in Kapitel 5.4 aus dem bisherigen Forschungsstand abgeleitet und legitimiert. Der Zugang zum Feld wurde mir durch mehrjährige Tätigkeit am Lehrstuhl Didaktik des Sachunterrichts (Prof. Dr. Markus Peschel) ermöglicht. Als studentische Hilfskraft habe ich seit 2015 regelmäßig GOFEX-Tage geleitet. Insofern bin ich mit den konzeptionellen, insbesondere didaktischen und raum- sowie materialbezogenen Grundlagen des GOFEX vertraut und habe teilweise selbst an deren Weiterentwicklung mitgearbeitet (vgl. u. a. Kihm et al. 2018; Kihm & Peschel 2019). Zudem habe ich in dem zu untersuchenden Feld selbst Vorerfahrungen als Student und Dozierender in der Rolle Lernbegleitung an GOFEX-Tagen gesammelt. Ich verfüge dementsprechend über eine ausgeprägte theoretische Sensibilität (s. Kap. 2; 5), um Selbstbestimmungsaushandlungprozesse beim Offenen Experimentieren im GOFEX beforschen zu können.

Meine Proband*innen sind Schüler*innen aus Regelgrundschulklassen und deren (meist Klassen-)Lehrpersonen, die gemeinsam an einem GOFEX-Tag an der Universität des Saarlandes teilnahmen. Teilweise war – bei insgesamt vierzehn GOFEX-Tagen – ‚nur' eine Lehrkraft anwesend (neunmal), teilweise jedoch auch zwei Lehrpersonen (fünfmal).

Insgesamt besteht mein Sampling aus zehn Schulklassen, die im Beobachtungszeitraum alle ihren ersten Besuch im GOFEX hatten. Ich habe eine jahrgangsübergreifende Schulklasse (1-4) beobachtet. An den übrigen beobachteten GOFEX-Tagen nahmen zwei erste Klassen, sechs zweite Klassen, vier dritte Klassen und eine vierte Klasse teil. Dabei wurden zwei Schulklassen zweimal, also an jeweils zwei GOFEX-Tagen, beobachtet, eine Schulklasse wurde dreimal (an drei GOFEX-Tagen) beobachtet. Die übrigen sieben Schulklassen wurden je ‚nur' einmal beobachtet. Einige Schulklassen nahmen zwei- bzw.

dreimal an GOFEX-Tagen teil, sodass diese zunehmend mit den Abläufen und Konzepten im GOFEX vertraut wurden. Insgesamt addiert sich dies auf vierzehn Beobachtungstage, die sich in Bezug auf die Öffnungsstufe (s. Kap. 5.4) wie folgt zusammensetzten: Modul 1 (Angeleitetes Experimentieren an Stationen) wurde sechsmal, Modul 2 (Geöffnete Experimentieren an Stationen) dreimal, Modul 3 (Freies Explorieren, Experimentieren und Problemlösen) viermal und Modul 5 (Offenes Experimentieren) einmal beobachtet.

Unter Berücksichtigung der o. g. Doppel- bzw. Dreifachteilnahmen einzelner Schulklassen wurden 216 verschiedene Schülerinnen und Schüler sowie fünfzehn verschiedene Lehrpersonen beobachtet. Von einer Lehrperson liegen Beobachtungsdaten von drei GOFEX-Tagen vor, zwei Lehrpersonen wurden jeweils zweimal beobachtet.

Die Buchung und Anmeldung zu den GOFEX-Tagen erfolgte ausschließlich über ein online-Formular (www.GOFEX.info): Erreichte den Lehrstuhl eine Buchungsanfrage einer Lehrperson, nahm eine studentische Hilfskraft per E-Mail Kontakt mit der Lehrperson auf und vereinbarte einen Termin für einen GOFEX-Tag. Die Koordination der im Forschungsprojekt relevanten GOFEX-Tage erfolgte mittels Kalender-Applikation im CMS-System und -Framework Drupal. Relevante Informationseinheiten sind dabei Termin (Datum), Thema, Klassenstufe, Öffnungsgrad und Personalplanung unsererseits.

Etwa vier Wochen vor dem GOFEX-Tag erhielten die Lehrkräfte per E-Mail ein Schreiben mit Informationen zu GOFEX und zu meinem Forschungsvorhaben. Darin wurden sie ausgiebig über die Konzepte des GOFEX und die Intention dieser Konzepte informiert und darum gebeten, das projektbezogene Informationsschreiben an die Erziehungsberechtigten der Kinder weiterzuleiten. Das Informationsschreiben mit Einverständniserklärung verfolgte dabei mehrere Ziele und kann dem Anhang 3 entnommen werden:

- Ein **Informationsschreiben** für Erziehungsberechtigte und Lehrkräfte stellte das Forschungsvorhaben vor und wies dabei das Beforschen von Interaktionsprozessen beim Offenen Experimentieren als grundsätzliches Ziel aus.[201] Im Informationsschreiben wurde meine Anwesenheit im Feld mit einem generellen (Forschungs-)Interesse für Lehr-Lern-Prozesse beim Offenen Experimentieren erklärt.

[201] An dieser Stelle fand eine Abwägung zwischen forschungsethischen (vgl. Flick 2016) und forschungsmethodischen (vgl. Przyborski & Wohlrab-Sahr 2013; Breidenstein et al. 2015) Aspekten statt:
Aus forschungsmethodischen Gründen wurde nicht explizit auf mein konkretes Forschungsinteresse bzgl. Aushandlung von Selbstbestimmung hingewiesen, um nicht zu stark auf das Handeln der Agierenden beim Offenen Experimentieren einzuwirken. „Dennoch wird man – wenn man offen forscht – den Personen, mit denen man im Feld zu tun hat, in allgemeinverständlicher Weise klar machen müssen, worüber man forscht und was die Personen im Forschungsfeld zu dieser Forschung beitragen können“ (Przyborski & Wohlrab-Sahr 2013: 44). Dies erfolgt einerseits gegenüber den Erziehungsberechtigten und Lehrpersonen in schriftlicher Form, andererseits bei meiner Vorstellung am GOFEX-Tag gegenüber den Schüler*innen und Lehrpersonen. Die Forschungsethik wurde in meinen Augen durch das Informationsschreiben und die beiden Einverständniserklärungen (Erziehungsberechtigte, Lehrkräfte) sowie durch den mündlich vorgetragenen Hinweis bzw. meine Vorstellung zu Beginn des GOFEX-Tages ausreichend abgedeckt.

- Mit dem o. g. forschungsvorhabenbezogenen Informationsschreiben bekamen die Lehrkräfte und die Erziehungsberechtigten zusätzlich ein **Informationsschreiben zum GOFEX-Konzept**, v. a. bzgl. des didaktischen Konzepts, der besonderen Räumlichkeit und des Materialkonzepts (s. Kap. 5.4). Wesentlicher Inhalt dieses Schreibens war schließlich auch das Thema ‚Lernbegleitung', das die Lehrkräfte u. a. über Erwartungen und Intentionen bzgl. ihrer Rolle am GOFEX-Tag informierte.
- Eine **Einverständniserklärung** bezog sich schließlich darauf, dass im Grundschullabor Forschung stattfindet, d. h. die GOFEX-Tage dokumentiert, teilnehmend beobachtet und analysiert werden. Sowohl die Schüler*innen selbst und ihre Erziehungsberechtigten als auch die Lehrpersonen sollten diese unterschreiben.

Zuständig für die Kontaktaufnahme und Ausgabe des Informationsschreibens an die entsprechenden Schulen sowie für die Sammlung und Verwaltung der eingehenden Einverständniserklärungen waren studentische Hilfskräfte (s. Kap. 5.4).

Die Instruktion der GOFEX-Dozierenden[202], die die zu erhebenden GOFEX-Tage hauptverantwortlich geleitet (GOFEX-Hauptlernbegleitung) bzw. in den Experimentierphasen unterstützt haben (GOFEX-Nebenlernbegleitung) wurde von mir selbst durchgeführt. Dabei habe ich die GOFEX-Dozierenden hinsichtlich meines Forschungsinteresses, des Ablaufes, der Organisation, der Planung und der Aufgaben- bzw. Rollenverteilung am GOFEX-Tag gebrieft.[203] Diese GOFEX-Dozierenden, die die GOFEX-Tage geleitet bzw. begleitet haben, wurden als weitere Proband*innen in ihren Interaktionen mit den Schüler*innen und den Lehrpersonen beobachtet. Insgesamt zehn verschiedene GOFEX-Dozierende nahmen als Lernbegleitung an den GOFEX-Tagen teil (eine wissenschaftliche Mitarbeitende, fünf studentische Hilfskräfte, vier Studierende). Sie waren an den vierzehn GOFEX-Tagen unterschiedlich häufig eingesetzt (achtmal: LB#JDw, viermal: LB#SKw, dreimal: LB#MFw, LB#CKm, zweimal: LB#JGm, LB#VMw, LB#MAw, einmal: LB#ALw, LB#BWm, LB#JPm).

Insgesamt habe ich in der Hauptstudie vierzehn GOFEX-Tage im Zeitraum Juli 2018 bis Dezember 2019 teilnehmend beobachtet. Dieser Beobachtungszeitraum ergibt sich zum einen aus einer weiteren ‚Testerhebung', die ich nach den beiden Vorstudien im Juli 2018 durchgeführt habe, um mein Vorgehen als teilnehmender Beobachter und meine

[202] Alle eingesetzten GOFEX-Dozierenden verfügten, neben ihrer fachlichen und fachdidaktischen Ausbildung von mind. 28 ECTS, alle bereits über Erfahrung in der Durchführung von GOFEX-Tagen.

[203] Die GOFEX-Dozierenden bereiteten die jeweilige Lernumgebung bzw. das Experimentiersetting vor, indem sie das Vorhandensein benötigter Alltagsmaterialien bzw. Verbrauchsmaterialien (z. B. auch Lebensmittel) und Gerätschaften prüften und ggf. ein- bzw. nachkauften. Außerdem bauten sie die jeweiligen Lernumgebungen bzw. Experimentiersettings auf, legten also beispielsweise Stationen aus. Während der Schulklassenbesuche betreuten die GOFEX-Dozierenden die Schulklassen und Lehrkräfte vor Ort, fungierten also gewissermaßen – auch in Pausen und im Rahmen der An- bzw. Abfahrt auf den Campus – als Ansprechpartner*innen. Nachbereitende Tätigkeiten umfassten beispielsweise den Abbau der Stationen oder die Evaluation des GOFEX-Tages mit den Lehrkräften und Schüler*innen.

Beobachterrolle im Feld auch bei der Zielform Offenen Experimentierens (Modul 5) zu erproben bzw. zu verifizieren. Zum anderen hängt der eineinhalbjährige Beobachtungszeitraum in der Hauptstudie damit zusammen, dass ich die Teilnehmende Beobachtung in Anlehnung an Spradley (2016) zunehmend fokussiert durchgeführt habe (s. Abb. 16).

Eine ungerichtete Anfangsphase, die deskriptive Phase der Teilnehmenden Beobachtung (Spradley 2016; s. Abb. 16), zeichnete sich durch weit gestreute und noch nicht fokussierte Beobachtungen aus, die der Orientierung im Feld dienten. Sie lieferte breit angelegte, unspezifische Beschreibungen (vgl. Lüders 2015: 387). Diese Beschreibungen habe ich dazu genutzt, „die Komplexität des Feldes möglichst vollständig zu erfassen und dabei konkretere Fragestellungen und ‚Blickrichtungen' zu entwickeln" (Flick 2016: 288).

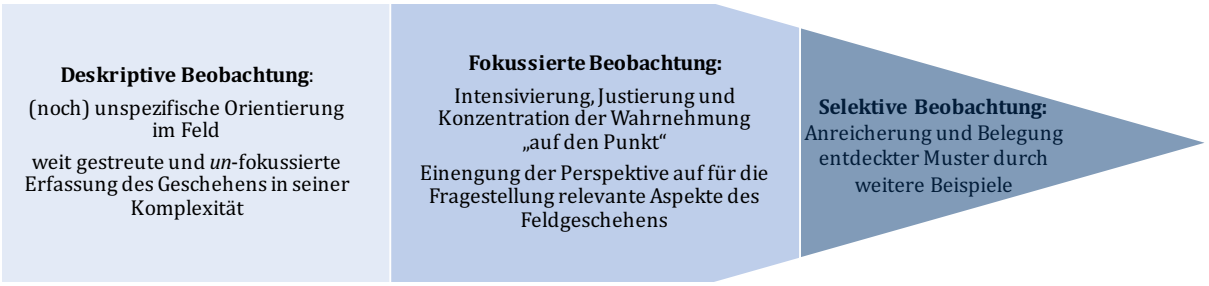


Abbildung 16: Phasen zunehmend fokussierter teilnehmender Beobachtung nach Spradley (2016) (selbst erstellt)

In meiner zweimonatigen deskriptiven Phase (Dezember 2018 bis Januar 2019 zuzüglich der o. g. Testerhebung im Juli 2018) habe ich mit Gelegenheitsstichproben gearbeitet und dabei zunächst unspezifisch alle GOFEX-Tage berücksichtigt, die sich im Zeitraum von Dezember 2018 bis Januar 2019 ereigneten (s. Tab. 30).

In der fokussierten Phase der Teilnehmenden Beobachtung (Spradley 2016; s. Abb. 16) spezifizierten sich die Beobachtungen dadurch, dass nach ersten Sichtungen und Analysen nur noch ausgewählte, für die zu untersuchende Fragestellung relevante Aspekte und Prozesse untersucht wurden (vgl. Schlömerkemper 2010: 76; Lüders 2015: 387).

In meiner etwa halbjährigen fokussierten Phase (April 2019 bis November 2019) habe ich zunehmend mit theoretisch begründeten bzw. möglichst kontrastiv ausgewählten Stichproben gearbeitet (s. Tab. 30). Die Fallauswahl erfolgte dabei nach dem Prinzip der Fallkontrastierung: „Die untersuchten Fälle sollen [...] maximal heterogen sein; kontrastierende Fälle, also solche Fälle, die interessante divergierende Merkmale aufweisen, werden zu diesem Zweck verstärkt aufgesucht" (Muckel 2007: 216). Diese kontrastierenden Fälle sollen „sehr unterschiedliche, kontrastreiche, ja manchmal sogar widersprüchliche" (Muckel et al. 2017: 9) Aspekte des Forschungsgegenstandes vermitteln, um den Forschungsgegenstand in seiner Variationsbreite und Komplexität (s. Kap. 3) zu erschließen.

Tabelle 30: Übersicht aller erhobenen GOFEX-Tage (selbst erstellt)

Phase	Termin	Datum	Thema Klasse | Öffnungsstufe	LP	LB	Anzahl SuS
Deskriptive Beobachtung	1	09.07.2018	Offenes Experimentieren Klasse 1-4 | Modul 5	LP#SBw LP#CGw	LB#JDw	16 (8w, 8m)
	2	05.12.2018	Luft Klasse 2 | Modul 1	LP#AMw	LB#JDw	26 (12w, 14m)
	3	06.12.2018	Luft Klasse 2 | Modul 1	LP#CGw	LB#JDw	25 (8w, 17m)
	4	17.01.2019	Sinne Klasse 1 | Modul 1	LP#EHw	LB#SKw LB#JDw	23 (11w, 12m)
Fokussierte Beobachtung Teil 1	5	08.04.2019	Luft Klasse 2 | Modul 1	LP#TLw	LB#JDw	22 (9w, 13m)
	6	10.04.2019	Magnetismus Klasse 3 | Modul 3	LP#LMw LP#SZw	LB#JGm LB#MFw	22 (11w, 11m)
	7	11.04.2019	Wasser Klasse 2 | Modul 2	LP#THm LP#JHw	LB#JDw LB#MFw	21 (7w, 14m)
	8	30.04.2019	Feuer Klasse 2 | Modul 1	LP#MKw	LB#SKw LB#JGm	22 (11w, 11m)
Fokussierte Beobachtung Teil 2	9	23.05.2019	Licht und Schatten Klasse 1 | Modul 2	LP#EHw	LB#JDw LB#MFw	23 (11w, 12m)
	10	24.06.2019	Elektrische Energie Klasse 4 | Modul 2	LP#SiSw LP#JBw	LB#JDw LB#VMw	21 (9w, 12m)
	11	25.06.2019	Brücken Klasse 3 | Modul 3	LP#CKm	LB#JPm LB#CKm	18 (9w, 9m)
	12	07.11.2019	Luft Klasse 2 | Modul 1	LP#EHw	LB#SKw LB#VMw LB#CKm	23 (11w, 12m)
selektive Beobachtung	13	02.12.2019	Brücken Klasse 3 | Modul 3	LP#TLw	LB#SKw LB#MAw LB#CKm	22 (9w, 13m)
	14	03.12.2019	Brücken Klasse 3 | Modul 3	LP#THm LP#WZm	LB#ALw LB#MAw LB#BWm	21 (7w, 14m)

Das **Thema** des GOFEX-Tages wurde variiert und zum einen ein recht breites Themenspektrum abgedeckt, das unterschiedliche Interessen ansprechen dürfte (vgl. Hartinger 1997). Zum anderen wurden bewusst Themen ausgewählt, die fachlich unterschiedlich komplex sind bzw. deren Umsetzung m. E. sowohl ein höheres (z. B. Feuer) als auch ein geringeres Gefahrenpotenzial (z. B. Sinne) beinhaltete. Hinsichtlich der **Öffnungsstufe** wurden in der fokussierten Phase gezielt GOFEX-Tage mit rein organisatorischer Öffnung (Modul 1), mit zusätzlicher methodischer Öffnung (Modul 2) und moderater inhaltlicher Öffnung (Modul 3) erhoben. Auch ein GOFEX-Tag der höchsten Öffnungsstufe (Modul 5) wurde gesampelt (s. Kap. 5.4), um einen maximalen Kontrast zwischen ‚Geschlossenheit' (Modulebene 1) und methodisch-inhaltlicher ‚Offenheit' (Modulebene 5) zu erzeugen.

Auch bezüglich der Akteur*innen im Feld habe ich verschiedene Auswahlentscheidungen vorgenommen: Alle **Klassenstufen** der Grundschule wurden berücksichtigt. Zudem wurden auch Schulklassen einbezogen, die nicht nur einmal, sondern zwei- bzw. dreimal an GOFEX-Tagen zu verschiedenen Themen und auf verschiedenen, sukzessive höheren Öffnungsstufen teilnahmen und insofern ‚das GOFEX schon kannten' bzw. in meinen Augen zunehmend mit den Abläufen und Konzepten im GOFEX vertraut wurden.[204]

Die Variationsbreite und Unterschiedlichkeit der Fallauswahl wurde auch im Hinblick auf die Gruppe der Lehrenden sichergestellt: Hinsichtlich der Vorerfahrungen der insgesamt fünfzehn gesampelten **Lehrpersonen** in Bezug auf die GOFEX-Konzepte wurde auf folgende Variation geachtet: In der Phase der fokussierten Beobachtung wurde eine Lehrperson gesampelt, die das GOFEX bereits vor dem Untersuchungszeitraum mehrfach mit einer anderen Schulklassen besucht hat und entsprechend über GOFEX-Erfahrungen verfügt.[205] Die übrigen Lehrpersonen nehmen im Untersuchungszeitraum entweder zum ersten Mal an einem GOFEX-Tag oder sie nahmen innerhalb des Untersuchungszeitraumes wiederholt bzw. erneut, diesmal aber mit einer anderen Klasse, teil (s. Tab. 30).[206]

Zusätzlich zu den Lehrpersonen wurden fachdidaktisch und fachwissenschaftlich geschulte GOFEX-Dozierende beobachtet (s. Kap. 5.4). Ziel dieser Kontrastierung war es, unterschiedliche Rollenverständnisse hinsichtlich der Lehr-Lern-Interaktionen im Feld beobachtbar zu machen (vgl. Peschel & Kihm 2020; Kihm et al. 2020; Kihm 2023a). Diese GOFEX-Dozierenden verfügen zum einen über eine spezifische fachwissenschaftlich-naturwissenschaftliche Qualifikation (vgl. Kelkel & Peschel 2018), was in einem Bereich, der überwiegend fachfremd unterrichtet wird (vgl. Niermann 2016; Möller 2016; Peschel & Mammes 2022; s. Kap. 5.3) m. E. an sich schon sehr kontrastiv wirkt. Zum anderen sind sie fachdidaktisch im Offenen Experimentieren und in der Rolle und Funktion der Lernbegleitung im GOFEX ausgebildet (s. Kap. 5.4) und ergänzen so insgesamt die Ausrichtung eines Offenen Experimentierens im Sinne des didaktischen GOFEX-Konzeptes.

Die abschließende, selektive Phase der Teilnehmenden Beobachtung war v. a. darauf gerichtet, „weitere Belege und Beispiele" (Flick 2016: 288) für das entwickelte System aus Konzept-Codes und Kategorien zu finden (vgl. auch Spradley 2016; s. Abb. 16).

---

[204] Zur Erinnerung: Insgesamt beobachtete ich an vierzehn GOFEX-Tagen eine jahrgangsübergreifende Klasse (1-4), zwei erste Klassen, sechs zweite Klassen, vier dritte Klassen und eine vierte Klasse. Dabei wurden zwei Schulklassen zweimal, eine Schulklasse dreimal und die übrigen sieben Schulklassen je einmal beobachtet.

[205] Vor dem Untersuchungszeitraum hat LP#EHw mit ihrer dritten und später mit derselben (vierten) Klasse GOFEX-Tage auf verschiedenen Öffnungsstufen besucht. Im Rahmen der deskriptiven Beobachtungsphase nahm ihre (neue) erste Klasse an einem GOFEX-Tag teil (Januar 2019). Diese Klasse habe noch zwei weitere Male in der fokussierten Beobachtungsphase gesampelt (Mai 2019 sowie – nach den Sommerferien als zweite Klasse – November 2019).

[206] Zur Erinnerung: Von einer Lehrperson liegen Beobachtungsdaten von drei GOFEX-Tagen vor, zwei Lehrpersonen wurden jeweils zweimal beobachtet.

Dazu habe ich z. B. zusätzlich Lehrer*innen beforscht, die durch Studium bzw. Weiterbildung in den Konzepten des GOFEX ausgebildet und qualifiziert wurden (LP#THm; LP#TLw). Außerdem gingen zwei GOFEX-Tage mit methodisch-inhaltlicher Öffnung (Modul 3; s. Kap. 5.4) in das Sample ein, um das bislang entwickelte Kategoriensystem durch weitere Beispiele und Belege aus Experimentier-Lehr-Lern-Situationen mit methodischer *und* zunehmend inhaltlicher Öffnung anzureichern (Dezember 2019; s. Tab. 30).

Kriterium für das Ende des Samplingprozesses ist die theoretische Sättigung. Sie tritt ein, wenn in den Beobachtungen „keine zusätzlichen Daten mehr gefunden werden können, mit deren Hilfe [...] weitere Eigenschaften der Kategorie" (Glaser & Strauss 2010: 77) entwickelt werden können. Sobald sich die Beispiele und Belege wiederholen, wird davon ausgegangen, dass eine Kategorie gesättigt, d. h. detailliert, kohärent und ‚dicht genug' ausgearbeitet ist (vgl. ebd.). Die entwickelten Kategorien müssen allen auftretenden empirischen Variationen und Kontrastierungen standhalten (vgl. Breuer 2010: 110).

In dem Moment, in dem weitere GOFEX-Tage keine grundsätzlich neuen oder bedeutsamen Erkenntnisse, Kategorien oder Eigenschaften mehr erwarten lassen, kann der Datenerhebungsprozess *vorerst* beendet werden. Die Theoriebildung gilt als *vorläufig* abgeschlossen und die GT als *vorerst* gesättigt, wenn die Beziehungen zwischen den Kategorien untereinander geklärt sind (vgl. Strauss & Corbin 1996: 159; Muckel et al. 2017: 10ff.).

> Die Sättigung einer Theorie „gilt dann als erreicht, wenn weitere hinzugezogene und analysierte Daten keinen Beitrag zu ihrer konzeptuellen Erweiterung bzw. Veränderung mehr leisten, wenn alle neuen Fälle im herausgearbeiteten Modell theoretisch ‚untergebracht' werden können" (Breuer 2010: 110).

Die Vorläufigkeit der an den Daten entwickelten GT ist eine unverrückbare Grundannahme der Grounded Theory Methodologie (s. Kap. 2). Theorien befinden sich „in einem kontinuierlichen sozialen Herstellungsprozess" (Kehrbaum 2009: 69). Jede „Formulierung einer Theorie [ist daher] immer nur provisorisch" (Strübing 2014: 62; Anm. d. V.).

6.2 Datenerhebung: Teilnehmende Beobachtung

Im Zeitraum Juli 2018 bis Dezember 2019 war ich an insgesamt vierzehn GOFEX-Tagen zu unterschiedlichen Themen und auf unterschiedlichen Öffnungsstufen (s. Kap. 5.4; Kap. 6.1) als (passiv) Teilnehmender Beobachter anwesend und habe beim Offenen Experimentieren (s. Kap. 3.2.2.5) die wechselseitigen Handlungen der Schüler*innen, Lehrpersonen und GOFEX-Dozierenden bzw. die Interaktionen zwischen diesen Akteur*innen beobachtet. Mittels teilnehmender Beobachtung werden Selbstbestimmungsaushandlungen als „komplexe interaktive Phänomene" (Ammann & van Holten 2017: 6) forschungsmethodisch zugänglich und es lässt sich rekonstruieren, wie Selbstbestimmung

zwischen den Schüler*innen und den Lehrenden (Lehrpersonen und GOFEX-Dozierenden) ausgehandelt wird. Die Teilnehmende Beobachtung ist m. E. die passende Forschungsmethodik, um Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren als Ergebnis interaktiver, sozialer Aushandlungsprozesse (vgl. Koller 2011: 84f.) kontextsensibel zu erfassen.

> „By participant observation, I mean a technique […] of getting data, it seems to me, by subjecting yourself, your own body and your own personality, and your own social situation, to the set of contingencies that play upon a set of individuals" (Goffman 1989: 125) in „their social situation, or their work situation, […] or whatever. So that you are close to them while they are responding to what life does to them" (ebd.: 125).

Die Teilnehmende Beobachtung ist „ein wesentlicher Schlüssel zur verstehenden Rekonstruktion der sozialen Praxis, der diese Praxis leitenden sinnhaften Handlungsabläufe und sozialer Prozesse" (Ammann & van Holten 2017: 7). Sie ermöglicht „den Vollzug von Wirklichkeit in jeweils immer wieder neuen Interaktionen zu betrachten und darin die Regelgeleitetheit sozialer Interaktionen zu rekonstruieren" (ebd.: 11).

Durch meine unmittelbare Teilnahme an den Interaktionen *im Feld* GOFEX (s. Kap. 5.4) werden Kommunikationsprozesse und Handlungsmuster (s. Kap. 1) beobachtbar, die in Gesprächen über diese Interaktionen nicht in dieser Weise zugänglich wären (vgl. Lüders 2011: 151): „Wer das Handeln von Menschen [...] empirisch untersuchen will" (Lüders 2015: 384f.), sollte – anstatt „mit den Beteiligten Gespräche über ihr Handeln [zu] führen [...], in der Hoffnung, auf diese Weise gehaltvolle Informationen über die interessierende Praxis zu erhalten" (ebd.; s. Kap. 5.7), oder das Handeln der Menschen zu videographieren (s. Kap. 5.6) – „an dieser Alltagspraxis möglichst längerfristig teil[..]nehmen und mit ihr vertraut [...] werden, um sie in ihren alltäglichen Vollzügen beobachten zu können" (ebd.).

Auch Handlungsmuster bzw. Nutzungsweisen im konkreten Umgang der Interagierenden mit z. B. dem Raum, der Zeit oder den Experimentiermaterialien können beobachtet werden, um die Einflüsse solcher Ressourcen auf die Selbstbestimmungsaushandlung zu rekonstruieren. Raum, Zeit und Material sind zwar ‚schweigend' oder ‚stumm'; sie können aber durch mich als Beobachter „zum Sprechen gebracht" (Hirschauer 2001: 446), d. h. in ihren Einflüssen auf die Selbstbestimmungsaushandlung (auf das *doing* AGENCY), in ihren Wirkungen und Miteinanderwirkungen zunächst beschrieben, dann analysiert und interpretiert werden (vgl. Hüpping 2016; Ammann & van Holten 2017).

> „Wer sich nun wissenschaftlich dafür interessiert, welche Bedeutung bestimmte Dinge für jene Menschen haben, die alltäglich oder beruflich mit ihnen umgehen, der muss versuchen, diese Bedeutung transparent werden zu lassen und sie auf den Begriff zu bringen. Er muss die Sache so rekonstruieren, dass ihr Sinn erkannt und dass über diese Sinndeutung kommuniziert werden kann […]. Nicht-sprachliche Dinge haben […] keine Sprache, sie können sich selbst nicht artikulieren, und wir können sie auch nicht befragen" (Schlömerkemper 2010: 59), aber beobachten und beschreiben.

Die sensiblen Aspekte von nonverbalen Kommunikationen (Mimik, Gestik u. a.) sowie ‚Nicht- oder Vorsprachliches', das in den Interaktionen adressiert wird (z. B. Materialien, Räume; vgl. Hirschauer 2001: 443), können mittels Teilnehmender Beobachtung „zum Sprechen gebracht" (Hirschauer 2001: 446) und daraufhin in ihren Bedeutungen für die sozialen Interaktionen interpretiert werden. Da man bestimmte Wirkungen von Handlungsmustern jedoch nur begrenzt sehen, aber dennoch empfinden[207] kann, ist es nötig, Teilnehmendes Beobachten „nicht auf Sehen [zu] reduzier[en] [...], sondern mit allen Sinnen" (Ammann & van Holten 2017: 7; vgl. auch Goffman 1989: 125) *teilnehmend* zu beobachten. You are „in a position to note their gestural, visual, bodily response to what's going on around them and […] to sense what it is that they're responding to" (ebd.: 125).

> „Neben visueller und auditiver Wahrnehmung sind auch Geruchs- und Temperaturwahrnehmung, Körpergefühl und Tastsinn vielfältig an Interaktionen beteiligt. Ein Erhebungsinstrumentarium, das einen Zugang zur Interaktion auf der Basis aller Sinne ermöglicht, ist die teilnehmende Beobachtung" (Dinkelaker & Herrle 2009: 15).

Da das GOFEX ‚Klassenraumcharakter' hat (vgl. M. Peschel 2010; Kihm & Peschel 2019b; s. Kap. 5.4), handelt es sich m. E. *nicht* um eine künstliche Laborforschung, sondern um Feldforschung (vgl. Flick 2016: 282) in einem außerschulischen Unterrichtsfeld (vgl. Baar & Schönknecht 2018). Dies wurde bereits in den beiden Vorstudien deutlich (s. Kap. 5.6; 5.7). Zwischen Feld- und Laborforschung sind jedoch fließende Übergänge möglich (vgl. Mayring 2016: 55). Anders als übliche Laborforschung (vgl. Schlömerkemper 2010) minimieren spezielle und schulähnliche Felder wie das GOFEX – in der außerschulischen unterrichtlichen Parallelpraxis (vgl. Baar & Schönknecht 2018) – mögliche Verzerrungen durch Beeinflussung der Versuchsleitung oder des Untersuchungsinstrumentariums, um herauszufinden, wie (Untersuchungs-)Subjekte sich in ihrer sozial-materiellen Umwelt verhalten (vgl. Flick 2016). Gleichzeitig stellt das GOFEX für die Besucher*innen zwar ggf. ein ungewohntes, aber – als außerschulischer Lernort (vgl. Baar & Schönknecht 2018) – keinesfalls unnatürliches Feld dar, v. a. aufgrund des o. g. ‚Klassenraumcharakters' und der schulnahen didaktischen, Ordnungs-, Material- und Raum-Elemente (s. Kap. 5.4).

Nach den Auseinandersetzungen in meinen beiden Vorstudien lässt sich meine Rolle als Teilnehmender Beobachter in der Hauptstudie als „peripheres Mitglied" (Flick 2016: 144) spezifizieren, da ich im Feld anwesend gewesen bin und mich erkennbar, aber distanziert

---

[207] Wenn z. B. eine beobachtete Person Angst empfindet, kann ich „ihren Körperausdruck wahrnehmen und die Signale in dem [mir] selbst bekannten Grundmuster (weit offene Augen, Atemlosigkeit, [...]) als Angst wiedererkennen" (Košinàr 2009: 41). Dabei ist es „weder notwendig noch möglich, jedes einzelne Signal zu deuten, sondern den generellen Eindruck" (ebd.: 42), den man an seinem Gegenüber wahrnimmt, zu interpretieren. „Ich denke mich nicht zuerst in die Situation des Anderen hinein, um ihn dann zu verstehen, sondern ich fühle die Betroffenheit direkt, spontan und verzögerungslos. Die Dechiffrierung spontaner Bedeutungen erfolgt also durch unmittelbares ‚Spüren', durch ein geteiltes Erleben, quasi durch eine Erfahrung erster Person plural" (Hackl 2006: 71).

am Rand aufgehalten habe, ohne z. B. durch Interventionen in die GOFEX-Tage einzugreifen. Ich bewegte mich frei im GOFEX, nahm jedoch nur wenig bis gar nicht als Lernbegleitung oder Moderator an den Experimentier- und Reflexionsphasen teil (s. Kap. 5.4), sondern beobachtete primär das Feldgeschehen. Damit agierte ich als *passiv-teilnehmender Beobachter* bzw. in der Rolle *Beobachter-als-Teilnehmer* (vgl. Lamnek & Krell 2016: 529).

Damit grenzt sich meine Rolle als Teilnehmender Beobachter „sehr deutlich von nichtteilnehmend beobachtender Forschung ab, die [...] eine beobachtende Position anstrebt, die von den Akteuren nicht wahrgenommen wird" (Ammann & van Holten 2017: 7) bzw. verdeckt erfolgt (*vollständiger Beobachter*; Videographie, s. Kap. 5.6). Ich grenze mich aber auch von der Rolle als *vollständige Teilnehmer* ab, der sich vollkommen mit dem Feld identifiziert und mit der Übernahme einer aktiven Rolle als GOFEX-Lernbegleitung vollständig „in ihm aufgeht" (Lamnek & Krell 2016: 529). Mein Grad der Teilnahme am interessierten Feld geht in der Hauptstudie jedoch nicht (mehr) so weit (wie in meiner zweiten Vorstudie; s. Kap. 5.7): Kontaktaufnahmen und Hilfestellungen habe ich in meiner Hauptstudie vermieden, um „die laufenden Prozesse möglichst wenig zu stören und doch mit ihnen vertraut zu werden" (Schlömerkemper 2010: 67f.). Gleichzeitig habe ich den geringeren Involviertheitsgrad (vgl. Döring & Bortz 2016: 329) genutzt, um Kapazitäten zu haben, das Beobachtete zu beschreiben und in Feldnotizen zu verschriften (s. u.). Ich habe deshalb versucht, mich aus den Experimentierhandlungen der Schüler*innen und den Interaktionen im Feld überwiegend ‚herauszuhalten', weshalb im Einstiegskreis expliziert wurde, dass ich kein Ansprechpartner bei Problemen, sondern lediglich Beobachter bin.

Durch seine besondere Konzeption als Ort einer außerschulischen unterrichtlichen Parallelpraxis (vgl. M. Peschel 2010; Kihm & Peschel 2019b; s. Kap. 5.4) bzw. als außerschulischer Lernort (vgl. Baar & Schönknecht 2018; s. o.) können weitere Personen und zusätzliche Rollen weitestgehend unauffällig im GOFEX etabliert werden (vgl. Breidenstein 2012: 31; Peschel & Kihm 2020; Kihm & Peschel 2021b). Hier erweist sich das GOFEX als pragmatisches Forschungsfeld, weil es dort üblich ist, das sich eine Vielzahl Erwachsener (GOFEX-Dozierende, Studierende, Lehrkräfte) mit unterschiedlichen Rollen im GOFEX aufhält (als Lernbegleitung, als Forscher*in uvm.; s. Kap. 5.4). Weitere Personen, die z. B. ‚nur' beobachten und Notizen machen, fallen beim alltäglichen ‚Treiben' und ‚Werkeln' im GOFEX kaum auf. Diese Vielzahl Erwachsener ermöglicht es mir, mich weitestgehend zurückhaltend im GOFEX und durch das GOFEX zu bewegen. „Je öffentlicher und unüberschaubarer das Feld ist, desto leichter dürfte es sein, eine Rolle einzunehmen, die nicht weiter auffällt und das Feld nicht weiter beeinflusst" (Flick 2016: 284). Trotzdem muss geklärt sein, „wie die Beobachtenden sich zu den Problemen und dem Handeln im Feld verhalten" (Reichertz 2016: 212).

Zu klären ist dabei zunächst meine räumliche Position als Beobachter im Feld und sodann meine Rolle im Ablauf eines GOFEX-Tages (s. Kap. 5.4): Ich platzierte mich mobil und flexibel in unmittelbarer Nähe der interessierenden Interaktionen und wechselte dabei auch meine Position, um den Agierenden folgen zu können (vgl. Breidenstein et al. 2015: 77f.). Ich vermied es aber, einzelne Akteur*innen ständig intensiver Beobachtung auszusetzen und sie gewissermaßen auf Schritt und Tritt zu ‚verfolgen', um selbst weiterhin unauffällig zu agieren. In einigen Situationen habe ich bewusst und im Sinne peripherer Wahrnehmung (s. Kap. 3.1.2.4) aus der Ferne beobachtet, in anderen Momenten, meist am gleichen Tisch wie die Agierenden sitzend, aus nächster Nähe beobachtet.[208]

In den Einstiegs- und Reflexions- bzw. Abschlussphasen nahm ich mit meinem Notizblock unauffällig am Rande des Sitzkreises Platz, ohne jedoch an den Gesprächen mitzuwirken. Stattdessen machte ich mir Notizen und beobachtete die Interaktionen.

In den Experimentierphasen sprach ich weder die Schüler*innen noch die Lehrpersonen und GOFEX-Dozierenden aktiv an: Es ging keine Kontaktinitiative von mir aus. Dennoch wurde ich sowohl von Schüler*innen als auch von den GOFEX-Dozierenden und Lehrpersonen nicht nur als interessierter Fremder behandelt, sondern teilweise – wenn auch insgesamt selten – als pädagogisches Personal angesprochen (vgl. zu diesem Problem auch Eßer 2009; Przyborski & Wohlrab-Sahr 2013). Face-to-Face-Interaktionen dieser Art fanden v. a. dann statt, wenn Schüler*innen oder Lehrpersonen initiativ Kontakt zu mir aufnahmen. War eine Frage an mich schnell und einfach zu beantworten (z. B. *Wo finde ich…?*), so beantwortete ich diese direkt, um authentisch und unaufgeregt, aber auch möglichst ‚unauffällig' zu reagieren. „Wer hier nicht mitmacht [bzw. hilfsbereit reagiert; Anm. d. V.], ist schnell von einer gläsernen Wand umgegeben" (Reichertz 2016: 212). Handelte es sich um eine deutlich komplexere Angelegenheit (z. B. *Wie geht das…? Was halten Sie von…?*), verwies ich dagegen höflich auf andere GOFEX-Dozierende im Raum, zuckte mit den Schultern oder antwortete, dass ich das nicht weiß. Sprach mich die beobachtete Lehrperson selbst an, ließ ich mich bewusst auf ein kurzes Gespräch ein, um eine „größtmögliche Nähe" (Mayring 2016: 81) zur Lehrperson zu erreichen.[209]

Gleichzeitig ergibt sich hier die Gefahr des *Going Native* als Verlust der kritischen Außenperspektive und unhinterfragten Übernahme der im Feld anfallenden pädagogisch-

[208] Aus forschungspraktischen Gründen war nicht immer eine intensive Beobachtung möglich, da das Anfertigen von Feldnotizen Zeit in Anspruch nahm, während der nicht fokussiert, sondern allenfalls peripher beobachtet werden konnte.
[209] „Denn die Kehrseite des ‚going native' ist das Image des arrogant-distanzierten Forschers, der sich seiner Probanden nur bedient, ohne sich für deren Perspektive zu interessieren. Man muss sich also auf das Feld und die Personen im Feld auch einlassen, andernfalls wird man weder Kontakt bekommen noch zufriedenstellende Forschungsergebnisse erzielen" (Przyborski & Wohlrab-Sahr 2013: 49; vgl. auch Reichertz 2016: 212).

didaktischen Aufgaben und geteilten Sichtweisen (vgl. Flick 2016: 291; Reichertz 2016: 208). Going Native bedeutet, dass ich als Forscher Gefahr laufe, in meine pädagogisch-didaktische Rolle einzutauchen und zu intervenieren oder das Experimentieren selbst unterstützend zu begleiten. „Demgegenüber ist [...] die ‚analytische Einstellung' zurück zu gewinnen" (Breidenstein 2006: 23f.). Das Forschungsinteresse und nicht die Bedürfnisse der anderen Akteur*innen sollten den Feldaufenthalt bestimmen. Der teilnehmende Beobachter muss in einer konkreten Beobachtungssituation „zugleich Nähe zum Feld, die er benötigt, um die entsprechenden Daten erzeugen zu können, und Distanz, die er wahren muss, um überhaupt beobachten zu können" (Lüders 2011: 152), herstellen.

Während aller Feldaufenthalte anlässlich der vierzehn beobachteten GOFEX-Tage agierte ich in räumlicher Nähe, bei gleichzeitiger persönlicher Distanziertheit zu den Akteur*innen: Durch „Stehen am Rand und Benutzen typischer Forscherinnen- und Forscherutensilien wie Erhebungsbogen und Stift" (Ammann & van Holten 2017: 12) nahm ich phasenweise deutlich erkennbar und bewusst meine Rolle als (passiv) Teilnehmender Beobachter wahr. Ich versuchte also auch nicht, „unsichtbar zu bleiben und [...] nicht dabei gesehen zu werden" (Muckel et al. 2017: 7), wie ich andere Menschen im Feld beobachte.

Die wechselseitigen Handlungen der Schüler*innen, Lehrpersonen und GOFEX-Dozierenden bzw. die Interaktionen zwischen diesen Akteur*innen, die ich im Feld beobachtete, hielt ich schriftlich in resümierender sowie rekonstruktiver Form fest (vgl. Strauss 1991). Diese Handlungen und Interaktionen mussten „fixiert [...], [...] in eine intersubjektiv verfügbare Form gebracht werden" (Reichertz 2016: 223), um für die Datenauswertung tauglich zu werden (s. Kap. 6.4). Dem Beobachten und Niederschreiben im Feld (*inscription*) folgte deshalb die schriftliche Rekonstruktion der beobachteten Situationen am Schreibtisch (*description*, Beobachtungsprotokolle; s. Kap. 6.3; vgl. Hirschauer 2001).[210]

Meine *Feldnotizen* (*inscription*) sind (hand-)schriftliche Notizen, die ich während der teilnehmenden Beobachtung im Feld angefertigt habe. Dazu nutzte ich ein Feldnotizbuch – eine ‚Kladde' im DIN A5 Format. Ich habe das (Inter-)Agieren der Personen beobachtet und in Form einer kondensierten Beschreibung in Stichworten und kurzen Zitaten niedergeschrieben (vgl. Spradley 2016; Flick 2016). Beim Explizieren meiner Beobachtun-

[210] Sowohl Feldnotizen als auch die auf ihnen aufbauenden, ausformulierten Beobachtungsprotokolle (s. Kap. 6.3) sind *meine* Konstruktionsleistungen als Beobachter und somit „bereits als analytische Teilergebnisse zu lesen" (Lange 2017: 62; Hirschauer & Ammann 1997: 34). Handlungen bzw. ein „Interaktions-/Kommunikationsereignis [wird] auf der Basis bestimmter Aufzeichnungs- und Erinnerungsspuren selektiv re-/konstruier[t]" (Breuer 2010: 66). Ebenso wie die Beobachtung selbst beruht die Verschriftung auf Selektion und ist damit ausschnitthaft, da sie in Bezug auf die Forschungsfrage Relevanzen setzen muss – und auch soll (vgl. Flick 2016). Diese Entscheidung wird „durch einen ähnlichen Prozess zunehmender Fokussierung gesteuert, wie er oben für die Beobachtung postuliert wurde: Auch im Schreiben gilt es, immer näher heran zu kommen – und zugleich die Distanz zu erneuern" (Breidenstein 2006: 24).

gen geht es v. a. darum, „das soziale Geschehen auch jenseits der gesprochen Worte selbstreflektiert und schreibend zur Sprache zu bringen“ (Lange 2017: 62). Dies ist m. E. das zentrale Bezugsproblem der Teilnehmenden Beobachtung: „die Versprachlichung der ‚schweigsamen‘ Dimension des Sozialen“ (Hirschauer 2001: 429). Beim Anfertigen meiner Feldnotizen (und beim Ausformulieren zu Beobachtungsprotokollen) musste ich Aspekte zur Sprache bringen, die selbst nicht sprachlich sind; „researchers need to go beyond the ‚voiced‘ […] (i.e. that which is verbalized by research participants)” (Spyrou 2011: 157). Als Forscher wurde ich damit beim Niederschreiben meiner Beobachtungen im Feld zum „Verbalisierenden, der zuallererst Artikulationsprobleme zu lösen hat“ (Hirschauer 2001: 430) und ‚nach Worten suchen‘ muss. Dies gilt übrigens auch, wenn der gewählte Beobachtungszugang mittels Videoaufzeichnungen erfolgt (s. Kap. 5.6).[211]

Die Aspekte, die *von mir* ‚zur Sprache gebracht‘ werden mussten, umfassten einerseits beobachtete Nonverbalitäten von allen Interagierenden. Andererseits musste ich das besondere Setting des GOFEX-Raumes einschließlich der Materialausstattung und -nutzung „in die soziologische Analyse [einbeziehen]“ (Hirschauer 2001: 446) und in den Einflüssen auf die Selbstbestimmungsaushandlungsprozesse zwischen Schüler*innen, den Lehrpersonen und den GOFEX-Dozierenden verbalisieren. Die Atmosphäre, die „Gerüche und das ‚Flair‘ einer Situation“ (Reichertz 2016: 182) sowie daraus resultierende mögliche Einflüsse auf die Selbstbestimmungsaushandlungsprozesse müssen in den Feldnotizen expliziert werden. Als Forscher übersetzte ich die beobachtete soziale Praxis des *doing* AGENCY in ein anderes Medium, die Schriftsprache. Es ging dabei v. a. darum, „Nicht-Sprachliches und Sprachliches miteinander in Beziehung“ (Ammann & van Holten 2017: 7) zu bringen.

> „What the child does not respond to, omits or ignores – the silent and the unsayable – might tell us more about the child’s voice and perspective than what she actually verbalizes. For the researcher this is an opportunity to go beyond verbal to examine other than surface meanings […]. Making sense or deciphering non-normative voices requires looking at the reflection of voice in features such as irrelevance and inconsistency and the non-verbal as in actions and noises which might be more revealing of voice than the actual words used“ (Spyrou 2011: 157f.; James & Prout 1997; James & James 2004; s. Kap. 2.2; 4.1.3).

Das Verfassen der Feldnotizen ereignete sich „in einem ständigen wechselseitigen *Unterbrechen* von Momenten der Teilnahme, der Beobachtung [...] – und eben nicht in einer Phase, in der etwas ‚ununterbrochen’ getan werden könnte“ (Hirschauer 2001: 442). Hinsichtlich der Frage, wo und wann die Feldnotizen niedergeschrieben werden, wiederholt

---

[211] Ein konkretes Beispiel für diese „Schweigsamkeit des Sozialen“ (Hirschauer 2001: 437) ist die Langeweile: „Langeweile lässt sich nicht aufzeichnen (jedenfalls nicht mit dem Tonbandgerät), sondern allenfalls beschreiben. Es ginge also dieser Einschätzung zu Folge darum, das Phänomene der Langeweile allererst zu versprachlichen, oder (für die Sozialwissenschaften) ‚zur Sprache zu bringen‘“ (Breidenstein 2006: 70). Auch videographierte Handlungen (wie z. B. Gähnen) müssen zuerst erfasst, versprachlicht und entsprechend als Zeichen für (hier) Langeweile gedeutet werden. Die Videographie nimmt dem Forschenden also das Artikulations- und Interpretationsproblem keinesfalls ab.

sich das bereits diskutierte Problem der Forschendenrolle (vgl. Przyborski & Wohlrab-Sahr 2013): Das Niederschreiben ist im Feld GOFEX m. E. „unproblematisch, denn es ähnelt dem Tun der Teilnehmerinnen und Teilnehmer“ (Breidenstein 2012: 31).[212] Schüler*innen, aber auch Lehrpersonen und GOFEX-Dozierende machen häufig und beständig Notizen[213], sodass meine protokollierenden Tätigkeiten nicht weiter auffällig waren.

Bereits das *Aufschreiben im Feld* (inscription) ist ein erster, analytisch-distanzierter *Rückzug vom Feld*, obgleich man nach wie vor der Nähe des Feldes ausgesetzt bleibt (vgl. Przyborski & Wohlrab-Sahr 2013). Beobachtungen im Feld werden dabei textlich formuliert, d.h. sie werden arrangiert, pointiert, analysiert und gedeutet (vgl. Flick et al. 2015). Erst anschließend folgt der *Rückzug an den Schreibtisch*, der der Rekonstruktion der beobachteten Situationen dient (*description*). So treten im Forschungsprozess Phasen der reflektierten Auseinandersetzung mit den eigenen Beobachtungen mehr und mehr „an die Stelle dichten Erlebens“ (Breidenstein et al. 2015: 42) im Feld.

Die folgende Abbildung zeigt exemplarisch einen Auszug aus meinen Feldnotizen zur bereits thematisierten Dosentelefon-Situation aus dem Einleitungskapitel dieser Arbeit.

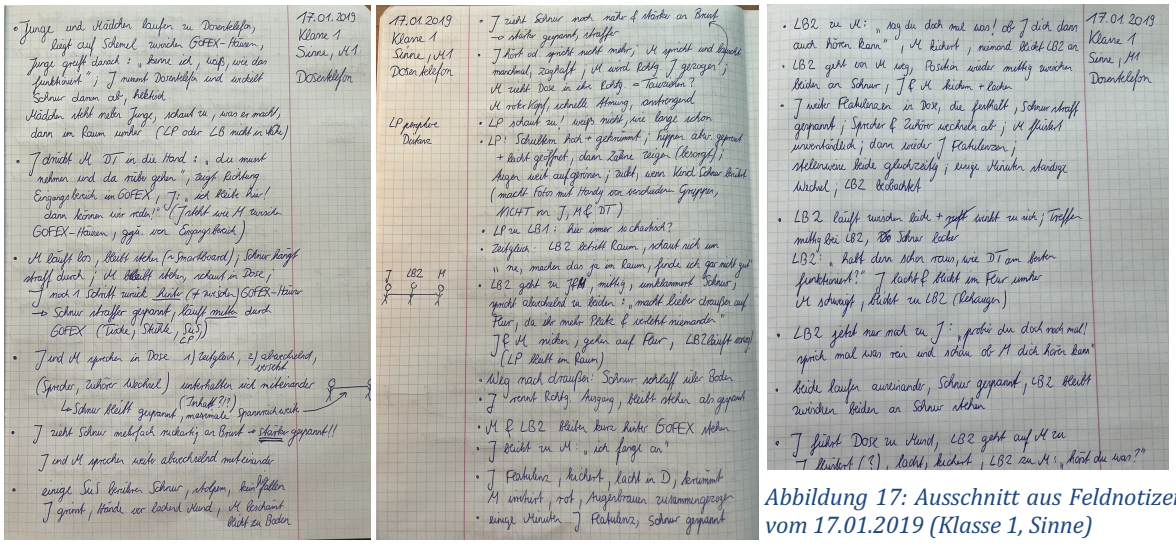


Abbildung 17: Ausschnitt aus Feldnotizen vom 17.01.2019 (Klasse 1, Sinne)

Nach Greve und Wentura (1997) klassifiziere ich meine Teilnehmende Beobachtung als offen[214] und nichtreaktiv, d. h. „der Einfluß [sic!] des Forschers [ist] mutmaßlich sehr gering“ (Bungard & Lück 1995: 198). Dennoch wurde ich in einigen Situationen wahrge-

[212] Ich wurde gelegentlich von Schüler*innen gefragt, was ich alles aufschreibe. In diesem Fall ließ ich die Neugierigen einen Blick in meine Notizen werfen, wobei diese mit meinem Gekritzel zumeist nicht viel anfangen konnten (und dies auch empört zum Ausdruck brachten: „Also unsere Lehrerin schreibt ja viel schöner als du!“).

[213] Lehrpersonen schreiben z. B. bestimmte Versuche bzw. Experimente aus dem GOFEX mit, machen sich Notizen zu den GOFEX-Konzepten oder zu ihren Schüler*innen. GOFEX-Dozierende halten Ideen für die Weiterentwicklung des GOFEX fest. Auch die Schüler*innen selbst dokumentieren und protokollieren ihre Erkenntnisse oft in Forschungsheften.

[214] Die beobachteten Personen wissen, dass sie von mir beobachtet werden. Meine Beobachterrolle ist erkennbar. Dies v. a. aus ethischen Gründen, aber auch um die Anwesenheit einer weiteren erwachsenen Person, die fortwährend beobachtet und Notizen macht, zumindest einzuführen (vgl. Breidenstein et al. 2015). Zu Beginn jedes GOFEX-Tages wurde ich den Schüler*innen und der Lehrkraft deshalb, wie bereits erwähnt, im Einstiegssitzkreis vorgestellt. Gleichzeitig blieben Zielsetzung und genaues Thema – und damit auch Fokus meiner Beobachtung – bewusst unerwähnt.

nommen und als Erwachsener, Beobachter, Zugehöriger des GOFEX usw. identifiziert. Im Feld war ich mehrmals vor Vertrauens- oder „Eignungstests“ (Reichertz 2016: 211) gestellt, insbesondere durch die Schüler*innen. „Alle, die beobachten, werden auch selbst beobachtet – nämlich im Hinblick darauf, was sie wie tun, wohin sie schauen und wohin nicht, und ob sie die Feldangehörigen respektieren oder nicht“(ebd.: 215). Beispiele für solche Vertrauens- oder ‚Eignungstests‘ finden sich in den folgenden beiden Ausschnitten aus meinem Beobachtungsprotokoll von einem GOFEX-Tag zum Thema „Sinne“. Der erste Ausschnitt greift die Dosentelefon-Situation auf, die ich einleitenden bereits beschrieben habe (s. Kap. 1). S#1 und S#2 explorieren darin mit einem Dosentelefon, das zur Stolperfalle für Mitschüler*innen wird.[215] In Ausschnitt 2 beschäftigen sich S#3 und S#4, zwei andere Schüler*innen derselben Klasse, am selben GOFEX-Tag mit Eiswürfeln.

Ausschnitt aus meinem Beobachtungsprotokoll vom 17.01.2019 („Dosentelefon“)

S#1 zieht die Dose mehrfach mit beiden Händen ruckartig näher an die Brust, wodurch die Schnur stärker gespannt durch den GOFEX-Raum verläuft. Einige Schüler*innen berühren die Schnur, stolpern, aber niemand fällt. S#1 grinst schelmisch, hält sich die Hände vor den kaum hörbar lachenden Mund. S#2 blickt etwas beschämt vor sich auf den Boden.

Ich beobachte die beiden. Irgendwann treffen sich unsere Blicke. Sie reißen die Augen auf, weichen zurück und lassen die Dose, die sie jeweils festhalten, fallen. Sie pausieren ihr Handeln und wirken überrascht, aber auch ein bisschen ängstlich auf mich.

Ausschnitt aus meinem Beobachtungsprotokoll vom 17.01.2019 („Wasserschlacht“)

Beim Explorieren verschiedener Eiswürfel spritzt Flüssigkeit aus einem mit Plastik ummantelten Eiswürfel. Es entwickelt sich eine kurze Wasserschlacht; S#3 und S#4 kichern und lachen. Als sie mich bemerken, stocken sie kurz, reißen die Augen auf. Ängstlich blicken sie mich an.

In meiner Hauptstudie ereigneten sich noch einige weitere solcher Situationen, in denen ich mich als Erwachsener, Beobachter, Zugehöriger, ggf. auch Aufpasser des GOFEX ‚ertappt‘ gefühlt habe. In den beiden Situationen aus meinem Beobachtungsprotokoll vom 17.01.2019 (Dosentelefon, Wasserschlacht) und in den weiteren, ähnlichen Situationen hätte ich die Handlungen der Schüler*innen sanktionieren oder sie ihrer Lehrkraft bzw. den GOFEX-Dozierenden gegenüber ‚verraten‘ können. Ich tat dies aber nicht, sondern wendete den Blick in beiden Fällen milde lächelnd und gleichzeitig Distanz bewahrend ab. Mit den Worten Reichertz‘ (2016: 212) ausgedrückt: „Ich verstieß mit meinem Handeln gegen explizite Normen [...]. Das wussten sie, und das wusste ich“. Dies hatte zur Folge, dass die Schüler*innen mir vertrauten – „nicht, weil ich vor ihren Augen Normen verletzte, sondern [...], weil ich die ihren anerkannte, weil ich formale und allgemein verbindliche Normen zugunsten informeller und gruppenspezifischer aussetzte“ (ebd.).

[215] In allen Beobachtungsprotokollen nutze ich S#Ziffer zur Pseudonomisierung von Schüler*innen (s. Kap. 1). Zur Methodik und Erstellung der Beobachtungsprotokolle im Rahmen meiner Hauptstudie siehe Kapitel 6.3.

6.3 Datenaufbereitung: Beobachtungsprotokolle

Die Aufbereitung meiner Beobachtungsdaten erfolgte „durch ein beständiges *Um*schreiben, einen kontinuierlichen Wechsel unterschiedlicher Genres“ (Hirschauer 2001: 431): von handschriftlichen *Feldnotizen* zum elaborierten „Postskriptum“ der *Beobachtungsprotokolle*: Unmittelbar nach jedem ‚erhobenen‘ GOFEX-Tag habe ich meine Feldnotizen um z. B. konkretisierende Sinneseindrücke und situative Assoziationen angereichert und textuell konsolidiert. Dieses rekonstruierende Schreiben sog. Beobachtungsprotokolle ist eine wichtige Praxis der Selbstdistanzierung im Forschungsprozess (vgl. Breidenstein et al. 2015). Das stichwortartige Niederschreiben bereits während der Teilnehmenden Beobachtung adressiert dabei als Erinnerungsstütze das „Problem des Vergessens“ (Hirschauer 2001: 433). Zusammen mit „‚headnotes' des mentalen Speichers (ebd.) unterstützen die Feldnotizen beim Verfassen der Beobachtungsprotokolle am Schreibtisch.

Meine spezifischen Beobachtungsprotokolle[216] sind zeitnah angefertigte Darstellungen auf Grundlage der Feldnotizen und weiterer Erinnerungen aus dem Feld (o. g. ‚headnotes‘). In dem Beobachtungsprotokoll werden Kontextinformationen (u. a. Zeit, Klasse, Thema) und meine beobachteten Handlungen, Interaktionen und Abläufe im Feld festgehalten.

Ausschnitt aus meinem Beobachtungsprotokoll vom 17.01.2019 („Dosentelefon“). Die zugrundeliegenden Feldnotizen habe ich in Kapitel 6.2 abgebildet.

17.01.2019, Klasse 1, Sinne, Modul 2, 09.00-12.30 Uhr, 21 Schüler*innen, erster GOFEX-Tag
GOFEX-Dozierende JD = LB#2 und SK = LB#1, Lehrperson EH = LP#1, schon mehrere GOFEX-Tage

S#1 und S#2 stehen von den Sofasitzen auf und laufen schnurstracks auf den Bereich zwischen den beiden GOFEX-Haushälften zu. Dort liegen auf einem drehbaren Holzhocker das Dosentelefon und die Stationskarte mit der Aufgabe: „Finde heraus, wie das Dosentelefon am besten funktioniert!“ S#1 greift nach dem Dosentelefon, nimmt es und äußert: „Das kenne ich! Ich weiß, wie das funktioniert!“ S#2 schaut ihn an; die Stationskarte bleibt auf dem Hocker liegen, sie wird von beiden *nicht* beachtet. Stattdessen beginnt S#1 nun hektisch damit, die Schnur um das Dosentelefon abzuwickeln; S#2 steht immer noch neben S#1 und schaut sich im Raum um. Weder LP#1 noch LB2 sind in der Nähe der beiden. S#1 drückt S#2 eine der Dosen fest in die Hand und schaut S#2 tief in die Augen: „Also du musst das nehmen und da rüber gehen!“ S#1 zeigt in Richtung des Eingangsbereiches. S#1 weiter: „Ich bleibe dann hier! Und dann können wir reden!“

S#2 läuft los, bleibt in Höhe des Smartboards stehen; die Schnur, welche die beiden Dosen verbindet, hängt durch. Nachdem S#2 zum Stehen kommt und in die Dose schaut, geht S#1 noch einen weiteren Schritt zurück, steht nun hinter den beiden GOFEX-Haushälften im Bereich der Zusatzschränke. Den Hocker schiebt S#1 dabei beim Rückwärtsgehen ein bisschen zurück und schließlich hinter eines der GOFEX-Haushälften. Die Schnur ist inzwischen straffer gespannt, sie verläuft mitten durch den GOFEX-Raum, umgeben von Tischgruppen, Stühlen, SuS und der LP#1. S#1 und S#2 sprechen nun jeweils in die Dose, die sie in Händen halten. Anfangs noch zeitgleich,

[216] Ich wähle den gängigen Begriff Protokoll, ohne zu bestreiten, dass das, was „während der Beobachtung bzw. nachträglich notiert wird“ (Lüders 2011: 153), als „Erzählungen des Beobachters“ (ebd.) und nicht als „vergleichsweise neutralen Beschreibung von Sachverhalten“ (ebd.) zu betrachten ist.

später dann zeitlich versetzt bzw. einander abwechselnd: Eine*r spricht in eine Dose hinein und die*der andere hält das Ohr währenddessen an die andere Dose. Diese Rollen (Sprecher bzw. Zuhörer) wechseln die beiden nun für einige Sekunden immer wieder ab und unterhalten sich dabei miteinander. Den Gesprächsinhalt kann ich akustisch nicht verstehen.

Die Schnur bleibt die ganze Zeit gespannt, da S#1 und S#2 in maximaler Spannreichweite der Schnur auseinanderstehen. S#1 zieht die Dose mehrfach mit beiden Händen ruckartig näher an die Brust, wodurch die Schnur stärker gespannt durch den GOFEX-Raum verläuft. Einige Schüler*innen berühren die Schnur, stolpern, aber niemand fällt. S#1 grinst schelmisch, hält sich die Hände vor den kaum hörbar lachenden Mund. S#2 blickt etwas beschämt vor sich auf den Boden. *Das breite Grinsen deutet für mich darauf hin, dass S#1 bemerkt hat, dass einige SuS durch die stark gespannte Schnur ins Wackeln kommen. Ich habe den Eindruck, dass S#1 dies nun bewusst ausnutzt:* S#1 zieht die Dose mit beiden Händen ruckartig noch stärker und näher an seine Brust, wodurch die Schnur noch stärker gespannt mitten durch den Raum verläuft.

Inzwischen spricht und hört S#1 nicht mehr in die Dose. S#2 hingegen – immer noch gegenüber beim Smartboard stehend – redet immer wieder in die Dose hinein. Manchmal lauscht S#2 auch mit einem Ohr, das S#2 zaghaft an die Dose führt. Gleichzeitig wird S#2 durch die Ziehbewegung des S#1 etwas in dessen Richtung gezogen. S#2 zieht die Dose daraufhin zwar auch in Richtung Brust, muss sich aber deutlich sichtbar anstrengen, um die Schnur straff zu halten. S#2 bekommt allmählich einen roten Kopf, *wirkt angestrengt*, atmet schneller. *Aus der Exploration wird ein Wettkampf, der an Tauziehen erinnert*.

Nun bekomme ich mit, dass LP#1 sich das Straffziehen der Schnur beobachtet. Ich weiß aber nicht, wie lange schon. LP#1 wirkt besorgt auf mich: Die Schultern sind hochgezogen und leicht gekrümmt, die Lippen abwechselnd aufeinandergepresst und leicht geöffnet, sodass man die aufeinander gestutzten Zähne sehen kann. Die Augen sind weit aufgerissen. Immer wieder zuckt LP#1 kurz, wenn ein SuS die Schnur berührt. *LP#1 hat das Geschehen aus einiger Distanz peripher im Blick, macht mit dem Handy Fotos von verschiedenen Tischgruppen – nicht jedoch von der Dosentelefon-Gruppe –, tippt dazwischen auf dem Handy. LP#1 schreitet nicht ein und interveniert nicht direkt in Richtung der SuS. LP#1 spricht sie nicht an, sagt nichts, gestikuliert nicht in ihre Richtung.* Stattdessen spricht LP#1 LB#2 an, die in einigen Metern Entfernung eine andere SuS-Gruppe beim Experimentieren begleitet: „Ist das hier immer so chaotisch?“ *Durch die folgende Interaktion zwischen LB#1, S#1 und S#2 bekomme ich nicht mit, wie das Gespräch zwischen LB#2 und LP#1 weiter verläuft.*

Etwa zeitgleich betritt LB#1 den GOFEX-Raum und schaut sich um. Mit den vor sich hingesprochenen Worten „Ne! Die machen das ja im Raum! Das finde ich gar nicht gut!“ geht LB#1 auf S#1 und S#2 zu. LB#1 umklammert die Schnur mit beiden Händen und spricht, abwechselnd zu beiden blickend: „Macht das doch lieber draußen auf dem Flur! Da habt ihr mehr Platz! Und ihr verletzt niemanden!“ Beide nicken und gehen auf den Flur. LB#1 geht vorweg.

Auf dem Weg nach draußen erschlafft die Schnur und wird über den Boden gezogen; die beiden SuS halten jeweils ihre Dose fest. Draußen angekommen läuft S#1 mit seiner Dose schnellen Schrittes den Flur in Richtung Ausgang entlang. Nach etwa einem Drittel bleibt S#1 stehen; die Schnur ist inzwischen fest gespannt. S#2 bleibt kurz hinter der GOFEX-Tür stehen; LB#1 bleibt in geringer Entfernung daneben stehen. S#1 blickt S#2 an und sagt: „Ich fang an!“ S#1 artikuliert Flatulenz-Geräusche in die Dose und kichert dabei; teilweise lacht S#1 auch in die Dose hinein und krümmt sich vor Lachen. S#2 blickt irritiert, die Augenbrauen sind zusammengezogen; immer wieder hört S#2 in die Dose, blickt dann aber wieder nach oben. S#2 ruft S#1 laut zu: „Ich versteh nichts!“, woraufhin S#1 die Flatulenz-Geräusche in höherer Lautstärke wiederholt. Die interjektionsähnlichen Laute werden also immer lauter; S#2 wird nun rot. Die Schnur ist straff gespannt, während S#1 „flatuliert“ [...].

Ein Beobachtungsprotokoll muss Aufschluss über die Kontextualität von Beobachtungen vermitteln, um die Komplexität der beobachteten Situationen zu verdichten (Hirschauer 2001: 447). Das konstruktiv-subjektive Moment des Beobachtungsverfahrens sollte „nicht primär im Sinne von Aufzeichnungstechnologien kontrolliert, sondern zur Entfaltung gebracht werden" (ebd.: 449; vgl. Kihm & Peschel 2021b). Die Niederschrift einer Beobachtung ist eine Beschreibung, die narrativ-berichtende und explikative Abschnitte enthält (vgl. Przyborski & Wohlrab-Sahr 2013: 51). Meine Beschreibungen in den Beobachtungsprotokollen beinhalten z. B. die Ordnung gleichzeitig ablaufender Prozesse in einen Sinnzusammenhang sowie die Übersetzung des raum-zeitlichen Nacheinanders in eine sprachlich logische Abfolge. Zusätzlich musste ich als Beschreibender eine Auswahl treffen angesichts der Reizüberflutung jedweder Beobachtung: Ich musste die Aufmerksamkeit in Abhängigkeit der zunehmend fokussierten Fragestellung kanalisieren und dem Lesenden dadurch Orientierung ermöglichen (vgl. Spradley 2016; s. Kap. 3.1.2.4).

> „Sinnvoll ist es, in dem Protokoll, das man auf Grundlage seiner Feldnotizen erstellt, zwischen Beobachtungen, Kontextinformationen, methodischen und Rollenreflexionen und theoretischen Reflexionen zu unterscheiden" (Przyborski & Wohlrab-Sahr 2013: 52) (u. a. erste Hypothesen, Deutungen und Bezüge zum Forschungsstand).[217]

Während das Anfertigen der Feldnotizen (inscription) als Teil der Datenerhebung noch im Feld selbst stattfand, war das Anfertigen der Beobachtungsprotokolle als Datenaufbereitung (description) ‚anders lokalisiert', nämlich am Schreibtisch (vgl. Hirschauer 2001; Emerson et al. 2011). Beobachtungsprotokolle sind (wie Feldnotizen) *keine* getreue Wiedergabe oder Dokumentation beobachteter Wirklichkeit, sondern Texte, „die mit den ihnen jeweils zur Verfügung stehenden sprachlichen Mitteln ihre ‚Beobachtungen' und Erinnerungen nachträglich sinnhaft verdichten, in Zusammenhänge einordnen und textförmig in nachvollziehbare Protokolle gießen" (Flick et al. 2015: 396; vgl. Hirschauer 2001).

Beobachtungsprotokolle sind „nicht nur Datenfixierungsmittel, sondern sie dokumentieren *subjektive* Erfahrung und Wahrnehmung. Sie konstruieren damit erst die Daten. Gleichzeitig sind sie aber auch Reflexionsgefäss [sic!] und damit Analyse- und Interpretationsinstrument" (Ammann & van Holten 2017: 8). Zum Beispiel müssen Zeigegesten zunächst wahrgenommen und mittels Deutung als solche erkannt werden.[218] Feldnotizen- und Beobachtungsprotokollschreiben „‚konserviert' nicht einfach (mnemotechnisch) eine Erfahrung" (Hirschauer 2001: 441), sondern verlangsamt ihre Verarbeitung

---

[217] Dies erfolgte hier durch *Kursivierung* der Reflexionen und der ersten analytischen Kommentare im Protokoll sowie durch die zusätzliche Anfertigung von Memos (s. Kap. 2.4).

[218] Dem „‚Erkennen' des Wahrgenommenen als ein Exemplar einer Klasse (token of a type) liegt immer eine Deutung zugrunde" (Reichertz 2016: 235). Deuten ist ein „Vorgang der zutreffenden Zuordnung (Re-Konstruktion) einer Bedeutung zu einem Zeichen" (Reichertz 2016: 235). Zeichen stehen i. d. R. nicht für sich selbst: Wenn ich den ausgestreckten Arm (Zeigegeste) als Hinweis (Zeichen) erkannt habe, wird daraus ein ‚auf etwas Zeigen' (vgl. ebd.).

und fixiert die Aufmerksamkeit auf das Beobachtete bzw. intensiviert die Erinnerung. Beschreibungen müssen sich deshalb „an ihren analytischen Leistungen messen lassen“ (ebd.: 449) und nicht daran, inwieweit sie Vorgänge scheinbar neutral abbilden.

> „Das Qualitätskriterium für die Verschriftlichung von Beobachtungen liegt einerseits in der Ausführlichkeit und Detaillierung des Schreibens und andererseits in der Reflexion und zunehmenden Fokussierung und analytischen ‚Verdichtung‘ des Schreibens. Das Schreiben leistet nicht nur die Versprachlichung der Beobachtungen, sondern auch deren analytische Durchdringung“ (Breidenstein 2012: 33).

Die Anforderung an mein „‚Beobachtungsprotokoll‘ besteht darin, verstehend und situationssensitiv zu beschreiben“ (Breidenstein 2006: 24), was ich beobachtet habe. Meine Beschreibungen sollen möglichst nah an die Experimentier-Lehr-Lern-Situationen heranführen und sie v. a. für jene nachvollziehbar machen, die nicht wie ich im Feld anwesend waren (vgl. Breidenstein 2012: 33; Jung 2019: 67). Dabei transformiere ich das, was ich im Feld wahrnehme, höre, sehe, rieche usw. und empfinde, also auch Stimmungen, Atmosphären u. a., in sprachliche Mitteilungen. Es geht darum, ‚Worte zu finden‘ für das, was sich mir durch meine Sinne ‚mitteilt‘ (vgl. Jung 2019; Kihm & Peschel 2021b).

Beobachtungsprotokolle „tragen Spuren des Durchlebten, Erfahrenen, Wahrgenommenen, Gespürten, Gehörten und Mit-Gefühlten in sinnlicher Fülle in sich“ (Schratz et al. 2012: 38). Sie „spiegeln das atmosphärische ‚Mehr‘ einer Situation wider“ (Jung 2019: 68) und beinhalten auch Resonanzen und Assoziationen, die durch Kontakte mit Feldmitgliedern ausgelöst wurden (vgl. Breuer 2010: 60; Ammann & van Holten 2017: 7).

In den ersten Beobachtungsprotokollen habe ich die GOFEX-Tage sehr ausführlich beschrieben: von dem Moment, in dem die Schüler*innen und die Lehrperson das GOFEX betreten, über den Einstieg mit einem Demonstrationsexperiment bis hin zu den Reflexionsrunden, welche wiederholt die Experimentierphasen rahmen. Mit fortschreitender Erfahrung in der Feldarbeit und im Rahmen der zunehmend fokussierten Beobachtung (s. Kap. 6.2) habe ich „nur noch einzelne Episoden eines Feldkontaktes in ein Beobachtungsprotokoll auf[genommen]. Aber auch diese Episoden werden chronologisch sequenziert dargestellt“ (Przyborski & Wohlrab-Sahr 2013: 51).[219] Allerdings sind meine Beobachtungen „weniger auf Vollständigkeit angelegt als auf eine reflektierte und ergiebige Fokussierung“ (Breidenstein 2012: 42) auf Handlungen und Interaktionen der Selbstbestimmungsaushandlung (das *doing* AGENCY). Denn wenn Unterrichtswirklichkeit irgendwie adäquat erfasst werden kann, dann allenfalls in Form einer ‚Collage‘ aus Eindrücken und Beobachtungen verschiedener Situationen (vgl. Ramseger 1985: 56).

---

[219] Bei den Episoden, die ich protokolliert habe, handelt es sich um einzelne Experimentier-Lehr-Lern-Situationen (zum Begriff s. Kap. 2), in denen eine Schüler*innengruppe (bzw. seltener auch einzelne Schülerinnen oder Schüler) sich mit einem Phänomen befasst und dabei mit der Lehrperson und/oder mit GOFEX-Dozierenden interagiert.

Während mein Datenerhebungsaufenthalt im Feld GOFEX (inscription) v. a. von Nähe und Vertrautheit gekennzeichnet war, ging es in der Aufbereitung (description) und Auswertung (s. Kap. 6.4) der Beobachtungsdaten „am Schreibtisch" primär darum, analytische Distanz herzustellen. „Während die Beobachtung einerseits immer näher heran ‚zoomt' an das interessierende Geschehen, muss sie andererseits immer wieder auf Distanz gebracht werden, um neue Einsichten zu ermöglichen […], die ‚analytische Einstellung' zurück zu gewinnen" (Breidenstein 2006: 23f.). Die Verschränkung und Parallelität von Datenerhebung und -auswertung wird dabei v. a. über das Schreiben evoziert (vgl. Hirschauer 2001; Strübing 2014). Schreiben erlaubt Rückzug und spielt als eine Praxis der Selbstdistanzierung eine wichtige Rolle (vgl. Breidenstein et al. 2015). Als Wechsel vom „writing mode" zum „reading mode" (Emerson et al. 2011) aktiviert die Erstellung von Beobachtungsprotokollen den reflexiv-analytischen Umgang mit den Feldnotizen der GOFEX-Tage. „Die (eigenen) Feldnotizen und Protokolle werden jetzt zum Objekt einer sorgfältigen, intensiven und interpretierenden Lektüre" (Breidenstein 2006: 25).

6.4 Datenauswertung: Grounded Theory Kodierverfahren

Zur Datenauswertung habe ich im Sinne der Grounded Theory Methodologie (s. Kap. 2) das Grounded Theory Kodierverfahren (s. Darstellung in Kap. 5.6) eingesetzt, in allen Schritten durch MAXqda-Software gestützt (Rädiker & Kuckartz 2018; s. Kap. 5.7).[220]

Beim **offenen Kodieren** ging es mir darum, die Beobachtungsprotokolle im Hinblick auf bestimmte Handlungs- und Interaktionsmuster zu analysieren. Mein Fokus war dabei, wie in Kapitel 2 entwickelt, der soziale Sinn der Handlungen bzw. die soziale Ordnung der Interaktionen (vgl. Naujok et al. 2008: 780). Wie bereits in Kapitel 5.6 beschrieben, bin ich dazu die Beobachtungsprotokolle Zeile für Zeile durchgegangen, um Handlungs- und Interaktionsmuster zu identifizieren und *möglichst alle Textstellen* zu annotieren. Die segmentierten[221] Handlungs- und Interaktionsmuster habe ich induktiv (bzw. abduktiv; s. Kap. 2) mit Konzept-Codes benannt.[222] Das Identifizieren, Bündeln und Benennen (Konzeptualisieren) der Handlungs- und Interaktionsmuster stellte somit das Ziel des offenen Kodierens dar.

---

[220] MAXqda ist eine Software zur computergestützten Daten- und Textanalyse. Sie wird von der Firma VERBI GmbH Berlin vertrieben. In der Hauptstudie wurde die Version 20.4.2 von MAXqda Standard 2020 verwendet.
Ich habe MAXqda genutzt, um meine Zuordnungen der Textstellen zu Konzept-Codes und die Bündelung der Konzept-Codes zu Kategorien festzuhalten und verfügbar zu machen.
Das Computerprogramm hat die Umsetzung des Kodierverfahrens durch Datenverwaltung, Organisation der Konzept-Codes und Kategorien, Einbindung von Memos, komfortable Suchfunktionen, Übersichtlichkeit uvm. vereinfacht (vgl. Rädiker & Kuckartz 2018). Die entsprechende MAXqda-Datei meiner Hauptstudie findet sich in Anhang 4.

[221] Segmentiert wurde so, dass Sinnzusammenhang und Kontext erhalten bleiben, d. h. kodierte Abschnitte – ohne weitere Ergänzungen ‚darüber' bzw. ‚darunter' – in sich verständlich sind.

[222] Konzept-Codes sind in der Grounded Theory Methodologie prägnante Bezeichnungen, die den als relevant identifizierten Ereignissen bzw. Handlungsmustern in den empirischen Daten zugeordnet werden (s. Kap. 2; 5.6). Dies können (1) erdachte Formulierungen, (2) Begriffe, die die Forschenden auf dem Hintergrund ihrer wissenschaftlichen

Im Laufe des offenen Kodierens habe ich jedes wiederkehrende bzw. ähnliche Handlungs- und Interaktionsmuster einem schon vorhandenen, von mir entwickelten Konzept-Code zugeordnet. Für neu- oder andersartige Handlungs- und Interaktionsmuster habe ich dagegen einen neuen Konzept-Code gebildet. Wenn in einem Abschnitt mehrere Aspekte der Aushandlung von Selbstbestimmung erkennbar wurden, wurden diese Textstellen auch mehrfach kodiert (vgl. Muckel 2007: 215; Ullrich 2019: 135; s. u.).

Im Folgenden gebe ich Einblicke, wie ich beim offenen Kodieren der Dosentelefon-Situation, gestützt durch MAXqda-Software, vorgegangen bin, die ich in Kapitel 1 eingeführt und im vorliegenden Kapitel genutzt habe, um die Entwicklung der Beobachtungsprotokolle aus den Feldnotizen zu exemplifizieren. In diesem Kapitel nutze ich die Dosentelefon-Situation, um mein Vorgehen beim offenen Kodieren zu exemplifizieren (s. Abb. 18).

Zu Beginn des Ausschnittes aus dem Beobachtungsprotokoll beschreibe ich, wie S#1 eine Dose des Dosentelefons ruckartig zu sich zieht, wodurch die Schnur des Dosentelefons gespannt durch den GOFEX-Raum verläuft. Dieses Handeln des S#1 habe ich als „token of a type“ (Reichertz 2016: 247) identifiziert, d. h. die konkrete Einzelbeobachtung in den empirischen Daten zu einem bereits bekannten (also nicht neu zu erfindenden) Handlungsmuster (vgl. ebd.: 12; s. Kap. 2) generalisiert, dem Explorieren von Experimentiermaterialien (zum Begriff des Explorierens s. Kap. 3.1). Die beschreibende Zeile „*S#1 zieht die Dose mehrfach mit beiden Händen ruckartig näher an die Brust, wodurch die Schnur stärker gespannt durch den GOFEX-Raum verläuft*“ (Abschnitt 2 in Abb. 18) habe ich mit dem bereits vorliegenden Konzept-Code „*S exploriert Material*“ kodiert. Diesen Konzept-Code hatte ich zuvor in einem anderen Beobachtungsprotokoll für eine ähnliche beobachtete Handlung abduziert (s. Kap. 2) bzw. entwickelt. Dieser Konzept-Code erfüllt m. E. den Anspruch, „analytisch [zu] sein – d. h. hinreichend allgemein, um die *Charakteristika* konkreter Einheiten und nicht die Einheiten selbst zu bezeichnen“ (Glaser & Strauss 2010: 56). Deshalb habe ich z. B. keinen Konzept-Code „S spannt die Schnur“ o. ä. vergeben. Da mit der spezifischen Handlung des S#1 m. E. gleichzeitig eine sehr unkonventionelle Nutzung des Dosentelefons erfolgt, habe ich die beschreibende Zeile zusätzlich als „*S nutzt Experimentiermaterial unkonventionell*“ kodiert. Solche Doppel- und Mehrfachkodierungen sind legitim, wenn sich „verschiedene, unterschiedlich zu konzeptualisierende Datenausschnitte ‚in einem Teilstück überlappen‘“ (Salinger 2013: 344; s. a. Kap. 5.6). Konzept-Codes sind polyphon und *nicht* ausschließend-disjunkt (vgl. Muckel 2007: 215; Rädiker & Kuckartz 2018: 100).

Auseinandersetzung mit dem Thema und der Fachliteratur auswählen, oder (3) prägnante Begriffe, die die Beobachteten selbst formulieren und im Feld benutzen, sein (letzteres sind sog. „in-vivo-Kodes“; vgl. Muckel et al. 2017: 15f.).



Abbildung 18: Einblick in das offene Kodieren der Dosentelefon-Situation, gestützt durch MAXqda-Software

Ein Beispiel für die teilweise Überlappung von Kodierungen findet sich ebenfalls im zweiten Abschnitt des Beobachtungsprotokolls (Abb. 18): Dass die Schnur infolge des Ziehens der Dosentelefondose stärker gespannt durch den GOFEX-Raum verläuft, habe ich zugleich als „*Begrenzung des GOFEX-Raumes*“ kodiert, auch, weil es im Folgenden in meinen Augen als Begrenzung wirksam wird: „*Einige Schüler*innen berühren die Schnur, stolpern, aber niemand fällt.*“ Diesen Satz des Beobachtungsprotokolles habe ich als „*S gefährdet andere S, Gefahrensituation*“ kodiert und damit wiederum nicht die konkrete Gefährdung als Bezeichnung festgehalten, sondern die Charakteristik, das Muster hinter der Beobachtung ‚freigelegt‘. Da ich in anderen Beobachtungsprotokollen andere Gefahrensituationen beschrieben habe, handelt es sich um eine induktive Bezeichnung, die „Stolperfalle“ ist also wiederum „token of a type“ (Reichertz 2016: 247). Für die folgenden Handlungsmuster, das schelmische Grinsen des S#1 und das Verdecken des kaum hörbar lachenden Mundes, hatte ich dagegen noch keine bestehenden Konzept-Codes entwickelt. Zuvor hatte ich keine Beobachtungsprotokolle ausgewertet, in denen ich solche m. E. schon schadenfrohe Handlungen beschrieben hatte. Abduktiv musste ich deshalb anhand konkreter Beobachtungen auf einen neuen Fall, der zu einer neuen Regel oder Ordnung führt, schließen (vgl.

Schubert 2009: 350; s. Kap. 2.3) und einen neuen Konzept-Code konstruieren. Die Zeile „*S#1 grinst schelmisch*“ habe ich als „*Schadenfreude*“ kodiert. Die Zeile „[...], hält sich die Hände vor den kaum hörbar lachenden Mund“ *zusätzlich* als „*S verbirgt emotionale Reaktion*“. Einen ähnlich neuen Konzept-Code musste ich für die Reaktion von S#2 konstruieren: „*S blickt beschämt*“ (Abschnitt 2 in Abb. 18). Entsprechend bin ich beim offenen Kodieren mit dem gesamten Beobachtungsprotokoll zur Dosentelefon-Situation vorgegangen.

Das Betreten des Raumes und die Orientierung im Raum durch LB#1 habe ich als typisches Handlungsmuster von Lehrenden identifiziert, sich einen Überblick zu verschaffen, was im GOFEX ‚los ist‘. Ich habe es fast wörtlich als „*L betritt den Raum und schaut sich um*“ kodiert. Die Äußerung „*Ne, die machen das ja im Raum! Das finde ich gar nicht gut*!“ der LB#1 habe ich mehrfach kodiert und dabei ebenfalls auf bereits bestehende Konzept-Codes zurückgreifen können. Mit dieser Äußerung bewertet LB#1 in meiner Analyse die explorativen Handlungen von S#2 und v. a. S#1, diese Bewertung erfolgt an dieser Stelle verbalsprachlich – erst später auch körpersprachlich. Ich habe die Äußerung deshalb dem bestehenden Konzept-Code „*L bewertet Handeln der S verbal*“ zugewiesen. Zugleich präsupponiert diese Äußerung der LB#1 in meinen Augen, dass das GOFEX räumlich zu begrenzt für die explorativen Handlungen der beiden Schüler*innen ist. Folglich habe ich dieselbe Zeile (Abschnitt 3 in Abb. 18) auch dem Konzept-Code „*Begrenzung des GOFEX-Raumes*“ als „token of a type“ zugewiesen. Der Redebegleitsatz, den ich notiert habe („*Mit den vor sich hingesprochenen Worten [...], geht LB#1 auf S#1 und S#2 zu*“), ließ sich dagegen zu diesem Zeitpunkt des Kodierens keinem bestehenden „type“ resp. keinem bereits entwickelten Konzept-Code zuweisen. Dass LB#1 diese Äußerung fast flüsternd vor sich hinspricht (Abschnitt 3 in Abb. 18), ist ein bis dahin von mir nicht beobachtetes und beschriebenes Handlungsmuster. Das Flüstern oder ‚vor sich hin Sprechen‘ könnte sich als paraverbal bzw. nonverbal-vokal (s. Kap. 2) interessant erweisen. Ich habe den Redebegleitsatz aus Abschnitt 3 deshalb abduktiv mit einem neuen (fast in-vivo-) Konzept-Code versehen: „*L spricht vor sich hin*“. Dass LB#1 im Zuge der Artikulation der o. g. Äußerung auf S#1 und S#2 zugeht, ist wiederum „token of a type“ und ich habe diese Handlung deshalb dem bereits als Konzept-Code gefassten Handlungsmuster „*L nähert sich S*“ zugeordnet.

Die folgende Handlung der LB#1, die ich im Beobachtungsprotokoll beschrieben habe („*LB#1 umklammert die Schnur mit beiden Händen*“), habe ich als Handlungsmuster identifiziert, mit dem eine Handlung der Schüler*innen unterbrochen wird. Entsprechend habe ich dieses Ereignis im Textausschnitt dem Konzept-Code „*L stoppt weitere Materialauseinandersetzung nonverbal*“ zugeordnet. Zugleich drückt diese Unterbrechung des explorativen Handelns von S#1 und S#2 für mich eine weitere Bewertung

ihres Handelns aus, diesmal jedoch nicht verbalsprachlich, sondern nonverbal-nonvokal. Dass LB#1 eine weitere Nutzung des Dosentelefons (Straffziehen der Schnur, Stolperfalle) unterbindet, drückt in meinen Augen aus, dass LB#1 mit dieser Handlungsweise der Schüler*innen nicht einverstanden ist. Ich habe dieses Handlungsmuster der LB#1 als „*L bewertet Handeln der S nonverbal*“ kodiert. In Abschnitt 4 findet sich eine Äußerung der LB#1, mit der sie die beiden Schüler*innen S#1 und S#2 dazu auffordert, nach draußen auf den Flur zu gehen und sich dort weiter mit dem Dosentelefon auseinanderzusetzen: „*Macht das doch lieber draußen. Da habt ihr mehr Platz! Und ihr verletzt niemanden*!“ Diese Äußerung habe ich als Handlungsmuster der Fremdbestimmung bzw. Instruktion des Arbeitsortes identifiziert und dem bestehenden Konzept-Code „*L instruiert, bestimmt Arbeitsort verbal*“ zugewiesen. Erfolgt diese Instruktion bzw. Fremdbestimmung zu einem späteren Zeitpunkt im Beobachtungsprotokoll in meinen Augen gestisch oder mimisch, habe ich dies als Unterschied identifiziert und einen neuen Konzept-Code entwickelt, der die Modalität spezifiziert: „*L instruiert, bestimmt Arbeitsort nonverbal*“.

Auf diese Weise bin ich mit diesem und allen weiteren Beobachtungsprotokollen verfahren: Insgesamt habe ich beim offenen Kodieren zunächst Ähnlichkeiten bzw. Unterschiede im Datenmaterial gesucht und bestimmten Textausschnitten Konzept-Codes zugeordnet. Bei der Durchsicht des ersten Beobachtungsprotokolls habe ich z. B. meine Beobachtung, die ich in einem Textausschnitt beschrieben habe, mit dem Konzept-Code „*L bewertet Handeln der S verbal*“ benannt (konzeptualisiert). Diesen Konzept-Code habe ich dann im selben Beobachtungsprotokoll und in den folgenden Beobachtungsprotokollen jedes Mal vergeben, wenn die/der Lehrende ähnlich handelte, also verbalsprachlich eine Rückmeldung zum Vorgehen von Schüler*innen beim Experimentieren formulierte. Unterschied sich die beobachtete Handlung, wurde ein anderer Konzept-Code vergeben, z. B. „*L schweigt zu einem Vorschlag der S, aber gestikuliert*“. Ein weiteres Beispiel: An einem GOFEX-Tag habe ich beobachtet, in Feldnotizen notiert und im Beobachtungsprotokoll beschrieben, wie eine Lehrperson einen Schüler beim Experimentieren anspricht und fragt, *warum* ein Propeller in einer elektrischen Schaltung, die der Schüler gebaut hat, sich nicht dreht. Anstatt dieses Handlungsmuster der Lehrperson nun oberflächlich als „*L spricht S an*“ zu beschreiben, habe ich einen abstrakteren Konzept-Code gewählt: „*L fragt S nach einer Erklärung*“. Es geht also beim offenen Kodieren nicht darum, zu paraphrasieren, dass (oder warum) zwei Menschen miteinander sprechen, sondern anhand der Vergleiche und Gruppierungen das *Wie* ihres Interagierens prägnanter zu fassen als durch allgemein gehaltene Beschreibungen (vgl. Muckel 2007; s. Kap. 2.3 zur Funktion von Konzept-Codes). Damit kann ich das Interaktionsmuster oder Ereignis von

anderen Kommunikationsereignissen unterscheiden, z. B. „*L gibt S (ungefragt) eine Erklärung*“; „*L bietet S Hilfe an*“ oder „*L diszipliniert S*“. All dies sind andere, weitere Konzept-Codes, die ich zur Ausdifferenzierung der Handlungsmuster der Lehrenden bzw. der Interaktionsmuster zwischen L und S entwickelt habe. Abstrakter ist der o. g. Konzept-Code „*L fragt S nach eine Erklärung*“ m. E. deshalb, weil er „die wesentliche Gegenstandsaspekte auf einem theoretisch allgemeineren Niveau“ (Breuer 2010: 75) bestimmt und „Erklärungswert“ besitzt. Die Kommunikationsformen „A fragt B nach einer Erklärung“, „A bietet B Hilfe an“ und „A diszipliniert B“ sind zwar im Sinne von „A spricht B an“ alle monodirektional ausgerichtet, sie sind jedoch trotzdem different konnotiert, was die unterschiedliche Rollenverteilung und die Beziehung der Akteur*innen angeht.

Weitere Konzept-Codes waren u. a. „*Was macht ihr da?*“, wenn die/der Lehrende die Schülerinnen und Schüler nach ihrem Vorgehen fragte, oder „*L nähert sich S und stützt sich auf deren Experimentiertisch ab*“. Letzterer Konzept-Code wurde z. B. entwickelt, um das Abstützen als Teil der Annäherung an die Schüler*innen zu betonen, im Unterschied zur Annäherung ohne territoriales Abstützen wie im dritten Abschnitt in Abb. 18 beschrieben.

Die Konzept-Codes erfassten jedoch nicht nur die Handlungen der Lehrenden, sondern auch die Handlungen der Schüler*innen *in Interaktion* mit den Lehrenden, z. B. „*S fragt L bzgl. des Vorgehens um Erlaubnis*“, oder untereinander, z. B. „*S diskutieren über eine Beobachtung*“. Schließlich wurden Konzept-Codes generiert, die sich auf Umgangsweisen mit Experimentiermaterial, auf Zeitstrukturen oder auf die Nutzung des Raumes beziehen, z. B. „*L trägt ungefragt Experimentiermaterialien zu einem Tisch, an dem S experimentieren*“, oder „*L weist S an, eine Auszeit auf dem Sofa im Konferenzbereich zu nehmen*“.

Bei der Entwicklung der Konzept-Codes im Schritt des offenen Kodierens habe ich mich dazu entschlossen, die Handlungsmuster der Lehrpersonen, die das GOFEX mit ihrer Klasse besuchen, und der GOFEX-Dozierenden, die an den GOFEX-Tagen in der Rolle ‚Lernbegleitung‘ agieren sollen, nicht auf Ebene der Konzept-Codes zu differenzieren. Dies bedeutet, dass unter einem Konzept-Code wie „*L bietet S Hilfe an*“ sowohl Textausschnitte, in denen die Lehrperson agiert, als auch Textausschnitte, in denen die GOFEX-Dozentin oder der GOFEX-Dozent in der Rolle ‚Lernbegleitung‘ agiert, subsumiert sind. Die Abkürzung „L“ in den Konzept-Codes steht dabei für „Lehrende“ und umfasst sowohl die Lehrpersonen als auch die GOFEX-Dozierenden (s. a. Kap. 1; 2). Bei der Durchsicht der einzelnen Textausschnitte, die übereinstimmend kodiert wurden, können dann nämlich Unterschiede der ‚lehrenden‘ Akteur*innen im Hinblick auf spezifische Handlungsmuster, eben z. B. das Anbieten von Hilfe, interpretiert werden (s. Kap. 8.2).

Wie die Übersicht aller erhobenen GOFEX-Tage in Kap. 6.1 zeigt, habe ich an zunächst vier GOFEX-Tagen teilnehmend beobachtet, Feldnotizen angefertigt und diese später zu Beobachtungsprotokollen angereichtert (s. Kap. 6.2), ehe ich dann anschließend alle vier Beobachtungsprotokolle aus dieser ersten Feldphase offen kodiert habe. Meine Erkenntnisse aus dieser ersten offenen Kodierauswertung beeinflussten Entscheidungen bzgl. der weiteren Feldaufenthalte. So habe ich bei der Auswahl weiterer zu beforschender GOFEX-Tage z. B. auf eine breitere Streuung der Öffnungsmodule und Themen geachtet (theoretisches Sampling; s. Kap. 6.1). Nach meinem zweiten Feldaufenthalt mit weiteren vier GOFEX-Tagen habe ich auch diese Beobachtungsprotokolle offen kodiert, Ableitungen für die nächste Feldphase getroffen, die neuen Beobachtungsprotokolle wieder offen kodiert usw.

Die mehr als hundert generierten Konzept-Codes aus zunächst zwölf Beobachtungsprotokollen habe ich anschließend im nächsten Verfahrensschritt der Grounded Theory Methodologie sukzessive **axial kodiert** (s. Kap. 2; 5.6).[223] Dazu habe ich die Konzept-Codes untereinander verglichen und in Beziehung zueinander gesetzt, manche Konzept-Codes weiter zusammengefasst, andere dagegen ‚fallen gelassen' und in der Entwicklung meiner Theorie ‚nicht weiterverfolgt'. Die zusammengefassten Konzept-Codes habe ich dann gebündelt resp. gruppiert und zu vorläufigen Kategorien verdichtet (s. Kap. 2.3).

In meinen Feldnotizen habe ich verschiedene Ereignisse beschrieben, die ich wiederholt – meist in ähnlicher Form – beobachtet und deshalb als Handlungsmuster identifiziert bzw. beim offenen Kodieren zu Konzept-Codes elaboriert habe. Während ich beim offenen Kodieren zunächst eine „Vielzahl [solcher] untereinander unverbundener Konzepte [...] erarbeitet [habe], zielt[e] das ‚axiale Kodieren' […] auf mögliche Zusammenhänge zwischen einer jeweiligen Kategorie und verschiedenen anderen Konzepten und Kategorien" (Strübing 2014: 17; Anm. d. V.; vgl. auch Wollny & Marx 2009: 472). Die o. g., zunächst untereinander unverbundenen Konzept-Codes „*S exploriert Material*" und „*S nutzt Experimentiermaterial unkonventionell*", die ich beim offenen Kodieren vergeben habe (Ausschnitt „Dosentelefon" in Abb. 18), habe ich beispielsweise im Zuge des axialen Kodierens mit weiteren Konzept-Codes, wie „*S spielt mit Material*" oder „*S anthropomorphisiert Material",* aus demselben und anderen Beobachtungsprotokollen zur Kategorie „S explorieren" verdichtet. Diese Verdichtung ist Folge meiner theoretisch sensiblen (s. Kap. 2; 6.1) Analyse der Zusammenhänge zwischen den Konzept-Codes. Die Konzept-Codes „*S nutzt Experimentiermaterial unkonventionell*", „*S spielt mit Material*" oder „*S anthropomorphisiert Material"* verweisen auf das unspezifische, ungerichtete und unsystema-

[223] Eine Übersicht über alle mehr als hundert generierten Konzept-Codes aus vierzehn Beobachtungsprotokollen liefert die MAXqda-Datei, die auf Anfrage von mir bezogen werden kann.

tische Wahrnehmen und Manipulieren von Gegenständen, Geräten und Experimentiermaterialien, das typisch für explorative Näherungen ist (vgl. Soostmeyer 1978; Nentwig-Gesemann et al. 2012; Köster 2018; s. Kap. 3.1). Der Zusammenhang zwischen den Konzept-Codes besteht also m. E. in ihrer explorativen Ausrichtung, weshalb ich diese Konzept-Codes zusammengefasst und zur Kategorie „S explorieren" verdichtet habe.

Durch Inbeziehungsetzen und Vergleichen dieser Kategorie „S explorieren" mit weiteren Kategorien, die ich aus den Konzept-Codes und dem Datenmaterial abgeleitet habe, konnte ich die verschiedenen Kategorien in Über- bzw. Unterkategorien und in Schwesterkategorien hierarchisieren (vgl. Breuer 2010). Die Kategorie „S explorieren" habe ich etwa weiter zur Oberkategorie „**S experimentieren**" verdichtet. Diese Oberkategorie abstrahiert verschiedene (Unter-)Kategorien, die zueinander Schwesterkategorien sind. Insgesamt ergibt sich im Sinne der Grounded Theory Methodologie also ein dreistufiges Kategoriensystem, dessen Ebenen sich hierarchisch aufsteigend wie folgt zusammensetzen:

- *Konzept-Codes* als Benennungen von Handlungs- und Interaktionsmustern
- (Unter-)Kategorien als Gruppierungen der Konzept-Codes
- **Oberkategorien** als Gruppierungen der (Unter-)Kategorien

Ein weiteres Beispiel für eine (Unter-)Kategorie der Oberkategorie „**S experimentieren**" ist „S variieren", die die an den Beobachtungsprotokollen entwickelte Konzept-Codes wie „*S verändert die Bedingungen, unter denen sich ein Phänomen beobachten lässt*", „*S verändert vorgegebene Versuchsbedingungen*" und *„S verändert eigene Versuchsbedingungen"* zusammenfasst. Diese Kategorie lässt sich von der Schwesterkategorie „S wiederholen" wie folgt abgrenzen: „Wiederholen" betont vornehmlich das erneute Durchführen oder Re-Produzieren eines Versuchs oder Experimentes unter möglichst gleichen Bedingungen (soweit sich dies im Kontext Grundschule realisieren lässt), „variieren" erfordert dagegen eine bewusste, explizite Veränderung der Bedingungen, unter denen sich ein Phänomen beobachten lässt (s. a. Kap. 3.1). Die Kategorien verbinden also einerseits ähnliche Konzept-Codes (wiederholen unter möglichst gleichen Bedingungen, variieren unter bewusst veränderten Bedingungen), andererseits erlaubt die Rekonstruktion von und Analyse mit Kategorien die Kontrastierung zu anderen Kategorien und die Analyse von Zusammenhängen bzw. Unterschieden wie am Beispiel des Wiederholens resp. Variierens.

Folgende Tabelle zeigt alle (Unter-)Kategorien der Oberkategorie „**S experimentieren**".[224]

[224] Auf Ebene der Konzept-Codes, Kategorien und Oberkategorien steht „S" jeweils für Schülerin oder Schüler.

Tabelle 31: Oberkategorie „S experimentieren" (selbst erstellt)

Oberkategorie „S experimentieren"	
(Unter-)Kategorien	**Eigenschaften** (Dimensionen)
vorbereiten explorieren vermuten beobachten, betrachten wiederholen variieren dokumentieren präsentieren erklären	**Modus** (des schnellen Abarbeitens, der Absicherung, des Freien Explorierens, Problemlösens, Experimentierens) **Bereich** (organisatorisch, methodisch, inhaltlich, sozial, persönlich) **Bestimmung** (Aufgabe/Anleitung, Peergruppe, Lehrperson, Material, Nachahmen)

Zusätzlich zum Inbeziehungsetzen der Kategorien im Sinne der Ausdifferenzierung von und in Über-, Unter- und Schwesterkategorien (vgl. Breuer 2010) habe ich die Kategorien in Bezug auf ihre theoretischen Eigenschaften und Dimensionen weiterentwickelt (vgl. Wollny & Marx 2009: 471; Corbin 2011: 73). Eigenschaften sind „Attribute oder Charakteristika" (Strauss & Corbin 1996: 43) einer Kategorie und Dimensionen sind die möglichen Ausprägungen der Eigenschaften einer Kategorie (vgl. Strauss 1991: 41). Dies verdeutliche nachfolgend am Beispiel der Oberkategorie „**S experimentieren**" und der entsprechenden Eigenschaften und Ausprägungen von Sachauseinandersetzungen.

Die Experimentier-Handlungsmuster der Schüler*innen lassen sich im Hinblick auf den *Modus*, *Bereich* und die *Bestimmung* der Sachauseinandersetzung[225] spezifizieren. „Modus", „Bereich" und" Bestimmung" sind demnach die „Attribute oder Charakteristika" der Oberkategorie „S experimentieren", und iterativ auch ihrer verschiedenen Unterkategorien. Ausgehend von meinen Vorstudien und den darin entwickelten ad hoc Hypothesen (s. v. a. Kap. 5.6.9) und in Auseinandersetzung mit den empirischen Daten meiner Hauptstudie und anderen, parallel entwickelten Konzept-Codes und Kategorien habe ich verschiedene *Ausprägungen der Eigenschaft „Modus"* unterschieden, die ich anhand der Daten meiner Hauptstudie bestätigen bzw. weiterentwickeln konnte: Modus des schnellen Abarbeitens, Modus der Absicherung sowie Modus des Freien Explorierens, Problemlösens und Experimentierens.[226] Durch die Entwicklung solcher Ausprägungen „werden verschiedene Fälle einer Kategorie [...] erkennbar" (Muckel et al. 2017: 13f.):

Modus des schnellen Abarbeitens: Die Schüler*innen beschränken ihr Experimentierhandeln darauf, die in Experimentieranleitungen vorgegebenen Schritte zu genau einem vor-

[225] Zuvor habe ich „Experimentieren" als Form der Sachauseinandersetzung definiert (s. Kap. 3.1; Arbeitsdefinition I).
[226] Die benannten Modi des Experimentierens habe ich in Kapitel 5.6 eingeführt. Ich rekurriere hier auf dieses Kapitel. Die Weiterentwicklung und empirische Anreicherung dieser Modi beschreibe ich in Kapitel 7 und 8.

gegebenen Versuch (≠ Experiment; s. Kap. 3.1) abzuarbeiten. Dieser Versuch wird meist nur einmal durchgeführt. Sollen die Schüler*innen dagegen angesichts einer geöffneten oder offenen Experimentieraufgaben selbst Experimente bzw. ein experimentierendes Vorgehen entwickeln, führen sie Experimente ebenfalls nur genau einmal durch und formulieren daraus eine verallgemeinernde Erkenntnis, ohne zu wiederholen und variieren.

Das Experimentierhandeln der Schüler*innen ist wesentlich von Pragmatismus, Verpflichtung und Routine geprägt: Sie tun, was zu tun ist, ohne damit (vollständig) identifiziert zu sein (vgl. auch Breidenstein 2006). „Zu tun" ist dabei die Aufgabenerledigung, meist ist dies das Beschreiben (und Erklären) eines (bestimmten Haupt-) Effektes als Ergebnis. Die Schüler*innen agieren deutlich effektorientiert, denn dieser Effekt ist die einzig akzeptierte Lösung bei der Versuchsdokumentation. Der Modus des schnellen Abarbeitens ist eine Strategie, mit der Schüler*innen (für sie neue) methodisch-inhaltlich geöffnete Experimentiersituationen auf bekannte Wege kanalisieren (können): Sie reduzieren selbständig die Freiheitsgrade der offenen Experimentieraufgabe, indem sie nur *eine* Vorgehensweise zur Bearbeitung der Experimentieraufgabe nutzen und, nach *einmaliger* Durchführung ohne Wiederholung oder Parametervariation, eine Art Merksatz auf ihrem Schreibblock notieren.[227]

Modus der Absicherung: Der Modus der Absicherung ist eine weitere Strategie, mit der Schüler*innen selbständig die Freiheitsgrade methodisch-inhaltlich geöffneter Experimentiersituationen reduzieren. Sie wenden sich an Lehrende, mit der Bitte, zu bestätigen (‚abzusegnen'), ob sie mit einer Experimentieraufgabe ‚fertig' sind bzw. ob eine Vorgehensweise, ein Ergebnis oder ein Erklärungsansatz ‚richtig' ist. Sie sichern sich bzgl. jeder eigenen Entscheidung bei der oder dem Lehrenden ab und nehmen damit die in methodisch-inhaltlich geöffneten Experimentiersituationen auf sie übertragene Verantwortung für *ihr* Experimentieren nicht an. Infolge der schulisch häufig eingesetzten geschlossenen Aufgabenformate (Schritt-für-Schritt-Anweisungen, festgelegte Lösungswege, vorweggenommene Ergebnisse; s. Kap. 3.1; 5.3) habitualisieren „Kinder [...] eine starke Erwartungshaltung hinsichtlich kleinschrittiger Instruktionen" (Nentwig-Gesemann et al. 2012: 49). Sie fordern ein Absichern des eigenen Experimentierhandelns durch die Lehrperson auch dann ein, wenn sie selbständig und selbstbestimmt experimentieren ‚dürfen' (vgl. auch Högström et al. 2010; M. Peschel 2012; Gebauer & Herbst 2020).

[227] Dies hatte ich in Kap. 5.6 als ad hoc Hypothese entwickelt: Wird der Modus des schnellen Abarbeitens beim angeleiteten Versuchedurchführen im naturwissenschaftsorientierten Sachunterricht habitualisiert, rufen Schüler*innen diesen Modus Operandi auch beim zunehmend geöffneten Experimentieren (Modulebene 2) und beim Freien Explorieren, Experimentieren und Problemlösen (Modulebene 3) ab und reduzieren auf diese Weise vorhandene Freiheitsgrade. Die Schüler*innen „beharren auf ihrer Schülerrolle und sie überführen die [offenere] Situation in ‚normalen' Unterricht" (Breidenstein 2006: 136, Anm. d. V.) nach dem bekannten Modus des schnellen Abarbeitens.

Modus des Freien Explorierens, Problemlösens und Experimentierens: Anders als bei den beiden vorherigen Modi nutzen die Schüler*innen die Freiheitsgrade des methodisch-inhaltlich geöffneten Experimentierens in diesem Modus stärker und handeln gemeinsam ihr Vorgehen beim Experimentieren samt entsprechender *Lern*ziele aus.

Anstatt lediglich Handlungsanweisungen nach- bzw. abzuarbeiten (wie im Modus des schnellen Abarbeitens), setzen die Schüler*innen im Experimentierprozess eigene Ideen bzw. Lösungswege, samt explorativer Näherungsformen an die Experimentieraufgabe und verschiedener Variablenmodifikationen, eigenständig um. Anstatt ihr Vorgehen kleinschrittig bei Lehrenden ‚abzusegnen' (wie im Modus der Absicherung), verantworten die Schüler*innen ihre Entscheidungen selbst, was auch Abstimmungen bzgl. der didaktischen Intention der Lehrperson beinhalten kann. Anstatt v. a. über organisatorische Aspekte oder die emotional-affektive Bewertung der Experimentiersituation zu kommunizieren (wie im Modus des schnellen Abarbeitens), kommunizieren die Schüler*innen vornehmlich über ihr Vorgehen und ihre Beobachtungen samt Themen- oder Zielgebieten und *Lern*zielen ihres Experimentierens.

Eine weitere Eigenschaft der Oberkategorie **„S experimentieren"** ist der Bereich des Experimentierens, in dem die Schüler*innen eigene Entscheidungen treffen bzw. fremdbestimmte Entscheidungen umsetzen sollen. Die Ausprägungen dieser Eigenschaft „*Bereich*" habe ich in Anlehnung an meine Auseinandersetzung mit M. Peschels Modellierung des Offenen Experimentierens entwickelt (s. Kap. 3.2.2.5). Die Ausprägungen umfassen die Dimensionen der Wissensaneignung (organisatorisch, methodisch, inhaltlich) und die Dimensionen der Kommunikation und Interaktion (sozial, persönlich), die sich im Sinne von z. B. „methodisch mehr oder weniger geöffnet" gradieren ließen.[228] Die Dimensionen der Kommunikation und Interaktion gelten nicht als Aspekte der Wissensaneignung (vgl. Bohl & Kucharz 2010; Priemer 2011; M. Peschel 2012), werden hiermit aber in ihren Einflüssen auf die Wissensaneignung und als Grundvoraussetzungen für eine methodisch und inhaltlich selbstbestimmte Erkenntnisgewinnung anerkannt.

Mögliche *Auslöser* für das Experimentierhandeln der Schüler*innen habe ich als weitere Eigenschaft der Oberkategorie „**S experimentieren**" unterschieden. In meinen Daten habe ich als mögliche Auslöser v. a. Experimentieraufgaben bzw. -anleitungen, Aufforderungen durch die Lehrperson oder GOFEX-Dozierende (also durch „Lehrende") und Aufforderungen innerhalb der Peergruppe (einschließlich des Nachahmens) rekonstruiert.

[228] M. Peschel weist darauf hin, dass jede der Dimensionen des Offenen Experimentierens „in Stufengrade geteilt von ‚nicht vorhanden' (Stufe 0) bzw. ‚Ansatzweise offen' (Stufe 1) bis zu ‚Weitestgehend' (Stufe 5)" (M. Peschel 2009a: 269f.) geteilt werden kann (s. Kap. 3.2.1; Tab. 9).

Zudem können m. E. auch die Experimentiermaterialien selbst zum Auslöser von Experimentierhandlungen werden (s. Kap. 8.3). Innerhalb der Kategorie „S wiederholen“ lassen sich die kodierten Textausschnitte beispielsweise dahingehend interpretieren und unterscheiden, ob das reproduzierende Experimentierhandeln aus einer Aufforderung der Lehrenden resultiert („*S wiederholt, aufgefordert durch L*“), der Experimentieraufgabe folgt („*S wiederholen, aufgefordert durch A*“) oder unter den Schüler*innen ausgehandelt wurde („*S wiederholen, aufgefordert durch S“)*. Die Konzept-Codes (*in Klammern*) bilden diese verschiedenen „Auslöser“ direkt ab. Auf Ebene der Kategorien steht die verbindende, abstraktere Struktur der Handlungsmuster im Vordergrund (hier: das Reproduzieren der Bedingungen), weshalb die unterschiedlichen „Auslöse-Charakteristika“ zur Kategorieneigenschaft „*Bestimmung*“ weiterentwickelt wurden. Die Eigenschaften und ihre Ausprägungen erlauben wiederum eine sensible Interpretation der kodierten Textstellen (vgl. Muckel et al. 2017: 13f.). Jedes konkrete Auftreten einer Kategorie in den empirischen Daten besitzt „ein einzigartiges dimensionales Profil [...]. Das dimensionale Profil repräsentiert die spezifischen Eigenschaften“ (Strauss & Corbin 1996: 51) einer Kategorie unter einem je gegebenen Satz von kontextuellen Bedingungen (s. Kap. 7).

In den Daten habe ich Textstellen identifiziert, die ich im Hinblick auf die fachinhaltliche und fachmethodische Kompetenz der Lehrperson bzw. der GOFEX-Dozierenden interessant fand (vgl. Peschel & Kihm 2019a). So vermischten die beobachteten Lehrpersonen und GOFEX-Dozierenden z. B. häufig die Beobachtung und die Deutung einer Beobachtung (Konzept-Code „*L vermischt Beobachtung und Deutung*“) oder erklärten naturwissenschaftliche Phänomene wie z. B. die Oberflächenspannung nur unzureichend (Konzept-Code „*L erklärt unzureichend*“) oder falsch (Konzept-Code „*L erklärt falsch*“).

Diese mangelnden fachlichen Kompetenzen könnten als „Lehrgrenzen der Lehrerinnen und Lehrer“ (Köster 2018: 35) dazu führen, dass sie die Experimentierhandlungen der Schüler*innen fachlich bzw. fachdidaktisch nur begrenzt einschätzen und unterstützen können (vgl. Diener & Peschel 2019; Kap. 5.7). Deshalb habe ich die o. g. Konzept-Codes, die sich auf die Lehrenden (Lehrpersonen und GOFEX-Dozierende) beziehen, weiterverfolgt und zu Kategorien verdichtet: „Fachlichkeit der L“ und „Experimentierhandlungen der L“ (mit anderen Konzept-Codes wie „*L beobachtet Phänomen*“, „*L experimentiert neben S her*“, „*L experimentiert selbst und allein*“).[229] Da es bzgl. der *eigenen* Sachauseinandersetzung der Lehrenden insgesamt wenig kodierte Textstellen gab, habe ich entspre-

[229] „Durch die als ‚Lehrgrenzen’ charakterisierten Hemmschwellen der Lehrerinnen und Lehrer gegenüber physikalischen Inhalten werden ‚Lerngrenzen’ für die Kinder aufgebaut“ (Köster 2018: 215). Diese Lerngrenzen führen ggf. dazu, dass physikalische Inhalte im Sachunterricht „zu wenig oder überhaupt nicht thematisiert“ (ebd.: 215; s. a. Kap. 5.3) bzw. Schüler*innen beim Experimentieren nur unzureichend pädagogisch-didaktisch-*fachlich* unterstützt werden (s. Kap. 5.7).

chend weniger und abstraktere Kategorien entwickelt als in der Schwester-Oberkategorie „S experimentieren“. Folgende Tabelle zeigt die (Unter-) Kategorien der Oberkategorie „**L experimentieren**“ mit den bekannten Eigenschaften der Sachauseinandersetzung.

Dass sowohl die Lehrpersonen als auch die GOFEX-Dozierenden auf Ebene der Konzept-Codes, Kategorien und Oberkategorien mit „L“ abgekürzt werden, ist notwendig, um auf der Ebene der Kategorien und der Konzept-Codes ***Unterschiede*** im „Lehr“-Handeln zwischen Lehrpersonen und GOFEX-Dozierenden sinnvoll interpretieren zu können.

Tabelle 32: Oberkategorie „L experimentieren“ (selbst erstellt)

Oberkategorie „L experimentieren“	
(Unter-)Kategorien	**Eigenschaften** (Dimensionen)
Fachlichkeit der L Experimentierhandlungen der L	**Modus** (des schnellen Abarbeitens, der Absicherung, des Freien Explorierens, ...) **Bereich** (organisatorisch, methodisch, inhaltlich, sozial, persönlich) **Bestimmung** (Aufgabe/Anleitung, Peergruppe, Lehrende, Material, Nachahmen)

Die Konzept-Codes erfassten jedoch nicht nur die jeweiligen (Experimentier-)Handlungsmuster von S bzw. L, sondern vornehmlich die Interaktionsmuster der Schüler*innen mit den Lehrenden „L“. Eine der für die Grounded Theory zur Selbstbestimmungsaushandlung ermittelten zentralen Oberkategorien war „**L und S interagieren**“. Diese induktiv entwickelte Oberkategorie habe ich ebenfalls aus mehreren Kategorien (u. a. „L evaluiert Handeln der S“, „L kontaktiert S“, „L reguliert Handeln der S“, „L instruiert Handeln der S“ oder „S wartet auf Handeln der L“) iterativ verdichtet und zunehmend elaboriert.

Verschiedene meiner entwickelten Konzept-Codes (u. a. „*S fragt L bzgl. des Vorgehens um Erlaubnis: ‚Dürfen wir?‘*“; „*S fragt nach Rückmeldung: ‚richtig‘ oder ‚falsch‘?*“) habe ich anschließend beispielsweise zur Kategorie „S kontaktiert L“ verdichtet. Die Konzept-Codes „*Was macht ihr da?*“, „*L nähert sich S*“ und „*L nähert sich S und stützt sich auf deren Experimentiertisch ab*“ habe ich dagegen zur Kategorie „L kontaktiert S“ verdichtet. Beiden Kategorien gemeinsam ist die Kommunikationsform „A kontaktiert B“, die die Herstellung oder Initiierung einer Interaktion als Sinnstruktur der jeweiligen Handlungsmuster in den Vordergrund stellt. Der Unterschied zwischen den beiden Kategorien „L kontaktiert S“ und „S kontaktiert L“ liegt in der Richtung der Monodirektionalität: Geht die Kommunikation von Lehrenden oder den Schüler*innen aus? Auf Ebene der Konzept-Codes ergeben sich weitere Unterschiede in der Ausgestaltung der Kommunikationsform „A kontaktiert B“, z. B. dahingehend, ob es um das Einholen von Erlaubnis, Rückmeldung, Kontrolle o. ä. geht.

Die Konzept-Codes „*L bewertet Handeln der S verbal*“, „*L bewertet Handeln der S nonverbal“* und „*L schweigt zu einem Vorschlag der S, aber gestikuliert*“ habe ich etwa zur Kategorie „L evaluiert Handeln der S“ gruppiert. Umgekehrt habe ich eine Kategorie „S evaluiert Handeln der L“ gebildet ‚um Konzept-Codes wie *„S bewertet Experimentiervorschlag von L nonverbal“, „... verbal“* oder „*S steigt in Diskussion mit L ein*“ weiter zu verdichten. Die Sinnstruktur dieser Handlungsmuster liegt in der evaluativen Funktion der Äußerungen bzw. Handlungen: A nimmt das Handeln von B wahr und drückt eine Stellungnahme dazu aus, die positiv, neutral oder negativ konnotiert sein kann.

Konzept-Codes, die fremdbestimmende Vorgaben durch Lehrende bzgl. des Arbeitsortes (*„L instruiert, bestimmt Arbeitsort verbal“*, „*L instruiert, bestimmt Arbeitsort nonverbal*“), der Sozialform und Gruppenbildung, Zeiteinteilung, Durchführung von vorgegebenen Versuchen (*„L instruiert, bestimmt Vorgehen bei Versuchsdurchführung verbal“, „... nonverbal“*) oder der Planung eigener Experimente (*„L instruiert, bestimmt Vorgehen bei der Planung eigener Experimente verbal“, „... nonverbal*“) beinhalten, habe ich zur Kategorie „L instruiert Handeln der S“ elaboriert. Unter die Kategorie „L instruiert Handeln der S“ und die Kategorie „L kontaktiert S“ habe ich teilweise Konzept-Codes wie „*L fragt S nach einer Erklärung*“, „*L gibt S (ungefragt) eine Erklärung“ und „L bietet S Hilfe an“* doppelt kodiert, da sich hier inhaltliche Überschneidungen in der Kommunikationsform ergaben, z. B. wenn die Initiierung der Interaktion letztlich einer Instruktion oder Kommandierung dient.

Als weitere Kategorie habe ich „L reguliert Handeln der S“ aus Konzept-Codes wie etwa „*L stoppt weitere Materialauseinandersetzung nonverbal*“, „*L greift in Experimentierprozess ein*“, „*L diszipliniert S*“ oder „*L nimmt den S Experimentierschritte ab*“ entwickelt.

Interessant angesichts beider Kategorien („L reguliert Handeln der S“ und „L instruiert Handeln der S“) ist m. E., dass ich anhand meiner Daten **keine** Konzept-Codes konstruiert habe, die sich zu den „umgekehrten Kategorien“ abstrahieren ließen, also „S reguliert Handeln der L“ bzw. „S instruiert Handeln der L“. Dass Schüler*innen im GOFEX also scheinbar nicht regulierend oder instruierend auf das Handeln der Lehrenden einwirken, ließe sich im Hinblick auf die persönliche Offenheit der Lehrenden während der GOFEX-Tage resp. des Offenen Experimentierens im GOFEX interpretieren (s. Kap. 7; 8).

Diese unterschiedlichen Kategorien (kontaktieren, evaluieren, regulieren, instruieren) differenzieren die „Interaktion zwischen L und S“ aus, weshalb ich sie wiederum bzw. iterativ zur entsprechenden Oberkategorie „**L und S interagieren**“ zusammengefasst habe. Die Ausdifferenzierung dieser Oberkategorie in die benannten (Unter-)Kategorien ist strukturgleich zur Ausdifferenzierung einer (Unter-)Kategorie in die jeweiligen Konzept-

Codes und ein analytisches Instrument auf einer elaborierteren Ebene. Im Falle der Oberkategorie „**L und S interagieren**“ lassen sich unterschiedliche Qualitäten der Interaktion zwischen L und S anhand der verschiedenen (Unter-)Kategorien miteinander vergleichen und so different konnotieren: Kontaktieren stellt die Herstellung einer Interaktion in den Vordergrund, evaluieren betont die Bewertung, Beurteilung oder Einschätzung einer Sache, regulieren zielt auf die Steuerung, Lenkung und Ordnung von Abläufen bzw. Verhaltensweisen, meist regelbasiert, und instruieren fokussiert deutlicher die Anleitung oder Unterweisung der Schüler*innen. Kategorien sind Elaborationen von *Konzept-Codes*, die Zusammenhänge und Beziehungen zwischen *Konzept-Codes* verdeutlichen und noch stärker auf deren Sinnstrukturen verweisen, als die *Konzept-Codes*, die meist noch konkreter auf Ebene der Handlungsmuster verbleiben. **Oberkategorien** wiederum verdichten Kategorien noch weiter, um das Wesentliche bzw. den Kern verschiedener Kategorien im Sinne der sozialen Sinnstruktur der Handlungsmuster zu rekonstruieren (s. a. Kap. 2; 5.6).

Jede Interaktion zwischen L und S lässt sich entlang der Eigenschaften „*Modus,*“ „*Bereich*“ und „*Modalität*“ spezifizieren. Mit dem „*Modus*“ der Interaktion bezeichne ich die Art und Weise, wie L und S miteinander interagieren. Eine enge Gesprächsführung, die sich an einem „Frage-Antwort-Schema“ orientiert (IRE-Sequenzen; vgl. Mehan 1979; s. Kap. 7.3) und auf ein schnelles Abarbeiten abzielt, wäre eine extreme Ausprägung der Interaktion zwischen L und S, bezogen auf den kommunikativen Umgang miteinander. Die „Meldekette“, die an GOFEX-Tagen durchgeführt wird, ist ein weiterer, spezifischer Gesprächsmodus.

Die Ausprägungen der Eigenschaft „*Bereich*“ der Oberkategorie „L und S interagieren“ stimmen mit den Ausprägungen der Eigenschaft „Bereich“ der Oberkategorie „S experimentieren“ überein. Auch hier kann die Interaktion zwischen L und S entweder die Dimensionen der Wissensaneignung (organisatorisch, methodisch, inhaltlich) betreffen oder die Dimensionen der Interaktion und Kommunikation selbst (sozial, persönlich; s. Kap. 3.2). Die Eigenschaft „*Modalität*“ (mit den in Kapitel 2 bereits eingeführten Ausprägungen „verbal-vokal“, „nonverbal-vokal“ und „nonverbal-nonvokal“) habe ich erneut genutzt, um die Gestaltung der Kommunikation zwischen L und S zu interpretieren.

Auf der Suche nach weiteren Eigenschaften der Oberkategorie „**L und S interagieren**“ bin ich auf etwas gestoßen, das ich rückanalysierend in mehreren Beobachtungsprotokollen geprüft habe: Obwohl Lehrpersonen und GOFEX-Dozierende das Vorgehen der Schüler*innen kommentierten (Kategorie „L evaluiert Handeln der S“), handelten die Schüler*innen teilweise konträr zu diesen Kommentaren. Wenn die Lehrperson sich zwar *nicht* verbal-vokal zu einem Vorschlag der Schüler*innen äußerte, aber sich dennoch mit m. E. einer eindeutig ablehnenden Gestik (leichtes Kopfschütteln, Rümpfen der Nase o. ä.) posi-

tionierte, setzten die Schüler*innen die von der Lehrperson nonverbal-nonvokal als negativ bewerteten Vorschläge *häufig* nicht um, obwohl sie diese zuvor artikuliert hatten.

Diese Unstimmigkeit[230] zwischen Äußerungen der Lehrenden und Tätigkeiten der Schüler*innen führte in meinen Analysen zu einer Re-/Neu-Fokussierung bzw. Ausschärfung der o. g. Oberkategorie „**L und S interagieren**", welche die kommunikativen Anteile in den Beobachtungen auf Grundlage der spezifischeren Konzept-Codes (Beispiele: „*L bewertet Handeln der S verbal*", „*L bewertet Handeln der S nonverbal*" und „*L schweigt zu einem Vorschlag der S, aber gestikuliert*") ausweitete, neu justierte und damit einer Analyse zugänglich machte: Neben dem adressierten *Entscheidungsbereich* und *Modus* der Interaktionsgestaltung schien v. a. die *Modalität* (verbal-vokal, nonverbal-vokal, nonverbal-nonvokal; zu den Begriffen s. Košinàr 2009; Argyle 2013) eine wichtige Eigenschaft zu sein, um die Oberkategorie samt (Unter-)Kategorien differenzierter zu bestimmen, die Gesamt-GT zu festigen und den Einfluss nonverbaler (Körper-)Sprache der Lehrenden auf die Experimentierhandlungen der Schüler*innen stimmiger analysieren und interpretieren zu können. Im Hinblick auf die Modalität der Kommunikation erwiesen sich v. a. Diskrepanzen zwischen dem Gesagten und der Körpersprache der Lehrenden u. E. von besonderer Bedeutung für das *doing* AGENCY (s. Kap. 7; vgl. auch Kihm & Peschel 2025).

Folgende Tabelle zeigt alle (Unter-)Kategorien der Oberkategorie „**L und S interagieren**".

Tabelle 33: Oberkategorie „L und S interagieren" (selbst erstellt)

Oberkategorie „L und S interagieren"	
(Unter-)Kategorien	**Eigenschaften** (Dimensionen)
L kontaktiert S | S kontaktiert L L evaluiert Handeln der S | S evaluiert Handeln der L L reguliert Handeln der S L instruiert Handeln der S L beobachtet Handeln der S | S wartet auf Handeln der L L motiviert S L handelt stellvertretend für S L und S tauschen sich aus	**Modus** (enge bzw. offenere Gesprächsführung) **Bereich** (organisatorisch, methodisch, inhaltlich, sozial, persönlich) **Modalität** (verbal-vokal, nonverbal-vokal, nonverbal-nonvokal)

Die (Unter-)Kategorien „L kontaktiert S", „S kontaktiert L", „L evaluiert Handeln der S", „S evaluiert Handeln der L", „L reguliert Handeln der S" sowie „L instruiert Handeln der S" und die weiteren (Unter-)Kategorien „L beobachtet Handeln der S", „S wartet auf Handeln der L", „L motiviert S" und „L handelt stellvertretend für S" haben gemeinsam,

[230] Den nun folgenden Absatz habe ich im annähernden Wortlaut bereits in Kihm und Peschel (2025: 8f.) publiziert. Konkrete Beispiele für diese Auffälligkeiten bzw. Unstimmigkeiten diskutiere ich in Kapitel 7 und 8.

dass sich die Interaktionen eher als asymmetrisch oder komplementär analysieren lassen, d. h., dass ein Interaktionspartner in der Interaktion tendenziell aktiver oder einflussreicher ist und die Intentionen resp. Anlässe der Interaktion häufig einseitig sind („L kontaktiert S“, d. h., dass L einseitig den Kontakt initiiert, „L evaluiert S“, d. h., dass L die Rolle des Bewertenden einnimmt, während S bewertet wird, „L motiviert S“, d. h., dass L versucht, S zu beeinflussen und anzutreiben, womit S zum Objekt der Antriebsversuche der/des L wird usw.). Oft lassen sich die Interaktionsformen dieser Kategorien im Modus einer engen Gesprächs- bzw. Interaktionsführung beschreiben, sie sind tendenziell direktiv, fokussiert oder von einem Interaktionspartner stark gelenkt, was die Entscheidungsspielräume des weniger direktiven Interaktionspartners einschränkt.

Im Kontrast zu diesen direktiven, asymmetrischen oder komplementären Interaktionsformen steht die (Unter-)Kategorie „L und S tauschen sich aus“, die Konzept-Codes verdichtet, die in meinen Augen als eher reziprok bzw. symmetrisch zu bestimmen sind, z. B. „*L und S sprechen über das Scheitern eines Experimentes*“ oder *„L und S diskutieren den Nutzen der Namensschilder“*. Der Anlass für den Austausch ist oft ein gemeinsames Interesse an einem Thema oder das Bedürfnis nach Klärung. Beide Interaktionspartner (L und S) sind aktiv an einem Dialog beteiligt und bringen ihre Positionen ein. Es handelt sich um einen wechselseitigen (reziproken) Prozess: L und S hören einander zu, reagieren aufeinander und tragen beide zum Fortgang der Interaktion bei. Im Vergleich zu beispielsweise „L reguliert Handeln der S" oder „L instruiert Handeln der S“ ist die offenere Gesprächsführung tendenziell weniger direktiv. Es gibt keine einseitige Vorgabe der Richtung, der Fokus liegt m. E. auf der Aushandlung von Ordnungen und dem Austausch von Ideen.

Anhand der Liste mit den generierten Konzept-Codes bzw. an den Daten konnten schließlich weitere Kategorien der sozialen Interaktionen entwickelt werden: Konzept-Codes, die einen reziproken, dialogischen Austausch zwischen den Schüler*innen betreffen, z. B. „*S diskutieren über eine Beobachtung*“ oder *„S besprechen die Durchführung der Schritte einer Experimentieranleitung“*, habe ich zu einer Kategorie „S tauschen sich aus“ zusammengefasst. Schwesterkategorien zu dieser Kategorie sind „S instruiert Handeln anderer S“ und „S evaluiert Handeln anderer S“, mit jeweils eher komplementären bzw. direktiven Konzept-Codes, und „S experimentieren nebeneinanderher“ mit spezifischen Konzept-Codes (vgl. Naujok et al. 2008 zum Konzept des „Nebeneinanderher-Arbeitens“).

Mit weiteren Kategorien, die ich analog aus Konzept-Codes und eng an den Daten entwickelt habe, lassen sich die Interaktionen zwischen den Lehrpersonen und den GOFEX-Dozierenden analysieren und interpretieren. Folgende Kategorien der Interaktion zwi-

schen Lehrperson und GOFEX-Dozierenden konnte ich entwickeln: „L evaluiert Handeln von L", „L tauschen sich aus" und „L handelt stellvertretend für L". Beispiele für Konzept-Codes der Kategorie „L tauschen sich aus" sind „*L diskutieren GOFEX-Konzepte*", „*L sprechen über einzelne S", „L sprechen über S-Gruppen", „L besprechen Ergebnisse der S", „L stimmen Organisatorisches ab", „L stimmen weiteres Vorgehen ab".* Konzept-Codes, die zur Kategorie „L handelt stellvertretend für L" weiterentwickelt wurden, sind etwa „*L unterbricht bei Instruktion", „L ‚unterstützt' bei Ritual" oder „L nimmt Antwort vorweg".*

Die Kategorien, die die Interaktionen zwischen Schüler*innen kodieren, habe ich weiter zur Oberkategorie „**S und S interagieren**" verdichtet. Entsprechend habe ich die Kategorien, die sich auf die Interaktionen zwischen der Lehrperson und den GOFEX-Dozierenden beziehen, zur Oberkategorie „**L und L interagieren**" zusammengefasst. Zur Charakteristik und Interpretation der jeweiligen Oberkategorien und ihrer Unterkategorien habe ich die Eigenschaften und Ausprägungen (Strauss & Corbin 1996: 43) genutzt, die ich auch zur Charakteristik der Oberkategorie „**L und S interagieren**" entwickelt habe. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die beiden Oberkategorien.[231]

Tabelle 34: Oberkategorien „S und S interagieren" und „L und L interagieren" (selbst erstellt)

Oberkategorie „S und S interagieren"	
(Unter-)Kategorien	**Eigenschaften** (Dimensionen)
S und S experimentieren nebeneinanderher S tauschen sich aus S instruiert Handeln anderer S S evaluiert Handeln anderer S	**Modus** (enge bzw. offenere Gesprächsführung) **Bereich** (organisatorisch, methodisch, inhaltlich, sozial, persönlich) **Modalität** (verbal-vokal, nonverbal-vokal, nonverbal-nonvokal)
Oberkategorie „L und L interagieren"	
(Unter-)Kategorien	**Eigenschaften** (Dimensionen)
L evaluiert Handeln von L L handelt stellvertretend für L L tauschen sich aus	**Modus** (enge bzw. offenere Gesprächsführung) **Bereich** (organisatorisch, methodisch, inhaltlich, sozial, persönlich) **Modalität** (verbal-vokal, nonverbal-vokal, nonverbal-nonvokal)

Mit einer weiteren Oberkategorie „**Aufgaben als Mittler**" habe ich die Funktion der Experimentieraufgabe als Element der Steuerung und Strukturierung (s. Vorstudie 1; Kap. 5.6) in meine GT integriert: Experimentieraufgaben vermitteln in meinen Augen zwischen der

[231] Das iterative Vorgehen, wie aus den Konzept-Codes Kategorien und schließlich Oberkategorien werden, habe ich in diesem Kapitel am Beispiel der beiden Oberkategorien „S experimentieren" und „L und S interagieren" exemplifiziert. Ich bin analog bei allen Kategorien und Oberkategorien vorgegangen, werde dies hier aber nicht erschöpfend darstellen (zum Vorgehen verweise ich außerdem auf Kapitel 5.6).

Auseinandersetzung einer Schülerin oder eines Schülers mit einem Phänomen und dem *von pädagogisch-didaktischer Seite intendierten Ziel* des Lern- bzw. Aneignungsprozesses (vgl. Labudde 1993). Die (Unter-) Kategorien beziehen sich auf die konkrete Implementierung der Experimentieraufgaben an GOFEX-Tagen: Die (Unter-)Kategorie „Einführung der Aufgaben" umfasst beispielsweise Konzept-Codes wie *„L stellt einzelne Aufgaben am Smartboard vor", „L demonstriert eine Aufgabe und das Vorgehen beim Aufgabenbearbeiten"* oder *„Aufgaben liegen ohne weitere Einführung im Stationsbetrieb aus"*. Die (Unter-)Kategorie „Rezeption der Aufgaben" wurde aus Konzept-Codes wie *„S verschaffen sich einen Überblick über Aufgaben*", *„S beachten die Aufgabe am Tisch gar nicht*", *„S lesen Aufgabe ganz" und „S lesen Aufgabe teilweise*" verdichtet. Die (Unter-)Kategorie „Aufgaben als Auslöser des Experimentierens" spezifiziert, wie (bzw. ob) aus der Rezeption der Aufgabe ein Experimentieren der Schüler*innen resultiert. Weitere Konzept-Codes analysieren, inwiefern die Aufgabe ein Explorieren zulässt (*„Aufgabe lässt Explorieren zu"*), von rezeptartigen Handlungsschritten ausgeht (*„Aufgabe mit Experimentieranleitung"*), mehrere Bearbeitungswege zulässt (*„divergente Aufgabe")*, ergebnisoffen ist usw. Damit rückt m. E. auch die Frage in den Vordergrund, wie Schüler*innen die Experimentieraufgaben bearbeiten und ob sie die Aufgabe z. B. als eine Art „Checkliste" nutzen und schrittweise die Handlungsanweisungen abarbeiten (Konzept-Code *„Aufgabe als Checkliste*"; s. Kap. 5.6).

Hinsichtlich einer weiteren Analyse der Aufgabenbearbeitungsprozesse verweise ich zum einen auf die Oberkategorie „S experimentieren": Als Aufgabenformat bieten Experimentieranleitungen „Orientierung, was zu tun ist, um einen bestimmten Effekt zu erzeugen [...]. Sie dienen im Unterricht ebenso wie jede andere Anleitung als Aufgabe oder Handlungsaufforderung" und sollen ein Experimentieren initiieren (Murmann 2007: 87f.; vgl. auch Muckenfuß 2013). Geöffnete und offene Experimentieraufgaben dienen demgegenüber dazu, „sich den Experimentierprozess mit eben nicht konkreten Vorgaben im Sinne eines Verständnisses über die Naturwissenschaften an[zu]eigne[n]" (M. Peschel 2012: 167) und sich Inhalte selbstbestimmt im Sinne eigener Erkenntniswege zu erschließen (vgl. Kihm & Peschel 2019b). Bezogen auf geschlossene (gleich angeleitete), geöffnete und offene Experimentieraufgaben gilt also: Sie sollen ein Experimentieren initiieren (vgl. Kihm & Peschel 2021d). Die Bearbeitungsprozesse der Experimentieraufgaben können deshalb m. E. mit dem (Unter-)Kategoriensystem der Oberkategorie „S experimentieren" differenziert analysiert werden, z. B. dahingehend, wie die Schüler*innen den Versuch/das Experiment (s. Kap. 3.2) vorbereiten, wie sie explorieren, beobachten, wiederholen, variieren und dokumentieren, in welchem Modus sie vorgehen, in welchem Bereich sie Entscheidungen treffen usw. (s. Tab. 31).

Meine zweite Bezugnahme auf die Oberkategorie „L und S interagieren“ leite ich daraus ab, dass „soziale Interaktionen [...] wesentliche Merkmale“ der Situation „Aufgabenbearbeitung“ (Schomaker & Tänzer 2020: 248) darstellen. Wenn Schüler*innen demnach Experimentieraufgaben bearbeiten, erfolgt dies eingebettet in L-S-Interaktionen, die ich z. B. im Hinblick auf den Modus der Gesprächsführung, die Modalität der Interaktion oder den Bereich, in dem Entscheidungen kommunikativ verhandelt werden, analysieren kann. Die Interaktionsform lässt sich mithilfe der entsprechenden Kategorien spezifizieren und im Hinblick auf den Kommunikationsprozess differenzieren, z. B. als Kontaktaufnahme („L kontaktiert L“), Bewertung der Aufgabenbearbeitung („L evaluiert Handeln der S“), zusätzliche, ersetzende oder widersprüchliche Instruktion („L instruiert Handeln der S“), Austausch im Hinblick auf Entscheidungen („L und S tauschen sich aus“) usw. (s. Tab. 33).

Insgesamt habe ich die Oberkategorie „**Aufgaben als Mittler**“ wie folgt entwickelt:

Tabelle 35: Aufgaben als Mittler (selbst erstellt)

Oberkategorie „Aufgaben als Mittler“	
(Unter-)Kategorien	**Eigenschaften** (Dimensionen)
Einführung der Aufgaben Rezeption der Aufgaben Aufgaben als Auslöser des Experimentierens *zudem: Verweis auf die Oberkategorien „**S experimentieren**“ sowie „**L und S interagieren**“ mit den jeweiligen (Unter-)Kategorien*	**Bereich** (organisatorisch, methodisch, inhaltlich, sozial, persönlich) **Modalität** (verbal-vokal, nonverbal-vokal, nonverbal-nonvokal) **Modus** (enge bzw. offenere Gesprächsführung, Modus des schnellen Abarbeitens, ...) **Offenheit** (wenig offen bis sehr offen)

Zur Bestimmung der Eigenschaften „*Bereich*“ verweise ich auf meine Ausführungen hinsichtlich der Oberkategorien „S experimentieren“ und „L und S interagieren“ und meine Ausführungen zu den Dimensionen organisatorischer, methodischer, inhaltlicher (Wissensaneignung), sozialer und persönlicher Offenheit (Kommunikation und Interaktion).

Die Eigenschaft „*Offenheit*“ habe ich von wenig offen (Modul 1) zu sehr offen (Modul 5) dimensionalisiert und verweise damit auf die Öffnungs*stufen* bzw. -*module* des GOFEX vom wenig offenen, angeleiteten Experimentieren (Modul 1) über das geöffnete Experimentieren (Modul 2) und Freie Explorieren, Problemlösen, Experimentieren (Modul 3) hin zum sehr offenen „Offenen Experimentieren“ (Modul 5; s. Kap. 5.4.2). Mit dieser Eigenschaft „*Offenheit*“ lässt sich die methodisch-inhaltliche Offenheit der Experimentieraufgaben graduieren, im Sinne der jeweils intendierten Handlungs- und Entscheidungsmöglichkeiten. Zudem sollte hier m. E. die Verwendung bestimmter Aufgabenelemente analysiert werden, um z. B. mögliche Einflüsse vorwegnehmender Titel oder Textelemente auf die

Experimentierhandlungen der Schüler*innen zu detektieren. Solche Aufgabenelemente können die im Hinblick auf die Sacherschließung erwünschte *eigenständige* Auseinandersetzung zwischen Schüler*in und Phänomen *ermöglichen* oder *unermöglichen* (s. Kap. 5.6).

Die intendierten Handlungs- und Entscheidungsmöglichkeiten, die mittels Experimentieraufgabe transportiert werden, werden in den Interaktionen zwischen den Schüler*innen und den Lehrenden ausgehandelt (Oberkategorie „L und S interagieren"). Diese *sozialen* Aufgabenbearbeitungsprozesse lassen sich entlang der bereits eingeführten Eigenschaft „*Modalität*" (verbal-vokal, nonverbal-nonvokal, nonverbal-vokal) und in Bezug auf den „*Modus*" der Interaktion spezifizieren. In Bezug auf die Eigenschaft „*Modus*" verweise ich auf die Modi der Oberkategorie „S experimentieren" (Modus des schnellen Abarbeitens, der Absicherung, des Freien Explorierens, Problemlösens, Experimentierens) bzw. der Oberkategorie „L und S interagieren" (enge bzw. offenere Gesprächsführung). Anhand dieser Eigenschaften und Ausprägungen lassen sich die Aufgabenbearbeitungsprozesse als soziale Interaktionen in Abhängigkeit von Aufgabenelementen, -formaten, GOFEX-Öffnungsstufen und spezifischen Modi der Aufgabenbearbeitung/des Experimentierens (s. Kap. 5.6) graduieren.

Zuletzt habe ich bei der Kategorienbildung aus meinem empirischen Datenmaterial auch berücksichtigt, dass die sozialen Interaktionen, die ich während der Bearbeitung der Experimentieraufgaben beobachten und beschreiben konnte, durch verschiedene Kontextbedingungen mediiert werden: (a) durch den Raum und seine Ausgestaltung mit Materialien, (b) durch die Zugänglichkeit der Materialien für die Schüler*innen und (c) durch Zeitvorgaben, etwa zum Wechsel der Experimentieraufgaben oder zur ‚Frühstückspause'. Die Aushandlung von Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren zwischen den Schüler*innen und den Interaktionen erfolgt unter vielfältigen Kontextbedingungen. „Die damit verbundene räumliche, materiale, zeitliche und inhaltliche Rahmung des [...] Experimentierens von Kindern ermöglicht, aber begrenzt zugleich auch deren Erfahrungs- und Handlungsmöglichkeiten" (Nentwig-Gesemann et al. 2012: 34f.).

Ein Ausgangspunkt für die Entwicklung entsprechender Konzept-Codes und deren Abstraktion zu Kategorien war meine ad hoc Hypothese, dass das Experimentiermaterial ein Element der Öffnung ist (Vorstudie 1; Kap. 5.6.7) und die Vorauswahl bzw. Zugänglichkeit der Experimentiermaterialien das Experimentierhandeln der Schüler*innen beeinflusst. Ausgehend von dieser ad hoc Hypothese habe ich Handlungsmuster wie „*L trägt ungefragt Experimentiermaterialien zu einem Tisch, an dem S experimentieren*", „*S benötigen Experimentiermaterial und suchen gezielt danach im GOFEX-Haus"* oder *„S suchen unbestimmt nach Experimentiermaterial im GOFEX-Haus"* als entsprechende Konzept-Codes identifiziert und benannt. Unter anderem diese Konzept-Codes habe ich iterativ

zur Kategorie „Material beschaffen“ verdichtet. Eine weitere Kategorie habe ich als „Material nutzen“ bezeichnet. Diese Kategorie fasst Konzept-Codes zusammen wie *„Motorische Schwierigkeiten in der Materialnutzung“, „Gefahrenpotenzial von Experimentiermaterial“* oder *„Dingfunktionen“* zusammen.[232] Weitere Konzept-Codes wie *„L räumt den S die Experimentiermaterialien hinterher*“ oder *„L räumen Experimentiermaterialien nicht weg*“ habe ich zur Kategorie „Material aufräumen“ abstrahiert. Bezugnehmend auf meine ad hoc Hypothese und das empirische Datenmaterial habe ich die Kategorien „Material beschaffen“, „Material nutzen“ und „Material aufräumen“ zur Oberkategorie „**Materialnutzung**“, einer in meinen Augen wesentlichen Kontextbedingung, weiterentwickelt. Auf Ebene der Beobachtungsprotokolle habe ich dabei, wie ich dies im theoretischen Teil meiner Arbeit entwickelt habe, jeweils Handlungsmuster segmentiert, in denen die Akteur*innen im GOFEX *mit dem Experimentiermaterial und ggf. miteinander handeln*. Die bloße Nennung oder Aufzählung eines Experimentiermaterials im Beobachtungsprotokoll reichte also nicht aus, um einen entsprechenden Konzept-Code zu vergeben, entscheidend war vielmehr der jeweilige Handlungszusammenhang der Material*nutzung*.

Ein weiterer Ausgangspunkt der Entwicklung der Konzept-Codes und der Abstraktion zu Kategorien war die ad hoc Hypothese, dass der GOFEX-Raum u. a. aufgrund seiner Öffnungscharakteristika (s. Kap. 5.4.5) ein geeignetes Feld ist, um die Aushandlung von Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren zu beforschen (s. Kap. 5.7.3). Damit rückte die Raum*nutzung* (Proxemik) ins Zentrum der Analysen und Kategorienbildung: Konzept-Codes wie *„L betritt den GOFEX-Raum und schaut sich um*“, *„S betreten den GOFEX-Raum zögerlich und ehrfürchtig“* oder *„Wechsel zwischen Konferenz- und Experimentierbereich“* habe ich zur Kategorie „Bewegung im GOFEX-Raum“ zusammengefasst. Andere Konzept-Codes wie *„L steht hinter S*“, *„L setzt sich auf einen Stuhl direkt neben S“* oder *„S stützt sich auf dem Experimentiertisch ab*“ habe ich zur Kategorie „Positionierung im GOFEX-Raum“ verdichtet. Eine dritte Kategorie „Orientierung im GOFEX-Raum“ fasst Konzept-Codes wie *„L verschaffen sich einen Überblick über das Angebot auf den Experimentiertischen*“, *„L schauen sich im GOFEX um“* und *„Einzelne Experimentiermaterialien liegen schon vorbereitet auf Experimentiertischen*“ zusammen. Anschließend habe ich diese Kategorien iterativ zur Oberkategorie „**Raumnutzung**“ weiterentwickelt.

---

[232] „Dingfunktionen“ (Nohl 2011b: 95) ist ein Konstrukt, das auf Arnd-Michael Nohl zurückgeht. Es bezeichnet die verschiedenen „Handlungspotenzialitäten“ und Affordanzen, die ein „Ding“, also ein Material, mit dem Kinder sich auseinandersetzen, haben kann. Wenn Kinder mit Materialien explorieren, nutzen sie diese Materialien vielfältig und teilweise anders als (alltäglich, fachlich, fachdidaktisch, in der Aufgabe, von der Lehrkraft usw.) intendiert bzw. atypisch (vgl. Stieve 2008; Nohl 2011b; 2013; Schomaker 2013).

Bei der Bearbeitung des Datenmaterials ist mir aufgefallen, dass die zeitliche Rhythmisierung des GOFEX-Tages durch die GOFEX-Dozierenden Einfluss auf den Experimentierprozess der Schüler*innen hat: Auf einen gemeinsamen Einstieg (Demonstrationsexperiment; 30 min) folgen eine Experimentierphase (30 min) und eine gemeinsame, längere Pause (15 min). Nach der Pause findet eine gemeinsame Zwischenreflexion statt (15 min), auf die eine zweite, längere Experimentierphase (60 min), das gemeinsame Aufräumen (10 min) und eine Abschlussreflexion (20 min) folgen (s. a. Kap. 5.4; 6.2).

Den Zeitpunkt der o. g. längeren Pause legten jeweils die GOFEX-Dozierenden fest. Während dieser Pause sollten alle Schüler*innen, so die GOFEX-Dozierenden, den GOFEX-Raum kurz verlassen, um im Flur oder auf einem Vorplatz im Freien zu frühstücken. Es hat sich gezeigt, dass die Pause das weitere Vorgehen der Schüler*innen beim Experimentieren verzögert, stört oder sogar gänzlich unterbricht (vgl. Kihm 2023b; s. Kap. 8.3). Die jeweiligen Handlungsmuster im Zusammenhang mit der Pause habe ich mit Konzept-Codes wie *„S setzen unfertiges Experiment nach Pause nicht fort*“, *„S bitten darum, keine Pause machen zu müssen“* oder *„S beginnen eigentlich schon fortgeschrittenes Experiment nach Pause von vorne“* analysiert. Diese Konzept-Codes habe ich zur Kategorie „Pausenzeiten“ zusammengefasst. Daneben konnte ich aus meinen Konzept-Codes noch zwei weitere Kategorien abstrahieren, die ich später zur Oberkategorie „**Zeitnutzung**“ weiterentwickelt habe. Mittels der ersten Kategorie, „Experimentwechsel“ lässt sich analysieren, wie Schüler*innen die Auseinandersetzung mit einem Versuch oder Experiment beenden und sich einem anderen Experiment zuwenden (sei es in der Bearbeitung von Anleitungen auf Modulebene 1 oder im geöffneten bzw. Offenen Experimentieren mit eigenen Experimenten ab Modulebene 2). Entsprechende Konzept-Codes sind z. B. *„L evoziert einen Experimentwechsel“, „S beenden Experiment und wechseln aus Desinteresse“, „S beenden Experiment und wechseln aus Frustration“* oder *„Klangschale als Wechselsignal“*. Die dritte (Unter-)Kategorie der Oberkategorie „Zeitnutzung“ habe ich als „Eröffnung und Abschluss“ bezeichnet, da ich hier Konzept-Codes zusammengefasst habe, die typische Handlungsmuster für den Beginn und das Ende des GOFEX-Tages bündeln. Beispiele für entsprechende Konzept-Codes dieser Kategorie sind *„Anfangsneugierde der S*“, *„Wer eröffnet den GOFEX-Tag?*“, *„Namensschilder schreiben“* oder *„Konzepte vorstellen/erklären*“ bzw., in Bezug auf die Abschlussphase, *„Präsentieren im Abschlusskreis*“, *„Museumsgänge“*, *„Belastungstests von Brücken“* oder *„das GOFEX auf Vordermann bringen“*.

Diese verschiedenen mediierenden räumlichen, materialen und zeitlichen Einflüsse bzw. Kontextbedingungen habe ich als Oberkategorien „**Materialnutzung**“, „**Raumnutzung**“ und „**Zeitnutzung**“ in die Entwicklung meiner GT integriert. Die Bezeichnungen der

Oberkategorien implizieren, dass es mir nicht um eine Auflistung oder Beschreibung der Materialien, des Raumes oder der zeitlichen Abläufe an sich geht, sondern immer um *Handlungs*muster, um Fragen der Nutzung kontextueller, situativer Ressourcen.

Die folgende Tabelle zeigt die verschiedenen, von mir rekonstruierten Kontextbedingungen mitsamt der jeweiligen (Unter-)Kategorien, Eigenschaften und Ausprägungen.

Tabelle 36: Situative Kontextbedingungen: räumliche, materiale, zeitliche Einflüsse (selbst erstellt)

Oberkategorie „Zeitnutzung“	
(Unter-)Kategorien	**Eigenschaften** (Dimensionen)
Eröffnung und Abschluss Pausenzeiten Experimentwechsel	**Modalität** (verbal-vokal, nonverbal-vokal, nonverbal-nonvokal) **Modus** (enge bzw. offenere Gesprächsführung, mehr oder weniger verbindlich)
Oberkategorie „Raumnutzung“	
(Unter-)Kategorien	**Eigenschaften** (Dimensionen)
Bewegung im GOFEX-Raum Positionierung im GOFEX-Raum Orientierung im GOFEX-Raum	**Modalität** (verbal-vokal, nonverbal-vokal, nonverbal-nonvokal) **Modus** (enge bzw. offenere Gesprächsführung, mehr oder weniger verbindlich)
Oberkategorie „Materialnutzung“	
(Unter-)Kategorien	**Eigenschaften** (Dimensionen)
Materialien beschaffen Materialien nutzen Materialien aufräumen	**Modalität** (verbal-vokal, nonverbal-vokal, nonverbal-nonvokal) **Modus** (enge bzw. offenere Gesprächsführung, mehr oder weniger verbindlich)

Mögliche Ausprägungen des *Modus*, in welchem die Zeit-, Raum- oder Materialnutzung zwischen den Akteur*innen verhandelt wird, sind die Anlage der Gesprächsführung und die Verbindlichkeit der resultierenden Bestimmungen zur Zeit-, Raum- oder Materialnutzung. Weiterhin relevant ist die *Modalität* der Aushandlungsprozesse zur Zeit-, Raum- oder Materialnutzung: Welche Vereinbarungen erfolgen verbalsprachlich, welche körpersprachlich, mimisch bzw. durch Einsatz von Artefakten wie etwa Klangschalen (s. Kap. 8).

Durch Vergleichen, Inbeziehungsetzen und Anordnen der herausgearbeiteten Oberkategorien habe ich schließlich eine datenbasierte, komplexe GT entwickelt (vgl. Murmann 2013: 10). Dabei habe ich mich an dem paradigmatischen Modell der Grounded Theory Methodologie orientiert (vgl. Strauss & Corbin 1996: 92f.; vgl. auch Breuer 2010: 84).

Das paradigmatische Modell ist ein „Vorschlag [...], über die Struktur der gewonnenen Daten [...] in einer bestimmten Weise nachzudenken“ (Kühlmeyer et al. 2020: 13). Die gebildeten Kategorien werden dahingehend differenziert, verknüpft und angeordnet, „welche

Bedingungen das Phänomen verursachen, in welchen *Kontext* es eingebettet ist, welche Handlungs- oder interaktionale *Strategien* zur Bewältigung oder Lösung führen und welche *Konsequenzen* sich aus diesen Strategien ergeben“ (Wollny & Marx 2009: 472).

> Die Vorgaben des Kodierparadigmas sind „dafür geeignet zu zeigen, wie eine modellhafte Zusammenfügung der entwickelten Konzepte und Kategorien aussehen kann. Sie fordert zum Denken in Zusammenhängen und Bedingungsgefügen heraus“ (Breuer 2010: 87), ohne eine bestimmte Rekonstruktionslogik aufzuzwingen.

Das *Phänomen*, das ich beforscht habe, ist die Aushandlung der Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren (s. Kap. 1). Die „Ereignisse, Vorfälle, Geschehnisse, die zum Auftreten oder der Entwicklung eines Phänomens führen“, bezeichnen Strauss und Corbin (1996: 79) als *ursächliche Bedingungen*. In meiner GT sind Experimentieraufgaben in ihrer Mittler-Funktion (Oberkategorie „Aufgaben als Mittler“; Tab. 35) m. E. die *ursächliche Bedingung* resp. Grundlage des *doing* AGENCY/der Aushandlung von Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren zwischen den Schüler*innen und den Lehrenden.

Als *Kontext* definieren Strauss und Corbin den „spezifischen Satz von Eigenschaften [...], die zu einem Phänomen gehören“ (ebd.: 80). Gleichzeitig stellt der Kontext „den besonderen Satz von Bedingungen dar“ (ebd.: 75), in dem die Handlungen der Akteur*innen stattfinden. Ausgehend von meinem Forschungsfokus „*Aushandlung* von Selbstbestimmung“ (s. Kap. 1) und dem Bezug zum AGENCY-Ansatz (s. Kap. 3.3) sind m. E. die vielfältigen Interaktionen und die Art und Weise der Kommunikation zwischen den Akteur*innen ‚Schüler*innen‘, ‚Lehrpersonen‘ und ‚GOFEX-Dozierende‘ der entscheidende *Kontext*, in dem die Selbstbestimmung der Schüler*innen beim Offenen Experimentieren ausgehandelt wird.

Der „Satz von Bedingungen“ (ebd.), den ich über alle (Ober- und subsumierten Unter-) Kategorien hinweg als *Kontext* des Phänomens ‚Aushandlung der Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren‘ ausgemacht habe, ist zum einen der Modus, in dem die Schüler*innen interagieren (schnell abarbeiten, absichern, frei explorieren, problemlösen, experimentieren) bzw. untereinander und mit Lehrenden kommunizieren (enge bzw. offenere Gesprächsführung), zum anderen die Modalität dieser Kommunikation als Interaktionsbedingung (verbal-vokal, nonverbal-vokal, nonverbal-nonvokal; s. o.). Zuletzt definiere ich den Bereich (organisatorisch, methodisch, inhaltlich, sozial) der Handlungs- und Entscheidungsmöglichkeiten beim Offenen Experimentieren als weitere Bedingung, die zum Kontext der Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren gehört.

Die Aushandlung von Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren (*Phänomen*) wird durch die eingesetzten Experimentieraufgaben (*ursächliche Bedingung*) grundgelegt; als Mittler zwischen der Auseinandersetzung einer Schülerin mit dem Phänomen (Experi-

mentieren; s. Kap. 3.1) und dem von pädagogisch-didaktischer Seite intendierten Ziel eines fachlichen Lern- bzw. Aneignungsprozesses (vgl. Labudde 1993) sind Experimentieraufgaben Elemente der Steuerung und Strukturierung des Experimentierprozesses, auch im Offenen Experimentierprozess (vgl. auch M. Peschel 2016). Experimentieraufgaben definieren Inhalte, methodische Zugänge und die „mit einer Methode verbundenen Intentionen“ (Schomaker & Tänzer 2020: 248; vgl. auch Kleinknecht 2019: 3), an die Schüler*innen. Experimentieraufgaben transportieren „immer „ein[en] bestimmte[n] Freiraum, zugleich aber auch eine Reihe von Begrenzungen und Einschränkungen“ (Schmenk 2012: 75; vgl. auch Murmann 2007) beim Offenen Experimentieren, v. a. in zwei der Öffnungsdimensionen der Wissensaneignung (methodische Öffnung, inhaltliche Öffnung).

Im GOFEX bearbeiten Schüler*innen die Experimentieraufgaben und werden dabei von Lehrpersonen und GOFEX-Dozierenden begleitet (*Kontext*; s. Kap. 5.4; vgl. Bohl & Kucharz 2010; Kleinknecht 2019; Schomaker & Tänzer 2020). Wenn die Lehrpersonen und GOFEX-Dozierenden das Aufgabenbearbeiten resp. Experimentieren der Schüler*innen in sozialen Interaktionen begleiten, beziehen sie sich evaluierend bzw. modifizierend bis steuernd auf Experimentierhandlungen der Schüler*innen (Oberkategorie „L und S interagieren“; Tab. 33). Ebenso beeinflussen die Schüler*innen auf Peerebene gegenseitig ihre Experimentierhandlungen (Oberkategorie „S und S interagieren“; Tab. 34). Durch die Begleitung (*Kontext*) der Aufgabenbearbeitung (*ursächliche Bedingung*) durch Lehrende und Mitschüler*innen werden Schüler*innen in ihren Experimentierhandlungen beeinflusst.

In den sozialen Interaktionen zwischen Schüler*innen und Lehrenden werden v. a. die (methodischen, inhaltlichen) Handlungs- und Entscheidungsmöglichkeiten ausgehandelt. ‚Aushandeln‘ bedeutet dabei, dass die (methodischen, inhaltlichen) Handlungs- und Entscheidungsmöglichkeiten, die in den verschiedenen (mehr oder weniger offenen) Aufgabenformaten angelegt sind, durch das Handeln der Lehrenden verstärkt bzw. unterstützt oder verhindert bzw. verschlossen werden. Zugleich adressiert die Begleitung weitere Öffnungsdimensionen, die über die Prozesse der Wissensaneignung hinausgehen und auch die Kommunikationsprozesse betreffen (soziale Öffnung; s. Kap. 3.1).

Die (empfundene) Selbstbestimmung der Schüler*innen beim Offenen Experimentieren ist somit nicht ausschließlich vom Öffnungsgrad der eingesetzten Experimentieraufgabe und den entsprechenden methodisch-inhaltlichen Handlungs- bzw. Entscheidungsmöglichkeiten der Experimentieraufgabe *an sich* abhängig (vgl. auch Hartinger 2005; 2008). Das (mehr oder weniger selbstbestimmte) Vorgehen in der Aufgabenbearbeitung wird zwar durch die eingesetzten Experimentieraufgaben grundgelegt, aber dann sozial ausgehandelt. Diese *Aushandlung* der Selbstbestimmung der Schüler*innen findet beim Of-

fenen Experimentieren v. a. in den sozialen Interaktionen zwischen den Schüler*innen, Lehrkräften und GOFEX-Dozierenden statt. Die Handlungs- bzw. Entscheidungsmöglichkeiten beim Offenen Experimentieren werden in verschiedenen Modalitäten (nonverbal-nonvokal, nonverbal-vokal, vokal) und Bereichen (organisatorisch, methodisch, inhaltlich, sozial) zwischen den Schüler*innen und den Lehrenden ausgehandelt.

Lehrkräfte und GOFEX-Dozierende evaluieren, modifizieren oder steuern die Experimentierhandlungen der Schüler*innen. Die persönliche Offenheit der Lehrkraft bzw. GOFEX-Dozierenden wirkt dadurch auf die organisatorischen, methodischen und inhaltlichen Öffnungsdimensionen zurück und beeinflusst diese auch. Das nonverbale Handeln der Lehrenden hat sich als nutzbarer Zugang zur persönlichen Offenheit erwiesen.

Im Kodierparadigma der Grounded Theory Methodologie sind *intervenierende Bedingungen* schließlich die Bedingungen, die auf die Handlungen und Interaktionen der Akteur*innen einwirken. Solche intervenierenden Bedingungen sind immer innerhalb des spezifischen Kontextes zu sehen, der für das Phänomen wesentlich ist (vgl. auch Strauss & Corbin 1996: 75). In meine GT zur Aushandlung von Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren habe ich die situativen Kontextbedingungen, die ich in der Kategorienbildung als Oberkategorien entwickelt habe, als intervenierende Bedingungen integriert (Oberkategorien „Zeitnutzung“, „Raumnutzung“ und „Materialnutzung“; Tab. 36).

Unter *Handlungs- und interaktionalen Strategien* verstehen Strauss und Corbin (ebd.) die „Strategien, die gedacht sind, um ein Phänomen unter einem spezifischen Satz“ von Bedingungen „zu bewältigen, damit umzugehen, es auszuführen oder darauf zu reagieren“ (ebd.). Sowohl bei den Schüler*innen als auch bei den Lehrenden konnte ich entsprechend bestimmte Handlungs- und Interaktionsmuster beobachten, die m. E. erheblichen Einfluss auf die Aushandlung der Handlungs- und Entscheidungsmöglichkeiten der Schüler*innen beim Offenen Experimentieren haben, also die darauf einwirken, dass die Handlungs- und Entscheidungsmöglichkeiten der Schüler*innen verstärkt bzw. unterstützt oder verhindert bzw. verschlossen werden. Bei den Schüler*innen habe ich u. a. die Modi des schnellen Abarbeitens, der Absicherung oder des Freien Explorierens, Problemlösens und Experimentierens rekonstruiert, bei den Lehrenden z. B. das Frage-Zeichnung-Antwort-Schema bzw. den international als Initiation-Response-Evaluation-Gesprächsführung bekannten Frage-Antwort-Modus (vgl. Mehan 1979) sowie das Nutzen einer nonverbal-nonvokalen Verhinderungskörpersprache oder eine Art „Osterhasenpädagogik“ (s. Kap. 7; 8.2).

Konsequenzen definieren Strauss und Corbin (1996: 75) schließlich als „Ergebnisse oder Resultative von Handlung und Interaktion“. Hier beschreibe ich die Wirkungen der beo-

bachteten Handlungs- und Interaktionsmuster der Lehrenden bzw. der Schüler*innen auf die Experimentierhandlungen und das selbstbestimmte Vorgehen der Schüler*innen.

Ergebnis des axialen Kodierens ist zum einen eine ungeordnete Liste an etwa hundert Kategorien, die ich, wie hier beschrieben, zu Oberkategorien zusammengefasst habe. Zum anderen ist das Geflecht an Beziehungen zwischen den Oberkategorien, das ich, im Sinne des Kodierparadigmas der Grounded Theory Methodologie (vgl. Strauss & Corbin 1996), im hier beschriebenen Sinne herausgearbeitet habe, Ergebnis des axialen Kodierens:

Tabelle 37: Anordnung der Oberkategorien im Sinne des Kodierparadigmas (selbst erstellt)

Phänomen			
Aushandlung der Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren			
ursächliche Bedingungen	**Kontext**	**intervenierende Bedingungen**	**Handlungs-/ Interaktionsmuster**
„Aufgaben als Mittler“	„L und S interagieren „S und S interagieren“ „L und L interagieren“	„Zeitnutzung“ „Raumnutzung“ „Materialnutzung“	Modi Modalitäten
Konsequenzen			
„S experimentieren“ – fremd-/selbstbestimmtes Vorgehen der Schüler*innen (– „L experimentieren“)			

Das Ergebnis des offenen Kodierens, eine Liste von mehreren hunderten von Konzept-Codes, und das Ergebnis des axialen Kodierens, eine ungeordnete Kategorienliste und das Kategoriensystem (Tab. 37), wurden auf Fachtagungen sowie in Kolloquien diskutiert (s. Kap. 2.4, um meine Analyse- und Interpretationsarbeit auf Nachvollziehbarkeit zu prüfen. Zudem wurden bis 11/2019 weitere vier Beobachtungsprotokolle selektiv kodiert, um das entwickelte Kategoriensystem auf theoretische Sättigung hin zu prüfen.

Diese theoretische Sättigung trat ein, als keine neuen bedeutsamen Daten, Konzept-Codes und Kategorien mehr gefunden werden konnten. Mit fortgesetzter Analyse emergierten vielmehr ‚ausreichend‘ Kategorien, aus deren Zusammenspiel sich m. E. die Aushandlung von Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren in konkret beobachteten Lehr-Lern-Situationen erklären und interpretieren ließ. Dieser letzte Schritt, das **selektive Kodieren**, erhöhte die Dichte der entwickelten Kategorien und zeigte, dass vorerst[233] keine Lücken mehr im Kategoriensystem bestanden (vgl. Corbin 2011: 74).

[233] „Im Verständnis der Grounded Theory Methodologie gilt *jede* Theorie als vorläufig. Mit Eintreten der ‚Theoretischen Sättigung‘ gilt die entwickelte Theorie als elaboriert und verdichtet *genug*“ (Kihm & Peschel 2025: 6), als *ausreichend*, „um sie zur Erklärung sozialer Wirklichkeit zu nutzen“ (ebd.).

7 Anwendung des Kodierparadigmas

In diesem Kapitel nutze ich mein entwickeltes Kodierparadigma (s. Tab. 37), um die Aushandlung von Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren in verschiedenen beobachteten Situationen verschiedener Öffnungsstufen exemplarisch zu rekonstruieren. Diese Situationen interpretiere ich, indem ich die jeweilige Experimentieraufgabe als *ursächliche Bedingung*, die Interaktions- und Handlungsmuster der Lehrpersonen, der GOFEX-Dozierenden und der Schüler*innen als *Kontext* und *intervenierende Bedingungen* wie das Experimentiermaterial, den Raum und die Zeitnutzung mit einbeziehe.

Das Kodierparadigma erlaubt es, die Aushandlung von Selbstbestimmung kontextsensibel und an den Interaktionen orientiert zu rekonstruieren. Ich zeige im Folgenden mithilfe von vier Beobachtungsvignetten, wie ich bei einer solchen Rekonstruktion vorgehe.

Der Fokus meiner Darstellung liegt, neben der Anwendung des Kodierparadigmas, darauf, die vielfältigen, v. a. tiefenstrukturellen Aspekte, die mit der Selbstbestimmungsaushandlung zusammenhängen, zu verdeutlichen. Die Situationen skizzieren dabei ausdrücklich keinen *Schul*unterricht, sondern *außerschulischen* Unterricht im Grundschullabor für Offenes Experimentieren (GOFEX). Dabei ist jede Situation letztlich *einzigartig*. Im Datenmaterial finden sich aber viele weitere, *ähnliche* Beispiele für die vorgenommenen Interpretationen. Die Situationen entstammen unterschiedlichen GOFEX-Tagen, an denen verschiedene GOFEX-Mitarbeitende und Lehrpersonen beobachtet wurden.

Die ‚Ausgangslage' der beschriebenen GOFEX-Tage scheint der Programmatik des Offenen Experimentierens durchaus zu entsprechen (Materialzugänglichkeit, Freiheiten z. B. bzgl. Sozialform und Bearbeitungsdauer, teilweise selbstbestimmte Vorgehensweise und Inhalte). Erst die genaue Analyse der Interaktionsprozesse zwischen den Schüler*innen und den Lehrenden zeigt m. E., wie das Vorgehen der Schüler*innen subtil durch nonverbale Kommunikationen beeinflusst wird. Ebenso schränken die Bedingungen der Material- sowie Raumzugänglichkeit und -nutzung die Offenheit der Experimentiersituation, trotz andersartiger Programmatik, deutlich ein. Da auch diese Interaktionsprozesse vielfach lenkende verbale und insbesondere nonverbale Mikroprozesse aufweisen, werden ‚traditionelle' Zuständigkeiten der Lehrperson (für Materialien, Lernwege, Inhalte usw.) an den beobachteten GOFEX-Tagen teilweise verstetigt und reproduziert.

Die Analyse der (verbal-vokalen, nonverbal-vokalen *und* nonverbal-nonvokalen) Interaktions-, Kommunikations- und Aushandlungsprozesse ist deshalb m. E. der Schlüssel, um (un)demokratische Entscheidungsprozesse und -mechanismen im (Sach-/Grundschul-) Unterricht besser zu verstehen (vgl. auch Kihm 2023a; Stadler-Altmann & Lang 2023).

7.1 „Dosentelefon“

In diesem Kapitel wende ich das im sechsten Kapitel entwickelte Kodierparadigma an, um die bereits eingeführte Experimentiersituation „Dosentelefon“ zu interpretieren.[234] Obgleich ich diesen Ausschnitt aus dem Beobachtungsprotokoll schon an verschiedenen Stellen genutzt habe, um z. B. in meinen Forschungsgegenstand und Forschungsfokus einzuführen (s. Kap. 1) oder mein methodisches Vorgehen der Datenaufbereitung und -auswertung zu explizieren (s. Kap. 6), zeige ich den Ausschnitt aus dem Beobachtungsprotokoll nachfolgend dennoch in Gänze, um mich einfacher darauf beziehen zu können.

Eine erste Klasse (22 Schüler*innen) ist mit ihrer Lehrperson LP#1 zum Thema „Sinne“ im GOFEX. Nachfolgend wird eine Situation beschrieben, in welcher zwei Lernende ein Dosentelefon auf einem Drehschemel entdecken. Darunter liegt eine laminierte DIN A4-Seite mit der Aufgabe „*Finde heraus, wie das Dosentelefon am besten funktioniert*!“

Ausschnitt aus meinem Beobachtungsprotokoll vom 17.01.2019 („Dosentelefon“)

17.01.2019, Klasse 1, Sinne, Modul 2, 09.00-12.30 Uhr, 21 Schüler*innen, erster GOFEX-Tag
GOFEX-Dozierende JD = LB#2 und SK = LB#1, Lehrperson EH = LP#1, schon mehrere GOFEX-Tage

S#1 und S#2 stehen von den Sofasitzen auf und laufen schnurstracks auf den Bereich zwischen den beiden GOFEX-Haushälften zu. Dort liegen auf einem drehbaren Holzhocker das Dosentelefon und die Stationskarte mit der Aufgabe: „Finde heraus, wie das Dosentelefon am besten funktioniert!“ S#1 greift nach dem Dosentelefon, nimmt es und äußert: „Das kenne ich! Ich weiß, wie das funktioniert!“ S#2 schaut ihn an; die Stationskarte bleibt auf dem Hocker liegen, sie wird von beiden *nicht* beachtet. Stattdessen beginnt S#1 nun hektisch damit, die Schnur um das Dosentelefon abzuwickeln; S#2 steht immer noch neben S#1 und schaut sich im Raum um. Weder LP#1 noch LB2 sind in der Nähe der beiden. S#1 drückt S#2 eine der Dosen fest in die Hand und schaut S#2 tief in die Augen: „Also du musst das nehmen und da rüber gehen!“ S#1 zeigt in Richtung des Eingangsbereiches. S#1 weiter: „Ich bleibe dann hier! Und dann können wir reden!“

S#2 läuft los, bleibt in Höhe des Smartboards stehen; die Schnur, welche die beiden Dosen verbindet, hängt durch. Nachdem S#2 zum Stehen kommt und in die Dose schaut, geht S#1 noch einen weiteren Schritt zurück, steht nun hinter den beiden GOFEX-Haushälften im Bereich der Zusatzschränke. Den Hocker schiebt S#1 dabei beim Rückwärtsgehen ein bisschen zurück und schließlich hinter eines der GOFEX-Haushälften. Die Schnur ist inzwischen straffer gespannt, sie

[234] Da die Experimentiersituation in diesem Kapitel tiefergehender interpretiert wird als im ersten Kapitel, sehe ich die Notwendigkeit, das Experimentiermaterial ‚Dosentelefon‘ etwas genauer einzuführen: Ein Dosentelefon besteht aus zwei einseitig geöffneten, leeren Konservendosen, die mit einer mehrere Meter langen, frei gespannten Schnur verbunden sind. Beide Schnurenden werden durch ein zentrisches Loch im jeweiligen Boden der Dose geführt und im Inneren der Dose festgeknotet, damit sie nicht hinausrutschen können. (https://de.wikipedia.org/wiki/Schnurtelefon)
Benutzt man das Dosentelefon mit stramm gespannter Schnur und ohne die Schnur irgendwo anzustoßen oder einzuklemmen, lässt sich damit ‚telefonieren‘: „Eine Person spricht leise in einen Becher. Hält sich eine zweite Person die Öffnung des anderen Bechers an ihr Ohr, so kann sie das Gesprochene verstehen“ (Berthold et al. 2017: 501). Beim Sprechen wird die Luft in der Konservendose in Schwingung versetzt. „Die Schwingung wird von der Luft auf den Boden des Bechers und von diesem auf die Schnur übertragen, in der sie sich als Welle fortpflanzt. Diese überträgt sich am anderen Ende der Schnur auf den zweiten Becher. Dieser wirkt [...] als Resonator, so dass auch leise gesprochene Worte noch gut zu verstehen sind“ (ebd.). Die Konservendose wirkt dabei als Resonanzkörper (bzw. Resonator), der Klänge bzw. Töne verstärkt: Einmal angeregt, schwingt der Resonanzkörper mit seiner Eigenfrequenz und gibt die Schwingung verstärkt an die Luft ab. Der Resonanzkörper verstärkt die Amplitude der Schwingung.

verläuft mitten durch den GOFEX-Raum, umgeben von Tischgruppen, Stühlen, SuS und der LP#1. S#1 und S#2 sprechen nun jeweils in die Dose, die sie in Händen halten. Anfangs noch zeitgleich, später dann zeitlich versetzt bzw. einander abwechselnd: Eine*r spricht in eine Dose hinein und die*der andere hält das Ohr währenddessen an die andere Dose. Diese Rollen (Sprecher bzw. Zuhörer) wechseln die beiden nun für einige Sekunden immer wieder ab und unterhalten sich dabei miteinander. Den Gesprächsinhalt kann ich akustisch nicht verstehen.

Die Schnur bleibt die ganze Zeit gespannt, da S#1 und S#2 in maximaler Spannreichweite der Schnur auseinanderstehen. S#1 zieht die Dose mehrfach mit beiden Händen ruckartig näher an die Brust, wodurch die Schnur stärker gespannt durch den GOFEX-Raum verläuft. Einige Schüler*innen berühren die Schnur, stolpern, aber niemand fällt. S#1 grinst schelmisch, hält sich die Hände vor den kaum hörbar lachenden Mund. S#2 blickt etwas beschämt vor sich auf den Boden. *Das breite Grinsen deutet für mich darauf hin, dass S#1 bemerkt hat, dass einige SuS durch die stark gespannte Schnur ins Wackeln kommen. Ich habe den Eindruck, dass S#1 dies nun bewusst ausnutzt:* S#1 zieht die Dose mit beiden Händen ruckartig noch stärker und näher an seine Brust, wodurch die Schnur noch stärker gespannt mitten durch den Raum verläuft.

Inzwischen spricht und hört S#1 nicht mehr in die Dose. S#2 hingegen – immer noch gegenüber beim Smartboard stehend – redet immer wieder in die Dose hinein. Manchmal lauscht S#2 auch mit einem Ohr, das S#2 zaghaft an die Dose führt. Gleichzeitig wird S#2 durch die Ziehbewegung des S#1 etwas in dessen Richtung gezogen. S#2 zieht die Dose daraufhin zwar auch in Richtung Brust, muss sich aber deutlich sichtbar anstrengen, um die Schnur straff zu halten. S#2 bekommt allmählich einen roten Kopf, *wirkt angestrengt*, atmet schneller. *Aus der Exploration wird ein Wettkampf, der an Tauziehen erinnert*.

Nun bekomme ich mit, dass LP#1 das Straffziehen der Schnur beobachtet. Ich weiß aber nicht, wie lange schon. LP#1 wirkt besorgt auf mich: Die Schultern sind hochgezogen und leicht gekrümmt, die Lippen abwechselnd aufeinandergepresst und leicht geöffnet, sodass man die aufeinander gestutzten Zähne sehen kann. Die Augen sind weit aufgerissen. Immer wieder zuckt LP#1 kurz, wenn ein SuS die Schnur berührt. *LP #1 hat das Geschehen aus einiger Distanz peripher im Blick, macht mit dem Handy Fotos von verschiedenen Tischgruppen – nicht jedoch von der Dosentelefon-Gruppe –, tippt dazwischen auf dem Handy, schreitet nicht ein und interveniert nicht direkt in Richtung der SuS. LP#1 sagt nichts, gestikuliert nicht in Richtung der SuS.* Stattdessen spricht LP#1 LB#2 an, die in einigen Metern Entfernung eine andere SuS-Gruppe beim Experimentieren begleitet: „Ist das hier immer so chaotisch?“ *Durch die folgende Interaktion zwischen LB#1, S#1 und S#2 bekomme ich nicht mit, wie das Gespräch zwischen LB#2 und LP#1 weiter verläuft.*

Etwa zeitgleich betritt LB#1 den GOFEX-Raum und schaut sich um. Mit den vor sich hingesprochenen Worten „Ne! Die machen das ja im Raum! Das finde ich gar nicht gut!“ geht LB#1 auf S#1 und S#2 zu. LB#1 umklammert die Schnur mit beiden Händen und spricht, abwechselnd zu beiden blickend: „Macht das doch lieber draußen auf dem Flur! Da habt ihr mehr Platz! Und ihr verletzt niemanden!“ Beide nicken und gehen auf den Flur. LB#1 geht vorweg.

Auf dem Weg nach draußen erschlafft die Schnur und wird über den Boden gezogen; die beiden SuS halten jeweils ihre Dose fest. Draußen angekommen läuft S#1 mit seiner Dose schnellen Schrittes den Flur in Richtung Ausgang entlang. Nach etwa einem Drittel bleibt S#1 stehen; die Schnur ist inzwischen fest gespannt. S#2 bleibt kurz hinter der GOFEX-Tür stehen; LB#1 bleibt in geringer Entfernung daneben stehen. S#1 blickt S#2 an und sagt: „Ich fang an!“ S#1 artikuliert Flatulenz-Geräusche in die Dose und kichert dabei; teilweise lacht S#1 auch in die Dose hinein und krümmt sich vor Lachen. S#2 blickt irritiert, die Augenbrauen sind zusammengezogen; immer wieder hört S#2 in die Dose, blickt dann aber wieder nach oben. S#2 ruft S#1 laut zu: „Ich versteh nichts!“, woraufhin S#1 die Flatulenz-Geräusche in höherer Lautstärke wiederholt. Die interjektionsähnlichen Laute werden also immer lauter; S#2 wird nun rot.

Die Schnur ist straff gespannt, während S#1 „flatuliert".

Ich höre einige Minuten zu. Die Schnur ist die ganze Zeit gespannt. LB#1 läuft auf S#2 zu: „Sag du doch mal was! Ob S#1 dich dann auch hören kann!" S#2 kichert vor sich hin, LB#1 wird von beiden nicht angeblickt. LB#1 geht von S#2 weg, positioniert sich mittig zwischen beiden an der Schnur. S#1 und S#2 kichern und lachen vor sich hin. S#1 artikuliert weiter Flatulenz-Geräusche in die Dose, die S#1 fest in Händen hält. Die Schnur des Dosentelefons ist straff gespannt. Die Sprecher- und Zuhörerrollen wechseln ab und an; dann flüstert S#2 für mich unverständliche Sätze, bis S#1 wieder mit den Flatulenz-Geräuschen beginnt.

LB#1 positioniert sich zwischen beide Schüler und winkt sie zu sich. S#1 und S#2 laufen auf LB#1 zu; die Schnur wird dadurch ganz locker. Sie treffen sich mittig. LB#1: „Habt ihr denn schon raus, wie das Dosentelefon am besten funktioniert?". S#1 kichert und lacht nach wie vor, blickt im Raum umher. S#2 äußert sich nicht, schweigt und blickt LB#1 mit großen Augen an. LB#1 weiter zu S#1: „Probier du es doch noch mal. Sprich mal was rein und schau, ob S#2 dich hören kann!" Beide laufen wieder auseinander, sodass die Schnur gespannt ist; LB#1 bleibt zunächst zwischen beiden an der Schnur stehen. Als S#1 die Dose in Richtung Mund führt, noch bevor S#1 spricht, bewegt LB#1 sich auf S#2 zu. S#1 flüstert für mich Unerkennbares; lacht und kichert dabei. LB#1 fragt S#2: „Hörst du was?" S#2 nickt und beginnt ebenfalls zu kichern, aber zurückhaltender und leiser als S#1. LB#1: „Sag du mal was!" Die Rollen tauschen: S#2 spricht in die Dose; S#1 hält seine Dose ans Ohr.

LB#1 läuft nun auf S#1 zu, S#1 kichert weiter. LB#1 fragt: „Hörst du was?" Nun wechseln die Rollen abermals. Ich höre, wie S#1 wieder Flatulenz-Geräusche in die Dose artikuliert. S#2 kichert nun etwas lauter als zuvor; die Schnur ist gespannt. LB#1 läuft auf S#2 zu: „Ist es jetzt besser als eben?" S#2 kichert weiter vor sich hin, LB#1 bekommt keine (verbale) Antwort, wird nicht angeblickt; *ich habe dein Eindruck, LB#1 wird nun gar keine Beachtung mehr zugewiesen*. Beide Schüler*innen kichern und lachen vor sich hin.

LB#1 bewegt sich noch einige Male zwischen den beiden hin und her und fragt immer kurz, ob sie etwas hören. Beide SuS geben kurze, monotone Antworten – entweder verbal „ja" oder kopfnickend – dann setzen sie sich wieder mit ihrer Dose auseinander, sprechen hinein, artikulieren Flatulenz-Geräusche oder hören in die Dose. Sie kichern und lachen. Durch die Körperbewegungen der beiden – sie treten mal einen Schritt vor, mal zur Seite bzw. zurück und krümmen sich dabei vor Lachen – ist die Schnur mal gespannt, mal locker.

Nach einigen Wiederholungen wickelt S#1 die Schnur um die Hände auf. Dadurch zieht S#1 S#2 immer weiter zu sich. S#2 versucht anfangs, die Schnur mit beiden Händen in Richtung der eigenen Brust zurückzuziehen, gibt dann aber nach und läuft langsam auf S#1 zu. LB#1 wendet sich nun an beide, nimmt abwechselnd Blickkontakt auf: „Kommt, wir gehen wieder rein jetzt!" LB#1 nimmt den beiden das Dosentelefon ab; S#2 geht zurück in den GOFEX-Raum, gefolgt von S#1 – und schließlich von LB#1. Im GOFEX-Raum angekommen, deponiert LB#1 das Dosentelefon für S#1 und S#2 unzugänglich auf einem hohen Regal. Die beiden Schüler*innen wenden sich infolgedessen einem anderen Experiment zu.

In den folgenden Kapiteln werde ich das m. E. zentrale *Phänomen* (im Sinne Strauss' und Corbins) – die Aushandlung von Selbstbestimmung – im Verlauf meiner Interpretation systematisch herausarbeiten. Dabei werde ich aufzeigen, wie die beiden Schüler*innen S#1 und S#2 in Interaktion mit dem Raum, dem Experimentiermaterial, der Zeitstruktur (*intervenierende Bedingungen*) und den pädagogisch-didaktisch wirkenden Akteur*innen ihre Handlungsmöglichkeiten im Umgang mit dem Dosentelefon aushandeln.

7.1.1 Ursächliche Bedingungen

Im paradigmatischen Modell der Grounded Theory Methodologie (Strauss & Corbin 1996; s. Kap. 6) bilden die ursächlichen Bedingungen jene Ausgangsbedingungen, die zur Entwicklung des zentralen Phänomens – in diesem Fall der Aushandlung von Selbstbestimmung – führen. In der beobachteten Experimentiersituation ist die ursächliche Bedingung m. E. zuvorderst die Experimentieraufgabe, konkretisiert (zum einen, s. u.) in einer auf einer Stationskarte formulierten Aufgabenstellung: *„Finde heraus, wie das Dosentelefon am besten funktioniert!“* Diese Stationskarte liegt neben einem Dosentelefon auf einem drehbaren Holzhocker (dies wäre die andere Konkretion der Experimentieraufgabe; s. o.). Neben der Dosentelefon-Experimentieraufgabe gibt es an diesem GOFEX-Tag noch weitere Experimentieraufgaben, die auf Stationskarten formuliert und jeweils mit weiteren Materialien wie einem Heulschlauch oder einem Klangfrosch präsentiert werden. S#1 und S#2 hätten sich also auch einer anderen Experimentieraufgabe zuwenden können. Mit welcher Experimentieraufgabe sie sich beschäftigen und in welcher Reihenfolge sie ggf. mehrere Experimentieraufgaben bearbeiten, ist ihnen qua organisatorischer Offenheit freigestellt. Dabei müssen sie keinesfalls alle Experimentieraufgaben bearbeiten, sondern können sich in eine Experimentieraufgabe vertiefen (s. Kap. 5.4).

Bei der Experimentieraufgabe handelt es sich m. E. um eine *geöffnete Experimentieraufgabe*. Obwohl es keine explizite Handlungsanweisung, im Sinne einer Anleitung, gibt und kein vorgeschriebenes Materialsetting, lediglich das Dosentelefon selbst ist als Material qua Aufgabe vorgegeben, die Experimentieraufgabe also auf den ersten Blick ggf. ‚offen‘ wirkt, ist sie m. E. durch eine methodisch-inhaltliche Struktur gerahmt, die sowohl Freiräume als auch Begrenzungen enthält. Die Aufforderung „*Finde heraus, wie das Dosentelefon am besten funktioniert*!“ legt fest, was zu untersuchen ist (‚das Dosentelefon‘) und mit welcher Absicht: Die Formulierung zielt m. E. darauf ab, eine selbstständige, explorative Auseinandersetzung (‚finde heraus‘) mit Phänomenen der Schallübertragung beim Dosentelefon zum Zweck der Optimierung desselbigen (‚am besten funktionieren‘) anzuregen. Präsupponiert ist dabei in meinen Augen, dass mit dem Dosentelefon üblicherweise kommuniziert bzw. ‚telefoniert‘ und nicht z. B. ‚tauziehen‘ gespielt wird (s. Kap. 7.1.3).

Die Experimentieraufgabe ist also inhaltlich gerahmt (Dosentelefon als zentrales Objekt, Schallübertragung als adressiertes Phänomen), transportiert jedoch methodische Freiräume, macht z. B. keine Angabe, wie vorzugehen ist, um die ‚beste Funktionsweise‘ zu explorieren. Die Schüler*innen könnten z. B. die Spannung der Schnur beim Sprechen und Hören variieren, unterschiedliche Sprechweisen und Distanzen ausprobieren. Damit *eröffnet* die Experimentieraufgabe den Schüler*innen Handlungsmöglichkeiten, die je-

doch im *sozialen Kontext*, in dem die Schüler*innen sich befinden, *ausgehandelt* werden müssen. Die Aufforderung, das ‚beste Funktionieren' des Dosentelefons herauszufinden, richtet das Experimentieren m. E. methodisch implizit auf ein Ziel hin – auf das Optimieren der Nutzung des Dosentelefons, das explorative Näherungsweisen beinhalten kann, um Bedingungen wie Schnurspannung, Sprechweise oder Distanz zu identifizieren und systematisch zu variieren. Zugleich *verschließt* die Experimentieraufgabe aber implizit auch bestimmte Handlungsmöglichkeiten und trägt Begrenzungen (z. B. wird m. E. eine Auseinandersetzung ausgeschlossen, bei der das Dosentelefon gar keine Rolle spielt).

Die Experimentieraufgabe hat eigentlich die Funktion, zwischen der Auseinandersetzung der Schüler*innen mit einem Phänomen (hier: Schallübertragung) und Gegenstand (hier: Dosentelefon) und den GOFEX-seitig intendierten Lern- bzw. Aneignungsprozessen zu vermitteln (hier z. B. erkennen, dass Schallübertragung nur gelingt, wenn die Schnur gespannt ist, dass verschiedene Materialien den Schall unterschiedlich gut übertragen usw.). In der vorliegenden Experimentiersituation „Dosentelefon" wird die Bedeutung dieser Mittlerfunktion (Oberkategorie „Aufgaben als Mittler") m. E. paradoxerweise besonders in der Nichtbeachtung bzw. (Nicht-)Rezeption der Aufgabenstellung deutlich.

In der analysierten Situation sind zu Beginn weder LP#1 noch LB#2 anwesend. Die Experimentieraufgabe wird also nicht explizit eingeführt, sondern ‚den Kindern überlassen': Sie wirkt hier m. E. implizit über das als zugehörig bereitgestellte Material „Dosentelefon" als ursächliche Bedingung des Phänomens „Aushandlung von Selbstbestimmung" (Material und Stationskarte wurden direkt nebeneinander auf einem Holzhocker präsentiert): S#1 und S#2 handeln, ohne die Stationskarte zu lesen, unmittelbar mit dem Dosentelefon. Dabei beansprucht S#1, der die Initiative zur unmittelbar haptischen Auseinandersetzung mit dem Dosentelefon ergreift, in der Situation einen gewissen Expertenstatus (*„Das kenne ich! Ich weiß, wie das funktioniert!"*) und leitet daraus m. E. eine dominante Rolle innerhalb der entstehenden Peerinteraktion ab. *„S#1 greift nach dem Dosentelefon, nimmt es […] Die Stationskarte bleibt auf dem Hocker liegen, sie wird von beiden nicht beachtet."* S#1 übernimmt die Führung und definiert die Peerinteraktion mit S#2 (*„S#1 drückt S#2 eine der Dosen fest in die Hand und schaut S#2 tief in die Augen: ‚Also du musst das nehmen und da rüber gehen!'")*. Die Stationskarte bleibt unbeachtet auf dem Hocker liegen.[235] Für S#1 ist die Experimentieraufgabe m. E. nicht der primäre Auslöser für seine Experimentierhandlungen, sondern das Material ‚Dosentelefon' selbst, ggf. deutbar als Teil des Aufgabenarrangements (s. Kap. 7.1.3). Für S#2 könnte eher die

[235] Eventuell deutet S#1 die Stationskarte in dieser Situation auch als redundante und daher ‚unnötige' Anleitung oder Autorisierung für das ohnehin schon bekannte Tun mit dem Dosentelefon (‚*Ich weiß, wie das funktioniert*').

Anweisung des S#1 als Auslöser dienen, ebenso wenig die Experimentieraufgabe selbst. Diese verliert im initialen Moment der Situation an Bedeutung als direkter Auslöser für das Experimentieren von S#1 und S#2. Die Experimentieraufgabe wird in Folge teilweise sogar umgedeutet, entgrenzt und funktional erweitert – z. B. durch humorvolle und spielerische Zweckentfremdungen (Flatulenzgeräusche, Wettziehen, Stolperfalle).

Die Situation „Dosentelefon" macht deutlich: Die ursächliche Bedingung – in Form der Experimentieraufgabe – wirkt nicht linear oder eindeutig, sondern in einem komplexen Bedingungsgefüge: Sie ermöglicht Handlungen, strukturiert sie aber auch vor und begrenzt sie methodisch und inhaltlich, sie wird im beobachteten Fall nicht einfach rezeptiv angenommen, sondern transformativ angeeignet. Sie wirkt nicht nur durch ihre Formulierung, sondern vor allem durch ihre Implementierung und das konkrete Interaktionsgeschehen, das sich um sie herum sukzessive entfaltet.

Die Experimentieraufgabe ist damit zwar m. E. ursächlich für das mehr oder weniger selbstbestimmte Experimentierhandeln der Schüler*innen und die Aushandlung von Selbstbestimmung, aber ihre konkrete Wirksamkeit entsteht erst durch (Um)Deutungs- und Aushandlungsprzesse. Das, was als ‚Experimentieraufgabe' gegeben ist, wird im *doing* AGENCY, in der Aushandlung von Selbstbestimmung, ggf. neu definiert.

Nachdem ich die entscheidende Rolle der (nicht rezipierten) Aufgabenstellung als ursächliche Bedingung beleuchtet haben, werde ich mich im nächsten Schritt dem sozialen Kontext zuwenden und analysieren, wie die Interaktionen zwischen den Schüler*innen („S und S interagieren") und die Interaktionen zwischen den Schüler*innen, der Lehrperson bzw. den GOFEX-Dozierenden („L und S interagieren") die Entwicklung der Dosentelefonsituation und die Aushandlung der Selbstbestimmung beeinflusst haben.

7.1.2 Kontext sowie Handlungs- und Interaktionsmuster

Von Beginn der beobachteten Situation an tritt S#1 sehr dominant auf und übernimmt sogleich die Initiative (s. Kap. 7.1.1). Ohne die explizite Aufgabenformulierung zu berücksichtigen, die auf der Stationskarte abgedruckt ist, nimmt er das dazugehörige Experimentiermaterial (das Dosentelefon) schnell in Besitz, indem er unmittelbar mit dem Entwirren der Schnur beginnt, und verbalisiert eine Expertise im Sinne eines Führungsanspruchs („*Das kenne ich! Ich weiß, wie das funktioniert*!"). Anschließend verteilt S#1 Zuständigkeiten und seine Positionierung bzw. die seiner Mitschülerin im Raum („*‚Also du musst das nehmen und da rüber gehen!' S#1 zeigt in Richtung des Eingangsbereiches. S#1 weiter: ‚Ich bleibe dann hier! Und dann können wir reden!'*"). Diese Äußerungen markieren eigene Rollen*ansprüche* und Rollen*zuweisungen*: S#1 initiiert und kommandiert

Handlungsschritte in einer Führungsrolle, die er dominant ausfüllt, und steuert die Augabenbearbeitung – ohne erkennbare Rückfrage oder Vergewisserung, ob S#2 einverstanden ist. Mit direkten Anweisungen an S#2 etabliert S#1 früh eine asymmetrische Interaktion der beiden. S#1 nutzt dabei auch mehrfach Blickstrategien (Nonverbalitäten: Mimik): Sein wiederholter tiefer Blick in die Augen von S#2 zu Beginn könnte als Versuch interpretiert werden, seine Anweisung zu untermauern und Dominanz auszuüben.

Verglichen mit dieser Führungsrolle des S#1, wirkt S#2 auf mich zunächst zurückhaltend und abwartend. Reaktiv folgt S#2 den Anweisungen des Peers (einschließlich der Raumzuweisung), greift selbst kaum in den Prozess ein, nimmt aber die zugewiesene, ‚untergeordnete' Rolle an. Nachdem die beiden sich, wie von S#1 ‚angeordnet', räumlich positioniert haben, beginnen S#1 und S#2 damit, das Dosentelefon im Sinne seiner eigentlichen Funktion zu nutzen und wechseln sich dabei ab: *„S#1 und S#2 sprechen nun jeweils in die Dose, die sie in Händen halten. Anfangs noch zeitgleich, später dann zeitlich versetzt bzw. einander abwechselnd [...]. Die Schnur bleibt die ganze Zeit gespannt".*

Das anfängliche gleichzeitige Sprechen und Hören, gefolgt vom abwechselnden Austausch, deutet m. E. auf eine erste Exploration der grundlegenden Funktionsweise des Dosentelefons. Nachdem die primäre Kommunikationsfunktion des Dosentelefons kurz exploriert wurde, verlagert S#1 seinen Fokus auf spielerische Interaktionen und das Ausloten von Grenzen der Aufgabenbearbeitung. Es ist ein Handlungsmuster des Entgrenzens. Dies manifestiert sich im ‚Wettziehen' mit der gespannten Schnur („*S#1 zieht die Dose mehrfach mit beiden Händen ruckartig näher an die Brust*"), der Nutzung der Schnur als ‚Stolperfalle' („*Einige Schüler*innen berühren die Schnur, stolpern... S#1 grinst schelmisch...*"), und schließlich im Artikulieren von Flatulenzgeräuschen in die Dose.

Die zuvor noch erfolgte Kommunikation mittels Dosentelefon tritt in den Hintergrund, während ein kompetitives Element (‚Wettziehen') und die Erzeugung von Störungen (‚Stolperfalle') in den Vordergrund rücken. Das proaktive, dominante und entgrenzende Handeln des S#1 erweitert zwar seinen eigenen Handlungsspielraum und Einfluss auf S#2, schränkt aber m. E. gleichzeitig die Handlungsmöglichkeiten der S#2 in der Aufgabenbearbeitung ein: Die Schülerin rangiert zwischen Scham (*„S#2 blickt etwas beschämt vor sich auf den Boden")* und Beharrlichkeit (*„S#2 [...] redet immer wieder in die Dose hinein. Manchmal lauscht S#2 auch mit einem Ohr"*), orientiert sich aber tendenziell an S#1 und ordnet sich ihm weitgehend unter. Gleichzeitig lässt sich bei S#2 eine allmähliche, verzögerte Beteiligung beobachten – etwa in der verstärkten körperlichen Beteiligung am Ziehen der Schnur oder der versuchten Übernahme der Sprechrolle. Diese Beteiligung erfolgt jedoch m. E. unter Vorzeichen einer erzwungenen, asymmetrischen Kooperation.

Die Asynchronität der Peerinteraktion wird deutlich: Während S#1 das Sprechen und Hören weitgehend einstellt und sich auf das Ziehen an der Schnur konzentriert, versucht S#2 weiterhin, das Dosentelefon im Sinne der Kommunikationsfunktion zu nutzen. Die wiederholten Versuche, in die Dose zu sprechen und zu hören, während S#2 gleichzeitig gegen das Ziehen von S#1 ankämpfen muss, zeigen eine Diskrepanz zwischen den Handlungszielen der beiden Schüler*innen, die nicht offen ausgehandelt werden (ebenso wenig wie das Vorgehen an sich). Trotz der Beharrlichkeit der S#2 wandelt sich der Modus der Auseinandersetzung allmählich von einem wechselseitigen Austausch hin zu einer Art ‚Tauzieh'-Wettkampf, einer kompetitiven Interaktion. In der Auseinandersetzung zeigt sich eine kontinuierliche und subversive Umdeutung des Materials (s. Kap. 7.1.3).

Die (Klassen-)Lehrperson (LP#1) nimmt eine m. E. auffällig zurückhaltende Rolle ein: Sie beobachtet das Geschehen aus einiger Entfernung, macht auch Fotos, „*nicht jedoch von der Dosentelefon-Gruppe*". Sie spricht die beiden Schüler*innen nicht direkt an und greift auch nicht ein: „*LP#1 hat das Geschehen aus einiger Distanz peripher im Blick [...]. LP#1 schreitet nicht ein und interveniert nicht direkt in Richtung der SuS*". LP#1 äußert sich zwar nicht verbalsprachlich gegenüber S#1 und S#2, zeigt jedoch mimisch starke Reaktionen, als aus dem Dosentelefon eine Stolperfalle wird. Diese mimisch starken Reaktionen habe ich insgesamt als ‚besorgt' beschrieben und deute sie im Sinne latenter Beunruhigung: „*Die Schultern sind hochgezogen und leicht gekrümmt, die Lippen abwechselnd aufeinandergepresst und leicht geöffnet, sodass man die aufeinander gestutzten Zähne sehen kann. Die Augen sind weit aufgerissen. Immer wieder zuckt LP#1 kurz, wenn ein SuS die Schnur berührt.*" Auch, dass LP#1 von der Dosentelefon-Gruppe kein Foto macht, wohl aber von anderen Tischgruppen, kann m. E. als indirekte Abwertung gedeutet werden. LP#1 schwankt zwischen passiver Beobachtung bzw. Dokumentation und latenter Beunruhigung/Besorgnis, die auf eine Wahrnehmung der Situation als potenziell problematisch (ggf. gefährlich) oder unerwünscht (Wettziehen, Stolperfalle) hindeutet.

LP#1 agiert hier m. E. widersprüchlich-diskrepant: Sie thematisiert die Gefahrensituation nicht. Gleichzeitig könnten S#1 und S#2, falls sie die Körpersprache der Lehrerin im Blick haben, ihre Anspannung und Besorgnis durchaus wahrnehmen und interpretieren. Letztlich wird v. a. über die verbal-vokale Äußerung gegenüber LB#2 („*Ist das hier immer so chaotisch?*") m. E. deutlich, dass LP#1 die Situation sehr wohl kritisch einordnet (vielleicht als gefährlich) – ohne selbst einzugreifen. Die verbale Interaktion beschränkt sich auf eine (ggf. rhetorische) Frage an eine GOFEX-Dozierende, die eine indirekte Bewertung darstellt, aber keine direkte Intervention bzgl. Schüler*innenhandeln beinhaltet oder fordert. Gleichwohl sucht LP#1 für ihre Deutung der Situation Bestätigung bei der GOFEX-

Dozierenden. Die distanzierte Haltung der LP#1 den Schüler*innen gegenüber und ihr verbal-vokales Nicht-Eingreifen lassen den Schüler*innen jedoch überhaupt erst solchen Freiraum für ihr abweichendes, entgrenzendes Handeln mit dem Dosentelefon.

Die GOFEX-Dozierenden (LB#1 und LB#2) handeln nun unterschiedlich: Während LB#2 bzgl. Interaktion mit den Schüler*innen zunächst unbeteiligt bleibt, wird LB#1 zur Hauptakteurin, die interveniert und das Experimentierhandeln der Schüler*innen in der weiteren Auseinandersetzung mit dem Dosentelefon in meinen Augen maßgeblich beeinflusst. Deshalb fokussiere ich nachfolgend die Interaktionen zwischen LB#1, S#1 und S#2.

Die Äußerung der LB#1 beim Betreten des Raumes („*Ne! Die machen das ja im Raum! Das finde ich gar nicht gut*!") signalisiert unmissverständlich eine grundsätzlich negative Bewertung des Schüler*innenhandelns, die die Schüler*innen m. E. nicht mitbekommen. Infolge greift LB#1 *zunächst* nonverbal-nonvokal ein, „*geht [...] auf S#1 und S#2 zu*" und „*umklammert die Schnur mit beiden Händen*". Sie verunmöglicht damit das Stolperfallenhandeln und spricht abwechselnd zu beiden („*„Macht das doch lieber draußen auf dem Flur! Da habt ihr mehr Platz! Und ihr verletzt niemanden!"*). Diese an die nonverbalen Interventionen anschließende direktive verbale Intervention stellt eine klare Regulierung des Handelns der Schüler*innen dar: LB#1 verschiebt den Ort des Explorierens auf den Flur. Diese Intervention ist m. E. nicht nur sicherheitsbezogen motiviert, was in der Äußerung zum Ausdruck kommt (s. u.), sondern auch eindeutig darauf ausgerichtet, das entgrenzte, zweckentfremdete Handeln (Stolperfalle, Wettziehen) auf das didaktisch intendierte Ziel zurückzuführen, das Dosentelefon ‚wie vorgesehen' zu nutzen (beide Kinder haben eine Dose, halten die Schnur straff, sprechen miteinander, erfahren so die Schallübertragung, variieren dann die Gespanntheit der Schnur, ihre Distanz usw.).

Zwar begründet LB#1 die Anweisung, *„draußen auf dem Flur"* fortzufahren, mit den Raumkapazitäten („*Da habt ihr mehr Platz!"*) und dem Sicherheitsaspekt („*Und ihr verletzt niemanden*!"). Gleichwohl findet aber keine Aushandlung mit den Schüler*innen über den Raumwechsel und die Raumnutzung statt; die Anweisung ist vielmehr direktiv zu verstehen. Die Reaktion der Schüler*innen („*Beide nicken und gehen auf den Flur*") deute ich als Befolgen der Anweisung (und als Akzeptanz gegenüber der Erwachsenen).

Die Äußerung „*Macht das doch lieber draußen auf dem Flur*!" funktioniert verbalsprachlich betrachtet als Vorschlag, das Experimentieren nach draußen zu verlagern. Gesamtkommunikativ betrachtet erscheint die Äußerung in meinen Augen aber wesentlich direktiver und verbindlicher, da LB#1 „*die Schnur mit beiden Händen*" umfasst und über das Dosentelefon (indirekt über die ‚Stolperfalle') verfügt. Sie transportiert hier m. E. ein

Verbot, das Experimentieren im GOFEX-Raum fortzusetzen. Der Vorschlag hat somit, durch die nonverbale Sprechbegleitung, eine wesentlich verbindlichere Konnotation.

Die direkten Interventionen der LB#1 (hier zunächst bezogen auf den Raumwechsel, später zusätzlich ihre Verfügungsgewalt über das Material) beschränken die selbstbestimmten Handlungs- und Entscheidungsmöglichkeiten der Schüler*innen deutlich. Die Verlagerung der Interaktion auf den Flur, initiiert durch LB#1s Intervention und ihr Vorweggehen, markiert jedoch in meinen Augen keinen Übergang zur ihrerseits erwünschten Sachauseinandersetzung, sondern eher eine Verlagerung der bereits etablierten Umdeutung der Experimentieraufgabe und der sozialen Dynamiken zwischen S#1 und S#2 vom GOFEX auf den Flur: „*Draußen angekommen läuft S#1 mit seiner Dose schnellen Schrittes den Flur in Richtung Ausgang entlang [...]. S#1 blickt S#2 an und sagt: ‚Ich fang an!' S#1 artikuliert Flatulenz-Geräusche in die Dose und kichert dabei; teilweise lacht S#1 auch in die Dose hinein und krümmt sich vor Lachen. S#2 blickt irritiert, die Augenbrauen sind zusammengezogen*". S#1 verfolgt hier weiterhin einen spielerischen, in Bezug auf die eigentliche Aufgabenstellung entgrenzenden Modus der Sachauseinandersetzung. S#1 nimmt sich also weiterhin die Freiheit, das Material auf *seine* Weise zu nutzen, die nicht intendiert war. Die Artikulation der Flatulenzgeräusche kann m. E. so gedeutet werden, dass S#1 die ursprüngliche Kommunikationsfunktion des Dosentelefons und die intendierte Auseinandersetzung mit der Schall*übertragung* zugunsten eines eher spielerischen und unkonventionellen Umgangs mit dem Dosentelefon zurückstellt.

Die Artikulation der Flatulenzgeräusche markiert einen weiteren Bruch mit der intendierten Ernsthaftigkeit der Aufgabe und eröffnet eine humorvolle, kreative und entgrenzte Aneignung. „Bei der Artikulation der Flatulenzgeräusche ergeben sich Vibrationen und unterschiedliche Töne, je nach Stellung der Lippen und Position des Mundes" (Kihm & Peschel 2020b: 95), sodass S#1 sich hier, wenn auch auf eigenen, unkonventionellen Wegen, mit dem Dosentelefon und seinen physikalischen Eigenschaften auseinandergesetzt hat. Gleichzeitig wird deutlich, wie S#1 die Situation nach seinen eigenen Interessen gestaltet, die in diesem Moment vermutlich nicht mit den intendierten Lehrzielen der LB#1 übereinstimmen (Auseinandersetzung mit der Schall*übertragung* im Rahmen der Nutzung der Kommunikationsfunktion des Dosentelefons). Solche „Abweichungen und Unzulänglichkeiten" (Murmann 2013: 4) in der Verwendungsweise von Materialien von eigentlichen Lehrzielen können „dem ‚rationalen' Betrachter [hier: LB#1] zuweilen wegen ihres ‚überschießenden' und nicht an zweckrationalen Regeln und Normen orientierten Charakters als unverständlich, ‚sinnlos' bzw. chaotisch"

(Nentwig-Gesemann et al. 2012: 45; Anm. d. V.) erscheinen.[236] Dennoch greift LB#1 nicht direkt ein, sondern nimmt eine abwartende, beobachtende Haltung ein, was den Schüler*innen, v. a. S#1, (zunächst noch) einen gewissen Handlungsspielraum lässt.

Das Artikulieren der Flatulenzgeräusche ist von einem ausgelassenen Lachen der beiden Schüler*innen begleitet, scheint ihnen also Freude zu bereiten. M. E. kann sich daran eine ernsthafte Auseinandersetzung und Reproduktion des Phänomens anschließen, um die physikalischen Hintergründe (hier: Telefondose als Schallverstärker) zu erschließen. Die GOFEX-Dozierende knüpft jedoch nicht an diese „ersten, aus der Perspektive der Kinder und auch im Sinne der Aufgabenstellung, gelungenen spontanen" (Nentwig-Gesemann et al. 2012: 46) Umgangsweisen und Explorationen an, sondern lenkt die Aufmerksamkeit der Schüler*innen – unabhängig von dem, was die Schüler*innen ‚liefern' (Telefondose als Schallverstärker) – auf bestimmte Lösungen, Versuchsabläufe und Umgangsweisen.

Die Reaktion von S#2 auf dieses entgrenzte Handeln des S#1 ist zunächst von Irritation (zusammengezogene Augenbrauen, Blick in die Dose, dann nach oben) geprägt. S#2 versucht zuerst, die Kommunikationsfunktion des Dosentelefons aufrechtzuerhalten (‚*Ich versteh nichts*!'), woraufhin S#1 die Flatulenzgeräusche in erhöhter Lautstärke wiederholt, die unkonventionelle Umnutzung des Gerätes also fortsetzt. Das Bemühen der S#2, die Kommunikationsfunktion des Dosentelefons zu nutzen, wird jedoch durch das entgrenzende, subversive Handeln des S#1 zunehmend untergraben. S#2 erlebt hier ggf. eine Einschränkung ihrer Möglichkeit, die Experimentieraufgabe wie intendiert zu bearbeiten. Die zurückhaltenden, leisen Äußerungen deuten m. E. auf eine Mischung aus Verlegenheit und dem Versuch, doch noch eine Form der ‚Kommunikation' zu etablieren, die sich von den lautstarken Geräuschen des S#1 abgrenzt. Gleichwohl lässt sich das zögerliche Handeln der S#2 (kichern, nicken, in die Dose sprechen) als allmähliche Anpassung an das dominante Handeln des S#1 deuten. S#2 schließt sich dem ‚Spiel' schlussendlich an, ohne jedoch eine initiierende Rolle wie S#1 einzunehmen.[237]

Im GOFEX hat LB#1 stark direktiv-instruierend agiert, um das entgrenzte, zweckentfremdete Handeln (Stolperfalle, Wettziehen) auf das didaktisch intendierte Ziel zurück-

[236] „Bei Verhalten, das aus einer Beobachterperspektive als störendes Verhalten etikettiert werden müsste, könnte es sich aus der Subjektperspektive um die Verteidigung eines subjektiven Lebenssinnes handeln. Störendes bzw. widerständiges Verhalten wäre dann aus der Subjektperspektive durchaus plausibel und begründet" (Häcker 2007: 7). Das Ergebnis solcher unkonventioneller oder eben nicht erwarteter, explorativer Umgangsweisen mit Materialien, wie hier dem Dosentelefon, „kann ein für die Kinder sinnvolles und verständliches sein und vor allem: Es ist ihr Ergebnis und sie haben es [...] mit ihren Möglichkeiten erreicht" (Rauterberg 2013: 42; vgl. auch Nohl 2011b; Schütte 2019).

[237] Die Interaktion auf dem Flur setzt die bereits etablierte Dominanz des S#1 fort. S#1 bestimmt das Vorgehen und die Art der Kommunikation. S#2 reagiert primär darauf, ordnet sich unter. Die Interaktion ist weiterhin asymmetrisch, wobei S#1 die aktive und initiierende Rolle einnimmt, während S#2 eher passiv bleibt und versucht, sich anzupassen bzw. zurückhaltend oder vereinzelt, auch gegenzusteuern.

zuführen, das Dosentelefon ‚wie vorgesehen' zu nutzen. Draußen auf dem Flur wartet LB#1 zunächst ab und beobachtet die Experimentierhandlungen der Schüler*innen (s. o.). Als v. a. S#1 die eigenwillige Auseinandersetzung mit dem Dosentelefon in eine neue Richtung fortsetzt (Flatulenzgeräusche), die jedoch m. E. von LB#1 unerkannte physikalische Anschlussfähigkeiten besitzt, interveniert LB#1 wieder und fokussiert die Schüler*innen auf die ihres Erachtens intendierte Aufgabenstellung und die ‚vorgesehene' Nutzung des Dosentelefons („*Sag du doch mal was! Ob S#1 dich dann auch hören kann!*"). Dabei adressiert LB#1 zunächst ausgerechnet S#2, was ich als Versuch deute, die Bemühungen der S#2 um eine ‚intendierte Kommunikation mittels Dosentelefon' zu verstärken. Dieser Impuls bleibt jedoch von beiden Schüler*innen mehr oder weniger unbeachtet („*S#2 kichert vor sich hin, LB#1 wird von beiden nicht angeblickt*").

LB#1 verlagert ihr Handeln auf die nonverbal-nonvokale Ebene: Sie geht von S#2 weg und positioniert sich mittig zwischen den beiden Schüler*innen an der Schnur. Durch diese veränderte Positionierung im Raum signalisiert LB#1 allumfassende Aufmerksamkeit (Omnipräsenz, Panoptikum; s. u.) und Bereitschaft zur Intervention. Dennoch ist dieser nonverbal-nonvokale Interventionsversuch nicht erfolgreich: „*S#1 und S#2 kichern und lachen vor sich hin. S#1 artikuliert weiter Flatulenz-Geräusche in die Dose*."

Als nächstes winkt LB#1 die Schüler*innen zu sich und stellt eine Frage, mit der sie sich explizit auf die Aufgabenbearbeitung bezieht („*Habt ihr denn schon raus, wie das Dosentelefon am besten funktioniert?*"). Damit versucht LB#1 in meinen Augen, das Handeln der Schüler*innen in Richtung der intendierten Nutzungsweise des Dosentelefons zu lenken. Die Frage knüpft an das ursprüngliche Ziel der Experimentieraufgabe an und regt zur Reflexion über die bisherige Vorgehensweise der Schüler*innen an. Zudem transportiert die Intervention in meinen Augen eine gewisse Ergebniserwartung und -orientierung der LB#1. Auch dieser Impuls bleibt jedoch ohne erkennbare Wirkung: S#1 kichert, lacht und blickt umher, ohne LB#1 anzublicken. S#2 schweigt und „*blickt LB#1 mit großen Augen an*", was m. E. Verlegenheit und Unsicherheit signalisieren könnte. Das Handlungsmuster der LB#1 besteht hier m. E. darin, die Schüler*innen durch Impulse und Nachfragen in Richtung der intendierten Aufgabenbearbeitung zu bewegen, ohne allerdings – wie zuvor bzgl. Raumwechsel – explizit und direktiv einzugreifen.

Auch die nachfolgende Intervention (z. B. „*Probier du es doch noch mal. Sprich mal was rein und schau, ob S#2 dich hören kann!*") zielt m. E. darauf ab, die beiden Schüler*innen wieder zur eigentlichen Kommunikationsfunktion des Dosentelefons zurückzuführen und eine systematischere Untersuchung der optimalen Schallübertragungsbedingungen anzustoßen. Dabei adressiert LB#1 nun gezielter als bislang S#1 als dominanten Part.

Das anschließende, wiederholte Nachfragen der LB#1 („*Hörst du was*?", „*Sag du mal was*!") bei S#1 und S#2 und das damit verbundene, permanente Hin- und Herlaufen zwischen den beiden deute ich abermals als Fokussierung auf die intendierte Funktionsweise des Dosentelefons. S#1 und S#2 bleiben weiterhin in ihr spielerisches, entgrenztes Handeln vertieft, wobei auch S#2 sich nun zunehmend auf das humorvolle Spiel einlässt („*Ich höre, wie S#1 wieder Flatulenz-Geräusche in die Dose artikuliert. S#2 kichert nun etwas lauter als zuvor*"). Es zeigt sich die fehlende Anschlussfähigkeit der Interventionen der LB#1 an die Intentionen und Interessen der Schüler*innen (vgl. auch Nentwig-Gesemann et al. 2012).

LB#1s wiederholte Fragen („*Hörst du was?*", „*Ist es jetzt besser als eben?*") werden ignoriert (bzw. ‚nicht beantwortet') oder mit Kopfnicken abgetan, was den Eindruck erweckt, dass die Schüler*innen die Interaktion mit LB#1 als störend oder irrelevant für ihre aktuelle Auseinandersetzung, ihr aktuelles Experimentieren und Lernen empfinden. LB#1 versucht m. E. außerdem, die Schüler*innen durch ihre Präsenz und Positionierung zwischen ihnen an der Schnur physisch und kommunikativ zu erreichen: Die Bewegung der LB#1 („*LB#1 positioniert sich mittig zwischen beiden an der Schnur*", „*... bewegt sich noch einige Male zwischen den beiden hin und her*") ist subtiler als die direkten verbalen Anweisungen und die Fragen, signalisiert aber dennoch einen klaren Interventionswunsch. LB#1 nutzt hier proxemische Strategien, mit denen sie m. E. die fehlende verbale Wirkung durch körperliche Nähe zu ersetzen und damit das Handeln der Schüler*innen zu begrenzen versucht. Insgesamt lässt sich bei LB#1 ein wechselndes Steuerungshandeln erkennen: von expliziter Intervention (Ortswechsel) über dialogische Anstöße zur Reflexion bis hin zur finalen Rahmung bzw. Beendigung der Aufgabenbearbeitung qua physischer Rücknahme des Materials (s. u.).

LB#1 bleibt also präsent, versucht einzugreifen, wird aber zunehmend aus dem kommunikativen Fokus der Schüler*innen herausgedrängt: *„LB#1 wird von beiden nicht angeblickt"*, *„Ich habe den Eindruck, LB#1 wird nun gar keine Beachtung mehr zugewiesen."* Die Grenzen der direkten Lenkungsversuche in dieser Experimentiersituation werden deutlich: *„LB#1 bewegt sich noch einige Male zwischen den beiden hin und her und fragt immer kurz, ob sie etwas hören. Beide SuS geben kurze, monotone Antworten – [...] dann setzen sie sich wieder mit ihrer Dose auseinander, sprechen hinein, artikulieren Flatulenz-Geräusche oder hören in die Dose. Sie kichern und lachen*." Die Schüler*innen scheinen wenig empfänglich für die Interventionen der LB#1. Sie verfolgen ihre eigenen Interessen, die in meinen Augen nicht mit der von pädagogischer Seite (LB#1) intendierten Vorgehensweise übereinstimmen. Die Kommunikation mit LB#1 wird minimiert, das Kommunikationsangebot durch das Weiterführen der eigenen Experimentierhandlun-

gen, durch das Lachen und Stillsein zurückgewiesen. Möglicherweise sind S#1 und S#2 auch noch nicht bereit, von der eigenen, unkonventionellen Sachauseinandersetzung und den individuellen Beobachtungen zur Kommunikation mit LB#1 zu ‚wechseln'.

Als S#1 beginnt, „*die Schnur um die Hände auf*" zu wickeln und S#2 dadurch näher zu sich zieht, verändert sich der Interaktionsmodus abrupt:[238] LB#1 wendet sich an beide Schüler*innen und beendet schließlich die Interaktion, indem sie ihnen das Dosentelefon abnimmt und sie zurück in den GOFEX-Raum begleitet. Damit setzt LB#1 nun sehr deutliche Grenzen, die sie verbal-vokal (durch die Aufforderung „*Kommt, wir gehen jetzt wieder rein!"*) und nonverbal-nonvokal (durch den Blickkontakt und das Abnehmen des Dosentelefons) transportiert. Die Anweisung zur Rückkehr in den GOFEX-Raum ist direkt regulativ und ohne Verhandlungsspielraum. Das Wegnehmen des Dosentelefons signalisiert das endgültige Ende der Auseinandersetzung damit. Sie entzieht den Schüler*innen faktisch das Medium, mit dem sie ihrer Entgrenzung Ausdruck verliehen haben. Dies ist m. E. Ausdruck der Wiederaneignung pädagogischer Kontrolle über die Materialnutzung und den Raum. Ähnlich wie zuvor bei der Äußerung „*Macht das doch lieber draußen auf dem Flur*!", wird auch der Imperativ „*Kommt, wir gehen jetzt wieder rein!*" zusätzlich nonverbal durch den Blickkontakt und das Abnehmen des Dosentelefons gestützt. Es handelt sich dabei nicht um eine Einladung, sondern um eine verbindliche Direktive.

Im GOFEX-Raum angekommen, deponiert LB#1 das Dosentelefon für die Schüler*innen unzugänglich auf einem hohen Regal und verhindert damit präventiv eine Fortsetzung des unerwünschten Handelns. Durch den Raumwechsel sowie die Wegnahme und unzugängliche Deponierung des Dosentelefons unterbindet LB#1 die aus ihrer Sicht nicht zielführende Nutzung des Materials und erzwingt eine Rückkehr bzw. einen Neustart zum ‚vorgesehenen Aufgabenbearbeiten': Die Schüler*innen wenden sich einem anderen Experiment zu. Der Materialentzug als ‚Ultima Ratio' der LB#1 beendet die Aushandlung der Selbstbestimmung in Bezug auf *ihr* Experimentieren resp. *ihre* Aufgabenbearbeitung. Die Handlungs- und Entscheidungsmöglichkeiten der Schüler*innen bezüglich *ihres* spezifischen Vorgehens mit dem Dosentelefon werden komplett geschlossen.

Die Interaktion der LB#1 mit S#1 und S#2 ist der zentrale Kontext, in dem die Selbstbestimmung der Schüler*innen ausgehandelt wird: Während die Schüler*innen, v. a. S#1,

[238] Das Aufwickeln der Schnur und Heranziehen der S#2 ist in meinen Augen nicht nur Teil der Exploration bzw. des Spiels, sondern ein Ausdruck von Machtausübung über die Regulation der (sozialen) Distanz, über eine Vereinnahmung und über die Verfügung des Materials. Es entsteht (erneut) ein ‚Wettziehen', das über die Materialhandhabung zur Handlung mit sozialer Bedeutung wird: Nähe herstellen, Macht demonstrieren, Rollenverhältnisse klären.
Damit setzt S#1 auch hier seine Dominanz gegenüber S#2 durch, die sich im Bestimmen des Materialsettings, der Raumaufteilung, der Durchführung sowie im Initiieren neuer Interaktionsformen durchgängig gezeigt hat.

versuchen, ihre eigenen Interessen und Explorationen zu verfolgen und ihr Vorgehen bei der Aufgabenbearbeitung selbst zu bestimmen, interveniert die GOFEX-Dozierende, um die Aktivität in eine gewünschte Richtung zu lenken oder unerwünschtes Experimentierhandeln zu unterbinden. Die Machtbalance verschiebt sich dabei zugunsten der LB#1, die letztendlich die Rahmenbedingungen und die Verfügbarkeit der Ressourcen kontrolliert.

Der Interventionsstil der LB#1 verändert sich in meinen Augen von einem direktiv-regulierenden, steuernden („*Macht das doch lieber draußen auf dem Flur!*“) zu einem indirekt-lenkenden, subtilen („*Hörst du was?*“, „*Probier du es doch noch mal!*“) und schließlich wieder zu einem direktiv-beendenden ‚Ultima Ratio' Interventionsstil („*Kommt, wir gehen jetzt wieder rein!*“). Insgesamt zeigt sich als sozialer Interaktions-Kontext dieser Experimentiersituation ein komplexes Wechselspiel von Ermöglichung und Einengung, von Zurückhaltung und Steuerung. Selbstbestimmung wird in dieser Experimentiersituation nicht einfach ‚gewährt', sondern im Kontext spezifischer pädagogischer Erwartungen und institutioneller Bedingungen ausgehandelt: LP#1 lässt das entgrenzte, unkonventionelle Handeln der Schüler*innen im GOFEX zunächst zu. Die Interventionen der LB#1 zielen dagegen zunächst primär darauf, die räumliche Situation zu verändern und später, die Schüler*innen wieder auf *ihre* Deutung bzgl. Intention der Experimentieraufgabe zu lenken. Diese Bemühungen der LB#1 sind allerdings wenig erfolgreich, da die Schüler*innen ihre eigene, spielerisch-kompetitive und in Teilen subversive Form der Auseinandersetzung suchen und zunehmend etablieren. Nachdem diese Versuche scheitern, greift LB#1 autoritär ein und verhindert ein (weiteres) selbstbestimmtes Vorgehen der Schüler*innen durch die direkte Anweisung zur Rückkehr und durch die Wegnahme des Dosentelefons.

7.1.3 Intervenierende Bedingungen

Intervenierende „‚Bedingungen' bezieht sich in der Grounded Theory Methodologie auf die (sozialen, materiellen) Gegebenheiten, die die Handlungen und Interaktionen der Akteur*innen beeinflussen“ (Kihm & Peschel 2025: 4), ermöglichen oder behindern. Diese „Bedingungen werden in der Grounded Theory Methodologie nicht als einfache Kausalitäten verstanden, sondern sie werden als komplexe Wechselwirkungen beschrieben und analysiert. Verben wie ‚auswirken' oder ‚beeinflussen' beziehen sich auf diese komplexen Wechselwirkungen und gehen über einfache Kausalitäten hinaus“ (ebd).

Zeit: Im Beobachtungsprotokoll wird keine explizite zeitliche Steuerung, z. B. hinsichtlich einer Pause oder einem Übergang zur Reflexionsphase (s. Kap. 5.4) beschrieben. Die Schüler*innen erhalten, dem didaktischen GOFEX-Konzept entsprechend, zunächst un-

eingeschränkte Zeit zur Bearbeitung dieser selbst ausgewählten Experimentieraufgabe – zumindest bis zum Abbruch der Aufgabenbearbeitung durch LB#1 (s. u.).

Diese Zeitoffenheit, als Aspekt organisatorischer Offenheit, begünstigt m. E. die Eigeninitiative und das selbstbestimmte Vorgehen im Sinne der eigenen Interessen und Intentionen: S#1 und S#2 können die anfängliche Kommunikation mittels Dosentelefon, das Spiel mit der Schnurspannung und das Artikulieren der Flatulenzgeräusche, jeweils ausgiebig praktizieren, ohne expliziten Zeitdruck durch Zeitvorgaben zu erfahren und ohne aus zeitstrukturellen Gründen (Pause, Stationswechsel, Reflexionsphase) unterbrochen zu werden. Dabei verbringen sie allerdings nur eine relativ kurze Zeit mit der intendierten, kommunikativen Nutzung des Dosentelefons, bevor ihr Fokus sich auf das Spiel mit der Schnurspannung (Wettziehen, Stolperfalle) und das Artikulieren der Flatulenzgeräusche verlagert. Die zur Verfügung stehende, freie Zeit wurde primär für Handlungen genutzt, die nicht im Einklang mit den intendierten physikalischen Umgangsweisen standen, sondern andere, entgrenzte, unkonventionelle Umgangsweisen beinhalten.

Gleichzeitig wirken, parallel zu dieser scheinbaren Zeitoffenheit, jedoch implizite, subtile Taktgeber, insbesondere durch das Handeln der LB#1, die das Experimentieren der Schüler*innen immer wieder durch Aufforderungen zum Ortswechsel, durch indirekte Impulse zur Aufgabenbearbeitung und schließlich durch den Abbruch der Auseinandersetzung mit dem Dosentelefon unterbricht (s. Kap. 7.1.2). Zum Beispiel beinhaltet die Intervention auf dem Flur („*Habt ihr denn schon raus, wie das Dosentelefon am besten funktioniert?*“) die zeitliche Erwartung, dass die bisherige Zeit, in der die Schüler*innen an der Experimentieraufgabe gearbeitet haben, „*schon*“ ausreichend war, um Ergebnisse im Sinne der Intentionen der LB#1 zu präsentieren. Damit transportiert die Intervention auch eine gewisse Ergebnisorientierung und -erwartung. Zugleich impliziert die Äußerung möglicherweise einen Zeitdruck, die als störend oder ‚unsinnig‘ bewerteten Handlungen mit dem Dosentelefon zu beenden. Diese und weitere, teils wiederholte Interventionen und m. E. insbesondere die Bewegung zwischen den Schülern*innen an der Schnur könnten auf eine wachsende Ungeduld hindeuten, da die Schüler*innen die Zeit nicht im Sinne der Erwartungen der LB#1 nutzen. Die ausbleibende Reaktion von S#1 und S#2 zeigt jedoch, dass deren Zeitempfinden und Zeiteinteilung in diesem Moment anders liegen.

Gemäß Konzept haben die Schüler*innen innerhalb der organisatorischen Offenheit eigentlich die Freiheit, selbst über die Zeitdauer und den Zeitpunkt einer Aufgabenbearbeitung zu entscheiden. Mit der endgültigen Intervention, der Wegnahme des Dosentelefons und dem Vollzug des Raumwechsels impliziert LB#1 jedoch m. E., dass eine selbstbestimmte, ggf. spielerische und unkonventionelle Bearbeitung einer Aufgabe *über einen*

längeren Zeitraum nicht toleriert wird, wenn sie von den intendierten, erwarteten Experimentierhandlungen abweicht. Das Wegnehmen und Unzugänglichmachen des Dosentelefons kann dann als Maßnahme interpretiert werden, um sicherzustellen, dass die verbleibende Zeit für andere, aus Sicht der LB#1 sinnvolle Experimentierhandlungen genutzt wird. Die Gesamtzeit eines GOFEX-Tages kann die Toleranz der Lernbegleitung für abweichendes Handeln also reduzieren und zu direkteren Interventionen führen, wodurch das selbstbestimmte Vorgehen der Schüler*innen eingeschränkt wird.

Materialien: Das zentrale Material der Szene – das Dosentelefon – wirkt m. E. als multifunktionaler Vermittler von Handlungsmöglichkeiten: Die Schnur, die Dosen, ihre physikalischen Eigenschaften (Spannung, Vibration, Resonanz) werden von S#1 und S#2 genutzt, um zunächst die Experimentieraufgabe zu erfüllen, diese dann jedoch zunehmend zu entgrenzen und eigene Umgangsweisen mit dem zweckentfremdeten Dosentelefon zu gestalten. S#1 nutzt das Material also zunächst im funktionalen Sinne, dann zunehmend spielerisch-subversiv: Die gespannte Schnur wird zur Stolperfalle im Klassenraum. Die Dose selbst wird später zu einer Art Resonanzverstärker für die Flatulenzgeräusche.

Materialien (oder Dinge, wie die folgenden Autoren es ausdrücken) haben häufig eine „appellative Struktur" (Stieve 2008; Nohl 2011b; 2013): Durch ihren „Aufforderungscharakter" (Röhl 2015: 165) fordern sie bestimmte Handlungen indirekt oder auch direkt heraus und führen zu diesen Handlungen (vgl. Theilmann et al. 2013; Lange 2017).

> „Dinge sind keine abstrakten Objekte oder klar definierbaren Gegenstände, die den Menschen unbeteiligt gegenüberstehen. Dinge können ansprechen, herausfordern, widerständig sein. Der Baum fordert zum Klettern auf, [...] der Ball kann getreten, gerollt, geworfen und gefangen werden. Langeveld spricht darum von einem **Appell der Dinge**, um deutlich zu machen, dass es die Dinge sind, die gleichsam auf sich aufmerksam machen und Kinder aufmerksam werden lassen" (Nießeler 2020: 55; Herv. d. V.).

„Dingfunktionen" (Nohl 2011b: 95) ist ein weiteres Konstrukt, das auf Arnd-Michael Nohl zurückgeht. Es bezeichnet die verschiedenen ‚Handlungspotenzialitäten' und Affordanzen, die ein ‚Ding', also ein Material, mit dem Kinder sich auseinandersetzen, haben kann. Wenn Kinder mit Materialien explorieren, nutzen sie diese Materialien vielfältig und teilweise anders als (alltäglich, fachlich, fachdidaktisch, in der Aufgabe, von der Lehrkraft usw.) intendiert bzw. atypisch (vgl. Stieve 2008; Nohl 2011b; 2013; Schomaker 2013).

Zunächst wird das Dosentelefon noch im Sinne der Erfüllung der Experimentieraufgabe genutzt, obgleich die Schüler*innen die Aufgabenstellung auf der Stationskarte nicht gelesen haben (s. Kap. 7.1.1). Der einfache Aufbau des Materials erlaubt m. E. eine niedrigschwellige Aneignung. Eine technische Einführung ist nicht notwendig, zumal S#1 angibt, das Material schon zu kennen und entsprechende Anweisungen an S#2 delegiert, die die Nutzungsweise

des Dosentelefons als Kommunikationsinstrument präsupponieren: „*Und dann können wir reden!*“. Das Dosentelefon ‚weckt‘ oder ‚appelliert‘ bei S#1 also eine klare Vorstellung von seiner Nutzung. Diese Vorstellung scheint sein Vorgehen zu leiten, das Material in einer spezifischen, ihm bekannten Weise zu nutzen und ohne die Stationskarte mit der expliziten Aufgabenstellung zu beachten: „*S#1 und S#2 sprechen nun jeweils in die Dose, die sie in Händen halten.*“ Das Dosentelefon wird gemäß seiner primären, intendierten Dingfunktion – als Werkzeug zur auditiven Kommunikation über eine Distanz hinweg – eingesetzt.

Bei der Herstellung solcher Experimentiermaterialien wie dem Dosentelefon (oder dem „Balance of Power“; s. Kap. 7.4) wird *die* herstellungsseitige, ggf. didaktische Intention des späteren Gebrauchs materialisiert und in die Dinge „übersetzt“. Latour (2010) und Lange (2020b: 222) bezeichnen diese „Übersetzung“ als präfigurierende Einschreibung von Intentionen oder als Inskriptionen.[239] Jedes Experimentiermaterial ist also zunächst „gemacht für etwas“, das Dosentelefon zum „Telefonieren“ oder allgemeiner: Kommunizieren. Dies ist die erste Affordanz, der primäre Aufforderungscharakter des Dosentelefons.

Allerdings haben Experimentiermaterialien – bzw. Materialien im Allgemeinen – immer verschiedene unbeabsichtigte „Folgen über die Absichten der Erschaffer/innen hinaus“ (Reichertz 2016: 122). Sie sind „nicht immunisiert gegenüber Umgangsweisen, die materialisierten Intentionen zuwiderlaufen“ (Lange 2017: 8). Die soziale Bedeutung eines (Experimentier-)Materials zeigt sich deshalb meist „erst in der Geschichte seines Gebrauchs und der Praxis der menschlichen Aneignung. Hier kann es durchaus passieren, dass das Werkzeug [bzw. das Material; Anm. d. V.] letztendlich zu anderen Zwecken genutzt wird als von seinen Erschaffern beabsichtigt“ (Reichertz 2016: 122). Man spricht auch davon, dass Dinge *verschiedene* Potenzialitäten oder Dingfunktionen (s. o.) aufweisen. Die „Erfahrungen, die Dinge – seien sie dezidiert gestaltet oder vermeintlich ‚natürlich‘ – ermöglichen, [sind deshalb] nicht *eindeutig* [...], sie [können] aber auch nicht als *beliebig* gelten“ (Lange 2017: 11; Herv. d. V.), sondern verfügen über eine *gewisse* „Vieldeutigkeit“ (ebd.).

Im weiteren Verlauf wird das Dosentelefon von S#1 und S#2 anders als intendiert genutzt. Es verliert seine ‚offizielle‘ kommunikative Funktion, wird spielerisch überschrieben und zum Ausdruck kindlicher Expressivität: „*S#1 zieht die Dose mehrfach mit beiden Händen ruckartig näher an die Brust, wodurch die Schnur stärker gespannt durch den GOF-EX-Raum verläuft. Einige Schüler*innen berühren die Schnur, stolpern, aber niemand fällt.*

[239] „Beispielsweise planen die Designer*innen die Aufgaben bzw. Kommunikationen der Dinge für die spätere Situation des Zusammentreffens von antizipierten Menschen und geformten Dingen: Die künstliche Bodenwelle auf der innerorts gelegenen Straße sorgt dafür, dass die zu schnell fahrenden Autofahrer*innen bremsen. Der voluminöse Anhänger am Hotelschlüssel erschwert sein Mitnehmen und sein Verlegen“ (Lange 2020b: 222).

S#1 grinst schelmisch, hält sich die Hände vor den kaum hörbar lachenden Mund." Das Material wird nicht mehr primär als Kommunikationswerkzeug genutzt, sondern als Mittel für physische Interaktion (‚Wettziehen'). Die gespannte Schnur verwandelt sich dabei in eine potenzielle Gefahrenquelle (‚Stolperfalle'), S#1 scheint dies wahrzunehmen und möglicherweise sogar zu instrumentalisieren. Später nutzt S#1 eine Dose als ‚Verstärker für Flatulenzgeräusche'. Diese Umnutzung des Materials ist ein Ausdruck selbstbestimmter Entgrenzungsbemühungen – das Material wird umgedeutet und zweckentfremdet.

Im Hinblick auf die hier adressierte Aushandlung von Selbstbestimmung sind Materialien in meinen Augen besonders dann zu diskutieren, wenn „eine andere als die intendierte Auseinandersetzung des Kindes mit dem Material [...] problematisiert" (Lange 2017: 8) oder eine aus Sicht der Lehrenden ‚missbräuchliche' Verwendung des Materials durch Eingreifen der Lehrenden unterbunden oder sanktioniert wird (vgl. auch F. Peschel 2019: 17). Lehrende, hier exemplarisch LB#1, sehen Experimentiermaterialien „zumeist in bestimmten Erklärungskontexten und gebrauchen Dinge vornehmlich so, wie man es gewohnt ist" (Nießeler 2020: 55; vgl. auch Asbrand et al. 2013). Dieses ‚Gewohnt Sein' ergibt sich m. E primär daraus, dass Dinge im Unterricht „bestimmten Unterrichtszwecken mehr oder weniger dienlich" (Röhl 2013: 1) gelten. Das Dosentelefon wird dann z. B. ‚richtig' gebraucht, wenn man zu zweit damit *kommuniziert*, die Schnur stramm hält, dabei die Bedingungen der Schallübertragung vergleicht usw. Die Schüler*innen nutzen das Dosentelefon anders als (von LB#1) intendiert (vgl. auch Stieve 2008; Nohl 2011b; 2013; Schomaker 2013) – als Resonator, Stolperfalle usw.

Die Interventionen der LB#1 gehen m. E. an dem Zugang, den die Schüler*innen zum Material ‚Dosentelefon' *wählen*, eindeutig vorbei und zielen auf andere Dingfunktionen und Affordanzen ab als die Explorationen der Schüler*innen: Draußen auf dem Flur nutzt S#1 beispielsweise vornehmlich die Telefondose, um Vibrationen hörbar zu machen bzw. die artikulierten Flatulenzgeräusche zu verstärken. LB#1 dagegen bezieht sich überwiegend auf den Zugang ‚Dosentelefon als Kommunikations- und Übertragungsmedium für Sprache' und intendiert eine Untersuchung der Übertragungsbedingungen von Schall. Die Schüler*innen untersuchen die Telefondose, die Interventionen der LB#1 beziehen sich auf das Dosentelefon. LB#1 stützt sich folglich nicht auf die Zugänge der Schüler*innen, weshalb die Kommunikation m. E. auch scheitert.

Die Interventionen der LB#1 auf dem Flur, die Schüler*innen zur Kommunikation („*Sag du doch mal was! Ob S#1 dich dann auch hören kann*!") aufzufordern, können in meinen Augen als Versuch interpretiert werden, die Materialnutzung wieder in Richtung der

intendierten Dingfunktion zu lenken. Gleichzeitig wird das Material durch LB#1 in seinen didaktisch intendierten Bedeutungen reaktiviert: Die Fragen „*Hörst du was?*“ oder „*Sag du doch mal was!*“ zielen auf die Rückführung zum Erkenntnisinteresse bzgl. der Bedingungen zur Schallübertragung in der Kommunikationsfunktion. Damit geht es LB#1 m. E. um die erwartete Nutzungsweise resp. Dingfunktion des Dosentelefons.

Das Deponieren des Dosentelefons auf einem hohen, unzugänglichen Regal markiert einen Bruch mit der kindlichen Kontrolle über das Material und signalisiert zudem eine Kontrolle der LB#1 über die zukünftige Verfügbarkeit des Materials für S#1 und S#2. Die Lehrkraft schränkt ihre zukünftige Selbstbestimmung in Bezug auf die Zugänglichkeit dieses Materials und die Bearbeitung dieser Experimentieraufgabe erheblich ein.

Das Dosentelefon wandelt sich von einem potenziellen Werkzeug für die Erkundung physikalischer Prinzipien (Bedingungen der Schallübertragung bzw. später Verstärkung von Schall durch den Hohlkörper der Dose) und für Kommunikation zu einem Mittel für physisches Spiel (‚Wettziehen‘) und zur Erzeugung von Störungen (‚Stolperfalle‘), bevor es den Schüler*innen durch LB#1 entzogen wird. S#1, insbesondere, demonstriert eine hohe Kreativität in der Umdeutung und Zweckentfremdung des Materials, um seine eigenen Interessen zu verfolgen. Der Entzug wiederum impliziert die Macht und den Einfluss der LB#1, das selbstbestimmte Vorgehen der Schüler*innen zu dulden oder (wie hier) final zu unterbinden. Das Beobachtungsprotokoll unterstreicht letztlich diese Kontrolle der GOFEX-Dozierenden über die Experimentiermaterialien und deren Einsatz im Sinne der intendierten Ziele. Die unzugängliche Deponierung des Dosentelefons beendet die Möglichkeit einer weiteren, von LB#1 als nicht zielführend erachteten Nutzung.

Die Affordanzen des Dosentelefons (und der Schnur) ermöglichen den Schülern*innen prinzipiell eine vielfältige Nutzung, die über die intendierte Aufgabenbearbeitung deutlich hinausgeht. Diese selbstbestimmte Materialnutzung führt jedoch zu Interventionen der GOFEX-Dozentin, die m. E. mit den Abweichungen zur von ihr intendierten Aufgabenbearbeitung zusammenhängen. Das Material selbst wird so zum ‚Verhandlungsobjekt‘ zwischen den Intentionen der GOFEX-Dozentin und denen der Schüler*innen, wobei die Interpretation der ‚angemessenen‘ Materialnutzung durch die GOFEX-Dozentin dem selbstbestimmten, *ent*grenzten Vorgehen der Schüler*innen letztendlich Grenzen setzt.

Raum: Der Raum wechselt im Verlauf der Szene von der Experimentierfläche im GOFEX-Raum auf den Flur vor dem GOFEX-Raum. Die Schüler*innen bewegen sich selbständig im GOFEX-Raum, wählen ihre Experimentieraufgabe resp. ihr Experimentiermaterial und positionieren sich dann in maximaler räumlicher Distanz, reguliert durch die Schnurlänge des Dosentelefons, also bestimmt wiederum durch das Material, zueinander. Die

Schüler*innen nehmen sozusagen den GOFEX-Raum für sich ein und nutzen ihn so, wie sie es für ihr Experimentieren brauchen. Der GOFEX-Raum ist dabei durch seine spezielle Konzeption (s. Kap. 5.4) ein ermöglichender Raum und beinhaltet verschiedene Arbeitsorte. Die organisatorische Offenheit des GOFEX-Tages lässt eine freie Wahl des Arbeitsortes zu. Innerhalb der gegebenen Strukturen des GOFEX-Raumes nutzen die Schüler*innen den Raum nach ihren eigenen Interessen und Intentionen und für ihre eigenen Wege.

Der möglicherweise etwas beengte Bereich zwischen den GOFEX-Haushälften wird initial von den Schüler*innen als Ausgangspunkt für ihre Auseinandersetzung mit dem Dosentelefon gewählt. Die räumliche Distanz, die sich infolge zwischen den Schüler*innen entwickelt, ermöglicht überhaupt erst das Kommunizieren und spätere ‚Wettziehen' mit der gespannten Schnur. Der Raum wird somit zur Bedingung für die abweichende Nutzung des Materials: *„Die Schnur ist inzwischen straffer gespannt, sie verläuft mitten durch den* GOFEX-*Raum".* S#1 und S#2 schaffen sich durch das Material eine eigene Achse im Raum, die die Bewegungen anderer behindert. Die quer durch den Raum gespannte Schnur verändert die Passierbarkeit des Raumes, schafft neue Grenzen und beeinträchtigt bzw. irritiert andere. S#1 erkennt früh die Wirkung der Schnur auf andere Personen: *„Einige Schüler*innen *berühren die Schnur, stolpern, aber niemand fällt. S#1 grinst schelmisch […] Ich habe den Eindruck, dass S#1 dies nun bewusst ausnutzt: S#1 zieht die Dose mit beiden Händen ruckartig noch stärker und näher an seine Brust, wodurch die Schnur noch stärker gespannt mitten durch den Raum verläuft*". Der GOFEX-Raum wird in meinen Augen einer ‚Bühne' kindlicher Performanz und kreativer Entgrenzung.

Die Lehrperson bleibt am Rand dieser Rauminszenierung und beeinflusst deshalb die Interaktionen zwischen S#1, S#2 und den übrigen (stolpernden) Schüler*innen auch m. E. nicht wirklich (s. Kap. 7.1.2). Erst durch die Intervention der LB#1 kommt es zu einem Raumwechsel: Der Flur wird vorgeschlagen und durchgesetzt, ohne Möglichkeit für die Schüler*innen, dies zu verhandeln oder auszuhandeln: *„Macht das doch lieber draußen auf dem Flur! Da habt ihr mehr Platz! Und ihr verletzt niemanden!"*

Die Intervention markiert eine deutliche Einschränkung der räumlichen Selbstbestimmung der Schüler*innen und einen Brauch mit der organisatorischen Offenheit in Bezug auf die Wahl des Arbeitsortes. Vielmehr wird der Flur den Schüler*innen nun von LB#1 als Raum für deren Aktivität zugewiesen und definiert. LB#1 bestimmt den Arbeitsort.

Der Flur ermöglicht größere Distanzen zwischen den Schüler*innen und erlaubt das Experimentieren mit gespannter Schnur ohne Störung Dritter. Einerseits bietet der Flur also mehr (physischen) Raum und minimiert potenzielle Gefahren für andere, sodass das Spiel intensiver werden kann. Da die Zweckentfremdung und Umdeutung des Do-

sentelefons als Stolperfalle nun aber nicht mehr funktioniert, sucht S#1 eine neue Umdeutung des Materials und beginnt, Flatulenzgeräusche zu artikulieren. Der Flur, der m. E. als ein neutralerer Raum ohne direkte Interferenz mit anderen Lernenden gedacht war, wird nun zum Schauplatz der eskalierten spielerischen Auseinandersetzung des S#1 mit dem Dosentelefon. Die Verlagerung auf den Flur führt also nicht zu einer (Re-) Fokussierung auf die Aufgabenstellung, stattdessen setzt sich das abweichende Handeln der Schüler*innen fort. Andererseits schließt der Flur den (sozialen) Raum der selbstbestimmten, explorativen Aneignung des Dosentelefons auch ein Stück weit: Der Flur ist enger, schlauchartiger als der GOFEX-Raum, er kann schneller überblickt und auch stärker kontrolliert werden. LB#1 tritt hier nun deutlich kontrollierender und impulsgebender auf und verhält sich proxemisch deutlich in Bezug auf das Experimentierhandeln der Schüler*innen: Sie positioniert sich zwischen den Schüler*innen bzw. bleibt beweglich entlang der Schnur, „*läuft nun auf S#1 zu, später wieder auf S#2*“. Dieses Hin- und Herbewegen zwischen den Schüler*innen wiederholt sich mehrmals. LB#1 variiert dabei räumliche Nähe und Distanz, wenn sie Rückmeldungen gibt, Interventionen einleitet oder (vergeblich) versucht, Reflexionen zu initiieren. Der Flur wirkt hier m. E. als temporär entgrenzter, weil weitläufiger Freiraum, der zugleich begrenzt wird durch die Präsenz und das proxemische Handeln der LB#1. Ihre Präsenz auf dem Flur („*LB#1 bleibt in geringer Entfernung daneben stehen*", „*... positioniert sich mittig zwischen beiden an der Schnur*", „*... bewegt sich noch einige Male zwischen den beiden hin und her*") demonstriert eine fortgesetzte Überwachung und Kontrolle des Raumes durch LB#1 in Bezug auf die Handlungen der Schüler*innen. Obwohl ihre Interventionen nun indirekter sind, signalisiert diese räumliche Nähe eine deutliche Begrenzung der Handlungsspielräume.

Am Ende wird der Raumwechsel rückgängig gemacht – LB#1 führt die Kinder zurück und schließt das Experimentieren damit v. a. räumlich ab: *„Kommt, wir gehen wieder rein jetzt! [...] S#2 geht zurück in den GOFEX-Raum, gefolgt von S#1 – und schließlich von LB#1“.*

Diese Rückführung – und die unzugängliche „Verräumung“ des Materials (s. o.) – markieren eine Re-Legitimierung der Raumordnung durch pädagogische Steuerung. und Kontrolle. Der Raum präsentiert sich eben grundsätzlich nicht neutral, sondern er ist Teil der komplexen Aushandlung: Wer ‚den Raum bestimmt‘, wer über ihn verfügt, kontrolliert auch, wann und wie selbstbestimmtes Vorgehen zugelassen oder begrenzt wird.

Die Struktur und die intendierte Nutzung des GOFEX-Raumes bieten den Schülern*innen zunächst Freiheiten in der Wahl ihres Arbeitsorte und des Vorgehens am Arbeitsort. Ihr unkonventionelles Handeln führt zu einer regulierenden Intervention durch LB#1, die die Schüler*innen in einen anderen Raum (‚Flur‘) verweist und somit diese räumlichen und

methodischen Freiheiten einschränkt. Der Flur erweist sich jedoch nicht als Raum, der das *gewünschte* Experimentierhandeln fördert. Die Rückkehr in den GOFEX-Raum und die „Verräumung" des Materials (auf das Regal) stellen eine Wiederherstellung der Kontrolle über die Raumnutzung und die Materialverfügbarkeit durch die GOFEX-Dozierende dar.

Die **intervenierenden Bedingungen** – Zeit, Materialien und Raum – erweisen sich in der beobachteten Experimentiersituation „Dosentelefon" als miteinander zusammenhängende Gegebenheiten, die die Handlungen und Interaktionen der Schüler*innen sowie die Interventionen der GOFEX-Dozierenden deutlich prägen und somit die Aushandlung von Selbstbestimmung im Kontext des Offenen Experimentierens maßgeblich beeinflussen. Material, Raum und Zeit fungieren dabei nicht neutral, sondern werden durch Lehrende gerahmt, reguliert und kontrolliert bzw. als Medien impliziter Steuerung eingesetzt, teilweise entgegen der organisatorischen oder methodischen Offenheit des GOFEX-Tages.

Die Schüler*innen nutzen das Dosentelefon zunächst im Sinne der Aufgabenstellung als Kommunikationsmittel, deuten es dann jedoch kreativ um und zweckentfremden es, teils subversiv, für spielerische Interaktionen. Diese selbstbestimmte Materialnutzung als Ausdruck von Entgrenzungsbemühungen führt zu Interventionen der GOFEX-Dozierenden, die eine ‚angemessene', intendierte Nutzung des Materials adressiert. Die Vielfalt der Affordanzen des Dosentelefons zeigt letztlich: Das Experimentiermaterial ist nicht neutral, sondern es steht im Zentrum eines Aushandlungsprozesses zwischen den Lernenden und Lehrenden (hier: LB#1) über Zweck, Deutung, Dingfunktionen und legitime Nutzung.

Der GOFEX-Raum präsentiert sich anfänglich als ermöglichender Handlungsraum, in dem die Schüler*innen selbstständig agieren und den sie nach ihren Bedürfnissen ‚einnehmen'. Die raumgreifenden Handlungen der Schüler*innen und die daraus resultierenden ‚Störungen' führen aber m. E. zu Interventionen der LB#1. Die Verlagerung auf den Flur führte jedoch nicht zur gewünschten Re-Fokussierung. Die abschließende Rückführung in den GOFEX-Raum und die unzugängliche Deponierung des Materials markierten eine Wiederherstellung der Kontrolle über die Raumnutzung und die Materialverfügbarkeit durch die LB#1 und begrenzten das selbstbestimmte Vorgehen der Schüler*innen. Raum wird eingenommen, freigegeben, reguliert und schließlich zurückerobert: Die Veränderung dieser Raumverfügbarkeit geht mit einem Wandel der pädagogischen Steuerung einher.

Die Nutzung des Materials, die von den intendierten Zielen abweicht oder potenziell andere beeinträchtigt, führt zu korrigierenden Maßnahmen. Der Raumwechsel auf den Flur und die Rückführung in den GOFEX-Raum stellen m. E. Versuche dar, das (Experimentier-) Handeln der Schüler*innen zu lenken und Rahmenbedingungen für das Experimentieren

neu zu definieren. Die intervenierenden Bedingungen erweisen sich nicht als neutrale Gegebenheiten, sondern sie werden im Kontext der Interaktionen von den Akteur*innen aufgegriffen, interpretiert und gestaltet. In diesem Zusammenspiel beeinflussen die besprochenen situativen Kontextelemente die Handlungsspielräume der Schüler*innen und alle Akteur*innen wirken durch ihren spezifischen Umgang mit Zeit, Materialien und Raum auf die Aushandlung von Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren ein.

7.1.4 Konsequenzen und Fazit

Zu Beginn der Situation gelingt es S#1 und S#2, sich einen Handlungsspielraum zu erschließen: Die Zeitoffenheit, das ‚unbegleitete' Bereitstellen des Materials ohne Einführung (*intervenierende Bedingungen*) und die fehlende sofortige Intervention der LP (*Kontext*) eröffnen den Schüler*innen die Möglichkeit, sich auf eigenen Wegen mit dem Experimentiermaterial ‚Dosentelefon' auseinanderzusetzen. Der explorative Umgang mit dem Dosentelefon sowie die spielerisch-kompetitive Umdeutung zu einem ‚Wettzieh'-Werkzeug, einer Stolperfalle und einem Geräuschverstärker sind Ausdruck eines temporär realisierten selbstbestimmten Vorgehens. Dabei verlagern die Schüler*innen ihren Fokus zunehmend vom intendierten physikalischen Ziel der Aufgabenbearbeitung (Bedingungen der Schallübertragung) hin zu einem sozialen, körperbezogenen Spiel und zu anders intendierten Sachauseinandersetzungen. In meiner Interpretation lernen die Schüler*innen dabei durchaus etwas – auch physikbezogenes implizites Wissen, allerdings nicht (nur) das, was intendiert war. Diese Verschiebung und eigene Schwerpunktsetzung stellt eine genuine Form selbstbestimmten Vorgehens resp. Experimentierens dar, wird jedoch von den Lehrenden im GOFEX (hier: LB#1) nicht wirklich anerkannt.

Sowohl drinnen als auch draußen hat S#1 sich „eigenständig – und auf eigenen Wegen – mit dem Dosentelefon und seinen physikalischen Eigenschaften auseinandergesetzt. Dagegen beziehen sich die Interventionen" (Kihm & Peschel 2020b: 95) der LB#1 auf ganz andere Aspekte, die m. E. aus bestimmten Erwartungen an die Lernenden und an ihr Lernen resultieren: So werden die Schüler*innen aufgefordert, „sich nach draußen zu begeben, wo mehr Platz ist, sie niemanden stören können usw. Sie sollen die Sprech- und Zuhörrollen abwechseln, die Schnur des Dosentelefons nicht aufwickeln. Letztlich sollen sie v. a. mit dem ‚Quatsch', dem ‚Chaos' aufhören" (ebd: 95f.), den sie aus Sicht der Erwachsenen machen, und sich stattdessen ‚ordentlich' mit der Aufgabe beschäftigen. Das selbstbestimmte Lernen, was mit der Stolperfalle, den Flatulenzgeräuschen und dem Schnuraufwickeln jeweils verbunden ist, wird von LB#1 jedoch gar nicht beachtet, nicht aufgegriffen und nicht ausdifferenziert (vgl. ebd.). Damit unermöglichen die Interventionen der LB#1

das *von den Kindern intendierte* selbstbestimmte Lernen. Dieses selbstbestimmte Lernen reproduziert nicht die konventionellen ‚Königswege', „wie man mit dem Dosentelefon eigentlich umgehen sollte und was man dabei alles entdecken kann" (ebd.: 96). Stattdessen geht v. a. S#1 eigene, unkonventionelle Wege in der experimentierenden Sachauseinandersetzung mit dem Dosentelefon. (vgl. ebd.: 95f.) Die Interventionen der LB#1 bringen dagegen m. E. genau die Aspekte in den Fokus des Umgangs mit dem Material, die LB#1 wichtig sind, wohingegen die kindlichen Zugänge, Intentionen und Interpretationen in dieser Lehr-Lern-Interaktion an Bedeutung verlieren (vgl. auch Schomaker 2013: 149).

Mit zunehmender Dauer und zunehmender Entfernung von der intendierten, erwarteten Aufgabenbearbeitung nehmen diese Interventionen der LB#1 zu: zunächst räumliche Verhinderungstaktiken (Verlagerung auf den Flur), dann indirekte, kommunikative Lenkungsversuche (Fragen und Impulse), schließlich der endgültige Materialentzug.

Die Interventionen der LB#1 zeigen insgesamt, wie ein selbstbestimmtes Vorgehen geduldet wird, solange es sich im Rahmen von Erwartungen bewegt. Wird dieser Rahmen überschritten, wird interveniert: Die Handlungsmöglichkeiten der Schüler*innen werden zwar nicht direkt verboten, aber schrittweise zurückgedrängt. Erst der Entzug des Dosentelefons führt zu einem abrupten *Verbot* des selbstbestimmten Vorgehens der Schüler*innen in Bezug auf das Experimentiermaterial und die Aufgabenbearbeitung und schränkten die Schüler*innen in dieser Lernsituation deshalb deutlich ein.

Die Interaktionen zwischen den Akteur*innen sind entscheidend für die Aushandlung von Handlungsspielräumen: Das dominante Handeln des S#1 schränkt die Handlungsmöglichkeiten der S#2 ein, während die Interventionen der LB#1 das selbstbestimmte Vorgehen beider Schüler*innen in Bezug auf die Aufgabenbearbeitung beeinflussen. Die Situation wirft somit insgesamt die Frage nach dem Umgang mit abweichendem Handeln beim Offenen Experimentieren und nach Strategien auf, die eine Balance zwischen selbstbestimmter Exploration und zielorientierter Aufgabenbearbeitung ermöglichen.

Die Grenzen des selbstbestimmten Vorgehens zeigen sich im Kontext der impliziten und expliziten Erwartungen der LB#1 und der strukturellen Rahmenbedingungen (Zeit, Raumordnung, Sicherheitsaspekte). Das abweichende Handeln der Schüler*innen, insbesondere die spielerische Entgrenzung, führt letztlich zu regulierenden Interventionen seitens LB#1. Der Raumwechsel und der endgültige Materialentzug verdeutlichen die Autorität der LB#1, die selbstbestimmten Handlungsspielräume der Schüler*innen zu begrenzen, *wenn* diese von ihr als nicht zielführend oder störend erachtet werden.

7.2 „Flammensprung“

Im folgenden Kapitel nutze ich mein Kodierparadigma, um eine weitere Experimentiersituation zu interpretieren. In dieser Experimentiersituation setzen die Schüler*innen sich mit einer Experimentieraufgabe auf Modulebene 1 des GOFEX auseinander, bearbeiten also eine kleinschrittige Experimentieranleitung zum Phänomen ‚Flammensprung‘ (s. Kap. 5.4).

Den Titel ‚Flammensprung‘ verwende ich hierbei, um das entsprechende Phänomen eindeutig zu bezeichnen: Eine Kerze wird, nachdem sie einige Minuten gebrannt hat, mittels Kerzenlöscher erstickt. In den aufsteigenden Wachsnebel wird ein brennendes Streichholz gehalten. Eine kleine Flamme springt vom Streichholz auf den Kerzendocht über (und bildet sich dort kurz nach dem Überspringen wieder voll aus; vgl. Geiss 2017: 53 f.).

Ausschnitt aus meinem Beobachtungsprotokoll vom 30.04.2019 („Flammensprung“)

30.04.2019, Klasse 2, Feuer, Modul 1, 09.00-12.30 Uhr, 22 Schüler*innen, erster GOFEX-Tag
GOFEX-Dozierende JG = LB#3 und MA = LB#4, Lehrperson MK = LP#2, erster GOFEX-Tag

Vor den beiden Schülerinnen S#3 und S#4 liegt die Stationskarte „Flammensprung“. Beide betrachten sie einige Zeit, ihre Blicke wandern die Stationskarte von oben nach unten entlang. S#3 durchbricht die Stille und schlägt vor, die Materialbeschaffung untereinander aufzuteilen [...].

Nachdem sie alle Materialien, die auf der Stationskarte aufgelistet sind, besorgt haben, sitzen S#3 und S#4 wieder auf ihren Stühlen und blicken erneut kurz auf die Stationskarte. Ich habe den Eindruck, sie lesen sie. Dann schiebt S#4 die Stationskarte zur Seite. In den folgenden Minuten entzünden sie einige Minuten Streichhölzer, bewegen dabei u. a. das Streichholz unterschiedlich schnell an der Reibefläche der Streichholzschachtel, und lassen sich beobachtend auf die abbrennenden Streichhölzer ein – S#4: „Guck mal, wie es [das Feuer] sich immer weiter nach unten frisst“. Später stülpt S#3, wie in der Anleitung vorgegeben, den Kerzenlöscher über die Flamme der Blockkerze. Etwas Wachsnebel weicht unter der Kerzenglocke empor und steigt nach oben. S#4 tippt ihre Mitschülerin an: „Schau mal, da geht weißer Rauch hoch“. S#3 hebt die Kerzenglocke wieder hoch und ergänzt: „Und dann geht die Kerze aus!“. Die Flamme klimmt nur noch ganz schwach und noch mehr Wachsnebel steigt auf. Beide lächeln sich nun kurz an.

In den folgenden Minuten wiederholen S#3 und S#4 diesen Vorgang mehrmals und wechseln sich dabei immer ab. Sie fokussieren beobachtend das Aufsteigen des Wachsnebels und wenden ihren Blick nicht ab […]. Einmal nähert S#4 den Kerzenlöscher wesentlich langsamer als zuvor an die Kerzenflamme an, stülpt ihn über, setzt ihn aber nicht ganz auf dem Kerzennapf ab, sondern hebt ihn immer noch mal um wenige Millimeter bis Zentimeter nach oben ab. In diesem Moment kommt LB#3 an den Tisch und beobachtet den Vorgang. Er fragt: „Was haben wir denn da gesehen?“ S#4 beschreibt: „Die Flamme wackelt irgendwie immer so. Wenn ich mit der Glocke bewege, geht die Flamme erst runter und dann wieder hoch! Ich kann sie vor dem Ausgehen retten“. LB#3 zieht den Kopf etwas zurück, legt die Augenbrauen in übergroße Furchen, zieht dann eine Augenbraue hoch: „Ja, echt? Macht noch mal!“, sagt LB#3, wobei er S#4 anschaut.

S#3 und S#4 wiederholen das „Spiel mit der Flamme“ mehrmals. Zuvor ergreift LB#3 die Kerze jedoch mit einer Hand: „Ich schütte mal etwas Wachs ab, dann geht es besser!“ Er zieht die Kerze weiter zu sich, hebt sie an und schüttet etwas Wachs aus dem Kerzennapf in die Schüssel mit Wasser. Dann stellt er die Kerze wieder hin, greift daraufhin sogleich nach der Streichholzschachtel und entnimmt daraus ein langes Streichholz. Dieses entzündet er mithilfe der Schach-

tel und zündet schließlich die Kerze wieder an. LB#3 macht mit dem Kopf eine kleine Zeige-Bewegung in Richtung der Kerze und schaut S#4 an. S#4 stülpt die Kerzenglocke abermals über die Kerze. Dabei rücken beide Schüler*innen ganz nahe an die Flamme, mit weit aufgerissenen Augen und leicht schief gehaltenem Kopf. Sie blinzeln kaum und lassen nicht von der Kerzenflamme ab. „Was habt ihr beobachtet?", fragt LB#3. S#4: „Da geht Rauch hoch und dann geht die Kerze aus!" LB#3 reißt die Augenbrauen hoch, nickt .

Während die Schülerinnen das „Spiel mit der Flamme" noch einmal wiederholen, schaut LB#3 auf die Stationskarte, die immer noch auf dem Tisch liegt: „Ihr macht ja überhaupt nicht, was da steht. Guckt mal, was ihr da machen sollt!" sagt er nun zu beiden Schülerinnen und geht weg. Ohne etwas dazu zu sagen, hebt S#3 die Blockkerze an und tropft etwas flüssiges Wachs aus dem Kerzennapf in die Schüssel mit Wasser. Dann stellt sie die Kerze wieder dort ab, wo sie sie zuvor aufgenommen hat. S#4 zündet sie wieder an. Die beiden blinzeln kaum, fokussieren die Kerzenflamme, beobachten sie, lassen nicht von ihr ab. S#3: „Die Flamme ist nie ganz still. Die bewegt sich immer ein bisschen". S#4 nickt, dann ergänzt sie: „Ja, sie wackelt irgendwie immer so". Beide Schülerinnen nicken nun und rücken noch dichter an die Kerzenflamme, sie legen ihre Köpfe schief, beobachten die Flamme nun aus verschiedenen Richtungen und von verschiedenen Seiten – S#3: „Ganz oben an der Flamme ist so was weißes, helles" (sie deutet in Richtung Flammensaum). S#4: „Die haben auch unterschiedliche Farben, also innendrin in der Kerze und dann halt weiter draußen". LB#3 kommt wieder an den Tisch. Er setzt sich neben die beiden.

LB#3 greift die Stationskarte, hebt sie hoch und sagt, auf die Karte blickend: „Also ihr habt die Kerze auf die Tonschale gestellt und angezündet. Dann habt ihr sie bisschen länger brennen lassen." Dann liest er laut vor: „Jetzt musst du schnell sein!" Er blickt kurz von der Karte auf, schaut beiden Schülerinnen nacheinander in die Augen, nickt dabei jeweils kurz und zieht eine Augenbraue hoch. „Ihr müsst schnell sein gleich, ok?" Er hebt die Stimme. Anschließend liest er weiter laut vor: „Lösche die Kerze mit der Kerzenglocke. Halte – wie im Bild – sofort ein brennendes Streichholz in den weißen Rauch, der vom Docht aufsteigt". Dabei können die Schülerinnen das Bild, auf das LB#3 sich bezieht, gar nicht sehen, denn er hält die Stationskarte zu sich gedreht.

„Also, S#3, zündest du noch ein Streichholz an? Wenn S#4 die Kerze gleich ausmacht, musst du das Streichholz dann direkt in den Rauch halten! Okay?" S#3 nickt, sie greift die Streichholzschachtel, zieht ein neues Streichholz heraus und zündet es an. Währenddessen spricht LB#3 zu S#4: „So S#4, mach die Glocke mal über die Kerze!" In einer schnellen, nicht zaghaften Bewegung setzt S#4 die Kerzenglocke auf dem Kerzennapf ab, drückt sie fest runter. „Und jetzt hochheben", ergänzt LB#3. S#4 hebt die Kerzenglocke langsam ab. LB#3: „Nein schneller [zu S#4]. Und jetzt du, S#3!". S#4 legt die Kerzenglocke auf dem Tisch ab, S#3 hält das brennende Streichholz sogleich in den weißen Rauch, ohne allerdings den Docht zu berühren. Sobald sie das Streichholz in den weißen Rauch hält, entzündet sich die Kerze wieder von selbst. Die Flamme „hüpft" sozusagen vom Streichholz zum Docht, ohne dass dieser berührt wird, und brennt dann weiter. Die Schülerinnen sind überrascht: „wow", „boah", rufen sie beide – sich überlagernd. Dabei schauen sie sich an, dann wieder auf die immer noch brennende Kerze. In den folgenden Minuten müssen S#3 und S#4 den „Flammensprung" mehrmals „vorführen", da inzwischen andere Schüler*innen darauf aufmerksam geworden sind und zu den beiden an den Experimentiertisch kommen […].

Auch zu zweit, also ohne weitere Beobachter*innen, wiederholen sie den „Flammensprung" noch einige Male. S#3 wirft die Frage auf, wie schnell und wie lange sie das Streichholz in den Wachsnebel halten muss, damit der „Flammensprung" gelingt. Gerade als sie ansetzen, um die Kerze und ein Streichholz erneut anzuzünden bzw. die Kerzenflamme zu ersticken – vermeintlich, um die o. g. Variationen auszuprobieren –, bittet LB#4, die den GOFEX-Tag leitet, darum, aufzuräumen und sich für die Pause bereit zu machen (Jacken anziehen, Getränk und Essen bereithalten usw.).

Die Schülerinnen S#3 und S#4 beenden ihr Experimentieren/ihre Auseinandersetzung mit dem „Flammensprung“ und räumen die Materialien weg. Nach der Pause findet eine Reflexionsrunde im Sitzkreis statt. Dort berichten sie nicht vom „Flammensprung“. In der folgenden Experimentierphase beschäftigen sie sich mit einer anderen Experimentieraufgabe. Ihre geplanten Variationen (s. o.) setzen sie dagegen nicht mehr um.

In den folgenden Kapiteln werde ich das *Phänomen* (im Sinne Strauss‘ und Corbins) der Aushandlung von Selbstbestimmung systematisch herausarbeiten und aufzeigen, wie die Schülerinnen S#3 und S#4 in Interaktion mit dem Raum, dem Material, der Zeitstruktur (*intervenierende Bedingungen*) und den pädagogisch-didaktisch wirkenden Akteur*innen (*Kontext*) ihre Handlungsmöglichkeiten bei der Bearbeitung der angeleiteten Experimentieraufgabe zum Phänomen ‚Flammensprung‘ aushandeln (*Konsequenzen*).

7.2.1 Ursächliche Bedingungen

Ausgangspunkt der vorliegenden Beobachtungssituation ist die Experimentieraufgabe zum Phänomen ‚Flammensprung‘, die als Anleitung auf der zugehörigen Stationskarte formuliert ist. Anders als die Experimentieraufgabe zum ‚Dosentelefon‘ (s. Kap. 7.1), die mehrere Lösungs- und Bearbeitungswege zulässt und mehrere Handlungs*möglichkeiten* eröffnet (Modulebene 2; methodisch geöffnet), beinhaltet die Experimentieraufgabe ‚Flammensprung‘ sehr konkrete Handlungsanweisungen (Modulebene 1; s. Kap. 5.4).[240] Ein weiterer Unterscheid zur Experimentieraufgabe ‚Dosentelefon‘ besteht darin, dass genau und ausschließlich aufgelistet ist, welche Experimentiermaterialien benötigt werden, um den ‚Flammensprung‘ durchzuführen (eine Kerze, eine Tonschale, eine Kerzenglocke, ein Streichholz). Beim ‚Dosentelefon‘ dagegen wurden keine expliziten Materialvorgaben gemacht, allerdings war das Dosentelefon selbst Teil des Aufgabenarrangements (s. Kap. 7.1). Die Experimentieraufgabe ‚Flammensprung‘ legt durch die schriftlich fixierten Schritte und die Materialauflistung eine bestimmte Vorgehensweise fest und auch inhaltlich ist klar vorgegeben, womit die Schülerinnen sich auseinandersetzen sollen (Entzündbarkeit des Wachsdampfes). Auf Modulebene 1 obliegen den Schülerinnen lediglich organisatorische Entscheidungen, z. B. bzgl. Sozialform oder Auswahl und Bearbeitungsreihenfolge der vorgegebenen Experimentieraufgaben (s. Kap. 5.4).

Neben den Handlungsanweisungen der kleinschrittigen Anleitung beinhaltet die Experimentieraufgabe ‚Flammensprung‘ einen offenen Beobachtungsimpuls (*„Beobachte genau! Was fällt dir auf?“*), der gestellt wird, nachdem die Kerze entzündet und einige Zeit brennen gelassen wurde sowie, ein weiteres Mal, nachdem das brennende Streichholz in

[240] „1. Nimm eine Kerze, stelle sie auf die Tonschale und zünde sie an. 2. Lass die Kerze einige Zeit brennen [...]. 4. Jetzt musst du schnell sein: Lösche die Kerze mit der Kerzenglocke. Halte – wie im Bild – sofort ein brennendes Streichholz in den weißen Rauch, der vom Docht aufsteigt.“ (Anleitung der Experimentieraufgabe ‚Flammensprung‘)

den weißen Rauch gehalten wurde. Diese Formulierung impliziert, anders als die übrigen Handlungsschritte, eine Aufforderung zur aktiven Auseinandersetzung mit dem Phänomen und zur selbstständigen Generierung von Beobachtungen und möglicherweise Fragen. Die Schülerinnen werden aufgefordert, ihre eigene Erkenntnis durch Beobachtung zu konstruieren, nicht nur Handlungsschritte abzuarbeiten (s. Kap. 5.6).

Bereits zu Beginn des Beobachtungsprotokollausschnittes wird deutlich, dass S#3 und S#4 die Aufgabenstellung explizit rezipieren – anders als in der ‚Dosentelefon'-Situation: „*Vor den beiden Schülerinnen S#3 und S#4 liegt die Stationskarte ‚Flammensprung'. Beide betrachten sie einige Zeit, ihre Blicke wandern die Stationskarte von oben nach unten entlang*." Die Aufmerksamkeitszuwendung zur Stationskarte und die gemeinsame Materialbeschaffung („*S#3 durchbricht die Stille und schlägt vor, die Materialbeschaffung untereinander aufzuteilen*") zeigen, dass sich die beiden Schülerinnen an der schriftlich vorgegebenen Struktur orientieren und sie als Handlungsgrundlage nutzen. Die Stationskarte ist somit der Ausgangspunkt für ihre Auseinandersetzung mit dem Phänomen ‚Flammensprung' im Kontext des GOFEX-Tages zum Thema ‚Feuer'. Sie wird von beiden ernst genommen, gelesen, durchdacht – und sie wird in entsprechende Handlungen überführt.

Einerseits bietet die Experimentieraufgabe eine Struktur und Orientierung für Schüler*innen, die S#3 und S#4 zunächst annehmen. Andererseits kann die Experimentieraufgabe auch als eine Einschränkung eines selbstbestimmten Vorgehens interpretiert werden, da sie die Durchführung des ‚Flammensprungs' kleinschrittig anleitet. Die Schülerinnen haben also keine Entscheidungsmöglichkeiten im Hinblick auf das methodische Vorgehen oder das Thema/den Inhalt. Dennoch haben die Schülerinnen im Rahmen der organisatorischen Offenheit des GOFEX-Tages u. a. die Freiheit, Experimentieraufgaben in einer selbstgewählten Reihenfolge oder auch gar nicht zu bearbeiten. Zudem zeigt das Beobachtungsprotokoll m. E., wie die Schülerinnen innerhalb des Rahmens, den die Experimentieraufgabe vorgibt, eigene Zugänge zur Aufgabenbearbeitung entwickeln: Bereits *bevor* mit dem Einsatz der Kerzenglocke die eigentliche Kernhandlung des Flammensprungs eingeleitet wird[241], setzen die Schülerinnen sich intensiv beobachtend mit dem brennenden Streichholz auseinander und „*bewegen dabei u. a. das Streichholz unterschiedlich schnell an der Reibefläche der Streichholzschachtel*". Dieser vertiefte Umgang mit dem Streichholz selbst steht zwar nicht explizit in der Aufgabenstellung, wird aber m. E. auch nicht durch sie *verhindert*. Eigentlich sollen die Schülerinnen das Streichholz als ‚Mittel zum Zweck' nutzen, um eine Kerze anzuzünden. Für sie wird die-

[241] „Jetzt musst du schnell sein: Lösche die Kerze mit der Kerzenglocke. Halte – wie im Bild – sofort ein brennendes Streichholz in den weißen Rauch, der vom Docht aufsteigt." (Anleitung der Experimentieraufgabe ‚Flammensprung')

ses Anzünden und Abbrennen des Streichholzes jedoch zum eigenen, interessanten Phänomen, auf das sie sich vertiefend einlassen und über das sie sich auch austauschen: „*Guck mal, wie es [das Feuer] sich immer weiter nach unten frisst.*“ Diese frühen Explorationen mit dem Streichholz bzw. der Streichholzschachtel sind Ausdruck eines phänomenorientierten Vorgehens – sie *entspringen* der Aufgabe, aber sie folgen ihr nicht sklavisch. Die Schülerinnen interpretieren möglicherweise auch die Beobachtungsaufforderung der Stationskarte („*Beobachte genau*!“) in einem erweiterten Sinn: Nicht nur das Brennen der Kerze, ihre Flamme, beobachten sie zu diesem Zeitpunkt interessiert, sondern das Entzünden, Brennen und Abbrennen („*Nach unten Fressen*“) des Streichholzes.

Als S#3 die Kerzenglocke zum Einsatz bringt, ist das zunächst eine Pflichterfüllung im Sinne der Experimentieranleitung, wird aber schnell zu einem weiteren Einstiegspunkt für ein eigenes, phänomenorientiertes Vorgehen: Sie beobachten konzentriert und fokussiert „*das Aufsteigen des Wachsnebels*“, zeigen positive Emotionen („*beide lächeln*“), kommunizieren viel miteinander und lassen sich vertieft auf das ein, was sie bei der Aufgabenbearbeitung beobachten können. Dabei zeigen sich auch erste Tendenzen zur Variation der Handlungsanweisung „*Lösche die Kerze mit der Kerzenglocke*“, ohne dass eine externe Anweisung dazu erfolgt wäre. „*Einmal nähert S#4 den Kerzenlöscher wesentlich langsamer als zuvor an die Kerzenflamme an, stülpt ihn über, setzt ihn aber nicht ganz auf dem Kerzennapf ab, sondern hebt ihn immer noch mal um wenige Millimeter bis Zentimeter nach oben ab*.“ Diese Variationshandlung ist m. E. ein typischer Ausdruck des selbstbestimmten Vorgehens bei der Aufgabenbearbeitung: eine beobachtungsgeleitete, selbst initiierte Veränderung des Versuchsablaufs, die nicht explizit aus der Aufgabenstellung hervorgeht. Die Aufgabe wird also nicht nur befolgt oder ‚abgearbeitet‘ (s. Kap. 5.6), sondern durch Ableitungen aus den eigenen Beobachtungen erweitert. Obwohl die Stationskarte eine bestimmte Vorgehensweise nahelegt, schränken sich die Schülerinnen nicht vollständig auf diese ein. Sie finden eigene Wege, das Phänomen zu erkunden und sich ihm mit eigenen Fokussierungen zu nähern. Ihre detaillierte qualitative Beobachtung des Streichholzes, des Feuers und Wachsnebels, die Variation des Löschvorgangs durch S#4 und die Formulierung eigener Forschungsfragen durch S#3 sind Beispiele für Handlungen, die über die reine pflichtgemäße Befolgung der Anleitung hinausgehen.

Als LB#3 sich dem Tisch nähert, nimmt er diese eigenständige Beobachtung und das phänomenorientierte Vorgehen m. E. zunächst wertschätzend auf, indem er fragt, was die Schülerinnen beobachtet haben. Dabei drängt er S#3 und S#4 m. E. (zunächst) nicht auf das evozierte Phänomen ‚Flammensprung‘ (s. Kap. 7.2.2).

Im weiteren Verlauf jedoch spricht LB#3 die Abweichung zwischen dem tatsächlichen Vorgehen der Schülerinnen und der Aufgabenstellung an: „*Ihr macht ja überhaupt nicht, was da steht. Guckt mal, was ihr da machen sollt*!“ Dieser Satz markiert in meinen Augen eine deutliche Zäsur in der situativen Bedeutung der Experimentieraufgabe als ursächliche Bedingung für die Aushandlung von Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren: Was zunächst als strukturierende, aber durchaus noch offen interpretierbare Aufgabe erscheint, wird nun als normativ bindende Handlungsvorgabe durch LB#3 gerahmt und eingefordert. Die vorherige selbstbestimmte Deutung (was passiert mit der Flamme beim langsameren oder schnelleren Abdecken) wird zurückgewiesen zugunsten der Wiederherstellung einer ‚korrekten' Aufgabenbearbeitung. Obwohl die Schülerinnen sich intensiv mit der Kerzenflamme und dem Aufsteigen des Wachsnebels auseinandersetzen, wird ihnen nun ein ‚Fehlverhalten' attestiert. Die Intervention des LB#3 verdeutlicht das Spannungsfeld zwischen der intendierten und vorgeschriebenen Vorgehensweise der Stationskarte und der selbstbestimmten Aufgabenbearbeitung resp. Aneignung der Schülerinnen. Die Lehrperson interpretiert die selbstbestimmte, aber in Teilen abweichende Annäherung als „*nicht machen, was da steht*“, während die Schülerinnen möglicherweise, den Ansätzen des GOFEX durchaus entsprechend, ihre eigene Form der Auseinandersetzung mit dem Phänomen ‚Flammensprung' entwickelt haben. Dies ist ein zentraler Punkt in der Aushandlung von Selbstbestimmung – die Diskrepanz zwischen der erwarteten und der tatsächlichen Nutzung des Handlungsspielraums (s. a. Kap. 7.1).

Die ursächliche Bedingung für das Phänomen der Aushandlung von Selbstbestimmung ist hier in erster Linie die angeleitete, aber beobachtungsorientierte Experimentieraufgabe ‚Flammensprung'. Sie setzt den initialen Rahmen für die Auseinandersetzung der Schülerinnen mit dem Phänomen ‚Flammensprung', adressiert m. E. eine Phänomenbegegnung mit diesem spezifischen Phänomen und evoziert mit kleinschrittigen Handlungsanweisungen eine bestimmte Struktur, die die Handlungs- und Entscheidungsmöglichkeiten der Schülerinnen ggf. einschränkt. Die spezifische Gestaltung der Experimentieraufgabe bietet durch offene Beobachtungsimpulse aber auch potenziell Raum für eigene Beobachtungen, phänomenorientierten Austausch und weitere Handlungsmöglichkeiten und Variationen. Die Schüler*innen stoßen bei der Umsetzung der Anleitung auf weitere Phänomene (u. a. Abbrennen des Streichholzes, ‚Erretten' einer Kerzenflamme), die sie erschließen *wollen* und denen sie sich im Rahmen des Angeleiteten Experimentierens auf Modulebene 1 (s. Kap. 5.4) m. E. legitimerweise annehmen *dürfen.*

Wie ich dies bereits in der Situation ‚Dosentelefon' (s. Kap. 7.1) interpretiert habe, ist auc hier die ursächliche Bedingung für das Phänomen der Aushandlung von Selbstbe-

stimmung nicht in der schriftlich fixierten Aufgabenstellung *an sich* zu finden, sondern vornehmlich in der *pädagogischen Reinterpretation derselben* – also darin, wie die Experimentieraufgabe situativ von den Lernenden und Lehrenden verstanden sowie genutzt wird und – ggf. durch nachträgliche pädagogische Rahmung – als normative Begrenzung oder Entgrenzung selbstbestimmten Handelns in der Aufgabenbearbeitung wirkt.

Die Diskrepanz zwischen der selbstbestimmten Exploration der Schülerinnen und der der intendierten Nutzung der Anleitung nach den Maßstäben des LB#3 bzw. seiner pädagogischen Re-Institutionalisierung und Reinterpretation der Experimentieraufgabe wird im weiteren Verlauf der Situation zu einem zentralen Aspekt der Aushandlung von Selbstbestimmung. Die Stationskarte ist somit nicht nur ein Startpunkt für das Experimentieren der Schülerinnen, sondern auch der Ausgangspunkt für die Interaktion zwischen der vorgegebenen Aufgabenstruktur, den individuellen Zugängen und Aneignungsprozessen der Schülerinnen und den jeweiligen Erwartungen der Lehrenden.

7.2.2 Kontext sowie Handlungs- und Interaktionsmuster

Nachdem S#3 und S#4 die Experimentieranleitung zum Phänomen ‚Flammensprung' gemeinsam gelesen haben (s. Kap. 7.2.1), schlägt S#3 vor, die Materialbeschaffung „*die Materialbeschaffung untereinander aufzuteilen*", sie also arbeitsteilig zu organisieren. S#3 übernimmt zwar eine Führungsrolle, jedoch nicht dominierend, wie S#1 in der ‚Dosentelefon'-Situation, sondern eher koordinierend und im kooperativen Sinne. Die anfängliche gemeinsame Betrachtung der Stationskarte und die Aufteilung der Materialbeschaffung deuten auf eine partnerschaftliche Herangehensweise an die Aufgabe hin.

Nach der Beschaffung des Materials blicken beide erneut auf die Stationskarte, was auf eine bewusste, verbindliche und ernsthafte Auseinandersetzung mit der Experimentieraufgabe hindeutet (s. Kap. 7.2.1) und ihre Orientierung an der Struktur der Aufgabe erneut unterstreicht. Die anschließende Geste, die Karte zur Seite zu schieben, interpretiere ich als einen Übergang von der vorbereitenden, rezeptiven Phase zur eigenaktiven, experimentierenden Auseinandersetzung mit dem zusammengetragenen Material.

Im Folgenden entzünden S#3 und S#4 mehrfach Streichhölzer, variieren deren Handhabung und beobachten bewusst, „*wie es [das Feuer] sich immer weiter nach unten frisst*". Dieses intensive Beobachten habe ich zuvor bereits als Ausdruck eines phänomenorientierten Vorgehens interpretiert, das zwar der Experimentieraufgabe entspringt, ihr aber nicht sklavisch folgt, sondern einen Teilschritt, eben das Anzünden der Kerze mit dem Streichholz, vertieft und intensiviert. Sie setzen sich intensiv beobachtend mit dem brennenden Streichholz auseinander (s. Kap. 7.2.1). Dabei werden Beobachtungen nicht nur

‚gemacht', sondern ‚geteilt', füreinander versprachlicht: „*Guck mal, wie es sich immer weiter nach unten frisst".* Die Äußerung „*wie es sich immer weiter nach unten frisst"* zeigt m. E., wie präzise S#4 ihre Aufmerksamkeit auf beobachtbare Phänomene (das Abbrennen des Streichholzes) richtet. Die Schülerinnen agieren nicht ergebnisorientiert, sondern prozessorientiert (s. Kap. 5.7). Es geht ihnen nicht bloß um das Durchführen (gleich Abarbeiten) der Anleitung, sondern um das Explorieren, Beobachten und Kommunizieren. Sie lassen sich kontemplativ auf das Phänomen ein, hier: das Anzünden von Streichhölzern.

Die Durchführung des ersten Teils der Anleitung – das Überstülpen des Kerzenlöschers – führt zu einer gemeinsamen Beobachtung eines vermutlich unerwarteten Phänomens: des aufsteigenden Wachsnebels. Entsprechende Beobachtungen werden ausgetauscht (s. o.) und gemeinsam weitergeführt: „*S#4 tippt ihre Mitschülerin an: ‚Schau mal, da geht weißer Rauch hoch' – S#3 ergänzt: ‚Und dann geht die Kerze aus*!'"[242] Die Schülerinnen richten ihre Aufmerksamkeit auf unerwartete Aspekte und erkunden diese gemeinsam.

Am Anlächeln der beiden (nonverbal-nonvokale Kommunikation) wird ein Modus des geteilten Staunens bzw. der geteilten Faszination in der Aufgabenbearbeitung sichtbar. Ihre gemeinsame Fokussierung auf das abbrennende Streichholz zeigt ein geteiltes Interesse, das Phänomen zu verstehen. Dies deutet darauf hin, dass ihre Interaktion nicht nur pragmatisch-distanziert auf die Aufgabenbearbeitung beschränkt ist, wie im Modus des schnellen Abarbeitens (s. Kap. 5.6) sondern eine soziale und emotionale Komponente hat. Insbesondere die Wiederholungen (sie „*wiederholen den Vorgang mehrmals und wechseln sich dabei immer ab*") verweisen auf das Staunen und das Interesse an den verschiedenen Beobachtungen beim Anzünden des Streichholzes und Löschen der Kerze.

Ein weiteres Beispiel für das selbstbestimmte Vorgehen ist die Variation der Geschwindigkeit, mit der S#4 die Kerzenglocke einsetzt: „*Einmal nähert S#4 den Kerzenlöscher wesentlich langsamer als zuvor an die Kerzenflamme an, stülpt ihn über, setzt ihn aber nicht ganz auf dem Kerzennapf ab, sondern hebt ihn immer noch mal um wenige Millimeter bis Zentimeter nach oben ab*." Diese Variation bezieht sich auf die Handlungsanweisung „*Lösche die Kerze mit der Kerzenglocke*" der Experimentieraufgabe, ohne, dass die Experimentieraufgabe selbst eine solche Variation beschreibt oder einfordert. Die Variation entspringt vielmehr der Kreativität der Schülerinnen. Dieses feinfühlige Spiel mit der Kerzenflamme – verbunden mit einem sichtbaren Erkenntnisinteresse – ist ein Ausdruck eigenständigen, beobachtungsgeleiteten und selbst initiierten Experimentierens.

---

[242] Als S#3 die Kerzenglocke zum Einsatz bringt, ist das zunächst eine Pflichterfüllung im Sinne der Experimentieranleitung, wird aber schnell zu einem weiteren Einstiegspunkt für das phänomenorientierte Vorgehen (s. Kap. 7.2.1). S#3 und S#4 beobachten konzentriert, fokussiert das Aufsteigen des Wachsnebels, kommunizieren viel miteinander.

Diese Variation ist in meinen Augen ein Schlüsselmoment für die Aushandlung eines selbstbestimmten Vorgehens der beiden Schülerinnen, da S#4 hier die reine Befolgung der Anleitung überschreitet und beginnt, eigene (implizit bleibende) Hypothesen zu testen und die Auswirkungen ihrer Handlungen auf das Phänomen zu erkunden.

Die selbst initiierte Abweichung von der Anleitung und die damit verbundene Hypothesenbildung (impliziert in der späteren Aussage der S#4 gegenüber LB#3 *„Ich kann sie vor dem Ausgehen retten"*) zeigen eine aktive Auseinandersetzung mit dem Material und dem Phänomen, die von der eigenen Neugier der Schülerinnen und ihren eigenen Fragen getragen wird. In dieser Interaktion mit dem Material und miteinander verhandeln sie auf einer impliziten Ebene, wie sie die Aufgabe verstehen und bearbeiten *wollen*.

Minutenlang vergleichen S#3 und S#4 die Entzündungen unterschiedlich schnell an einer Reibefläche vorbeigeführter Streichhölzer und beobachten die abbrennenden Streichhölzer. Später beobachten sie die Vorgänge um eine mittels Kerzenglocke gelöschte Kerzenflamme (Wachsnebel), variieren die Geschwindigkeit, mit der die Kerzenglocke über die Kerzenflamme gestülpt wird und ‚retten' die Kerzenflamme mehrmals, indem sie die Kerzenglocke etwas anheben. Die beiden Schülerinnen wiederholen all diese teils explorativen Näherungen mehrfach, beobachten von ganz nah, mit etwas Abstand und von allen Seiten – ohne von der Kerzenflamme abzulassen. Im kommunikativen Austausch beschreiben sie ihre Beobachtungen sehr präzise, teilweise mit alltags-, statt fachsprachlichen Mitteln (z. B. „*weißer Rauch*" statt „Wachsnebel"). Sie verständigen sich und gleichen ab, was sie beobachten. Dabei kommen z. B. auch die unterschiedlichen Flammenzonen zur Sprache (vgl. auch Geiss 2017). Auffällig ist, dass rund zwanzig Minuten vergehen, bevor die Schülerinnen sich dem eigentlich intendierten Phänomen (dem ‚Flammensprung') zuwenden. Alle vorherigen Aktivitäten hängen mit der Experimentieraufgabe zusammen – im Sinne von Annäherungen bereiten sie den Zielversuch gewissermaßen durch Teilschritte (u. a. Streichholz entzünden, Flamme ersticken usw.) vor.

Die nun folgenden Interaktionen zwischen den Schülerinnen und LB#3 sind entscheidend für die Aushandlung von Selbstbestimmung, da sie die äußeren sozialen Einflüsse und die Erwartungen des GOFEX-Dozierenden in die Situation einbringen.

Als LB#3 hinzukommt, beobachtet er zunächst, wie die Schülerinnen die Kerzenglocke einsetzen und dabei die Kerzenflamme ‚retten'. Dann spricht er die beiden Schülerinnen an: „*Was haben wir denn da gesehen*?" Diese Frage scheint offen gestellt, sie öffnet vermeintlich einen kommunikativen Raum für die Schülerinnen und adressiert deren Beobachtungen (allerdings reduziert auf ‚sehen'; s. Kap. 3.1.2.4). Gleichzeitig impliziert die Formulierung in meinen Augen eine Schließung des kommunikativen Raumes: LB#3 hat

selbst mitbekommen, wie die Schüler*innen die Kerzenflamme mit der Kerzenglocke ‚gerettet' haben. Es geht ihm meiner Einschätzung nach also *nicht* um individuelle, perspektivengebundene Beobachtungen. Dass er das Personalpronomen ‚wir' in Kombination mit der Modalpartikel ‚denn' verwendet, präsupponiert m. E. vielmehr, dass LB#3 eine ganz bestimmte zu verbalisierende Beobachtung als Antwort von den Schülerinnen erwartet.

Angesichts dieser Funktionalität in der Beobachtungssituation interpretiere ich die Frage „*Was haben wir denn da gesehen?*" in Anlehnung an Mehan (1979) und Holzkamp (1995) als ‚**known-information question**'.[243] LB#3 stellt eine Frage, auf die er die Antwort bereits weiß bzw. zu deren Beantwortung er eine ganz bestimmte Antwort erwartet und prüft, ob die Schüler*innen in der Lage sind, diese Antwort zu geben. Wenn LB#3 fragt, was die Schülerinnen „*gesehen*" haben, geht es also gar nicht um individuelle Beobachtungen, sondern um eine herauszubekommende ‚richtige' Lösung aus Sicht des LB#3.

Einige Zeit später fragt LB#3 abermals nach Beobachtungen der Schülerinnen: „*Was habt ihr beobachtet?*" Verglichen mit der ‚well known information question' „*Was haben wir denn da gesehen*?" adressiert jene Frage für mich tatsächlich die individuellen Beobachtungen der Schülerinnen, unabhängig von einer Erwartung des LB#3. Es handelt sich nach Mehan (1979) und Holzkamp (1995) um eine ‚**information seeking question**', die nicht auf eine bestimmte Antwort abzielt, sondern einen echten kommunikativen Freiraum eröffnet und den Antwortenden Gestaltungsräume für die Kommunikation lässt (sofern der*die Fragende wirklich aufrichtig an einer individuellen Antwort interessiert ist).

Bevor die Schülerinnen das ‚Retten der Kerzenflamme' wiederholen, greift LB#3 in das Experimentieren der Schülerinnen ein – ohne Absprache. Er „*ergreift [...] die Kerze [...] mit einer Hand: ‚Ich schütte mal etwas Wachs ab, dann geht es besser!' Er zieht die Kerze zu sich, hebt sie an und schüttet etwas Wachs aus dem Kerzennapf in die Schüssel mit Wasser*." Diese übergriffige[244] Intervention, Wachs abzuschütten und die Kerze neu anzuzünden, schränkt die Schülerinnen in ihrem selbstbestimmten Umgang mit dem Material ein: LB#3 übernimmt temporär die Kontrolle über das Material, die Schülerinnen verlieren entsprechend wechselwirkend die Verfügung über das Material. Dabei fragt LB#3 nicht nach der Notwendigkeit, dem Wunsch oder der Erlaubnis der Schülerinnen, derart

---

[243] Bei alltäglichen Fragen fragt der Unwissende etwas, das er nicht weiß und der Wissende antwortet (Ziel: Wer fragt, will mit der Antwort etwas wissen, was er nicht weiß; „**information-seeking question**"; Mehan 1979: 195).
Die „**known-information question**" (ebd.) dagegen „instrumentalisiert diese Technik in spezifischer Wiese und verkehrt die ‚normale' kommunikative Bedeutung des Fragens in ihr exaktes Gegenteil" (Hellmich & Höntges 2013: 75).
Bei ‚known-information questions' fragt der Wissende, obgleich er die Antwort bereits kennt, um verfügbares Wissen zu überprüfen oder erweitertes Wissen zu vermitteln (Ziel: Kann die richtige Antwort vom Befragten gegeben werden?).
(vgl. auch Gyllenpalm & Wickman 2011: 923)

[244] Angelehnt an Nentwig-Gesemann et al. (2012: 54) bezeichne ich als „übergriffiges Lehrkräftehandeln" ein „direktes, manipulierend-handelndes [...] Eingreifen des Erwachsenen" (ebd.; vgl. auch Högström et al. 2010).

zu agieren, sondern greift in *ihren* Experimentierprozess ein und verändert die Bedingungen *ihres* Experiments. Die Intervention wird nicht mit den Schülerinnen abgesprochen oder ausgehandelt. Er begründet die Intervention zwar kurz („*dann geht es besser*"), ohne aber zu explizieren, *was* dadurch *weshalb* besser gehen sollte. Ggf. will LB#3 die Schülerinnen schneller zum intendierten Phänomen ‚Flammensprung' führen. Er impliziert jedenfalls eine Bewertung der bisherigen Vorgehensweise als nicht ausreichend.

Der GOFEX-Dozent übernimmt, korrigiert still, lenkt dadurch das Geschehen – nicht durch Worte, sondern durch körpersprachliche Handlungen. Diese Form der Intervention reguliert das weitere Handeln der Schülerinnen, da sich die Interaktionsstruktur nun vom Dialog der Schülerinnen zur Demonstration durch LB#3 verschiebt: LB#3 zündet die Kerze an und „*macht mit dem Kopf eine kleine Zeige-Bewegung in Richtung der Kerze*". Dabei schaut LB#3 zu S#4, die die Kerzenglocke über die Kerze stülpt. Nonverbal-nonvokal steuert LB#3 das weitere Experimentierhandeln der Schülerinnen, indem er S#4 per Blickkontakt und Kopfnicken anweist, ‚etwas zu tun' (deiktische Zeigegesten).

LB#3 gibt nonverbal-nonvokal vor, was als nächster Handlungsschritt zu erwarten ist. Es handelt sich um eine implizite Handlungsaufforderung, bei der S#4 vermutlich aus dem Kontext und der Blickrichtung erschließen soll, was ‚gemeint' ist. Auch hier agiert LB#3 nicht explizit instruktional, aber durch subtile, körperbasierte Lenkung.

Zuvor hat LB#3 die Kerze wieder angezündet. Angesichts der bisherigen Sachauseinandersetzung deutet S#4 die Nonverbalitäten des LB#3 wohl als Aufforderung, die Kerze mit der Kerzenglocke wieder zu löschen, was S#4 dann auch macht. LB#3 reagiert angesichts dieser Experimentierhandlung nicht etwa verwundert, überrascht oder irritiert, sondern fragt die Schülerinnen abermals, was sie beobachtet haben (s. o.). Diese Frage des LB#3 ist offen und lässt den Schülerinnen wieder einen kommunikativen Raum, den sie nutzen, um ihre Beobachtungen zu beschreiben: „*Da geht Rauch hoch und dann geht die Kerze aus!*"[245] Anders als zuvor, reagiert LB#3 nun sichtbar auf diese Äußerung und evaluiert bzw. bewertet sie: „*LB#3 reißt die Augenbrauen hoch*", was Interesse signalisiert und „*nickt*", was in diesem Zusammenhang als Bestätigung und Einverständnis der aus Sicht des LB#3 ‚richtigen' Beobachtung gedeutet werden kann. LB#3 schweigt also, reißt aber die Augenbrauen hoch und nickt, was zeigt, dass die Antworten erwünscht sind bzw. er diesen Verbalisierungen zustimmt. Das selbstbestimmte Vorgehen der

[245] Als S#4 noch mit S#3 allein war und ihre Beobachtungsbeschreibungen nur an ihre Mitschülerin gerichtet hat, hat sie ihre Beobachtungen m. E. wesentlich detailreicher ausdifferenziert und bereits erste Wenn-Dann-Zusammenhänge formuliert. Verglichen mit diesen vorherigen Beobachtungsbeschreibungen erscheint mir diese Äußerung gegenüber LB#3 (und der Mitschülerin) nun wesentlich banaler und oberflächlicher als Beschreibung der ‚Haupterscheinung' und erreicht in meinen Augen nicht die Differenziertheit und Tiefe ihrer vorherigen Beobachtungsbeschreibungen.

Schülerinnen nimmt nun in meinen Augen ab, während der Einfluss des LB#3 auf den Experimentierprozess durch seine direkten und indirekten Interventionen nun deutlich zunimmt. Während die Schülerinnen dieses „Retten der Flamme“ noch einmal wiederholen, betrachtet LB#3 nun erstmals die Stationskarte bzw. Experimentieraufgabe.

Die folgende Äußerung des S#3 stellt einen klaren Bruch mit der zuvor scheinbar dialogischen Interakion dar: „*Ihr macht ja überhaupt nicht, was da steht. Guckt mal, was ihr da machen sollt*!“ Die Aussage ist zuerst mal eine Feststellung darüber, dass das bislang erfolgte Handeln mit dem Streichholz und der Kerzenglocke nicht dem entspricht, was in der Experimentieraufgabe angeleitet wird. LB#3 sagt dabei nicht aus, *was genau* falsch ist oder geändert werden soll. Die Aussage markiert aber gleichzeitig eine Grenzziehung zwischen akzeptiertem und abweichendem Handeln; das bis dahin praktizierte selbstbestimmte Vorgehen wird diskursiv delegitimiert und pauschal normativ evaluiert. Zuletzt ruft LB#3 mit der Äußerung die Aufgabenstellung als autoritative Instanz auf und verweist direkt auf die Anleitung; er erklärt sie zur Vorschrift, der ab jetzt maßgeblich sein soll, und beendet eine abweichende Deutung der Aufgabenstellung durch die Schülerinnen. LB#3 signalisiert den Schülerinnen hier also, dass er das abweichende Handeln von der vorgegebenen Struktur, das er zuvor noch unterstützt hat, nun als problematisch ansieht. Die Intervention stellt die gesamte bisherige Tätigkeit der Schülerinnen in Frage – ohne deren Beobachtungen oder die bisherige explorative Qualität zu würdigen. Der implizite Subtext lautet: „Macht es so, wie es vorgesehen ist.“ Zugleich expliziert LB#3, dass die Schülerinnen die Stationskarte noch einmal lesen sollen, um einzusehen, was sie machen *sollen*. Die Stationskarte als Träger der Experimentieraufgabe resp. Experimentieranleitung erfährt damit eine deutliche explizite Normsetzung seitens LB#3. Er fordert eine Rückkehr zur strikten Befolgung der Stationskarte und schränkt damit den selbstbestimmten Umgang der Schülerinnen mit der Experimentieraufgabe ein.

Interessant ist nun m. E., dass LB#3 nach dieser expliziten Normsetzung den Tisch, an dem S#3 und S#4 experimentieren zunächst verlässt und die Schülerinnen *allein* weiterexperimentieren lässt. Zunächst kontrolliert er also *nicht*, ob sie die Experimentieraufgabe erneut lesen und die Anleitungsschritte dann umsetzen, sondern lässt den Schülerinnen abermals Freiraum und überträgt ihnen m. E. Verantwortung für ihr Experimentieren. Die Schülerinnen reagieren nicht mit einer sofortigen und vollständigen Anpassung an LB#3s Anweisung, was m. E. eine schrittweise Bearbeitung der Anleitung nach sich ziehen würde. Stattdessen wiederholen sie nun, was LB#3 ihnen zuvor gezeigt hat: S#3 hebt „*die Blockkerze an und tropft etwas flüssiges Wachs aus dem Kerzennapf in die Schüssel mit Wasser. Dann stellt sie die Kerze wieder“* ab und zündet sie an. Das Trop-

fen von Wachs in die Wasserschüssel ist zwar kein Teil der Experimentieranleitung, aber ein von LB#3 zuvor modelliertes Handeln. Es kann folglich als Versuch verstanden werden, den Erwartungen des LB#3 zu entsprechen und eine von ihm nicht explizierte Norm zu erfüllen. Die beiden Schülerinnen setzen das Experiment nun eigenständig fort. Sie beobachten die brennende Kerze, fokussieren die Kerzenflamme und tauschen sich über ihre Beobachtungen bzgl. der Bewegungen der Kerzenflamme und der verschiedenen Zonen („*Farben*“) der Kerzenflamme aus. In diesem Moment ist die Aufmerksamkeit wieder komplett auf ‚Verbrennungsphänomene' (Kerzenflamme, Wachsdampf) gerichtet.

> *„S#3: ‚Die Flamme ist nie ganz still. Die bewegt sich immer ein bisschen.' S#4 nickt, dann ergänzt sie: ‚Ja, sie wackelt irgendwie immer so. Beide Schülerinnen nicken nun und rücken noch dichter an die Kerzenflamme, sie legen ihre Köpfe schief, beobachten die Flamme nun aus verschiedenen Richtungen und von verschiedenen Seiten – S#3: ‚Ganz oben an der Flamme ist so was Weißes, helles' (sie deutet in Richtung Flammensaum). S#4: ‚Die haben auch unterschiedliche Farben, also innendrin in der Kerze und dann halt weiter draußen.'*

Die Experimentieraufgabe ist erneut zum Anlass geworden für ein Erkenntnisinteresse, das durch eigene Beobachtungen geleitet wird, nicht durch ein Zielergebnis. Die Rolle des LB#3 in dieser Phase ist somit ambivalent: Sein temporärer Rückzug ermöglicht diesen phänomenorientierten Moment überhaupt erst. Die Schülerinnen werden durch seine normative Intervention zwar kurzfristig entmächtigt. Doch anstatt sich abzuwenden oder ausschließlich instruktional zu agieren, die Experimentieranleitung also wie gefordert schrittweise abzuarbeiten, nehmen sie sich erneut den Freiraum zur (Re-) Aneignung und intensivieren *ihre* Beobachtungen. Sie bewegen sich in einem Spannungsfeld zwischen Aufgabenerfüllung und phänomenorientiertem Eigenvorgehen. Sie handeln leise, aufeinander abgestimmt – nicht subversiv oder rebellisch (wie S#1 in der ‚Dosentelefon'-Situation), aber (selbst)bestimmt.

Die daraufhin folgende Phase, in der „*LB#3* [...] *wieder an den Tisch*“ kommt und sich neben die beiden Schülerinnen setzt, ist von einer instruktiven Übernahme der Handlungsschritte durch LB#3 geprägt. LB#3 verschiebt damit den Fokus von der selbstbestimmten, aber aus seiner Sicht nicht ‚gelungenen', Aneignung des Phänomens ‚Flammensprung' (und mit ihm zusammenhängender Aspekte wie dem Wachsnebel oder dem Abbrennen des Streichholzes) auf die schrittweise Durchführung mittels Abarbeitung der Anleitung. Er gibt detaillierte Anweisungen, lenkt und instruiert – und zwar multimodal:

LB#3 „*greift die Stationskarte, hebt sie hoch*“ und verfügt damit nonverbal-nonvokal über die Experimentieraufgabe: „*Also ihr habt die Kerze auf die Tonschale gestellt und angezündet. Dann habt ihr sie bisschen länger brennen lassen*“. Die zuvor schon zur normativen Vorgabe erklärte Experimentieranleitung wird nun zusätzlich von LB#3 in Besitz

genommen. Dabei adressiert er zunächst die ersten beiden Schritte der Experimentieranleitung, kontrolliert und bestätigt den Schülerinnen deren Durchführung. Während er die ersten beiden Schritte paraphrasiert, liest LB#3 den nächsten Schritt wörtlich und in mehreren Teilen fort: *„Jetzt musst du schnell sein!' Er blickt kurz von der Karte auf, schaut beiden Schülerinnen nacheinander in die Augen, nickt dabei jeweils kurz und zieht eine Augenbraue hoch. ‚Ihr müsst schnell sein gleich, ok?' Er hebt die Stimme".* LB#3 nutzt hier verschiedene Modalitäten, um die Handlungsanweisung zu präsentieren bzw. das Vorgehen der Schülerinnen zu instruieren. Zuerst liest er den Schritt vor, dann blickt er den Schülerinnen in die Augen und bestätigt mit einem Nicken das Verstehen dieses Handlungsschrittes. Zudem reformuliert er den Schritt: *„Ihr müsst schnell sein gleich, ok?"*. Das Heben der Stimme und das nachgeschobene ‚ok?' markieren die Äußerung als Frage. LB#3 erwartet eine Antwort der Schülerinnen bzgl. *ihres* Verstehens der Anleitung. Dann liest er weiter vor: *„Lösche die Kerze mit der Kerzenglocke. Halte [...] sofort ein brennendes Streichholz in den weißen Rauch, der vom Docht aufsteigt".* Anschließend verteilt er konkrete Aufträge an die Schülerinnen und wiederholt die einzelnen Handlungsanweisungen dieses vierten Anleitungsschrittes, den er zuvor verlesen hatte. Er geht wirklich ‚auf Nummer sicher'. Die detaillierte Instruktion und Lenkung bei der Durchführung des ‚Flammensprungs' lässt kaum Raum für eigene Entscheidungen, Beobachtungsschwerpunkte oder Variationen der Schülerinnen. LB#3 gibt präzise Anweisungen zu jedem Schritt und zum Zeitpunkt der Ausführung. Er übernimmt die Regie – verbal und nonverbal: Signale des LB#3 wie das Nicken, das Augenbrauenhochziehen, das Heben der Stimme und die Blickführung sind subtile Steuerungsmechanismen, die die Aufmerksamkeit der Schülerinnen lenken und implizite Erwartungen kommunizieren.

LB#3 verteilt einzelne Arbeitsschritte und legt fest, wer von den Schülerinnen was macht, was er durch seine Kommandos entsprechend direktiv steuert: *„S#3, zündest du noch ein Streichholz an? Wenn S#4 die Kerze gleich ausmacht, musst du das Streichholz dann direkt in den Rauch halten! Okay*?", *„So S#4, mach die Glocke mal über die Kerze*!", *„Und jetzt hochheben*" sowie *„Nein schneller [zu S#4]. Und jetzt du, S#3*!". Die Arbeitsorganisation wird den Schülerinnen von LB#3 abgenommen. Die Schülerinnen werden zu Ausführenden seiner Vorgaben. LB#3 überführt die selbständige Bearbeitung einer Experimentieranleitung schrittweise in ein kleinschrittiges Vorgeben-Nachmachen. Dieses marionettenartige Vorgeben-Nachmachen mündet in der Durchführung des intendierten ‚Flammensprungs', der gelingt. Die emotionale Reaktion der Schülerinnen ist eindeutig: *„‚Wow', ‚boah', rufen sie beide – sich überlagernd. Dabei schauen sie sich an, dann wieder auf die immer noch brennende Kerze*." Die Inszenierung der intendierten Aufgaben-

bearbeitung führt zu einem faszinierten, überraschten Staunen, das aber nicht aus eigener Versuchsdurchführung resultiert, sondern aus einer gesteuerten Vorführung.

Den ‚Flammensprung' wiederholen S#3 und S#4 mehrmals – aus Eigeninteresse, Faszination und Neugierde (so deute ich die Überraschungs- und Begeisterungsinterjektionen „wow" und „boah"), aber auch, weil sie von Mitschüler*innen aufgefordert werden, das Phänomen ‚vorzuführen'. Zudem schlagen die Schülerinnen selbst Variationen vor (z. B. wie schnell und wie lange man das Streichholz in den Wachsdampf halten muss, damit der ‚Flammensprung' gelingt). Diese Fragen signalisieren eine Rückkehr zum selbstbestimmten Vorgehen und eine Möglichkeit zur Hypothesenbildung im Sinne der bisherigen Vorerfahrung (s. Kap. 3.1.2.4). Der Wunsch nach selbstbestimmter Exploration besteht also weiterhin: Die Schülerinnen *wollen*, auch nach der starken Lenkung durch LB#3, eigene Variationen des Experiments durchführen. Sie gehen über die vorgegebene Anleitung hinaus und entwickeln eigene Hypothesen und ein eigenes Vorgehen.

„*Gerade als sie ansetzen, [...] um die o. g. Variationen auszuprobieren, bittet LB#4 [...] darum, aufzuräumen und sich für die Pause bereit zu machen*." LB#4 beendet resp. verhindert die Fortsetzung des selbstbestimmten Experimentierens und schließt den Handlungsraum der Schülerinnen abrupt (s. Kap. 7.2.3). Diese Unterbrechung geschieht nicht im Dialog, nicht in Verhandlung, sondern durch Anweisung von außen. Die Folge: „*Ihre geplanten Variationen setzen sie [...] nicht mehr um*." Auch in der Reflexionsrunde werden die Erfahrungen mit dem ‚Flammensprung' nicht geteilt – möglicherweise, weil sie keinem eigenen Experimentierprozess entstammen, sondern als pädagogisch überformter, fremdbestimmter Ablauf erlebt wurden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der soziale Kontext der Interaktionen zwischen S#3 und S#4 von Kooperation, geteilter Faszination und einem selbstbestimmten Vorgehen bei der Exploration und Variation des Phänomens geprägt ist. Die Interaktionen mit LB#3 hingegen zeigen eine Spannung zwischen der Ermöglichung dieses selbstbestimmten Vorgehens und seiner Einschränkung durch Interventionen und Verweis auf die vorgegebene Anleitung. Die Ideen der Schülerinnen ‚treffen' auf die Erwartungen und Interventionen des GOFEX-Dozenten trifft. Die Aushandlung der Selbstbestimmung in dieser Situation reicht dabei von einer anfänglichen kooperativen Selbstorganisation und selbstbestimmter Exploration über eine Phase zunehmender externer Steuerung bis hin zu einer Verhinderung weiterer selbstbestimmter Auseinandersetzung mit dem Phänomen aufgrund einer Durchsetzung intervenierender Bedingungen ‚von außen' (s. Kap. 7.2.3).

7.2.3 Intervenierende Bedingungen

Zu Beginn der Situation ist **Zeit** als Strukturmerkmal kaum spürbar. Die Schülerinnen agieren in einem organisatorisch offenen, nicht getakteten Zeitrahmen. Diese Zeitoffenheit eröffnet einen Handlungsspielraum, in dem die eigenständige Auseinandersetzung mit dem Phänomen ‚Flammensprung' bzw. den beobachteten Randerscheinungen ‚Abbrennen des Streichholzes' und ‚Aufsteigen des Wachsdampfes' überhaupt erst möglich wird. So wiederholen S#3 und S#4 das Experiment mehrfach, variieren ihr Vorgehen und vertiefen ihre Beobachtungen – sie haben ja ausreichend Zeit dazu: „*In den folgenden Minuten wiederholen S#3 und S#4 diesen Vorgang mehrmals und wechseln sich dabei immer ab. Sie fokussieren beobachtend das Aufsteigen des Wachsnebels und wenden ihren Blick nicht ab* […]." Auch als LB#3 hinzutritt, wird m. E. keine Zeitstruktur eingeführt.

Erst in der abschließenden Szene greift LB#4 regulierend ein, was den Zeitrahmen der Schülerinnen abrupt begrenzt: „*Gerade als sie ansetzen, um die Kerze und ein Streichholz erneut anzuzünden […], bittet LB#4, die den GOFEX-Tag leitet, darum, aufzuräumen und sich für die Pause bereitzumachen*." Die Pause, die LB#4 hier ankündigt und organisiert, zeitigt einen enormen Einfluss auf den Experimentierprozess der Schülerinnen: Der plötzliche Abbruch der Experimentierhandlungen zwecks Aufräumens beendet das Experimentieren nicht nur faktisch, sondern unterbricht einen selbstbestimmt initiierten, gerade begonnenen Vertiefungsprozess. So bleibt z. B. die Frage nach der Dauer des Haltevorgangs des Streichholzes im Wachsdampf ungeklärt: „*S#3 wirft die Frage auf, wie schnell und wie lange sie das Streichholz in den Wachsnebel halten muss* […]." Geplante Variationen dazu werden nach der Pause nicht mehr von den Schülerinnen umgesetzt.

Die von außen festgesetzte, vorgeschriebene und für alle Schüler*innen verpflichtende Pause, die die GOFEX-Dozierende L#4 administrativ durchsetzt, kommt hinsichtlich der individuellen Bedürfnisse, Interessen und Lern- bzw. Erkenntnisprozesse der Schülerinnen nicht zum richtigen Zeitpunkt (vgl. auch Kihm 2023b). Im Hinblick auf den Experimentierprozess von S#3 und S#4 kommt die Pause zu einem Zeitpunkt, als die Schülerinnen verschiedene Handlungsgelegenheiten und Annäherungen an das Zielphänomen ‚Flammensprung' genutzt und herausgefunden haben, wie sie ein bestimmtes Ergebnis (nämlich den ‚Flammensprung') wiederholt selbst erzeugen, also reproduzieren, können. Dass S#1 nun (nach etwa 25 Minuten Sachauseinandersetzung) die Frage aufwirft, wie schnell und wie lange man das Streichholz in den Wachsnebel halten muss, damit der ‚Flammensprung' gelingt, fügt sich als Variation der Bedingungen, unter denen sich ein Phänomen beobachten lässt, nahtlos in sachunterrichtsdidaktische Modellierungen des Experimentierprozesses ein (Murmann 2008; Köster 2018; Fischer & Peschel 2023;

Kap. 3.1.2.4). Die Schülerinnen wollen herausfinden, wodurch etwas funktioniert und die Bedingungen des ‚Flammensprungs' sondieren (hier in der Variation der Geschwindigkeit und der Zeitdauer, mit der das Streichholz in den Wachsnebel gehalten wird). Diese Auseinandersetzung mit den Bedingungen des Phänomens (durch Variation und ggf. auch Hypothesenaufstellung bzw. -überprüfung) ist ein wichtiger Schritt auf dem Weg zur (Er-)Klärung des Phänomens und seiner Wirkmechanismen (vgl. ebd.).

In meinen Augen wären beide Schülerinnen motiviert gewesen, sich weiterhin mit dem ‚Flammensprung' zu beschäftigen und hätten die Pause erst zu einem späteren Zeitpunkt ‚benötigt'. Doch LB#4 leitet das Aufräumen ein bzw. zur Pause über und unterbricht damit den Experimentier- bzw. individuellen Lern- und Erkenntnisprozess der Schülerinnen, der nach der Pause nicht mehr fortgesetzt wird. Die Schülerinnen beenden den Erkenntnisgang zum ‚Flammensprung' demnach mitten im Experimentierprozess (nach Exploration und Wiederholung wären nun Variationen zu erwarten – und vor der Pause von S#3 und S#4 ja auch intendiert bzw. geplant; s. o.). Nach der Pause beginnen sie mit einer neuen Aufgabe und einem anderen Phänomen.

Der GOFEX-**Raum** bietet, ähnlich wie in der Dosentelefon-Situation, einen Handlungsrahmen für das selbstbestimmte Vorgehen der Schülerinnen, den diese auch entsprechend nutzen. Erst mit der Aufforderung zum Aufräumen verändert sich auch die Raumfunktion und das GOFEX wird zum ‚Organisationsraum' umdefiniert – und damit temporär seiner Funktion als Ort des selbstbestimmten Experimentierens entraubt.

Das zentrale **Experimentiermaterial** – Kerze, Tonschale, Kerzenglocke, Streichhölzer – weist einen hohen Aufforderungscharakter auf. Die Experimentiermaterialien sind als Alltagsmaterial niedrigschwellig nutzbar und gleichzeitig sind insbesondere Kerze und Streichhölzer reich an beobachtbaren Phänomenen (z. B. Wachsdampf, Flammenfarbe, Abbrennen des Streichholzes).

Die Schülerinnen nutzen das Material grundsätzlich entsprechend der Anleitung – entzünden die Kerze und löschen die Flamme später mit der Kerzenglocke. Dabei beobachten sie sehr intensiv und konzentriert, wie das Streichholz abbrennt, die Flamme lodert und der Wachsdampf aufsteigt. Außerdem beginnen sie, zusätzliche Explorationsschritte und eigene Variationen zu entwickeln, z. B. durch veränderte (langsamere, schnellere, ‚rettende') Bewegung der Kerzenglocke: „*S#4: ‚Wenn ich mit der Glocke bewege, geht die Flamme erst runter und dann wieder hoch! Ich kann sie vor dem Ausgehen retten*.'"

Die wiederholte Durchführung des ‚Flammensprungs' zeigt eine andauernde Verfügbarkeit über das Material: „A*uch zu zweit […] wiederholen sie den ‚Flammensprung' noch ei-*

nige Male.“ LB#3 greift jedoch mehrfach steuernd in die Materialhandhabung ein – etwa durch das Abschütten des Wachses oder durch eigenes Entzünden eines Streichholzes. Diese Eingriffe markieren letztlich den o. g. Übergang zwischen dem selbstbestimmten und phänomenorientierten Experimentieren der Schülerinnen und der späteren angeleiteten Bearbeitung der Experimentieranleitung. Schließlich wird durch das Vorlesen der Anleitung und die Aufforderung zur regelgerechten Durchführung („*Ihr macht ja überhaupt nicht, was dasteht*“) das Material didaktisch neu gerahmt: Es soll nur noch auf eine bestimmte Weise benutzt werden, die die Experimentieraufgabe instruiert. Diese implizite Normierung schränkt die Handlungsmöglichkeiten der Schülerinnen ein.

Zeit, Raum und Material wirken im Zusammenspiel zunächst als Ermöglichungsstruktur für ein selbstbestimmtes Vorgehen – trotz Vorliegen einer kleinschrittigen Handlungsanweisung. Die Zeitoffenheit, der offene Raum und das intuitiv zugängliche Alltagsmaterial ermöglichen eine vertiefte, kooperative Auseinandersetzung der Schülerinnen mit den Phänomenen. Die von ihnen entwickelten Handlungsweisen, ihre individuellen Beobachtungen und der gemeinsame Austausch deute ich als selbstbestimmtes Vorgehen. Wieder (s. Kap. 7.1) zeigen sich jedoch mit den Interventionen des GOFEX-Dozenten subtile Grenzen dieser Offenheit: Die didaktische Rahmung überlagert zunehmend die selbst entwickelten Zugänge der Schülerinnen. Ein selbstbestimmtes Vorgehen ist nur möglich, solange es die stillen Erwartungen an ein ‚richtiges‘ Experimentierhandeln erfüllt.

7.2.4 Konsequenzen und Fazit

Über weite Strecken realisieren S#3 und S#4 in meinen Augen ein selbstbestimmtes Experimentierhandeln: Sie organisieren sich eigenständig (Materialbeschaffung) und lesen die Anleitung gemeinsam. Mit dem ‚Spiel mit der Flamme‘, mit der Variation der Glockenbewegung und der detaillierten Beobachtung der Flammenfarbe setzen die Schülerinnen eigene Schwerpunkte im Beobachtungsprozess. Sie handeln nicht stur nach dem Schema der Anleitung und im Modus des schnellen Abarbeitens (s. Kap. 5.6), sondern *variieren* teilweise die Umsetzungsschritte und leiten aus ihren Beobachtungen *weiterführende Fragestellungen* ab. Das wird auch in ihrer aufmerksamen Körpersprache deutlich: „*Sie blinzeln kaum und lassen nicht von der Kerzenflamme ab*.“ Im Zusammenspiel von räumlicher Offenheit, Materialverfügbarkeit und entsprechend offener Beobachtungsimpulse, als Teil der Experimentieraufgabe, gestalten die Schülerinnen *ihr* Experimentieren aktiv und bestimmen selbst, was sie wie beobachten, wiederholen und variieren *wollen*. Dieses selbstbestimmte Vorgehen wird jedoch zunehmend begrenzt – zunächst durch die Rahmengebung des LB#3, der die Schülerinnen auf die vermeintlich ‚richtige‘ Aufgabenbearbeitung verweist: „*Ihr macht ja überhaupt nicht, was da steht.*

Guckt mal, was ihr da machen sollt!“ Diese Aussage problematisiert die eigensinnige (aber nicht subversive; s. Kap. 7.1) Aneignung durch S#3 und S#4 und re-etabliert die Aufgabenstellung als Normativ, sobald die kindliche Deutung nicht mit der erwarteten Durchführung übereinstimmt. LB#3 erkennt die Neugier der Schülerinnen dabei anfangs durchaus noch an (*„Was habt ihr beobachtet?“; „Ja, echt? Macht noch mal*!“), doch seine Steuerungsversuche bleiben in einem Rahmen funktionaler Didaktik verhaftet. Er überführt das explorative Handeln in ein Zielhandeln: Der ‚Flammensprung‘ wird im Sinne der Anleitung ‚erfolgreich‘ reproduziert und demonstriert – auch vor anderen Schüler*innen. Aber die Möglichkeiten, das angeleitete Experiment nach *eigenen* Vorstellungen zu gestalten, *eigene* Beobachtungsschwerpunkte zu setzen und *eigenen* Fragen nachzugehen, werden sukzessive durch die Interventionen des GOFEX-Dozenten reduziert.

Die Beobachtungen, Fragen und explorativen Handlungen von S#3 und S#4 zeigen das Potenzial der Schüler*innen für selbstbestimmtes Vorgehen, wenn sie die Möglichkeit dazu erhalten. Die intervenierenden Bedingungen, wie die anfängliche Zeitfreiheit, der offen nutzbare und ‚einnehmbare‘ Raum oder die niedrigschwelligen Experimentiermaterialien, ermöglichen zu Beginn das selbstbestimmte Vorgehen der Schülerinnen, werden aber durch die Interventionen der GOFEX-Dozierenden sukzessive in ihrer Wirkung begrenzt. Das selbstbestimmte Vorgehen der Schülerinnen endet durch das Wiederauftreten institutioneller Ordnung: durch fehlende Anschlussfähigkeit an die erwünschten Handlungsmuster, Re-Etablierung der Aufgabenstellung und letztlich durch Zeitgrenzen.

Am Ende werden die Grenzen des selbstbestimmten Vorgehens durch eine institutionelle Zeitstruktur (Frühstückspause; LB#4) gesetzt. Die Unterbrechung der geplanten Variationen des Experiments durch die Aufforderung zum Aufräumen verhindert die ‚Wiedergewinnung‘ eines selbstbestimmten Vorgehens. Die Situation zeigt somit, dass die Offenheit des Settings (freie Stationswahl, freie Zeiteinteilung, Nutzung des Raums) nicht unbegrenzt gilt. Sie bleibt an implizite Normen gebunden: u. a. Anleitungen sollen beachtet, Versuche ‚richtig‘ durchgeführt, Ziele erreicht werden. Wenn dies nicht mehr gegeben ist, tritt eine Steuerungslogik in Kraft – entweder durch direkte Korrekturen (*„Ihr macht ja überhaupt nicht, was da steht*“) oder durch indirekte Interventionen, die das selbstbestimmte Handeln subtil begrenzen (*Wachsabschütten, Zeigegesten, Mimik und Blickführung, Zeitstrukturen*). Diese Interventionen wirken unterschwellig disziplinierend – und tragen dazu bei, dass sich die Schülerinnen an vorgegebene Strukturen anpassen, statt eigene Schwerpunktsetzung weiterzuverfolgen. Diese Interventionen zeigen, wie subtile Formen pädagogischer Steuerung in offenen Lernsettings wirksam sind und Macht ausüben, oftmals ohne als solche direkt sichtbar oder thematisierbar zu werden.

7.3 „Wasserläufer“

Die dritte Situation, die ich mithilfe meines Kodierparadigmas im Hinblick auf die Aushandlung von Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren interpretieren möchte, bezeichne ich hier als „Wasserläufer“-Situation. Dieser GOFEX-Tag fand auf Modulebene 5 (Offenes Experimentieren) statt: Die Schüler*innen sollen eigene Interessen verfolgen, eigene Fragen entwickeln und sich diesen experimentierend annähern.

Es gibt keine Experimentieranleitungen (Modulebene 1; s. Kap. 7.2), keine geöffneten Experimentieraufgaben (Modulebene 2; s. Kap. 7.1) und keine offenen Experimentieraufgaben (Modulebene 3; s. Kap. 7.4). Die Schüler*innen hatten dabei m. E. weitreichende organisatorische, methodische und inhaltliche Freiheiten (s. Kap. 5.4); sie konnten an diesem GOFEX-Tag prinzipiell selbst entscheiden, was sie wie herausfinden möchten (Modulebene 5).

Ausschnitt aus meinem Beobachtungsprotokoll vom 09.07.2018 („Wasserläufer“)

09.07.2018, Klasse 2, Modul 5, 09.00-12.30 Uhr, 16 Schüler*innen, erster GOFEX-Tag
GOFEX-Dozierende JD = LB#2, Lehrpersonen SB = LP#3, CG = LP#4, erster GOFEX-Tag

S#5 ist zum ersten Mal im GOFEX, als offen experimentiert wird. Lange Zeit bleibt sie regungslos im Sitzkreis zurück und blickt unter sich auf den Boden. Sie unterhält sich nicht mit den anderen Schüler*innen. Nachdem alle anderen Schüler*innen auf der Experimentierfläche sind, steht sie zuletzt auf und bewegt sich durch den Raum. Immer wieder nimmt S#5 Blickkontakt zu ihren Lehrerinnen bzw. zu LB#2 auf, die noch immer im Sitzkreis sitzen.

Als S#5 einige der GOFEX-Haus-Kisten betrachtet, spricht LP#3 LB#2 an: „Können Sie ihr nicht einfach eine Aufgabe geben? Sie ist so unsicher und kennt das hier ja nicht!“. LB#2 entgegnet, dass sie ihr noch Zeit lassen würde, um selbst ein Thema zu finden, verweist jedoch gleichzeitig auf die Ablage mit den GOFEX-Stationen. LP#3 und LP#4 schauen sich dort um, blättern durch einzelne Werkstätten (Modulebene 1 und Modulebene 2). Schließlich greift LP#3 eine Stationskarte aus der GOFEX-Wasserwerkstatt (Angeleitetes Experimentieren, Modulebene 1). Sie bringt die Stationskarte zu S#5: „Schau mal, wir können das Experiment hier machen!“ S#5 nickt.

LP#3 liest S#5 laut vor, was sie für das Experiment alles braucht: „Also du brauchst ein Trinkglas, Büroklammern und Wasser - und nimm mal noch eine Schüssel mit, da kannst du Wasser reinmachen. Vom Spülbecken da vorne“. S#5 nickt. Wortlos beschafft sie alle Materialien aus dem GOFEX-Haus und bringt sie zum Experimentiertisch.

Anschließend liest LP#3 S#5 den weiteren Inhalt der Stationskarte vor: „Fülle das Trinkglas mit Wasser. Lege die Büroklammern vorsichtig auf das Wasser“. S#5 versucht 2-3 Büroklammern auf das Wasser zu legen, die aber jeweils untergehen. Trotzdem probiert sie weiter. S#5: „Die gehen doch unter!“ – LP#3: „Ja, nichts passiert!“ – S#5: „Vielleicht muss ja noch Zucker in das Wasser, damit es klappt!“ LP#3 blickt irritiert auf die Stationskarte. Sie nickt: „Ja, probier mal!“

S#5 läuft zum GOFEX-Haus, um Zucker zu holen. Derweil probiert LP#3 das Experiment weiter – die Büroklammern gehen immer noch unter. Sie blickt wieder irritiert auf die Stationskarte.

S#5 kommt zurück, rührt eine Zuckerlösung und wiederholt das Experiment mit einer Büroklammer. S#5 beobachtet die entstehende Zuckerlösung und die untergehende Büroklammer interessiert – LP#3 kommentiert das Untergehen der Büroklammer sofort: „Nix passiert, siehst du! Jetzt würde ich es mal mit normalem Wasser probieren!“ LP#3 steht auf und verlässt den

Experimentiertisch. In der Zwischenzeit schüttet S#5 die Zuckerlösung weg und kommt mit „frischem“ Wasser wieder. Sie probiert wieder mit einigen Büroklammern, die alle untergehen.

LP#4 stellt sich nun neben den Experimentiertisch. Sie beobachtet einige Zeit. S#5 legt Büroklammern auf das „frische“ Wasser, doch diese gehen immer wieder unter. LP#4 kommentiert immer wieder mit „mhm!“ und blickt irritiert auf die Stationskarte, empfiehlt schließlich, das Experiment doch mal mit Reißzwecken auszuprobieren. S#5 probiert weiter mit Büroklammern aus. Blickkontakt zu LP#4 besteht nicht. S#5 nimmt die Stationskarte in die Hand und liest laut vor, was sie machen soll. Sie liest sehr stockend und langsam, sodass LP#4 bereits nach wenigen Worten das Lesen abnimmt und die Anleitung – wieder von vorne – vorliest: „Fülle das Trinkglas mit Wasser – das hast du ja hier – Lege die Büroklammern vorsichtig auf das Wasser. Was ist passiert?“

S#5 wiederholt das Experiment noch einmal und beobachtet die untergehende Büroklammer. Sie blickt aus verschiedenen Höhen und Positionen auf die Büroklammer und „verfolgt“ deren Untergehen. LP#4: „Die Büroklammer kann nicht schwimmen. Komm wir probieren es mal mit Reißzwecken!“ S#5 greift in der Büro-Box sofort nach drei Reißzwecken und wiederholt den Versuch mit Reißzwecken, die allerdings auch untergehen. Fragend schaut sie LP#4 an: „und jetzt?“ LP#4 antwortet: „Probier weiter aus! Ich weiß auch nicht, was da passieren soll!“

S#5 probiert weiter aus. LP#4 beobachtet die ganze Zeit. Schließlich probiert sie selbst aus. Nach einigen weiteren, „erfolglosen“ Versuchen gelingt es LP#4, dass eine Reißzwecke nicht untergeht, sondern auf der Wasseroberfläche treibt. LP#4 fordert S#5 auf, genau zu beobachten: „Guck dir mal die Oberfläche von dem Wasser an! Sieht doch irgendwie aus wie eingedellt, oder? Also ich erkläre dir, warum das so ist. Man nennt das Oberflächenspannung. Das sieht wie ein Film aus – oder so komische Mücken, die auf Wasser laufen. Kennst du die?“ Währenddessen will S#5 weitere Reißzwecken auf die Wasseroberfläche legen, doch LP#4 unterbricht sie, indem sie ihre Hand greift und die Handlung damit unterbindet. S#5 antwortet: „Ja, die heißen Wasserläufer, oder? Weil sie auf dem Wasser laufen und nicht untergehen“. LP#4: „Ganz genau. Und wenn etwas nicht so schwer ist, dann schwimmt es!“ LP#4 und S#5 probieren noch einige Male. Beide nun in einer Wasserschüssel, nachdem LP#4 empfiehlt, besser mit einer Wasserschüssel und nicht mit dem Trinkglas zu experimentieren. Dabei wird einige Zeit nicht gesprochen, beide arbeiten nebeneinanderher.

S#5 probiert weiterhin, Reißzwecken aufs Wasser zu setzen, sodass sie nicht untergehen. Mal treiben sie oben, mal gehen sie unter. Aber sie wiederholt den Versuch immer wieder und beobachtet fasziniert. LP#4 wiederholt den Versuch ebenfalls. Beide arbeiten nebeneinanderher. Irgendwann taucht LP#4 eine Reißzwecke zu tief ins Wasser, beobachtet, wie der Kopf der Reißzwecke sich mit Wasser füllt und schließlich untergeht. LP#4 zu S#5: „Wenn die obendrauf nass werden, dann fallen sie runter. Weil dann ist die Oberflächenspannung kaputt. Willst du das mal machen?“.

Nun entsteht eine Art „Wettbewerb“ zwischen LP#4 und S#5: S#5 lässt weiterhin Reißzwecken zu Wasser. In einem immer schnelleren Tempo. LP#4 tropft immer wieder Wasser auf die Reißzwecken. S#5 bekommt das zwar mit, beobachtet aber nicht, wie diese Reißzwecken untergehen, sondern legt so schnell wie möglich neue Reißzwecken aufs Wasser. LP#4 kommentiert: „Siehst du? Dann geht die unter. Sobald man Wasser drauftropft. Das kannst du auch mit Öl oder Pfeffer machen. Schwupp, dann geht die unter, weil die Spannung weg ist.“ Nachdem dieser „Wettbewerb“ einige Zeit läuft, beginnt LP#4 wegzuräumen: „Das ist also das Experiment. Jetzt sind wir fertig und können das nächste machen!“. S#5 schaut LP#4 an, hält inne und fragt: „Ist das denn bei Wasserläufern auch so?“ (Was „das“ ist, präzisiert sie nicht weiter). LP#4 bejaht: „Ja! Die Spannung vom Wasser geht immer dann weg, wenn das Wasser entweder gestoßen wird oder man Spülmittel dazu gibt!“

Während dieser Erklärung probiert S#5 weiterhin, (mehrere!) Reißzwecken am Untergehen zu hindern. Sie ist vorsichtig, setzt die Reißzwecken langsam ab. Dabei beobachtet sie das Wasser genau. LP#4 bemerkt das und kommentiert: „Ja! Guck genau, wie sich das Wasser wölbt! Weißt du: Die Reißzwecke ist ja eigentlich zu schwer für das Wasser. Das macht alles die Oberflächenspannung. Verstehst du? So. Komm, such dir jetzt was anderes aus! Ihr habt ja nun alles gesehen“ S#5 räumt – etwas widerwillig – die restlichen Materialien weg. Sie suchen eine neue Karte.

Meine Interpretation der Situation mithilfe des Kodierparadigmas arbeitet ein zentrales Spannungsfeld zwischen der didaktischen Zielsetzung des Offenen Experimentieren (selbstbestimmtes Vorgehen) und der pädagogisch motivierten Steuerung durch die Lehrpersonen heraus: Obwohl das Setting des GOFEX-Tages eigentlich auf ein hohes Maß an Selbstbestimmung angelegt ist (Modulebene 5), greift LP#3 zu einer Stationskarte auf Modulebene 1 – dem angeleiteten Experimentieren. Dieser Eingriff ist m. E. gut gemeint (Sicherheit geben), schließt aber S#5s Handlungsspielräume und konterkariert damit die didaktische Zielsetzung des Offenen Experimentierens. Gleichzeitig zeigt S#5 auch in diesem geschlosseneren Setting ein exploratives Handeln, entwickelt eigene Hypothesen, variiert das Experiment selbständig und nutzt die Situation zur eigenen Sinnkonstruktion, die sich aber ständig an impliziten Grenzmarkierungen der Lehrperson reibt.

7.3.1 Ursächliche Bedingungen

Die Situation ‚Wasserläufer‘ wird m. E. durch ein Spannungsfeld zwischen der ursächlich intendierten Modulebene 5 (Offenes Experimentieren) und der im Hinblick auf das Handeln der S#5 tatsächlich wirksamen, maßgeblichen Instruktion durch die Lehrerinnen auf Modulebene 1 (Angeleitetes Experimentieren) geprägt: Eigentlich fand der GOFEX-Tag, an dem ich S#5 beobachtet habe, auf dem höchsten GOFEX-Öffnungsgrad, dem Modul des Offenen Experimentierens statt (Modul 5; s. Kap. 5.4). Eine Heranführung der Schüler*innen an den Lerngegenstand mittels Engführung durch Experimentieranleitungen oder mittels geöffneter bzw. offener Experimentieraufgaben entfällt ausdrücklich (vgl. M. Peschel 2009b: 235). Zudem trägt das Material-, Ordnungs- und Raumkonzept des GOFEX durch umfassende Materialzugänglichkeit und verschiedene, funktionale und von den Schüler*innen nutzbare Raumbereiche zu der organisatorischen, methodischen *und* inhaltlichen Offenheit des GOFEX-Tages auf Modulebene 5 bei (s. Kap. 5.4).

Dadurch, dass auf Modulebene 5 keine inhaltlichen Vorgaben, keine bestimmten Vorgehensweisen und kein klares Ziel vorab feststehen (sollten), müssen Planungs-, Durchführungs- und Auswertungsprozesse der Schüler*innen grundgelegt werden und entsprechend Raum und Zeit bekommen. Aus dieser Forderung zur Veränderung des Experimentierens hin zu eigenen, selbstkonstruierten Erkenntnissen der Schüler*innen (M. Peschel

2014: 72; 2016: 120; s. Kap. 3.2.2.5) lassen sich eine „Abwendung von der Zielfokussierung des Lehrers“ (M. Peschel 2009a: 268) und vom „Lehrerweg als einzig richtige[r] Erkenntnismethode“ (M. Peschel 2014: 72) ableiten (s. a. Kap. 5.4 zur Lernbegleitung).

Das heißt: Die ursächliche Rahmenbedingung für die Aushandlung von Selbstbestimmung in der beobachteten Situation ‚Wasserläufer‘ ist *eigentlich* ein pädagogisches Setting, das freie Themenwahl, selbstbestimmtes, eigens entwickeltes Vorgehen und Explorationen intendiert und das das eigene Fragestellen, eigene Beobachtungen, eigene Variationen und Kommunikationen mit den Mitschüler*innen in den Mittelpunkt stellt.

Dagegen wirken auf S#5 andere ursächliche Bedingungen, die eher dem angeleiteten Experimentieren zuzuordnen sind und letztlich zur fremdgesteuerten Übernahme einer von der Lehrkraft angeleiteten Experimentieraufgabe mit reduzierter Beteiligung führen.

S#5, die Schülerin, die im Mittelpunkt der Beobachtungssituation ‚Wasserläufer‘ steht, ist „*zum ersten Mal im GOFEX*“. Wie viele Schüler*innen, die zum ersten Mal an einem GOFEX-Tag teilnehmen, benötigt sie zu Beginn Zeit, um sich inhaltlich und räumlich zu orientieren, und sie nimmt sich diese Zeit (vgl. auch Nentwig-Gesemann et al. 2012; Kihm et al. 2018; 2024a):[246] S#5 wartet ab und orientiert sich nicht direkt im GOFEX-Raum, wie viele ihrer Mitschüler*innen. *„Lange Zeit bleibt sie regungslos im Sitzkreis zurück und blickt unter sich auf den Boden"*. Ihre anfängliche Zögerlichkeit und der gesenkte Blick deuten darauf, dass die Abwesenheit klarer Vorgaben sie zunächst ausbremst, ggf. auch irritiert.

Die ungewohnte Umgebung, die Freiheiten der Themenwahl sowie im methodischen Vorgehen rufen in meinen Augen diese Unsicherheit und Orientierungslosigkeit hervor. Die Notwendigkeit, aus einer Vielzahl von möglichen Themen *ihr eigenes Thema* zu finden, überfordert S#5 vielleicht. Sie sucht mehrfach Blickkontakt zu den Lehrpersonen (LP#3, LP#4) und zu LB#2, der GOFEX-Dozierenden, auf, was ich als subtiles Suchen nach Sicherheit, möglicherweise nach einem Orientierungsangebot und Unterstützung, deute.

In meinen Vorstudien habe ich bereits ähnliche Handlungsmuster rekonstruiert: „Das Absichern von Lösungen und Lösungswegen ist ein typischer Modus der Erwartungshaltung von Kindern hinsichtlich kleinschrittiger Instruktionen“ (s. Kap. 5.6.5). Diese Erwartungshaltung spiegelt sich m. E. im Blickkontakt der Schülerin zu den Lehrenden wider.

Die methodische und inhaltliche Freiheit der Schüler*innen, eine zentrale intendierte Bedingung der Modulebene 5, wirkt für S#5, die *„zum ersten Mal im GOFEX"* ist, zunächst

[246] Eine Besonderheit ist, dass die Schulklasse an ihrem ersten GOFEX-Tag gleich offen experimentiert (Modulebene 5). Dies ist ungewöhnlich, da mit Schulklassen, die das GOFEX zum ersten Mal besuchen, üblicherweise auf Modulebene 1 (Angeleitetes Experimentieren an Stationen) begonnen wird (s. Kap. 5.4). Die Entscheidung, den GOFEX-Tag auf Modulebene 5 durchzuführen, oblag der Lehrperson, die sich dies zuvor ausdrücklich gewünscht hat.

nicht als Ermöglichung eines selbstbestimmten Handelns, sondern vielmehr als anfängliche Überforderung im Sinne einer Orientierungslosigkeit und Regungslosigkeit (Blick auf den Boden), die die intendierte ursächliche Bedingung der Offenheit in ihr Gegenteil verkehrt. In meiner Interpretation sieht LP#3 S#5s Blicke auf den Boden und ihr Verharren auf dem Sofa, deutet diese Nonverbalitäten ebenfalls als Unsicherheit und Orientierungslosigkeit und greift aufgrund dieser Unsicherheit und Orientierungslosigkeit ein.

Zunächst bittet LP#3 die GOFEX-Dozierende LB#2, S#5 eine Experimentieraufgabe zu geben: *„Können Sie ihr nicht einfach eine Aufgabe geben? Sie ist so unsicher und kennt das hier ja nicht!“* Mit dieser Bitte intendiert LP#3 letztlich eine Normierung und methodisch-inhaltliche Fremdstrukturierung des eigentlich offenen Settings. LB#2 lehnt dies zunächst diplomatisch ab, indem sie entgegnet, *„dass sie ihr noch Zeit lassen würde, um selbst ein Thema zu finden.“* Gleichzeitig verweist LB#2 *„auf die Ablage mit den GOFEX-Stationen*". Damit bietet sie der Lehrerin eine Lösung zur Begrenzung der Offenheit der Modulebene 5 an, denn der Fingerzeig auf die Ablage mit den GOFEX-Stationskarten ist ein Verweis auf ein inhaltlich-methodisch wesentlich strukturiertes Angebot mit Experimentieranleitungen und methodisch geöffneten Experimentieraufgaben (s. Kap. 7.3.2).

Diese soziale Interaktion zwischen LP#3 und LB#2 und die folgende Intervention der LP#3 analysiere und interpretiere ich ausführlicher im folgenden Kapitel 7.3.2, wenn es um den sozialen Kontext der Aushandlung von Selbstbestimmung in der Situation ‚Wasserläufer‘ geht. Für die ursächliche Bedingung des *doing* AGENCY, also für die Konkretion des Experimentiersettings zwischen Modulebene 5 (Offenes Experimentieren) und Modulebene 1 (Angeleitetes Experimentieren), ist m. E. sehr entscheidend, dass zwischen dem Ende der Einstiegsrunde, in welcher den Schüler*innen das Material-, Ordnungs- und Raumkonzept des GOFEX und das Vorgehen auf Modulebene 5 erläutert wurden, und der Bitte der LP#3 an LB#2 nur wenige Minuten vergehen. S#5 hat kaum Gelegenheit, das in der Einstiegsrunde Gesagte zu verarbeiten, sich in der Umgebung zu orientieren und möglicherweise aus eigener Initiative ein Thema oder eine für sie interessante Frage zu finden. Die Intervention der LP#3 kommt in meinen Augen viel zu früh, noch bevor S#5 sich thematisch-inhaltlich und räumlich orientieren *konnte*. Die intendierte ursächliche Bedingung der Offenheit wurde für S#5 somit durch ihre anfängliche Unsicherheit, v. a. aber durch den Mangel an Zeit zur Orientierung, zu einer effektiv wirksamen Barriere für die Entfaltung ihrer selbstbestimmten Themenfindung und Vorgehensweise.

Nach ihrer anfänglichen Regungslosigkeit unternimmt S#5 dabei in meinen Augen durchaus erste Schritte in Richtung emanzipativer Erkundung der Umgebung: *„Nachdem*

*alle anderen Schüler*innen auf der Experimentierfläche sind, steht sie zuletzt auf und bewegt sich durch den Raum [...]. Als S#5 einige der GOFEX-Haus-Kisten betrachtet..."*. Sie agiert hier nicht hilflos, sondern findet selbst Wege, ihre anfängliche Regungs-, Orientierungslosigkeit und Unsicherheit zu überwinden. Die GOFEX-Haus-Kisten stellen als materielles Angebot zwar potenzielle Anknüpfungspunkte für S#5 dar, scheinen aber zunächst keine unmittelbare Handlungsaufforderung für sie zu generieren (s. Kap. 7.3.3), vielleicht weil sie sich über ihre Interessen und Themenwünsche noch gar nicht im Klaren ist. Das Umschauen im Raum, das Durchstöbern der GOFEX-Haus-Kisten (s. Kap. 5.4) und auch die Suche nach Blickkontakt zu den vertrauten Lehrpersonen kann als erster, vorsichtiger Versuch interpretiert werden, sich in der neuen Umgebung des GOFEX zu orientieren und möglicherweise etwas zu finden, was sie interessiert, irritiert oder anspricht. S#5 sucht also hier bereits nach Orientierungspunkten, bevor sie möglicherweise selbstständig ein Thema oder eine Fragestellung hätte entwickeln können.

Diese *Möglichkeit*, nach eigener Orientierungslosigkeit und Unsicherheit *in Ruhe* ein Thema oder eine Fragestellung zu entwickeln, wird ihr jedoch durch die verfrühte und m. E. übergriffige Intervention der LP#3 genommen, was ich im Sinne des Modus der Absicherung (s. Kap. 5.6.5) kritisch sehe: Unsicherheit ist ein Teil bzw. der Auslöser vieler Lernprozesse (vgl. Holzkamp 1995; Kruse 1996). Den Umgang mit eigener Unsicherheit kann S#5 nicht lernen, wenn ihr die Entscheidungen in unsicheren Situationen direkt abgenommen werden; dies führt zur „erlernten Hilflosigkeit" (Seligman 1979).

In dieser Phase vorsichtiger, zurückhaltender Orientierung der S#5 interveniert LP#3 mit der o. g. Bitte an LB#2. Diese Intervention ist ein Schlüsselmoment, der die weitere Entwicklung maßgeblich beeinflusst: Die vermeintliche Intention der LP#3, S#5 eine Aufgabe zuzuweisen, entsprang offensichtlich dem Wunsch, der Unsicherheit der Schülerin entgegenzuwirken und ihr die Orientierungslosigkeit abzunehmen. Allerdings untergräbt diese Intervention die intendierte methodisch-inhaltliche Offenheit der GOFEX-Modulebene 5 und verhinderte möglicherweise S#5s eigenen Weg in das Offene Experimentieren. Dieses Finden des eigenen Weges, einer interessanten Fragestellung, der Umgang mit der eigenen Orientierungslosigkeit und der Einstieg in das eigene Experimentieren ist ein wesentlicher Teil des Weges zur gemeinsamen Erkenntnis (M. Peschel 2009c; Kihm et al. 2018) und des Vorgehens beim Offenen Experimentieren im GOFEX.

LP#3 nimmt den Fingerzeig der LB#5 *„auf die Ablage mit den GOFEX-Stationen*" auf und sichtet mit ihrer Kollegin das inhaltlich-methodisch strukturierte Angebot aus Experimentieranleitungen und methodisch geöffneten Experimentieraufgaben. *„Schließlich greift LP#3 eine Stationskarte aus der GOFEX-Wasserwerkstatt (Angeleitetes Experimentie-*

ren, Modulebene 1). Sie bringt die Stationskarte zu S#5: ‚Schau mal, wir können das Experiment hier machen!' S#5 nickt." Die ursächliche Bedingung ‚Offenes Experimentieren' (Modulebene 5) wird in der konkreten Umsetzung unausgesprochen in eine angeleitete Experimentieraufgabe (Modulebene 1) transformiert, weil die Lehrkraft der Unsicherheit und Orientierungslosigkeit unmittelbar durch Steuerung begegnet, anstatt das Suchen nach eigenen Interessen und die Entscheidungsprozesse zu begleiten oder die Unsicherheit und Orientierungslosigkeit mit S#5 zu besprechen bzw. zu reflektieren.

Die Zuweisung einer Stationskarte aus dem Bereich des Angeleiteten Experimentierens wird nun m. E. zur dominierenden ursächlichen Bedingung der Selbstbestimmungsaushandlung: Die übergebene Stationskarte stammt aus der GOFEX-Wasserwerkstatt. Sie beinhaltet einen angeleiteten Versuch zum Thema ‚Oberflächenspannung', durch den die Schüler*innen das Phänomen reproduzieren sollen, dass eine Büroklammer, die man vorsichtig und flach ‚auf' die Wasseroberfläche legt, trotz der verglichen mit Wasser höheren Dichte, nicht untergeht. Die Stationskarte transportiert kleinschritt Handlungsanweisungen wie „*Fülle das Trinkglas mit Wasser*" und „*Lege die Büroklammern vorsichtig auf das Wasser*". Die Anweisungen bezüglich der benötigten Materialien (*Du brauchst*) und der durchzuführenden Schritte (*Das sollst du tun*) lassen S#5 keinen Raum für eigene methodische Entscheidungen. Die Modul 1-GOFEX-Aufgabe zur Oberflächenspannung beinhaltet zudem einen Beobachtungsimpuls, der die Anschlusskommunikation zwischen den Schüler*innen initiieren sollen: „*Beobachte genau! Was fällt dir auf?*". Die Schülerinnen sollen eigentlich nicht nur Handlungsschritte abarbeiten, sondern eigene Beobachtungen generieren und sich über diese Beobachtungen austauschen (s. Kap. 5.6).

Dennoch verbleibt die Experimentieraufgabe insgesamt auf Modulebene 1, da sie methodisch und inhaltlich klare Vorgaben macht. Mit ihrer klaren Struktur und der detaillierten Anleitung wirkt die Stationskarte als zentrale ursächliche Bedingung für die Aushandlung von Selbstbestimmung und determiniert den Handlungsspielraum und die Möglichkeiten der S#5 bzgl. eines eigenen methodischen Vorgehens und inhaltlicher Entscheidungen maßgeblich. Die intendierte ursächliche Bedingung der eigenen Planung und Durchführung von Experimenten im Rahmen des Offenen Experimentierens (*Was willst du herausfinden?)* wurde durch die vorgegebene Struktur der angeleiteten Aufgabe ersetzt: S#5 agiert primär als Ausführende von Anweisungen, nicht als selbstbestimmt Forschende.

Die intendierte methodisch-inhaltliche Freiheit des Offenen Experimentierens wurde durch die direktive Handlung der Lehrperson in Richtung Modulebene 1 außer Kraft gesetzt. S#5 befindet sich in einem offenen Setting, bekommt jedoch (als einzige!) eine strukturierte Aufgabe zugewiesen – das Setting wechselt seine Logik, ohne dass dies explizit thematisiert

wird. Trotz dieser Begrenzung zeigt S#5 aber auch eigene Deutungsversuche und explorative Näherungen, die sich im Spannungsfeld zwischen der nun starken Fremdstrukturierung und dem sich allmählich ‚durchsetzenden' eigenen Interesse entwickeln.

Die präzisen Anweisungen und die Erwartungshaltung bzw. Ergebniserwartung der Lehrpersonen LP#3 und (später) LP#4 lenken den Fokus jedoch fortwährend auf die Erfüllung der vorgegebenen Schritte, anstatt auf eine selbstständige Exploration des Phänomens. Der Handlungsraum der S#5 und ihre Möglichkeiten zur Entfaltung eines selbstbestimmten Zugangs im Sinne des Offenen Experimentierens werden erheblich eingeschränkt.

7.3.2 Kontext sowie Handlungs- und Interaktionsmuster

Der soziale Kontext, in dem die Aushandlung von Selbstbestimmung in der Experimentiersituation ‚Wasserläufer' zwischen S#5 und den Lehrenden stattfindet, ist durch die anfängliche Unsicherheit der Schülerin und die unterschiedlichen, teils gegenläufigen Erwartungen der Lehrenden geprägt. Die ungewohnte Umgebung und die offene Struktur scheinen S#5 zu verunsichern und ggf. zu überfordern (s. Kap. 7.3.1). In Bezug auf ihre Peers ist S#5 sozial isoliert, da „*alle anderen Schüler*innen [bereits] auf der Experimentierfläche sind*". Ihr anfängliches Zurückbleiben im Sitzkreis und der Blickkontakt zu ihren Lehrpersonen und zur GOFEX-Dozierenden deute ich als reaktives Warten auf Instruktionen. Zugleich unternimmt S#5 einen ersten Schritt zur Erkundung der für sie neuen, ungewohnten Umgebung GOFEX: Das Umschauen im Raum, das Durchstöbern der GOFEX-Haus-Kisten (s. Kap. 5.4) und auch die Suche nach Blickkontakt zu den vertrauten Lehrpersonen sind Handlungsmuster der Suche nach Orientierung und Sicherheit, wie ich im Kapitel 7.3.1 im Hinblick auf die ursächliche Bedingung bereits beschrieben habe.

Der soziale Kontext des *doing* AGENCY verändert sich nun m. E. zunächst durch die direkte Ansprache der LP#3 gegenüber der GOFEX-Dozierenden LB#2 und der Bitte an LB#2, der Schülerin eine Experimentieraufgabe zu geben: *„Als S#5 einige der GOFEX-Haus-Kisten betrachtet, spricht LP#3 LB#2 an: ‚Können Sie ihr nicht einfach eine Aufgabe geben? Sie ist so unsicher und kennt das hier ja nicht!'"* Die Lehrerin LP#3 interpretiert das nonverbale Handeln der S#5 (Blicke auf den Boden, Verharren auf dem Boden) m. E., ebenso wie ich selbst in Kap. 7.3.1, als Unsicherheit und Orientierungslosigkeit und plädiert daher für die Notwendigkeit einer externen Strukturierung mittels Zuweisung einer konkreten Experimentieraufgabe. Mit dieser Bitte intendiert LP#3 letztlich eine methodisch-inhaltliche Fremdstrukturierung des eigentlich offenen Settings (s. o.).

Die Reaktion der LB#2 auf die Bitte der Lehrerin ist ambivalent: „*LB#2 entgegnet, dass sie ihr noch Zeit lassen würde, um selbst ein Thema zu finden, verweist jedoch gleichzeitig*

auf die Ablage mit den GOFEX-Stationen". Sie lehnt die Bitte zunächst diplomatisch ab. Die Absage, S#5 direkt eine Experimentieraufgabe zu geben, impliziert ein Festhalten an den Prinzipien und Konzepten des GOFEX, die Schülerin nicht direkt in eine fremdbestimmte Handlung zu drängen, sondern S#5 Zeit und Raum zu lassen, sich in der Umgebung zunächst zu orientieren, sich der eigenen Interessen zu vergewissern und eigene Ideen und methodisch-inhaltliche Entscheidungen zu entwickeln (s. Kap. 5.4). Damit agiert LB#2 m. E. abwartend, zeit- bzw. raumgebend und letztlich deutlich subjektorientiert.

Gleichzeitig ist der Fingerzeig der LB#2 auf die Ablage mit den GOFEX-Stationskarten auf Modulebene 1 und 2 ein Verweis auf ein inhaltlich-methodisch wesentlich strukturiertes Angebot mit Experimentieranleitungen und methodisch geöffneten Experimentieraufgaben, die aber ein klares Rahmenthema haben und damit die Handlungsmöglichkeiten der Schüler*innen inhaltlich und methodisch eingrenzen. Indem sie LP#3 auf diese Ressource aufmerksam macht, bietet sie eine Lösung zur Begrenzung der zunächst ggf. für S#5 überfordernden Offenheit der Modulebene 5. Sie schlägt der Lehrerin damit eine stärkere Anleitung und Fremdstrukturierung als Reaktion auf die anfängliche Orientierungslosigkeit der Schülerin vor – ganz entgegen der GOFEX-Prinzipien, Zeit zur Orientierung und zur Entwicklung eigener Interessen und Ideen zu lassen. Nun könnten die GOFEX-Stationskarten auf Modulebene 2 als eine Art ‚sanfter Einstieg' in das Offene Experimentieren dienen, indem sie thematische Anregungen und erste Ideen für mögliche Untersuchungen liefern, ohne die Schüler*innen sofort auf eine detaillierte Anleitung festzulegen (wie Modulebene 1). LB#2 intendiert hier ggf., einen solchen Mittelweg zu finden: Orientierungshilfe geben, ohne ein selbstbestimmtes Vorgehen vollständig aufzugeben.

Nachdem LB#2 zögert, S#5 direkt eine Aufgabe zuzuweisen, setzt LP#3 sich über die abwartende, zeit- und raumgebende, subjektorientierte Haltung der GOFEX-Dozentin hinweg, wählt unabgesprochen eine angeleitete Experimentieraufgabe für die Schülerin aus und überreicht sie ihr. Das nicht sichtbare Nachdenken und das sichtbare Orientierungshandeln (sich durch den Raum bewegen, GOFEX-Haus-Kisten betrachten) der Schülerin reichen der Lehrkraft also m. E. nicht aus, um mit ihrem Handeln beim Offenen Experimentieren ‚einverstanden' zu sein. LP#3 agiert viel ergebnis- oder strukturorientierter als die subjekt- und prozessorientierte GOFEX-Dozierende. Anstatt S#5 die Zeit zu geben, sich thematisch und räumlich im GOFEX zu orientieren und dabei selbst ein Interesse und Thema zu finden oder ein Vorgehen zu entwickeln, wählt LP#3 eine Aufgabe für sie aus dem Bereich des angeleiteten Experimentierens (Modulebene 1). Diese Intervention zielt in meinen Augen auf Normierung des Handelns der Schülerin hin zur sichtbaren Abarbeitung einer Experimentieranleitung. Die Lehrerin nimmt S#5 die Wahlfreiheit!

S#5 nickt, akzeptiert also wortlos, was ihre in weiten Teilen passive Rolle in der Interaktion unterstreicht. Hier wird m. E. deutlich, dass die Aufgabenbearbeitung primär von LP#3 initiiert und gesteuert wird. Der soziale Kontext ist primär durch die Dominanz der LP#3 geprägt. Ihre Ungeduld und ihre gegenüber der LB#2 widerständige Intervention, S#5 direkt eine Aufgabe zuzuweisen, wird zu einem zentralen auslösenden Moment für die weitere Sachauseinandersetzung der S#5 beim (eigentlich) Offenen Experimentieren.

Die Intervention der LP#3 unterstreicht, dass die unterschiedlichen pädagogischen Haltungen der Lehrpersonen und der GOFEX-Dozierenden ebenfalls eine wirksame Bedingung für die Aushandlung der Selbstbestimmung darstellt. Die Intention der GOFEX-Dozierenden, Selbstbestimmung zu ermöglichen (LB#2), wurde durch die direktere und strukturierendere Herangehensweise der Lehrperson (LP#3) überlagert (s. Kap. 7.3.2).

Der soziale Kontext wird nun weiter durch die Interaktion zwischen LP#3 und S#5 am Experimentiertisch bestimmt: LP#3 übernimmt dabei von Beginn an die führende Rolle und *„liest S#5 laut vor, was sie für das Experiment alles braucht*". Sie steuert sogar die Material*beschaffung*, indem sie die Materialien nicht nur aufzählt, sondern auch vorschreibt, wo die Schülerin bestimmte Materialien herbekommen soll und wie sie damit umzugehen hat: *„Also du brauchst ein Trinkglas, Büroklammern und Wasser – und nimm mal noch eine Schüssel mit, da kannst du Wasser reinmachen. Vom Spülbecken da vorne*".

Die detaillierten, präzisen Anweisungen der LP#3 lassen S#5 wenig Raum für eigene Entscheidungen bei der Vorbereitung des Experiments. S#5 nickt und führt die Materialbeschaffung wortlos aus. *„Anschließend liest LP#3 S#5 den weiteren Inhalt der Stationskarte (‚Das sollst du machen') vor*". Detailliert instruiert LP#3 die Schülerin, das Trinkglas mit Wasser zu füllen und (unbestimmt viele) Büroklammern *„vorsichtig auf das Wasser*" zu legen. Das Vorgelesen Bekommen der Anleitung nimmt S#5 die Möglichkeit, sich selbstständig mit der Experimentieraufgabe auseinanderzusetzen. Die Struktur der Anleitung, vermittelt über LP#3, dominiert fortwährend die Handlungen der Schülerin.

Die Grundidee der ersten Modulebene im GOFEX ist, dass die Schüler*innen methodisch kleinschrittige Experimentieranleitungen selbständig bearbeiten und dabei organisatorische Entscheidungen (z. B. bzgl. Auswahl und Bearbeitungsreihenfolge der Experimentieranleitungen, Sozialform oder Arbeitsort) selbst treffen können. All diese Freiheiten und die Möglichkeit, eine Experimentieranleitung *selbständig* zu bearbeiten (s. Kap. 3.3), nimmt LP#3 der Schülerin, indem sie die Experimentieranleitung auswählt, diese zu S#5 an den Experimentiertisch bringt und die Materialbeschaffung und Durchführung des Experimentes kleinschrittig steuert und nicht aus der Hand gibt. Weitere organisatorische Entscheidungen, z. B. bzgl. Arbeitsort oder Sozialform, werden seitens LP#3 nicht

angesprochen oder mit der Schülerin ausgehandelt, sondern wirken m. E. situativ gesetzt: durch den Experimentiertisch, der gerade in S#5s Nähe war, den Umstand, dass S#5 allein ist, während ihre Mitschüler*innen schon vorher auf der Experimentierfläche waren usw. Obgleich Offenes Experimentieren intendiert war, experimentiert S#5 hier noch nicht mal organisatorisch geöffnet! Eigentlich arbeitet sie kleinschrittig und fremdgesteuert einen vorgegebenen Versuch ab, kontrolliert von LP#3, die neben ihr verweilt.

Nachdem LP#3 der Schülerin eine konkrete Aufgabe zugewiesen hat („*Schau mal, wir können das Experiment hier machen*!"), übernimmt sie die vollständige Steuerung. Auf verbalsprachlicher Ebene finde ich dabei das Personalpronomen „wir" besonders interessant, das den Plural markiert, kontextuell bzw. deiktisch die Sprecherin (LP#3) und die Zuhörerin (S#5) integriert und aus einem „Komplementärverhältnis von Lehrer und Schülerinnen und Schülern ein Verhältnis von ‚gleichartigen Personen'" (Geiss & Schumann 2014: 5) herstellt. Das Personalpronomen „Wir" suggeriert Einschluss, gleichzeitig trägt es aber „entscheidend zum Charakter der Auftragserteilung" (ebd.) bei und verschleiert diese. Insbesondere, dass die Äußerung von LP#3 vorgetragen wird, erschwert es S#5 in meinen Augen Widerspruch gegen das vorgeschlagene Experiment einzulegen. Dass S#5 die Aufforderung nicht befolgt, ist in der Interaktion m. E. gar nicht vorgesehen.

Beim eigentlichen Experimentieren (oder eher Versuchedurchführen; s. Kap. 3.1) gewinnt S#5 jedoch in meinen Augen allmählich einen eigenen, subjektiven Zugang in dem fremdstrukturierten und wirklich engen Rahmen, als die Büroklammern wiederholt untergehen. S#5 ist verwundert darüber und entwickelt freiwillig – also außerhalb der Handlungsschritte und -anweisungen, die LP#3 vorliest, eine eigene Hypothese: *„Vielleicht muss ja noch Zucker in das Wasser, damit es klappt!"* Diese Hypothesenbildung wird von LP#3 nur zögerlich unterstützt. Die Lehrerin reagiert zwar zustimmend und erlaubt das Ausprobieren: *„Ja, probier mal!"*. Gleichzeitig *„blickt [sie] irritiert auf die Stationskarte*", was ihre geringe Erwartung an die Tragfähigkeit von S#5s Hypothese in meinen Augen unterstreicht. Obwohl LP#3 also Zustimmung signalisiert, tut sie dies ohne sichtbare Begeisterung und begleitet von Nonverbalitäten, die Skepsis ausdrücken.

Dass LP#3 die Schülerin ihre Hypothese überprüfen und sie die Variation mit Zucker im Wasser ausprobieren lässt, überrascht mich angesichts der Engmaschigkeit, mit der sie die Materialbeschaffung und die Versuchsdurchführung zuvor gesteuert hat. Möglicherweise öffnet sie hier das Vorgehen für eigene methodische Vorschläge der Schülerin, was im Hinblick auf S#5s *doing* AGENCY eine Wiedergewinnung der im GOFEX intendierten Freiheit bedeuten würde – wenn auch immer noch an einem vorgegebenen Versuch.

Während S#5 Zucker holt, probiert LP#3 das Experiment selbst weiter: Ohne Rück- oder Absprache nutzt die Lehrerin die Experimentiermaterialien, die S#5 zuvor für das Experiment besorgt hat. Dabei ist und bleibt ungeklärt, ob die beiden gemeinsam die Experimentieraufgabe bearbeiten, ob S#5 die Anleitung umsetzt, LP#3 aber eigentlich nur kommandiert oder LP#3s Kommando sogar soweit geht, dass sie jederzeit die Experimentiermaterialien selbst nutzen darf, auch ungefragt und unausgehandelt.

Als S#5 zurückkehrt, wiederholt sie das Experiment mit einer Zuckerlösung, aber die Büroklammer geht wieder unter, was S#5 jedoch interessiert beobachtet. LP#3 dagegen kommentiert das Untergehen der Büroklammer *nach einmaliger Durchführung* sofort: *„Nix passiert, siehst du! Jetzt würde ich es mal mit normalem Wasser probieren!"* Diese Äußerung wertet die Hypothesenprüfung und damit verbundene Variation des Versuchs ab. Auch, dass S#5 weiterhin interessiert beobachtet, wird nicht wertgeschätzt. Stattdessen bricht LP#3 den eigenen Zugang der Schülerin sofort ab und lenkt sie erneut in eine bestimmte, von ihr erwartete Richtung, die in der Durchführung des angeleiteten Versuchs – ohne Zuckerwasser – besteht. LP#3 handelt massiv ergebnisorientiert und auf die aus ihrer Sicht ‚richtige' Vorgehensweise gemäß Anleitung fokussiert. Eine Wiederholung des aus S#5s Sicht ggf. sinnhaften Experimentes (mit der Zuckerlösung) lässt LP#3 nicht zu.

Nachdem LP#3 den Tisch verlässt, schüttet S#5 *„die Zuckerlösung weg und kommt mit ‚frischem' Wasser wieder. Sie probiert wieder mit einigen Büroklammern, die alle untergehen".* Damit handelt sie, nach Anfängen eines eigenen Zugangs, wieder komplett reaktiv und ordnet sich den Instruktionen der LP#3 unter, die sie folgsam ausführt.

Eine weitere Lehrperson (LP#4) tritt nun hinzu und beobachtet, wie S#5 einige Büroklammern auf das Wasser legt, die untergehen. Sie zeigt sich damit in meinen Augen zunächst abwartend und zurückhaltend, kommentiert das Handeln der Schülerin und das Untergehen der Büroklammern dann aber mehrmals mit „*mhm*!". In der Situation signalisiert die Interjektion „mhm" m. E. Verzögerung, Nachdenklichkeit und eine gewisse Irritation darüber, dass die Büroklammern untergehen.[247] Zudem *„blickt [sie] irritiert auf die Stationskarte*", möglicherweise, um sich zu vergewissern, ob es sich wirklich um den erwarteten Freihandversuch handelt. Neben der Interjektion „mhm" deute ich auch diese Vergewisserung als Nachdenklichkeit, Verzögerung und Irritation, die die Lehrerin schließlich dazu veranlasst, mit neuen Vorschlägen zu intervenieren und S#5s Handeln in eine andere Richtung zu lenken: *„LP#4 empfiehlt schließlich, das Experiment doch mal mit Reißzwecken auszuprobieren*". *Entgegen* dem Vorschlag der Lehrperson, führt S#5

[247] Ich gehe davon aus, dass LP#4 (wie auch LP#3) diesen verbreiteten Freihandversuch bereits kennt und deshalb erwartet, dass die Büroklammern *nicht* untergehen.

den Versuch jedoch weiterhin mit Büroklammern durch. Sie ignoriert also den neuen Vorschlag. Der fehlende Blickkontakt der Schülerin zu LP#4 und ihre Beharrlichkeit in der Aufgabenbearbeitung mit Büroklammern unterstreichen ihre Fokussierung auf die eigene Auseinandersetzung mit dem Versuch. Vielleicht deshalb „*nimmt S#5 [anschließend erstmals selbst] die Stationskarte in die Hand und liest laut vor, was sie machen soll*". Dies ist m. E. ein Zeichen für ihr Bemühen, sich aktiv mit der Experimentieraufgabe auseinanderzusetzen und an der dortigen Materialauswahl festzuhalten.

S#5 „*liest sehr stockend und langsam, sodass LP#4 bereits nach wenigen Worten das Lesen abnimmt und die Anleitung – wieder von vorne – vorliest*". Damit etabliert die Lehrperson in meinen Augen ihre Dominanz und nimmt der Schülerin die Möglichkeit der eigenen Verfügung über die Experimentieranleitung und die selbständige Auseinandersetzung damit. Zudem kontrolliert LP#4 die bislang erfolgte Erfüllung der Handlungsanweisungen: „*Fülle das Trinkglas mit Wasser – das hast du ja hier*". Die Interaktion zwischen LP#4 und S#5, die zuvor noch von der stärkeren Zurückhaltung und dem Abwarten der LP#4 geprägt war, scheint sich nun zu wandeln und der vormaligen Interaktion zwischen LP#3 und S#5 anzugleichen: Die Lehrperson verfügt über die Stationskarte, dirigiert die Aufgabenbearbeitung kleinschrittig und lenkend, während S#5 die Handlungsanweisungen wortlos und emotional distanziert ausfüllt. Die Verantwortung für die Aufgabenbearbeitung scheint wieder von S#5 auf eine Lehrperson übergegangen zu sein.

Trotz der Lenkungsversuche beider Lehrpersonen zeigt S#5 Beharrlichkeit, indem sie immer wieder Büroklammern ‚auf das Wasser setzt' und genau beobachtet, wie die Büroklammern untergehen. „*Sie blickt aus verschiedenen Höhen und Positionen auf die Büroklammer und ‚verfolgt' deren Untergehen"*. Sie lässt sich sehr intensiv und konzentriert auf den Versuch ein und beobachtet das Untergehen der Büroklammern einige dutzend Male sehr hingebungsvoll und interessiert.[248] Anstatt dieses Interesse, die Hingabe und die Beobachtungen der S#5 aufzugreifen und sie z. B. zum Verbalisieren anzuregen oder selbst eine Variation mit Reißzwecken durchzuführen, kommentiert LP#4 das Experimentierhandeln der Schülerin S#5 wie folgt: *„Die Büroklammer kann nicht schwimmen. Komm wir probieren es mal mit Reißzwecken!"* Mit dieser Äußerung bewertet LP#4 alle bisherigen Experimentierhandlungen der Schülerin mit Büroklammern als sinnlos, entwertet das hingebungsvolle, konzentrierte Beobachten und das beharrliche ‚Dranbleiben' der Schülerin und lenkt sie erneut auf ein anderes Experimentiermaterial.

---

[248] Ob S#5 erwartet, dass die Büroklammer *nicht* untergeht, sondern oben treibt, obgleich die Experimentieranleitung dies *nicht* vorwegnimmt (s. Kap. 5.4), und den Versuch deshalb so oft wiederholt bzw. auf das Ziel ‚oben treibende Büroklammer' hinarbeitet oder ob sie ein Interesse am Untergehprozess der Büroklammern entwickelt hat, ist dabei für meine Interpretation unerheblich, da ich die Interaktionen der Akteur*innen, aber nicht deren Motive fokussiere.

S#5 wiederholt den Versuch anschließend „*mit Reißzwecken*“, was in meinen Augen ihre Anpassung an die Anforderungen der Lehrperson zeigt: Sie gibt den Instruktionen nach, resigniert und erfüllt die Handlungsanweisung, den Versuch mit Reißzwecken durchzuführen. Ihre ‚erfolglosen‘ Wiederholungen mit den Reißzwecken, „*die allerdings auch untergehen*“, wirken pflichterfüllend, pragmatisch-distanziert. Sie agiert nicht mehr so hingebungsvoll und aufmerksam wie zuvor, als sie die Büroklammern beim Untergehen beobachtet hat. Vielmehr wendet sie sich bereits nach kurzer Zeit an LP#4: „*Und jetzt?*“, die antwortet: „*Probier weiter aus! Ich weiß auch nicht, was da passieren soll!*“ Die Antwort ist ehrlich, transportiert aber auch die Resignation der LP#4, die nun selbst Reißzwecken auf das Wasser setzt. Beide experimentieren einige Zeit nebeneinanderher.

Als es LP#4 *einmal* gelingt, eine Reißzwecke auf der Wasseroberfläche treiben zu lassen, verändert sich die Interaktion zwischen der Lehrerin und ihrer Schülerin erneut deutlich: „*Guck dir mal die Oberfläche von dem Wasser an! Sieht doch irgendwie aus wie eingedellt, oder? Also ich erkläre dir, warum das so ist. Man nennt das Oberflächenspannung. Das sieht wie ein Film aus – oder so komische Mücken, die auf Wasser laufen. Kennst du die?*“ Was auf den ersten Blick ggf. wie eine für S#5 hilfreiche Einordnung und Erklärung[249] des Phänomens ‚Reißzwecke geht nicht unter‘ wirkt, erweist sich in meinen Augen tiefenstrukturell als mehrfach übergriffige Rahmung des Experimentierhandelns der Schülerin und wirkt sich massiv auf die Selbstbestimmungsaushandlung in dieser Situation aus: Die Aufforderung, die Wasseroberfläche „*anzugucken*“, unterbricht den eigenen Beobachtungsprozess der Schülerin (Untergehen der Büroklammern bzw. Reißzwecken). S#5 wird weggeführt von ihren eigenen Beobachtungsschwerpunkten und ihrem eigenen Vorgehen hin zu vorgeschriebenen und damit vorweggenommenen Beobachtungen. LP#4 diktiert der Schülerin, *was* sie sehen soll und *wie* sie diese Beobachtungen im Sinne von Analogien einordnen soll („*eingedellt*“, „*wie ein Film*“). Anstatt S#5 zu fragen, was sie selbst beobachtet oder wie sie das Gesehene beschreiben würde, gibt LP#4 nicht nur die Beobachtung, sondern auch deren Deutung gleich vor. Auch wenn die Deutung syntaktisch als Frage präsentiert wird („*Sieht doch irgendwie aus wie eingedellt, oder?*“), handelt es sich m. E. um eine suggestive Lenkung der Aufmerksamkeit, Wahrnehmung und Beobachtung der Schülerin. Das „Oder“ markiert pragmatisch keine Einladung zum Austausch, LP#4 wartet nicht auf S#5s Antwort oder deren eigene Beschreibung der Wasseroberfläche, sondern fährt direkt mit ihrer eigenen Ausführung

[249] Es ist nicht der Fokus meiner Interpretation, aber auch aus einer fachlichen und v. a. fachsprachlichen Sicht lohnt sich eine Auseinandersetzung mit der Äußerung der Lehrerin. Die Analogie zu einer Filmschicht kann z. B. die fachlich problematische Vorstellung stützen, dass die Wasseroberfläche eine starre, separate Schicht oder Membran ist und ein Verständnis der intermolekularen Kräfte zwischen den Wassermolekülen behindern.

fort. LP#4 formuliert bereits eine Deutung und Einordnung dessen, was S#5 sehen soll. Dies nimmt ihr die Möglichkeit, eigene Beobachtungen unvoreingenommen zu machen. Es impliziert, dass die einzig ‚richtige' Beobachtung diese ‚Eindellung' ist, und signalisiert, dass die Beobachtung und Deutung der Schülerin weniger relevant ist als die der Lehrerin. Das eigene Gewahrwerden (Wagenschein 1977), das Stehen auf den Phänomenen (Ramseger 2009; Wedekind 2016) und die eigene Deutung der Beobachtungen, also Möglichkeiten der *eigenen* Annäherung, werden erheblich eingeschränkt.

Die Lehrerin LP#4 ist schon ‚zwei Schritte weiter' als S#5: Die Lehrerin ist bemüht, eine Erklärung *von* S#5 zu elizieren, gibt dann aber selbst eine (fachlich fragwürdige) Erklärung für das Phänomen. S#5 dagegen konnte das fragliche Phänomen (Reißzwecke geht *nicht* unter), wenn überhaupt, einmal beobachten und versucht anschließend in meinen Augen, diesen Effekt zu reproduzieren. Im Experimentierprozess stellt das Reproduzieren eine Strategie dar, um die Bedingungen zu eruieren, unter denen ein Phänomen beobachtet werden kann (vgl. Murmann 2009; Fischer & Peschel 2023; s. Kap. 3.1). S#5 und ihre Lehrerin sind im Experimentierprozess also auf zwei völlig verschiedenen Ebenen unterwegs und finden aufgrund dieser Diskordanz nicht ‚zueinander': S#5 scheint das Phänomen zu reproduzieren, die Lehrerin versucht bereits, es zu erklären.

Durch die Formulierung „*Ich erkläre dir, warum das so ist*" stellt sich LP#4 als Expertin über S#5 und kommuniziert dies m. E. auch so. Das Verhältnis bleibt belehrend, nicht dialogisch. Unmittelbar nach der Suggestivfrage liefert LP#4 die o. g. problematische Erklärung und verhindert damit jegliche weitere Möglichkeit für S#5, eigene Hypothesen zu bilden oder ein eigenes Verständnis des Phänomens zu konstruieren. Der gesamte Experimentierprozess (s. Kap. 3.1) wird abgekürzt und auf die Rezeption einer vorgefertigten Information reduziert. Anstatt den Begriff ‚Oberflächenspannung' gemeinsam zu entwickeln oder zur eigenen Begriffsbildung aufzufordern (vgl. Aufschnaiter & Aufschnaiter 2001), wird der Begriff von LP#4 ergebnisorientiert und transmissiv ‚serviert'.

Während LP#4 erklärt, „*will S#5 weitere Reißzwecken auf die Wasseroberfläche legen*". Doch LP#4 unterbricht diese selbstinitiierte, eigenständige Auseinandersetzung mit dem Material, „*indem sie ihre Hand greift und die Handlung damit unterbindet*". LP#4 agiert nun ‚handgreiflich übergriffig':[250] Mit dem Greifen der Hand kontrolliert und unterbricht LP#4 das Handeln der Schülerin und verhindert, dass S#5 ihren eigenen Lern- und Experimentierprozess vollzieht. Sie nimmt ihr die Möglichkeit, die gegebene Erklä-

[250] Die Bezeichnung ‚handgreiflich übergriff' nutze ich, angelehnt an Nentwig-Gesemann et al. (2012), weil LP#4 über eine rein verbale Unterbrechung der Handlungen der Schülerin hinausgeht, physisch eingreift und tatsächlich die Hand der Schülerin ergreift. Diese Form der ‚Handführung' werte ich als Überschreitung einer körperlichen Grenze.

rung zu überprüfen bzw. eigene Beobachtungen zu machen und missachtet die Bedürfnisse der Schülerin nach einer eigenständigen, aktiven Auseinandersetzung.

Gleichzeitig etabliert das Eingreifen per ‚Handführung' – meiner Interpretation nach – als Machtdemonstration der Lehrerin eine klare Hierarchie, die unterstreicht, dass sie die Kontrolle über die Situation und die Handlungen der S#5 hat. Die Lehrerin stoppt nicht nur die unmittelbare motorische Ausführung, sondern unterbindet symbolisch die Entscheidungshoheit über das weitere Vorgehen. LP#4 scheint mehr Wert darauf zu legen, dass S#5 ihrer Erklärung zuhört (Wissens*vermittlung*), als ihr die Möglichkeit zu geben, das Phänomen in eigenem Tempo, aus eigenem Interesse selbst handelnd zu erarbeiten und ein eigenes Verständnis zu entwickeln. Der individuelle Zugang der Schülerin zum Experiment wird abgebrochen und ihr verbleibt in meinen Augen lediglich eine Anpassung an die Sichtweise und Vorgehensweise der LP#4. Entsprechend antwortet sie auf die noch im Raum stehende Frage der Lehrerin: *„Ja, die heißen Wasserläufer, oder? Weil sie auf dem Wasser laufen und nicht untergehen"*. Die Lehrerin bestätigt die Antwort der Schülerin und fügt sie damit in ein klassisches Initiation-Response-Evaluation-Schema (Mehan 1979; s. Kap. 6.4): *Kennst du die?* (Frage LP#4) → *Ja, die heißen Wasserläufer.* (Antwort S#5) → *Ganz genau*. (Bewertung LP#4; s. a. Kap. 8.2)

LP#4 bleibt in ihrer belehrenden Rolle und schiebt ihrer Bestätigung eine weitere Erklärung hinterher: „*Und wenn etwas nicht so schwer ist, dann schwimmt es*".[251] Danach verändert sich die Situation: LP#4 und S#5 ‚setzen' nun beide nebeneinander jeweils wiederholt Reißzwecken ‚auf' das Wasser. Dabei tritt die Kommunikation zwischen beiden insgesamt zurück und das Handeln wird zunehmend parallelisiert. Während dieser Phase zeigt S#5 erneut deutlich eigenständigeres und vertieftes Experimentierhandeln: *„S#5 probiert weiterhin, Reißzwecken aufs Wasser zu setzen, sodass sie nicht untergehen. Mal treiben sie oben, mal gehen sie unter. Aber sie wiederholt den Versuch immer wieder und beobachtet fasziniert."* Die Schülerin wiederholt den Versuch mehrmals, beobachtet genau und ist – still und vertieft – experimentierend tätig (s. Kap. 3.1.), auch wenn sie sprachlich nicht expliziert, was sie beobachtet. Gerade das stille Nebeneinander ermöglicht in meinen Augen für einige Minuten ein selbständiges Experimentieren der Schülerin – im starken Kontrast zur anleitenden, steuernden Kommunikation zuvor. Trotz der vorherigen Lenkung setzt S#5 ihre eigenen Handlungen fort, bleibt engagiert und versucht in meinen Augen, die Bedingungen für das Untergehen und Obentreiben der Reiß-

[251] Hier verkürzt LP#4 abermals illegitimerweise einen naturwissenschaftlichen Sachverhalt, indem sie das Schwimmen von ‚etwas' mit dessen geringer Masse erklärt und nicht etwa elaborierter mit z. B. Dichtewechselwirkungen argumentiert (vgl. Fischer & Peschel 2023). Zudem bemüht sie, in Bezug auf die Reißzwecken, einen unzulänglichen Erklärungsansatz, da für das Nichtuntergehen der Reißzwecken die Oberflächenspannung des Wassers ursächlich ist.

zwecken zu ergründen. Für das selbständige, vertiefte Experimentierhandeln der Schülerin ist es m. E. ‚hilfreich', dass LP#4 den Versuch ebenfalls still ‚für sich' wiederholt, die Schülerin während dieser Phase also nicht ‚stört' oder ‚behindert' (Holzkamp 1995).

Erst als LP#4 eine neue, eigene Beobachtung macht, unterbricht die Lehrerin die stille Phase wieder: *„Wenn die obendrauf nass werden, dann fallen sie runter. Weil dann ist die Oberflächenspannung kaputt. Willst du das mal machen?"* LP#4 möchte ihre Beobachtung mitteilen – ganz im Sinne der Wege zur gemeinsamen Erkenntnis (s. Kap. 3.1). Gleichzeitig *schlägt sie S#5 vor*, die Reißzwecken von oben zu benässen, und gibt ihr damit keine direkte Handlungs*anweisung*. Sie eröffnet ihr vielmehr die Möglichkeit, selbst eine Beobachtung zu machen und daraus möglicherweise eigene Erkenntnisse abzuleiten. S#5 kann diese Möglichkeit auch ablehnen („*Willst du?*"). Gleichzeitig agiert LP#4 aber ergebnisorientiert und transmissiv, indem sie der Schülerin eine Erklärung für die Beobachtung gibt. Anstatt S#5 diese Beobachtung also erst mal selbst machen bzw. überprüfen zu lassen, lenkt LP#4 ihre Aufmerksamkeit gezielt und verfrüht auf *eine* vermeintliche Deutung.

„Nun entsteht eine Art ‚Wettbewerb' zwischen LP#4 und S#5: S#5 lässt weiterhin Reißzwecken zu Wasser [...]. LP#4 tropft immer wieder Wasser auf die Reißzwecken. S#5 bekommt das zwar mit, beobachtet aber nicht, wie diese Reißzwecken untergehen, sondern legt so schnell wie möglich neue Reißzwecken aufs Wasser". S#5 befasst sich nach wie vor damit, die Bedingungen für das Obentreiben bzw. Untergehen der Reißzwecken zu ergründen und lässt sich (noch) gar nicht auf das ‚Bewässern' der Reißzwecken von oben, das LP#4 zuvor ‚entdeckt' hat, ein. Während die beiden bis dahin nebeneinander und isoliert bzw. parallelisiert experimentiert haben, stört LP#4 mit diesen Handlungen (Wasser auf die Reißzwecken tropfen) nun m. E. massiv die Handlungen der Schülerin (Reißzwecken, die auf der Wasseroberfläche treiben, beobachten, um die Bedingungen des Experiments zu ergründen: wann und wie treibt eine Reißzwecke oben) und manipuliert illegitimerweise und ohne Absprache die Bedingungen, unter denen S#5 experimentiert. Die Lehrerin lenkt die Aufmerksamkeit der Schülerin zunehmend von deren eigenen Beobachtungen der Wasseroberfläche und der Reißzwecken ab. Die Interaktionslogik verschiebt sich: Statt eine ruhige, beobachtende Auseinandersetzung mit dem Phänomen zu unterstützen, verlagert LP#4 das Setting in einen halbspielerischen ‚Wettbewerb'. Dies in meinen Augen völlig an der Intention der Schülerin bzgl. kontemplativer Beobachtung vorbei. Sie scheint sich dem ‚Wettbewerb' zwar anzupassen und legt „*so schnell wie möglich neue Reißzwecken aufs Wasser*", untersucht aber dadurch die Bedingungen für das Obentreiben bzw. Untergehen der Reißzwecken nicht mehr so sorgfältig. LP#4 dagegen bekommt in meinen Augen gar nicht mit, dass S#5 die Reißzwecken zunächst gar nicht

benässen will, sondern immer noch das ‚Zuwasserlassen' der Reißzwecken beobachtet. Die Kommentare der LP#4 sind außerdem weiterhin ergebnisorientiert und transmissiv: *„Siehst du? Dann geht die unter. Sobald man Wasser drauftropft. Das kannst du auch mit Öl oder Pfeffer machen. Schwupp, dann geht die unter, weil die Spannung weg ist."*

Die vorangestellte Frage *„Siehst du?"* impliziert m. E. eine Erwartung der Zustimmung von S#5. Die Lehrerin lässt der Schülerin auch keine Gelegenheit, den wenn-dann-Zusammenhang oder die Übertragung auf andere Materialien selbst zu entdecken oder zumindest zu überprüfen. Das eigenständige Validieren der Beobachtung durch S#5 wird folglich von LP#4 blockiert und verhindert. Sie gibt ihre Erklärungen, *während* sie selbst das Experiment weiter beeinflusst und der ‚Wettbewerb' sich weiter vollzieht.

Anschließend beendet LP#4 die Situation, indem sie beginnt, aufzuräumen und sich entsprechend äußert: *„Das ist also das Experiment. Jetzt sind wir fertig und können das nächste machen!"* Das plötzliche Aufräumen und die Ankündigung, fertig zu sein, wirken abrupt und beenden die Auseinandersetzung mit dem Obentreiben und Untergehen der Reißzwecken (bzw. Büroklammern) für S#5 einseitig, also ohne, dass die Schülerin gefragt oder beteiligt wird. Die Entscheidung bzgl. Beendigung der Aufgabenbearbeitung wird nicht ausgehandelt, sondern vollständig von der Lehrperson übernommen, wie bereits die Auswahl und der Beginn der Aufgabenbearbeitung. LP#4 lässt keinen Raum mehr für möglicherweise noch offene Fragen, für eigene Beobachtungen oder Variationen und missachtet damit m. E. den individuellen Lernprozess der S#5 und ihr potenziell anhaltendes Interesse an dieser Aufgabenbearbeitung. Die Frage nach den Wasserläufen zeigt dagegen das anhaltende Bemühen der Schülerin um tieferes Verständnis: „*Ist das bei den Wasserläufern auch so?*", wobei sie nicht spezifiziert, worauf ‚das' referiert. Die Lehrerin fragt hier aber auch nicht nach, was ich als Desinteresse an der Frage der Schülerin und als Priorisierung einer schnellen Beendigung dieser Aufgabenbearbeitung deute. Die Schülerin sei nun „*fertig*" und könne – gewissermaßen endlich – *„das nächste"* Experiment machen bzw. die nächste Aufgabe bearbeiten. Ein solches, am Fertigwerden und Fertigsein orientiertes Handeln bekräftigt m. E. den *Modus des schnellen Abarbeitens*.

LP#4 antwortet auf die Frage nach den Wasserläufern: „*Ja! Die Spannung vom Wasser geht immer dann weg, wenn das Wasser entweder gestoßen wird oder man Spülmittel dazu gibt*!" Erneut monologisiert LP#4 und agiert ergebnisorientiert und transmissiv. Dabei geht die Frage m. E. völlig inhaltlich am Erkenntnisinteresse der Schülerin vorbei.

Insgesamt evoziert LP#4 mit ihrem Handeln m. E. einen Modus des schnellen Abarbeitens (s. Kap. 5.6): Sie leitet die Schülerin zur Durchführung des Experiments im Sinne der Umsetzung der Handlungsschritte der Anleitung an. Sie wartet solange, bis der Effekt

‚Reißzwecke treibt oben/geht *nicht* unter' eintritt, den die Experimentieranleitung zwar nicht vorgibt, den LP#4 aber m. E. erwartet und dies auch kommuniziert. Als der Effekt dann schlussendlich *einmal* auftritt, verbalisiert LP#4 dies ungefragt als Beobachtung und gibt eine fachlich in mehrfacher Hinsicht bedenkliche und infantilisierende Erklärung ab. Die Erklärung, unterbrochen durch Rückfragen der Schülerin, über die LP#4 m. E. sehr schnell hinweggeht (s. u.), resultiert in der Aufforderung, zur nächsten Station bzw. dem nächsten Experiment zu wechseln. LP#4 ‚hetzt' die Schülerin durch die Experimentieranleitung und motiviert damit m. E. den Modus des schnellen Abarbeitens.

Die Aufgabenbearbeitung wird als abgeschlossen deklariert, obwohl S#5 weiterhin selbstständig Reißzwecken am Untergehen ‚hindert' und das Wechselspiel der Reißzwecken mit der Wasseroberfläche und dem Wasser genau beobachtet. LP#4 dagegen räumt bereits auf. Die Schülerin vertieft sich hier abermals in *ihr* Experimentierhandeln, was von LP#4 gestört wird. Diese anhaltende Auseinandersetzung mit den Reißzwecken deute ich als Anzeichen der Beharrlichkeit der Schülerin, die sich trotz der vielen Lenkungsversuche der Lehrerinnen immer wieder in das Phänomen vertieft.

Die abschließende Bemerkung der Lehrerin beendet die selbstbestimmte Exploration der S#5 endgültig und steuert den Übergang zur nächsten Aufgabenbearbeitung: *„So. Komm, such' dir jetzt was anderes aus! Ihr habt ja nun alles gesehen"*.[252] S#5s *„etwas widerwilliges"* Wegräumen unterstreicht m. E. ihre Frustration über den abrupten und fremdentschiedenen Abbruch ihrer Auseinandersetzung. Sie erfüllt zwar die Aufforderung der LP#4 und passt sich somit an die Anweisungen der Lehrerin an, ein eigenes Interesse an der weiteren Auseinandersetzung ist jedoch m. E. noch immer vorhanden. Dieses Interesse der Schülerin wird jedoch nicht aufgenommen oder vertieft, sondern das Experimentieren im Sinne eines curricularen Abschlusses („*alles gesehen*") beendet.

Der soziale Kontext ist also am Ende eindeutig durch die Dominanz der Lehrpersonen geprägt, m. E. ohne den individuellen Lernprozess oder das anhaltende Interesse der S#5 an dem Phänomen zu berücksichtigen. LP#3 agiert eher aus einer initialen Ungeduld und dem Wunsch, S#5 schnell in das Experimentieren zu integrieren, indem sie ihr direkt eine Aufgabe zuweist und ihr detaillierte Anweisungen gibt. Sie setzt vorrangig auf eine strukturelle Rahmung und Absicherung der schnellen Aufgabenbearbeitung (Zuweisung einer Aufgabe, Vorlesen der Anleitung, Steuerung bzw. Beaufsichtigung der Materialbeschaffung). LP#4 hingegen scheint die Interaktion primär als Vermittlung des ‚richtigen' Wissens zu betrachten, was sich m. E. auch in der abrupten Beendigung des

[252] Unklar ist indes, weshalb die Lehrerin LP#4 S#5 in der zweiten Person Plural, als „Ihr" anspricht.

Experiments und der direkten Zuweisung der nächsten Aufgabe zeigt. Sie gestaltet die Interaktion wesentlich instruktiver und deutlich direkter als LP#3: Sie gibt klare Empfehlungen (z. B. Reißzwecken und Wasserschüssel verwenden) und unterbricht die Handlungen der S#5 physisch, was ein massiver Eingriff in ihre Entscheidungsfreiheit ist.

Durch die Interventionen der Lehrpersonen werden die Ansätze selbstbestimmten Vorgehens, die im Handeln der Schülerin m. E. sichtbar werden, immer stärker begrenzt. Diese Interventionen sind in meinen Augen von Ungeduld, transmissivem Lernverständnis und einer Fokussierung auf das erwartete Ergebnis geprägt. Phasenweise ergeben sich aber Handlungsräume für S#5, die eigene Beobachtungen und eigene Hypothesen einbringen kann. Bis zum Schluss zeigt S#5 zwar ein hohes Interesse und eine Beharrlichkeit, das vorgeschriebene, kleinschrittig angeleitete Experiment *in ihrem Sinne* umzusetzen, die jedoch durch die lenkenden Interventionen unterbrochen oder übergangen werden, bis das Experiment schließlich – durch LP#4 – für beendet erklärt wird.

Beide Lehrpersonen verpassen weitgehend die Gelegenheit, die eigenen Beobachtungen und das anhaltende Interesse der Schülerin als Ausgangspunkt für das Lernen zu nutzen und ihr mehr Raum für selbstbestimmte Explorationen und Vertiefungen zu geben. Insgesamt ist die Interaktion zwischen S#5 und ihren beiden Lehrerinnen (LP#3 und LP#4) während der Aufgabenbearbeitung stark von einer asymmetrischen Machtverteilung gekennzeichnet, in der die Lehrerinnen die Richtung vorgeben, S#5 primär in einer ausführenden Rolle verbleibt und ihre Möglichkeiten zur selbstbestimmten Auseinandersetzung mit dem Phänomen und zur Entwicklung eigener Ideen begrenzt werden.

7.3.3 Intervenierende Bedingungen

Das spezifische GOFEX-**Raum**konzept soll den zu vermittelnden fachdidaktischen Öffnungsgedanken als Element der Öffnung flankieren, u. a. hinsichtlich der Wahl des Arbeitsortes auf organisatorischer Ebene und im Sinne eines großen Frei*raumes* „für die Findung eigener Lösungswege, Ziele und Lernstrategien“ (Peschel & Struzyna 2010a: 459f.). Die Beobachtung, dass, außer S#5, „*alle anderen Schüler*innen [bereits] auf der Experimentierfläche sind*“, illustriert, wie schnell und selbstverständlich die Schüler*innen den Raum für sich einnehmen, sich darin orientieren und individuelle Arbeitsorte suchen. Infolge nutzen sie die verschiedenen Bereiche des GOFEX umfassend für ihre individuellen Vorhaben.[253] Mit der ständig verfügbaren Sammlung an Alltagsmaterialien bietet die Experimentierfläche des GOFEX-Raumes den Schüler*innen einige Anregungen und Ausgangs-

[253] Dies spiegelt der hier gezeigte Ausschnitt des Beobachtungsprotokolls, der auf die Schülerin S#5 fokussiert ist, nicht wider. In den Gesamtfeldnotizen und den weiteren Beobachtungsprotokollen dieses GOFEX-Tages (09.07.2018) finden sich aber weitere Beispiele für die Nutzung des GOFEX-Raumes durch die Schüler*innen (s. a. Kap. 8.3).

punkte für individuelles Expermentieren und ermöglicht so durch das Materialangebot m. E. einen Zugang zu individuellen Themen, mit denen die Schüler*innen sich beim Offenen Experimentieren auseinandersetzen können (Modulebene 5; vgl. Kihm et al. 2024b).

S#5 dagegen verbringt zunächst eine längere Zeit *„regungslos im Sitzkreis"*, was darauf hindeutet, dass der Raum für sie zunächst keine unmittelbare Handlungsaufforderung beinhaltet, sondern möglicherweise sogar eine Überforderung darstellt (s. Kap. 7.3.1). Die anfänglichen Blickkontakte zu LP#3, LP#4 und LB#2 zeigen, dass S#5 Halt in den beobachtenden Erwachsenen sucht, anstatt die Umgebung als selbstverständlichen, ‚offenen' Explorations- und Experimentierraum einzunehmen und zu nutzen. Damit bleibt die ursprünglich intendierte Offenheit des Raumes für sie m. E. zunächst unzugänglich.

Als S#5 sich schließlich bewegt, orientiert sie sich zögerlich und suchend im Raum. Sie steht *„zuletzt auf und bewegt sich durch den Raum [...]. Als S#5 einige der GOFEX-Haus-Kisten betrachtet, ..."* Ihre Bewegung ist nicht primär durch ein bestehendes, eigenes Forschungsinteresse geleitet, sondern eher durch eine Suche nach Orientierung und potenziellen Anknüpfungspunkten in der ungewohnten Umgebung. Der Raum bietet zwar solche Möglichkeiten, wird aber von S#5 zunächst nicht so initiativ ‚erobert' wie von ihren Mitschüler*innen. Dies verdeutlicht letztlich, dass die räumliche Orientierungsphase ebenso individuell verläuft, wie die Lern- und Arbeitsgewohnheiten der Schüler*innen unterschiedlich sind. Während viele Mitschüler*innen sich zügig im Raum orientieren, benötigt S#5 deutlich mehr Zeit und ggf. auch Unterstützung, um den Raum anzueignen.

Wie ich bereits in Kapitel 7.3.1 analysiert habe, bekommt S#5 von den Lehrkräften nicht ausreichend Gelegenheit für diese andauernde, aber m. E. notwendige räumliche Orientierung. Durch die Intervention der LP#3 – das Heraussuchen einer Stationskarte und die begleitende Aufgabenanweisung – wird S#5 vielmehr an einen spezifischen Experimentiertisch gelenkt, um dort die zugewiesene Experimentieraufgabe zu bearbeiten. Damit wird der offene Raum für sie auf einen klar abgegrenzten Arbeitsbereich reduziert.

Dieser festgelegte Arbeitsort bietet der Schülerin zwar einen Rahmen für die Durchführung des Experiments und mag ihr in ihrer initialen Unsicherheit eine gewisse Struktur geben, reduziert aber gleichzeitig die Möglichkeiten für S#5 hinsichtlich der Wahl des Arbeitsortes – eines expliziten Elements der intendierten Offenheit des GOFEX-Raumkonzepts. S#5s Handlungsraum wurde somit durch die direktive Einflussnahme der Lehrperson von einem Ort potenziell vielfältiger und offener Auseinandersetzungen zu einem begrenzten Ort mit zugewiesener Aktivität *gemacht*; der Raum wird für S#5 in seiner vielfältigen Nutzbarkeit durch das Handeln der LP#3 *eingeschränkt*. Sie hat keine Gelegenheit mehr, einen eigenen Arbeitsort zu wählen und dort ein eigenes Thema zu erschließen.

Die Handlungen der Schülerin sind fortan primär auf die Durchführung der vorgegebenen Schritte und die Nutzung der vorgegebenen Materialien *an diesem spezifischen Ort* ausgerichtet. Wäre S#5 dagegen weiterhin die Möglichkeit offengelassen worden, sich im Raum umzusehen und die vielfältigen Bereiche des Raumes für ihre individuellen Arbeits- und Lerngewohnheiten zu nutzen (z. B. den Bibliotheksbereich mit anregenden Sachbilderbüchern), hätte sie möglicherweise ein *eigenes* Thema gefunden. Die verfrühte Zuweisung einer Experimentieraufgabe und die implizierte Bearbeitung an einem Experimentiertisch schränkt die Freiheit in der Themenwahl und selbstbestimmten Nutzung des Raumes als Ressource für die eigene Lernentwicklung ein. Zudem setzt sich ihre anfängliche soziale Isolation im Sitzkreis in gewisser Weise an dem zugewiesenen Experimentiertisch fort, da ihre Interaktion auf die unmittelbare Aufgabenbearbeitung mit den Lehrpersonen an diesem eng begrenzten Arbeitsort (Experimentiertisch) beschränkt ist, anstatt sich potenziell auf andere Schüler*innen im weiten Raum des GOFEX auszudehnen.

Die Freiheiten zur individuellen Orientierung und Entfaltung, die der GOFEX-Raum prinzipiell bietet, werden für S#5 durch äußere Steuerungsimpulse massiv eingeschränkt. Ein ‚offener Raum' wie das GOFEX allein genügt also nicht, er muss auch pädagogisch begleitet werden (persönliche Offenheit), damit er nicht in Interaktionen begrenzt wird.

Die intervenierende Bedingung **Zeit** wirkt sich an mehreren Stellen des Beobachtungsprotokolls auf die Aushandlung von Selbstbestimmung aus: Bereits das initiale Zögern der S#5 zeigt ein individuelles Zeitbedürfnis: Sie benötigt mehr Zeit als andere, um sich in das Offene Experimentieren einzufinden, sich räumlich zu orientieren (s. o.), ein Thema zu finden, das sie interessiert, und ein Vorgehen zu entwickeln (s. Kap. 7.3.1). Während LB#2 diesen individuellen Bedarf erkennt und vorschlägt, der Schülerin „*noch Zeit [zu] lassen [...], um selbst ein Thema zu finden*", drängt LP#3 darauf, S#5 „*einfach eine Aufgabe [zu] geben*". Als zeitlicher Aspekt macht sich hier im Sinne eines Zeitdrucks die Ungeduld der LP#3 bemerkbar, die ich in Kapitel 7.3.2 bereits thematisiert habe.

Der Vorschlag der GOFEX-Dozierenden, S#5 *Zeit zu geben*, gründet in einer subjektorientierten und individuellen Sichtweise auf den Lernprozess. LB#2 erkennt an, dass S#5 als neue Schülerin an ihrem ersten GOFEX-Tag Zeit benötigt, um sich in der ungewohnten Umgebung zu orientieren und ein eigenes Interesse zu entwickeln. Sie respektiert S#5s eigenen Rhythmus der Auseinandersetzung und die zeitbezogenen Freiheiten im Sinne der organisatorischen Offenheit. Gleichzeitig impliziert das Zeitgeben auch ein Vertrauen in S#5, mit der Zeit ein eigenes Thema zu finden und ein Vorgehen zu entwickeln.

Im Kontrast dazu manifestiert sich im Drängen der LP#3 eine struktur- und ergebnisorientierte, von Ungeduld geprägte Sichtweise auf den Lernprozess. Ihr Vorschlag, der Schü-

lerin *„einfach eine Aufgabe [zu] geben“*, *nimmt S#5 die Zeit*, ein eigenes Thema zu finden und ein eigenes Vorgehen zu entwickeln. Der Fokus der LP#3 scheint primär darauf zu liegen, S#5 schnell in eine von ihr geduldete Beschäftigung zu bringen und den Ablauf des Offenen Experimentierens aus ihrer Sicht *effizient* zu gestalten. Ihre Intervention zielt auf eine Normierung des Schülerinnenhandelns hin zur *sichtbaren* und *schnellen* Abarbeitung der Experimentieranleitung. Dass S#5 sich bereits in der für sie ungewohnten Umgebung orientiert (s. Kap. 7.3.1), nachdenkt etc., ist eben zum Teil *weniger sichtbar* für LP#3.

Die Ungeduld der LP#3 wird als zeitliche intervenierende Bedingung deutlich: Sie führt zu einer verfrühten Intervention und zu einer Aussetzung des Orientierungsprozesses, die die Möglichkeiten zur individuellen Orientierung und selbstbestimmten Themenfindung bzw. Vorgehensentwicklung einschränken. Die verfrühte Strukturierung durch die Stationskarte und die detaillierten Anweisungen der LP#3 (und später der LP#4) bestimmen fortan den zeitlichen Ablauf und lassen wenig Raum für selbstbestimmte Phasen der Exploration und für Phasen des Verweilens bei unerwarteten Beobachtungen.

Auch im weiteren Verlauf der „Wasserläufer“-Situation wird deutlich, dass die Zeitdauer, mit der S#5 die Experimentieraufgabe bearbeitet, primär von den Lehrpersonen, nicht aber von ihr selbst, bestimmt wird: LP#4 verfolgt mit ihren Interventionen m. E. primär das Ziel einer zügigen, linearen Durchführung des Experiments, ohne Wiederholung, Variation und vertiefender Beobachtung, einschließlich Vermittlung einer vermeintlichen Erklärung (s. Kap. 3.2.2.1; 7.3.2). Die Lehrerin steuert die Aufmerksamkeit auf bestimmte Aspekte (*„Siehst du? Dann gehen die unter“*), wodurch ein schneller Abschluss der Situation vorbereitet wird. S#5s potenzielles Bedürfnis nach einer längeren Auseinandersetzung mit bestimmten Aspekten des Experiments, ihre eigenen Fragestellungen und weiterführende Experimente finden dabei in meinen Augen wenig Berücksichtigung. S#5 experimentiert nämlich eher ruhig, konzentriert, mit Wiederholungen und eigenen Beobachtungsschwerpunkten. Sie hat einen eigenen Lernrhythmus entwickelt: *„S#5 probiert weiterhin, Reißzwecken aufs Wasser zu setzen, sodass sie nicht untergehen. Mal treiben sie oben, mal gehen sie unter. Aber sie wiederholt den Versuch immer wieder und beobachtet fasziniert“*. Dieses ruhige, konzentrierte Arbeiten und die wiederholte, vertiefte Auseinandersetzung mit dem Material und dem Phänomen ‚Untergehen bzw. Nichtuntergehen der Reißzwecken‘ wird jedoch durch die Eingriffe der Lehrperson mehrmals unterbrochen, z. B. als LP#4 einen ‚Wettbewerb‘ initiiert und damit die Dynamik des Experimentierens, entgegen S#5s kontemplativer Handlungen, massiv beschleunigt: *„S#5 lässt weiterhin Reißzwecken zu Wasser. In einem immer schnelleren Tempo*". Aus einer beobachtenden Auseinandersetzung wird eine fast schon gehetzte

Aktivität. S#5 nimmt sich die Zeit, die Auswirkungen ihrer Handlungen genau zu beobachten. Dieser individuelle Lernrhythmus, der von Ausprobieren, Beobachten und Wiederholen geprägt ist, steht im Kontrast zu dem von LP#4 forcierten zügigen Ablauf. Statt in ihrem eigenen Rhythmus weiter zu experimentieren, gerät S#5 unter einen extern erzeugten Zeitdruck. Ihr Handeln verliert den ursprünglichen kontemplativen Charakter. Der Fokus auf Geschwindigkeit durch LP#4 beschneidet somit die Möglichkeit für S#5, sich in ihrem eigenen Tempo mit der Experimentieraufgabe auseinanderzusetzen.

Schließlich beendet LP#4 die Experimentierphase, indem sie ohne Rückfrage und abrupt feststellt: „*Das ist also das Experiment. Jetzt sind wir fertig und können das nächste machen*!" Damit setzt LP#4 einen klaren zeitlichen Schlusspunkt. Der Wunsch der Schülerin nach weiterem Experimentieren (im Sinne einer freien Zeiteinteilung) bleibt unberücksichtigt – trotz ihres kurz darauf geäußerten, anhaltenden Interesses und ihrer offenen Fragen: „*Ist das denn bei Wasserläufern auch so?*" Die durch LP#4 gesetzte zeitliche Begrenzung schneidet die Gelegenheiten zu einem vertiefenden Lernprozess für S#5 ab. Die Ankündigung, zum nächsten Experiment überzugehen, impliziert eine vorgegebene Taktung, die wenig Raum für individuelle Vertiefung oder ein längeres Verweilen lässt.

Die externe Zeitstrukturierung durch LP#3 und LP#4 verhindert, dass S#5 ihren individuellen Lernprozess zeitlich selbst gestalten kann. Ihre Ansätze des Explorierens bzw. Ausprobierens, Beobachtens und Fragens werden immer wieder verkürzt, beschleunigt oder beendet. Dadurch bleibt der (auch zeitlich) offen intendierte Charakter des Experimentierens für sie letztlich auf eine fremdgesteuerte, *schnelle* Abarbeitung reduziert.

Die Auswahl der **Materialien** erfolgt nicht durch S#5 selbst, wie es beim Offenen Experimentieren (Modulebene 5) eigentlich vorgesehen ist. Die Materialien werden der Schülerin im Rahmen der zugewiesenen Stationskarte, über die Auflistung der Experimentiermaterialien („*Du brauchst*“) als Bestandteil der Experimentieranleitung und durch die Anweisungen der Lehrpersonen, vorgegeben: *„Also du brauchst ein Trinkglas, Büroklammern und Wasser – und nimm mal noch eine Schüssel mit, da kannst du Wasser reinmachen. Vom Spülbecken da vorne“.* Diese direkte Vorgabe der benötigten Materialien und auch die teilweise Instruktion, wie bzw. wo die klar definierten Materialien zu beschaffen sind, schließt eine mögliche eigene Materialauswahl aus. S#5 wird in eine fremdbestimmte Experimentiersituation geführt, in der die Materialien festgelegte Bestandteile eines zu erfüllenden Auftrages bzw. einer vorgegebenen, fremdgesteuerten Aufgabe sind.

Zumindest sind die benötigten Materialien (Trinkglas, Büroklammern, Wasser) im Sinne des GOFEX-Konzeptes niedrigschwellig und leicht zugänglich, was einen einfachen Einstieg in das Experimentieren ermöglicht (s. Kap. 5.4). Die Auswahl und der Umgang mit

Materialien sind in der Beobachtungssituation ‚Wasserläufer' aber stark reguliert und begrenzen somit ein selbstbestimmtes Vorgehen entschieden. Die Schülerin agiert primär als Ausführende der vorgegebenen, festgelegten Nutzungsweisen der Materialien, anstatt die Materialien zu explorieren oder eigene Fragestellungen damit zu untersuchen.

Als S#5 selbstständig eine alternative Hypothese entwickelt („*Vielleicht muss ja noch Zucker in das Wasser, damit es klappt!"*), öffnet sich kurzfristig ein Fenster für eigenständige Materialbeschaffung und -nutzung – abseits der Experimentieranleitung und der Materialvorgaben der Experimentieraufgabe. S#5 handelt initiativ, beschafft selbständig Zucker, was nur durch die freie Materialzugänglichkeit des GOFEX möglich ist (s. Kap. 5.4).[254]

S#5 experimentiert mit einer selbst hergestellten Zuckerlösung, im Sinne einer Hypothesenprüfung und einer selbständigen Erweiterung des Materialeinsatzes. Allerdings begleitet LP#3 diese Eigeninitiative skeptisch und „*blickt irritiert auf die Stationskarte. Sie nickt: ‚Ja, probier mal*!'" Das selbstbestimmte Vorgehen der Schülerin wird damit m. E. geschwächt, zumal LP#3 die Variation mit Zuckerlösung nach einmaliger Durchführung für beendet erklärt: „*Nix passiert, siehst du! Jetzt würde ich es mal mit normalem Wasser probieren!"*

Die Einführung weiterer, neuer Materialien in den Experimentierprozess erfolgt dann nicht mehr aus S#5s eigener Initiative. Die Reißzwecken werden von LP#4 als Alternative vorgeschlagen, nachdem das Experiment mit den Büroklammern nicht ihren Erwartungen entspricht: *„LP#4 empfiehlt schließlich, das Experiment doch mal mit Reißzwecken auszuprobieren"*. Wenig später schlägt LP#4 vor, „*mit einer Wasserschlüssel und nicht mit dem Trinkglas zu experimentieren*". Die Lehrerin greift damit erneut direkt in die Materialauswahl ein und lenkt die Auswahl bzw. den Umgang mit den Materialien deutlich. Die Vorschläge erscheinen zunächst wie Hilfestellungen, entziehen S#5 aber die Möglichkeit, selbst über ihre Experimentiermaterialien zu entscheiden oder eigene Variationen zu entwickeln. Stattdessen wird die Materialnutzung instrumentalisiert, um einen von der Lehrperson intendierten Beobachtungseffekt (Reißzwecken sollen obentreiben) zu erfüllen. Die Art und Weise, wie die Materialien vorgegeben werden und die Materialnutzung durch die Lehrpersonen kontrolliert wird, trägt somit maßgeblich dazu bei, die Handlungsmöglichkeiten der Schülerin und ihr selbstbestimmtes Vorgehen weiter einzuschrän-

[254] An dieser Stelle möchte ich einen (ersten) Vergleich zwischen der ‚Wasserläufer'-Situation und den Beobachtungen im Rahmen meiner ersten Vorstudie im Hinblick auf die Materialzugänglichkeit anstellen (s. Kap. 5.6.6) und damit die Wirkungen des Experimentiermaterials als Element der Öffnung validieren: In der Vorstudie 1 haben die Schüler*innen den Versuch (‚Flaschengeist'; Modulebene 1) nur mit einer begrenzten Vorauswahl an bereitgestellten Experimentiermaterialien durchgeführt, was ihr Vorgehen massiv eingeschränkt hat. In der ‚Wasserläufer'-Situation dagegen entfällt, wie es für GOFEX-Tage üblich ist, diese Materialbereitstellung zugunsten einer freien Materialzugänglichkeit – trotz Engführung durch die Experimentieranleitung (Modulebene 1). Die freie Materialzugänglichkeit eröffnet den Schüler*innen, hier S#5, damit überhaupt erst die Möglichkeit für ein ansatzweise selbstbestimmtes Vorgehen (hier: das Ausprobieren des Versuchs mit einer Zuckerlösung, für die S#5 Zucker aus dem GOFEX-Haus *benötigt*).

ken. Anstatt die Vielfalt des Materialangebots im GOFEX als Ausgangspunkt für eigene Forschungsfragen zu nutzen, wurde S#5 auf eine vorgegebene Materialauswahl beschränkt und in ihrer eigeninitiierten Interaktion mit weiteren Materialien (Zuckerwasser) gestört.

Besonders deutlich wird die Einschränkung der selbstbestimmten Materialnutzung in meinen Augen, als die Lehrperson LP#4 S#5 daran hindert, weitere Reißzwecken auf das Wasser zu legen (s. Kap. 7.3.2). Die physische Intervention, die Hand der Schülerin zu greifen und ihre Handlung damit zu unterbinden, beschneidet S#5s selbstbestimmten Umgang mit den Materialien und ihre eigenen Handlungsausführungen. Die Lehrerin gesteht ihr zu diesem Zeitpunkt nicht zu, durch eigenes Handeln die Bedingungen des Untergehens und Obentreibens der Reißzwecken zu untersuchen. Anstatt S#5 die Reißzwecken als Material für ihren eigenen Erkenntnisprozess nutzen zu lassen, werden die Reißzwecken hier in meiner Interpretation zu einem Werkzeug der Machtdemonstration der LP#4 gegenüber der Schülerin: Letztendlich verfügt die Lehrerin allein über die Reißzwecken und kann den Umgang der Schülerin damit erlauben oder eben verbieten.

Auch im „Wettbewerb" zwischen S#5, die weiterhin Reißzwecken aufs Wasser setzt, und LP#4, die die Reißzwecken mit Wassertropfen benässt (s. Kap. 7.3.2), wird das Experimentiermaterial nicht im Sinne der eigenen, differenzierten Beobachtungen und Explorationen der Schülerin genutzt, sondern dient der Erfüllung eines durch LP#4 gesetzten, temporeichen Spiels. Diese Form der Nutzung wird von außen definiert, die ursprüngliche Beobachtungsintention verschwindet zugunsten eines beschleunigten Ablaufs hin zu einer vermeintlichen Erklärung. Mit der abschließenden Äußerung der LP#4 (s. o.) wird der weitere Umgang mit dem Material zur Beantwortung von S#5s eigenen Fragen behindert. Zugleich wird die gesamte Aufgabenbearbeitung durch die Lehrerin beendet.

Insgesamt zeigt sich, dass die Materialien in der beobachteten Situation nicht, wie intendiert, im Sinne eines selbstbestimmten Vorgehens frei auswählbar und frei nutzbar sind. Stattdessen werden sie primär als Mittel zur schnellen Bearbeitung eines durch die Lehrpersonen definierten und vorgegebenen Ablaufs genutzt. S#5s Möglichkeiten zur eigenständigen Materialauswahl und -nutzung, Variation und Deutung bleiben eingeschränkt. Der Materialumgang in dieser Situation verdeutlicht somit die Diskrepanz zwischen intendierter Offener Experimentierumgebung (mit entsprechender Materialzugänglichkeit) und tatsächlich realisierter Steuerung des Experimentierens durch die beiden Lehrpersonen.

Die intervenierenden Bedingungen Raum, Zeit und Materialien wirken in der ‚Wasserläufer'-Situation nicht primär im Sinne einer Ermöglichung des selbstbestimmten Vorgehens von S#5: Der eigentlich offene und multifunktionale GOFEX-Raum wird durch das Handeln der Lehrpersonen sukzessive begrenzt. Die Zeit wird von ihnen kontrolliert:

Explorative Vertiefungen und eigene, von den Erwartungen abweichende Beobachtungsschwerpunkte werden von LP#3 und LP#4 ‚einkassiert'. Deren Ungeduld resultiert in meinen Augen aus dem Wunsch nach *sichtbarem* Fortschritt in der Bearbeitung von Experimentieranleitungen beim eigentlich Offenen Experimentieren und aus einer Erwartungshaltung/Ergebniserwartung im Hinblick auf den konkreten Versuch. Die Auswahl und die Nutzung der niedrigschwelligen Materialien wird stark durch externe Vorgaben (Experimentieraufgabe) und die Erwartungen der beiden Lehrpersonen gelenkt.

7.3.4 Konsequenzen und Fazit

Die grundlegende ursächliche Bedingung dieser Situation ist die Diskrepanz zwischen dem intendierten Ziel des Offenen Experimentierens (Modulebene 5: Was willst du herausfinden?) und der tatsächlichen Umsetzung, die durch das von zwei Lehrpersonen begleitete Abarbeiten einer Experimentieranleitung aus der Wasserwerkstatt (Modulebene 1: Angeleitetes Experimentieren) erfolgt. LP#3 weist S#5, trotz intendierter Offenheit, eine konkrete Stationskarte zur Bearbeitung zu. Anstatt S#5 Zeit und Raum für eine eigenständige Orientierung in der der Experimentierumgebung und für eine selbstbestimmte Themenfindung samt Entwicklung einer eigenen Vorgehensweise zu geben, wird die Schülerin frühzeitig auf ein vorstrukturiertes Experimentieren (bzw. eher Versuchedurchführen; s. Kap. 3.1) festgelegt. Hinzu kommt der soziale Kontext, der durch asymmetrische Lehrer*innen-Schüler*innen-Beziehungen geprägt ist, die sich durch direkte Steuerung und omnipräsente Kontrolle der Handlungen der Schülerin äußert.

Sowohl LP#3 als auch insbesondere LP#4 greifen immer wieder in das Experimentierhandeln der Schülerin ein – sowohl sprachlich als auch körperlich. Besonders LP#4 agiert übergriffig, wenn sie die Hand der Schülerin ergreift, um deren Exploration zu unterbinden, oder einen ‚Wettbewerb' initiiert, um das Vorgehen zeitlich zu beschleunigen. Insgesamt agieren die beiden Lehrerinnen in der Interaktion mit S#5 in meinen Augen sehr ergebnis- und transmissionsorientiert – vor dem Hintergrund einer spezifischen Erwartungshaltung/Ergebniserwartung im Hinblick auf den konkreten Versuch.

Die Lehrerinnen steuern das Experimentierhandeln der Schülerin auf konkrete, erwartete Ergebnisse zu und zielen dabei auf schnelle Lösungen. Als S#5 ihren Vorschlag, den bislang nicht erfolgreichen Versuch mit einer Zuckerlösung zu variieren, einmal ausprobiert, drängt LP#3 sie direkt dazu, diese Variation wieder abzubrechen: „*Nix passiert, siehst du! Jetzt würde ich es mal mit normalem Wasser probieren*!" LP#4 wiederum setzt diese Ergebnisorientierung/-erwartung und Transmissionshaltung m. E. etwa dadurch um, dass sie nach einmaliger Beobachtbarkeit des intendierten Phänomens (die Reiß-

zwecke geht nicht unter), eine vermeintliche Erklärung (Oberflächenspannung) ‚liefert', noch bevor S#5 selbst das Phänomen reproduzieren, selbst mehrfach beobachten und eine eigene Deutung entwickeln kann. Beide Lehrpersonen greifen mehrfach steuernd in S#5s Lernprozess ein. S#5s wiederholtes, konzentriertes Arbeiten wird dadurch massiv beeinträchtigt. Ihre wenigen Versuche, eigene Hypothesen oder weiterführende Fragen einzubringen („*Vielleicht muss ja noch Zucker in das Wasser?*" und „*Ist das denn bei Wasserläufern auch so?*") werden entweder nur kurz aufgegriffen oder direkt beendet.

Die dominanten Handlungs- und Interaktionsmuster der Lehrpersonen, geprägt von direkter Lenkung, voreiligen Erklärungen und einem massiven, aber implizit bleibenden Zeitdrück, führen zu einer erheblichen Einschränkung von S#5s Möglichkeiten in Bezug auf Themenwahl, Fragenfindung, Materialnutzung und Vorgehensweise. Die selbstbestimmte Gestaltung *ihres* Lernprozesses wird von außen fortdauernd stark beschnitten.

Demgegenüber betont LB#2 anfangs die Notwendigkeit, S#5 noch Zeit zu geben, interagiert aber nicht selbst mit der Schülerin. Dennoch nimmt LB#2 m. E. eine subjekt- und prozessorientierte Haltung ein, die S#5s individuelle Lern- und Erkenntniswege respektiert und das Tempo bzw. Vorgehen der Schülerin ernstnimmt. Sie erkennt an, dass eine eigenständige Themenfindung und ein davon abgeleitetes selbstbestimmtes Vorgehen nicht verordnet werden können, sondern aus der individuellen Auseinandersetzung, u. a. mit dem Raum und dem Material, und in Interaktion mit anderen heraus entstehen.

Auch die Interpretation der Raum-, Zeit- und Materialnutzung zeigt m. E. deutlich, wie die intervenierenden Bedingungen in dieser Experimentiersituation ein selbstbestimmtes Experimentieren nicht ermöglichen, sondern als Steuerungsbedingungen auf die Experimentierhandlungen der Schülerin einwirken und ein selbstbestimmtes Vorgehen damit verhindern: S#5 wird frühzeitig auf einen festen Arbeitsplatz verwiesen und verliert damit die Möglichkeiten einer flexiblen Raumnutzung. Diese räumliche Isolation ist m. E. zudem mit einer sozialen Isolation verbunden, da S#5 an ihrem zugewiesenen Arbeitsort nur mit den Lehrerinnen interagiert, aber nicht mit ihren Mitschülerinnen, die wiederum freier über den GOFEX-Raum ‚verfügen'. S#5 erhält kaum Gelegenheit zur eigenständigen Materialauswahl oder zur Exploration der festgelegten Materialien. Eigene Impulse, mit denen sie verdeutlicht, weitere Materialien zu *benötigen* (z. B. Zuckerlösung) oder Materialien anders als intendiert oder ausgiebiger nutzen zu *wollen* (z. B. Reißzwecken), werden – anders als im GOFEX legitim – übergangen oder unterbrochen.

Schließlich wird ihre anhaltende, ausdauernde und konzentrierte, aber eben zeitintensive Auseinandersetzung mit dem Phänomen mehrfach unterbrochen: S#5 beobachtet das Untergehen der Reißzwecken ausgiebig und in ihrem eigenen Tempo. LP#3 und LP#4

agieren dagegen in meinen Augen, wie oben beschrieben, sehr ergebnisorientiert und setzen S#5 damit mehrfach unter Zeitdruck, indem sie die eigenen Variationen S#5s, die aus ihrer Sicht nicht zielführend sind bzw. dem Ergebnis nicht zuliefern („*Nix passiert, siehst du! Jetzt würde ich es mal mit normalem Wasser probieren!*“), und die zeitintensiven, kontemplativen Beobachtungen der Schülerin unterbrechen („*Ihr habt ja nun alles gesehen*“).

Am Ende bestimmen ausschließlich die Lehrpersonen über die Dauer der Aufgabenbearbeitung, aber nicht S#5, wie es konzeptionell eigentlich vorgesehen ist. LP#3 setzt den Beginn der Aufgabenbearbeitung, indem sie S#5 eine Stationskarte zuweist („*Schau mal, wir können das Experiment hier machen!*“). Illegitimerweise bestimmt LP#4 später auch den Abschluss der Aufgabenbearbeitung, indem sie mit dem Aufräumen beginnt und das Experiment zeitlich für beendet erklärt bzw. den Übergang zu einer neuen Aufgabe resp. zu einem neuen Experiment anordnet („*So. Komm, such dir jetzt was anderes aus!*“).

In der Summe wirken diese ursächlichen sowie intervenierenden Bedingungen und der soziale Kontext, der in den Handlungs- und Interaktionsmustern sichtbar wird, so zusammen, dass S#5 weitgehend fremdbestimmt handelt – bezogen auf alle Dimensionen des Experimentierens: organisatorisch (u. a. Raum-/Zeitnutzung, Auswahl der Experimentieraufgabe), methodisch (u. a. kleinschrittiges Vorgehen der Anleitung, dirigiert durch die beiden Lehrpersonen) und inhaltlich (Themenvorgabe: Oberflächenspannung).

Die Konzepte des Offenen Experimentierens (s. Kap. 5.4) werden in dieser Situation tiefenstrukturell durch ein stark direktives Handeln der Lehrpersonen unterlaufen. Statt einer prozessoffenen, an S#5 orientierten Begleitung entwickelt sich die Situation ‚Wasserläufer‘ zu einer lehrerinnengelenkten Abarbeitung der Experimentieranleitung. Dadurch, dass LP#3 Teile der Anleitung detailliert vorliest und präzise Anweisungen zur Materialbeschaffung und Durchführung gibt, wird S#5 zur Ausführenden von Anweisungen. Selbst, als S#5 eigene Ideen einbringt und trotz aller Steuerung ein selbstbestimmtes Vorgehen ‚wagt‘ (z. B. Zuckerlösung, Eigeninitiative beim Auflegen weiterer Reißzwecken), wird ihr Lernen normiert: Was für LP#4 zählt, sind nicht die individuellen Beobachtungen, sondern das (frühzeitige) Erreichen eines von ihr selbst definierten Ergebnisses.

Die beobachtete Situation verdeutlicht, wie leicht das Konzept des Offenen Experimentierens unterlaufen werden kann, wenn Lehrpersonen sich ergebnisorientiert und transmissiv gegenüber der individuellen experimentierenden Annäherung der Schüler*innen verhalten (s. Kap. 5.7). Gerade die anfängliche Unsicherheit und das Zögern der S#5 kann ein wichtiger Teil des individuellen Entwicklungsprozesses sein. Die Beschleunigung dieses Prozesses durch externe Vorgaben und Steuerungsmechanismen ignoriert individuelle Bedürfnisse und begrenzt die Anteile der S#5 an der Aushandlung von Selbstbestimmung.

7.4 „Balance of Power“

Die letzte Situation, auf die ich mein Kodierparadigma anwenden werde, stammt von einem GOFEX-Tag einer dritten Klasse zum Thema Magnetismus (Modulebene 3: „*Was kannst du über Magnete herausfinden?*“). Um am GOFEX-Tag „etwas über Magnete herauszufinden, stehen den Schüler*innen – neben Medien wie Büchern oder Tablets zum Recherchieren – verschiedene Alltagsmaterialien zur Verfügung, die sie allerdings selbständig auswählen und beschaffen müssen“ (Kihm & Peschel 2024: 314; vgl. auch M. Peschel 2014; s. Kap. 5.4). Weitere Spezialgeräte und -materialien, wie z. B. verschiedene (Hufeisen-, Stab-, Scheiben-, Neodym-)Magnete, Eisenpulver oder physikalisches Spielzeug und Spiele zum Thema Magnetismus (u. a. Pferderennbahn, Angelspiel), liegen auf den Experimentiertischen bereit und können von den Schüler*innen – teilweise nach kurzer Einführung (z. B. hinsichtlich der „Fingerquetsch-Gefahr“ bei Neodym-Magneten) – selbständig genutzt werden (vgl. Kihm & Peschel 2024: 314). Auf einem der Tische befindet sich „Balance of Power“, ein Spiel zum Thema Magnetismus, das „zum Ziel hat, neun Magnetkugeln auf die Löcher von neun Holzklötzen zu verteilen. Dabei stoßen die Kugeln sich gegenseitig ab, sollen aber – so die eigentliche Spielidee – liegenbleiben. Eine dezidierte Anleitungskarte oder ausformulierte (Experimentier-)Aufgabe wird bewusst nicht beigefügt. ‚Balance of Power‘ könnte folglich auch anders, als es im Spiel intendiert ist, genutzt werden, was im Sinne des didaktischen GOFEX-Konzeptes durchaus legitim ist“ (ebd.).

Ausschnitt aus meinem Beobachtungsprotokoll vom 10.04.2019 („Balance of Power“)

10.04.2019, Klasse 3, Magnetismus, Modul 3, 09.00-12.30 Uhr, 22 Schüler*innen, erster GOFEX-Tag
GOFEX-Dozierende JG = LB#3, Lehrpersonen LM = LP#5, SZ = LP#6, erster GOFEX-Tag

„Balance of Power“ ist auf einem Experimentiertisch aufgebaut: Das Spielbrett liegt mittig auf dem Experimentiertisch, neun grüne Magnetkugeln liegen daneben. S#6 und S#6 setzen sich an den Experimentiertisch und beginnen beide etwa gleichzeitig, zwei der Magnetkugeln auf weitauseinanderliegende Löcher zu legen. Die Kugeln bleiben – bedingt durch den Abstand – liegen und stoßen sich nicht gegenseitig ab. Als S#6 eine Magnetkugel auf den mittleren Holzklotz legt, springen alle übrigen Magnetkugeln von den Holzklötzen runter und rollen über den Tisch. Die beiden schauen sich sofort und ruckartig an, reißen die Augen weit auf, lachen dann. Schließlich sagt S#7, wobei er den Blickkontakt zu S#6 weiter aufrecht hält: „Die müssen liegen bleiben“, woraufhin S#6 ergänzt: „Ja und sind alles Magnete bestimmt!“ S#6 nimmt die einzige Magnetkugel, die noch auf dem Holzklotz liegt, vom Spielfeld und legt sie zu den übrigen acht Magnetkugeln. Kurze Zeit betrachten die beiden das Spiel, schweigen dabei. Die Stirn jeweils in Falten gelegt und die Augen weit aufgerissen wirken beide sichtlich angestrengt auf mich und hochkonzentriert. Nach etwa einer Minute wendet S#7 als erstes den Blick vom Spiel ab und schaut seinem Mitschüler in die Augen. Dieser erwidert den Blickkontakt. S#7: „Am besten legen wir Kugeln erst außen hin und erst ganz am Schluss nach innen. Weil eben hat das ja nicht funktioniert!“ Kurz bevor TiG aufgehört hat zu reden, kommt LP#5 hinzu und stellt sich hinter die beiden Jungen. Sie blickt auf das Spiel: „Was macht ihr? Habt ihr ein Spiel gefunden?“

Unmittelbar folgend auf diese beiden Fragen greift LP#5 nach zwei Magnetkugeln und bewegt

sie aufeinander zu, sie stoßen sich gegenseitig ab: „Oh das sind neun Magnete, als Kugeln. Müsst ihr die da drauflegen?“ Erst jetzt, nach der dritten Frage, beendet LP#5 ihren Redebeitrag und schaut die Jungen schweigend an. Nach einigen Sekunden nickt S#7 schließlich. Während LP#5 redet, greifen S#6 und er jeweils nach einer Magnetkugel, halten diese aber weiter in Händen, umklammern und bewegen bzw. erfühlen sie in der zur Faust geballten Hand. LP#5: „Ich lasse euch mal in Ruhe spielen!“ Sie geht vom Tisch weg und lässt die beiden Schüler zurück. Die beiden nehmen nun jeweils die Hälfte der Magnetkugeln in die Hand, sodass alle Kugeln vom Tisch aufgenommen wurden. Das Spielfeld schiebt S#6 schließlich ans andere Ende des Tisches.

Die beiden Schüler beginnen damit, aus den Magnetkugeln jeweils eine Art Raupe zu formen. Kurze Zeit später liegen zwei solcher „Magnetraupen“ auf dem Tisch, wobei die einzelnen Glieder der Raupe – die Kugeln – sich gegenseitig anziehen. Sie greifen ihre jeweilige Raupe an der vordersten Kugel und ziehen sie in wellenförmigen, schlängelähnlichen Bewegungen über den Tisch, weichen sich dabei immer gegenseitig aus, berühren sich gegenseitig also nicht. Durch die Anziehungskraft fallen die Magnetraupen nicht auseinander. Einige Minuten spielen bzw. explorieren S#6 und S#7 nun mit ihren Magnetraupen, dabei reden sie nicht miteinander. Ihr Schweigen wird lediglich durch ein kurzes Lachen immer mal wieder unterbrochen, wenn sich ihre Magnetraupen fast berühren, im letzten Moment aber dann doch wieder ausweichen.

Später greift S#6 nach einem Hufeisenmagneten, der auf einem anderen Tisch liegt. Er hebt ihn hoch und bringt ihn zum Tisch, auf dem beide Magnetraupen liegen. S#7 spielt derweil weiterhin mit seiner Raupe, berührt sie immer noch an der vordersten Magnetkugel. Als S#6 mit dem Hufeisenmagneten wieder am Experimentiertisch ankommt, bewegt er einen Schenkel des Hufeisenmagneten langsam und in gleichmäßiger Bewegung auf seine Magnetraupe zu. Die Magnetraupe wird vom Schenkel des Hufeisenmagneten angezogen. S#6 bewegt den Hufeisenmagneten über den Tisch, immer in etwas Entfernung von der Magnetraupe, die dem Hufeisenmagnetenschenkel folgt. Als er den anderen Schenkel desselben Hufeisenmagneten an dieselbe Magnetkugel hält, wird die Magnetraupe nun abgestoßen und windet sich in schlängelnden Bewegungen auf dem Tisch. S#7 beobachtet seinen Mitschüler einige Zeit, lässt schließlich von seiner Raupe ab, steht auf und holt sich ebenfalls einen Hufeisenmagneten vom Nachbartisch. Diesen bringt er zum Experimentiertisch, hantiert nun jedoch nicht mehr mit seiner Magnetraupe, sondern nähert den Hufeisenmagneten an den anderen Hufeisenmagneten an, mit dem S#6 immer noch seine Magnetraupe über den Tisch bewegt. Zuerst hält S#7 den Hufeisenmagneten so, dass beide Schenkel sich mit lauten Klirrgeräuschen anziehen. S#6 schaut ihn an, bewegt seinen Hufeisenmagneten von der Magnetraupe weg. Die beiden Schenkel werden immer noch voneinander angezogen; die beiden lachen. Mit jeweils einer Hand ziehen sie die beiden Hufeisenmagneten wieder auseinander, dabei stehen sie. In den nächsten zwei Minuten wiederholen sie das Anziehen und Auseinanderziehen der beiden Hufeisenmagnete noch einige Male. Dazwischen pressen sie die Schenkel der Magneten auch so aneinander, dass sich die beiden Hufeisenmagneten abstoßen. Dann pressen sie die Schenkel einige Sekunden aneinander, was sie einiges an Kraft kostet. Schließlich fragt S#6: „Wollen wir noch woanders gucken?“ Er lässt den Hufeisenmagneten los, legt ihn auf dem Tisch ab. S#7 tut dies ebenfalls und antwortet, nickend: „Ja, aber erst mal müssen wir aufräumen! Dann können wir weiter!“ Sie stellen die Hufeisenmagneten wieder auf den Nachbartisch; die Magnetkugeln sammeln sie neben dem Spielbrett. Diese Magnetkugeln ziehen sich gegenseitig an, bis sie in einer annähernd kreisförmigen Formation liegen bleiben.

S#8 kommt allein an den Experimentiertisch und beginnt, „Balance of Power“ zu spielen. Nachdem sie drei Magnetkugeln auf den Holzklötzen platziert hat, kommt LP#6 an den Tisch und stellt sich hinter die Schülerin. Sie beugt sich über ihren Rücken und fragt: „Was ist das?“, bekommt jedoch keine Antwort. LP#6 setzt sich neben die Schülerin, die die Lehrerin nun erstmals, noch immer schweigend, anblickt und eine weitere Magnetkugel in Händen hält. LP#6 greift nach einer der Magnetkugeln, die S#8 bereits auf einen Holzklotz gelegt hat, und betrach-

tet sie genauer, schüttelt sie leicht und platziert sie schließlich wieder auf demselben Holzklotz. Eine andere Magnetkugel versetzt sie vom mittleren Holzklotz weiter nach außen. LP#6 beugt sich nun mit dem Oberkörper und den Schultern ganz über das „Balance of Power“. Sie schneidet der Schülerin den Blick ab, sodass S#8 sich etwas umsetzen muss, um es wieder sehen zu können. LP#6 wendet den Blick dagegen nicht vom „Balance of Power“ ab und greift nach einer neuen Magnetkugel, die sie auf einem Holzklotz ablegt.

Währenddessen legt S#8 die Magnetkugel, die sie die ganze Zeit in Händen hielt, auf dem Tisch ab, atmet tief ein und aus, sackt mit Körper und Kopf etwas zusammen, schnauft bzw. seufzt leise hörbar und wirkt sichtlich enttäuscht auf mich. Sie blickt im Raum umher, bevor ihr Blick auf einem benachbarten Experimentiertisch zum Erliegen kommt. Dort befindet sich eine kleine magnetische Pferderennbahn, der sie sich schließlich zuwendet.

Für einige Minuten beschäftigen sich LP#6 und S#8 nun parallel nebeneinander mit der Pferderennbahn bzw. mit „Balance of Power“. Dann schafft LP#6 es erstmals, dass fünf Magnetkugeln auf den „Balance of Power“-Holzklötzen liegen. Sie dreht sich zu S#8 über: „Hilf mir mal! Wir wollten doch zusammenarbeiten!“ S#8 legt die Pferderennbahn auf dem Nebentisch ab und wendet sich „Balance of Power“ zu, das nun direkt vor der Lehrerin steht. LP#6 sitzt direkt hinter dem Spiel, S#8 kann nur noch seitlich draufschauen. S#8 weist mit dem Zeigefinger auf einen noch freien Holzklotz: „Da muss eine Kugel drauf, dann heben die vier Ecken sich gegenseitig auf!“ LP#6 schüttelt wild und hektisch den Kopf: „Nein, nein! Es muss auch anders gehen!“ Die Lehrerin greift nach zwei weiteren Magnetkugeln, eine davon führt sie langsam und in gleichmäßiger Bewegung über die Holzklötze. Als die anderen Kugeln beginnen, sich zu drehen und zu wackeln, hebt LP#6 ihre Magnetkugel in der Hand ruckartig nach oben und bewegt die Kugel schließlich auf den Holzklotz zu, auf den S#3 eben gezeigt hat. Dort kann sie ihn ablegen. LP#6 atmet laut hörbar erleichtert aus, lächelt, blickt S#8 an: „Super gemacht! Gut!“ Doch S#8 sitzt am Nebentisch und hat sich inzwischen wieder der magnetischen Pferderennbahn zugewandt.

7.4.1 Ursächliche Bedingungen

Die erkenntnisorientierte Experimentieraufgabe „*Was kannst du über Magnete herausfinden*?“ (Modulebene 3; s. Kap. 5.4) impliziert m. E. keine ‚richtige‘ oder ‚falsche‘ Antwort im Sinne eines erwarteten fachlichen Ergebnisses. Die methodisch-inhaltlich offen formulierte Experimentieraufgabe adressiert kein bereits vorab festgelegtes Experiment und schränkt das Vorgehen nicht auf eine Versuchsdurchführung ein (Modulebene 1), sondern beinhaltet unterschiedliche methodische Zugänge, wie explorative Näherungen und Recherchen. Im Gegensatz zur Modulebene 2 gibt die Experimentieraufgabe den Schüler*innen keine weitere Eingrenzung (als das thematische Feld „Magnete“) durch z. B. eine Frage oder einen Impuls vor. Vielmehr werden die Schüler*innen aufgefordert, das weite Feld des Magnetismus selbst zu erschließen und die dabei gewonnenen Erkenntnisse zu kommunizieren und zu reflektieren (u. a. in den Reflexionsrunden; s. Kap. 5.4.3). Die Erkenntnisorientierung dient der Entwicklung individueller Erkenntnisprozesse und orientiert sich damit an einem subjektorientierten Lernverständnis.

Die Einordnung der Experimentieraufgabe auf Modulebene 3 beinhaltet einen hohen Grad an didaktischer Öffnung, der organisatorische Aspekte der Beteiligung beinhaltet, zugleich

aber über eine rein organisatorische Öffnung und damit die äußeren Rahmenbedingungen der Aufgabenbearbeitung hinausgeht. Die Schüler*innen können tendenziell Sozialform, Arbeitsort (innerhalb des GOFEX) und Zeiteinteilung (innerhalb des vorgegebenen Zeitrahmens des GOFEX-Tages) selbstständig wählen. Dass sich S#6 und S#7 gemeinsam an den Tisch setzen und mit „Balance of Power" beginnen, während S#8 allein agiert, deutet beispielsweise auf unterschiedliche gewählte Sozialformen hin. Bezüglich der Experimentiermaterialien ist grundsätzlich eine breite Auswahl an Alltagsmaterialien, verschiedenen Magneten und Magnetspielen im GOFEX vorhanden und zugänglich, die Auswahl und Beschaffung dieser Materialien obliegt jedoch den Schüler*innen selbst (s. Kap. 7.4.3). Dass S#6 eigenständig einen Hufeisenmagneten von einem anderen Experimentiertisch holt, illustriert diese Freiheiten in der Materialauswahl und -zugänglichkeit. Die Schüler*innen „entscheiden, wo sie im GOFEX an der o. g. Frage zum Thema Magnetismus arbeiten (auf der Sitzecke im Konferenzbereich, an einem Tisch im Experimentierbereich, ...)" (Kihm & Peschel 2024: 316). Die Alltagsmaterialien bringen sie aus dem GOFEX-Haus (s. Kap. 5.4) an ihren Platz und räumen sie anschließend wieder weg. „Die Spezialmaterialien sind zwar auf die Tische im Experimentierbereich verteilt, können aber ebenfalls an andere Tische gebracht werden (darüber werden die Schüler*innen zu Beginn informiert)" (ebd.). Die Experimentieraufgabe „*Was kannst du über Magnete herausfinden?*" gibt keine konkreten *Lehr*ziele vor, sondern lässt es den Schüler*innen offen, welche Aspekte des Magnetismus sie untersuchen *möchten* und welche Erkenntnisse sie dabei gewinnen *wollen* (im Sinne von *Lern*zielen). Die Experimentieraufgabe benennt lediglich ein thematisches Feld (Magnete) und verweist damit m. E. auf ein entsprechendes physikalisches Oberthema (Magnetismus), ohne spezifische Vorgaben, welche Teilaspekte, Teilthemen oder Fragestellungen zu bearbeiten sind. Entsprechend dieser inhaltlichen Öffnung des GOFEX-Tages bleibt es den Schüler*innen frei, mit welchen Teilaspekten oder Teilthemen des Magnetismus sie sich auseinandersetzen. Die unterschiedlichen Aktivitäten der Schüler*innen in der beobachteten Situation – das anfängliche Explorieren des Spiels „Balance of Power" durch alle drei Schüler*innen, die Entwicklung der Magnetraupen und das Experimentieren mit Hufeisenmagneten bei S#6 und S#7 sowie die Auseinandersetzung der S#8 mit der Pferderennbahn – verdeutlichen die Vielfalt der möglichen inhaltlichen Schwerpunkte innerhalb des thematischen Feldes Magnete und die Vielfalt der möglichen inhaltliche Zugänge zum physikalischen Oberthema Magnetismus. Außerhalb dieser beobachteten Situationen haben Schüler*innen sich mit zahlreichen weiteren Teilaspekten und -themen beschäftigt, u. a. mit Wechselwirkungen zwischen Dauermagneten und ferromagnetischen Stoffen, mit Elektromagnetismus oder Kompassen.

„Balance of Power“ ist zwar als Spiel mit eigenen Regeln konzipiert, zeigt aber „keine Spuren einer didaktischen Absicht“ (Gruschka 2011: 65) und wurde nicht explizit zu didaktischen Zwecken konstruiert. Aus der Manipulation der Magnetkugeln im Spiel und den Beobachtungen heraus bietet „Balance of Power“ aber gleichzeitig vielfältige Möglichkeiten zur Auseinandersetzung mit magnetischen Wechselwirkungen, die letztlich, sozusagen ‚im Hintergrund‘, das Spiel erst möglich machen bzw. den Spielerfolg bestimmen.

Die Experimentieraufgabe „*Was kannst du über Magnete herausfinden*?“ ermöglicht den Schüler*innen eine Neu- und Uminterpretation zur Verfügung stehender Materialien und eröffnet explorative Aneignungsprozesse. Es bestehen z. B. mehrere Handlungsmöglichkeiten mit den Magnetkugeln aus „Balance of Power“, die den Schüler*innen nicht vorgeschrieben werden. Sie können eigenen Fragen nachgehen und eigene Experimente entwerfen oder mit den zur Verfügung stehenden Materialien explorieren, wie es beispielsweise die Entwicklung der ‚Magnetraupen‘ zeigt, die S#6 und S#7 über den Tisch ‚jagen‘ lassen. Weiterhin vergleichen die Schüler*innen die Magnetkugeln mit einem Hufeisenmagneten und beobachten selbständig das Abstoßen zweier Magnetkugeln. S#8 dagegen scheint, zumindest zu Beginn, „Balance of Power“ im intendierten Sinn spielen zu wollen, mit dem Ziel, die neun Magnetkugeln auf die Löcher von neun Holzklötzen zu verteilen. S#6 und S#7 dagegen nutzen die Magnetkugeln, als Teil des Spiels, die meiste Zeit nicht im intendierten Sinn, sondern für ihre ‚Magnetraupen‘ (s. Kap. 7.4.3). Dies ist im Verständnis des didaktischen GOFEX-Konzeptes durchaus legitim und wird auch dadurch gestützt, dass es keine dezidierte Anleitungskarte zu dem Spiel gibt. Das Spiel soll vielmehr als Material „für sich“ stehen und den Schüler*innen Affordanzen machen.

Die methodisch-inhaltliche Offenheit der Aufgabenstellung wird von den Schüler*innen, die ich beobachtet habe, auf sehr unterschiedliche Weise aufgenommen und genutzt:

(1) Die Schüler S#6 und S#7 nutzen das physikalische Spiel „Balance of Power“ zunächst gemäß seiner offensichtlichen bzw. implizierten Spielstruktur (s. Kap. 7.4.3): Sie legen „*zwei der Magnetkugeln auf weitauseinanderliegende Löcher*“, sodass diese liegen bleiben und sich nicht gegenseitig abstoßen. Die Beobachtung, dass die dritte Kugel, die S#6 auf den mittleren Holzklotz liegt, diese beiden bereits aufliegenden Magnetkugeln abstößt, initiiert einen Dialog der beiden Schüler über die Spielstruktur und eine Aushandlung bzgl. der Regeln: „*‚Die müssen liegen bleiben‘, woraufhin S#7 ergänzt: ‚Ja und sind alles Magnete bestimmt!*“ Nach einer kurzen Phase des konzentrierten, angestrengten Nachdenkens besprechen S#6 und S#7 gemeinsam das Vorgehen innerhalb des Rahmens, den das Spiel nach ihren Regeln vorgibt: „*Am besten legen wir Kugeln erst außen hin und erst ganz am Schluss nach innen. Weil eben hat das ja nicht funktioniert*“. Sie entwickeln

ihr Vorgehen ausgehend von den bisherigen Erfahrungen und Beobachtungen und zeigen m. E. einen lösungsorientierten bzw. problemlösenden Umgang.

Nach der Interaktion mit der Lehrerin LP#5, auf die ich im nächsten Kapitel ausführlich eingehe, deuten S#6 und S#7 das Material um, indem sie aus den Magnetkugeln ‚Raupen' bauen. Sie nutzen die Magnetkugeln, als Teilelement des Spiels, somit zweckentfremdet bzw. außerhalb des Spiels: *„Sie greifen ihre jeweilige Raupe an der vordersten Kugel und ziehen sie [...] über den Tisch, weichen sich dabei immer gegenseitig aus, berühren sich gegenseitig also nicht. Durch die Anziehungskraft fallen die Magnetraupen nicht auseinander*". Im explorativen und teilweise m. E. auch animistischen Spiel erfahren die Schüler magnetische Anziehungskräfte. Später untersuchen die Schüler, in meinen Augen vergleichsweise zielgerichtet, den Einfluss eines Hufeisenmagneten auf die Magnetraupe und die Wechselwirkungen zwischen zwei Hufeisenmagneten (Anziehung, Abstoßung).

Die Auseinandersetzung von S#6 und S#7 mit den Magnetkugeln und den Hufeisenmagneten belegt, wie die Schüler sich die offene, erkenntnisorientierte Experimentieraufgabe durch (animistisches) Spiel und Exploration *zu eigen machen* und ein selbstbestimmtes Vorgehen mit dem Experimentiermaterial entwickeln. Aus dem spielerisch-explorativen und selbstbestimmten Zugang heraus lassen sich induktiv physikalische Gesetzmäßigkeiten (hier: Anziehung, Abstoßung) erschließen – ganz im Sinne der GOFEX-Modulebene 3 „Freies Explorieren, Experimentieren und Problemlösen", die hier als ursächliche Bedingung auf die Aushandlung von Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren wirkt.

(2) Die Schülerin S#8 „beginnt damit, die Magnetkugeln auf den Holzklötzen zu verteilen" (Kihm & Peschel 2024: 316). Auch S#8 befasst sich mit ‚Anziehung und Abstoßung' als Teilaspekt des Oberthemas Magnetismus „wobei die magnetische Wirkung im intendierten Spiel [...] strategisch genutzt werden kann (z. B. auch durch Überlegungen zur mit zunehmendem Abstand zwischen den Magneten abnehmenden magnetischen Wirkung)" (ebd.). Gleichzeitig zeigt die Situation jedoch m. E., „wie die Interaktions- und Kommunikationsprozesse zwischen der Schülerin und der Lehrerin die grundlegenden Beteiligungs- und Entscheidungsprozesse im GOFEX ‚unterwandern' und ein undemokratisches Experimentier-Paradigma forcieren" (ebd.): Nachdem S#8 drei Magnetkugeln auf den Holzklötzen platziert hat, *„kommt LP#6 an den Tisch und stellt sich hinter die Schülerin. Sie beugt sich über ihren Rücken und fragt: ‚Was ist das?'"* Sie *„greift nach einer der Magnetkugeln [...] und platziert sie wieder auf demselben Holzklotz"*. Der selbstgewählte Zugang der S#8 zum Themenfeld „Magnete" über das Spiel „Balance of Power" wird durch LP#6 erheblich in seiner Offenheit eingeschränkt; das selbstbestimmte Vorgehen der Schülerin wird mehrfach behindert, wie meine Interpretationen im folgenden

Kapitel 7.4.2 nahelegen. Die Interventionen der Lehrperson führen schlussendlich dazu, dass S#8 sich neu orientiert und einer magnetischen Pferderennbahn zuwendet.

Die ursächliche Bedingung der Situation „Balance of Power“ ist, zusammenfassend, eine didaktisch bewusst offen gehaltene Experimentieraufgabe „*Was kannst du über Magnete herausfinden*?“, die eine erkenntnisorientierte Fragestellung beinhaltet. Im Sinne des didaktischen GOFEX-Konzeptes ist dabei intendiert, den Schüler*innen einen hohen Grad an Freiheit in Bezug auf die Themenwahl, den Materialzugang und eine selbstbestimmte Vorgehensweise zu ermöglichen und sie zu einer selbstständigen Auseinandersetzung mit dem Phänomenbereich Magnetismus anzuregen, vor dem Hintergrund organisatorischen Freiheiten (Sozialform, Arbeitsort, Zeiteinteilung). Sie eröffnet den beobachteten Schüler*innen m. E. vielfältige Freiräume zur selbstbestimmten, explorativen und auch spielerisch-animistischen Auseinandersetzung mit Phänomenen des Magnetismus.

Gleichzeitig deutet sich bereits hier an, dass diese Offenheit keine Garantie für selbstbestimmtes Experimentieren ist, wenn Lehrpersonen restriktive, instruierende Muster etablieren: Obwohl die Experimentieraufgabe selbst eine große methodisch-inhaltliche Offenheit intendiert, werden von LP#6 normative Erwartungen an ein ‚richtiges‘ Spielhandeln der S#8 eingeführt, die die Handlungsmöglichkeiten der Schülerin stark einengen. Die erkenntnisorientierte Grundidee der Experimentieraufgabe wird damit partiell ausgehebelt.

Nicht nur die Experimentieraufgabe an sich, sondern die Art und Weise, wie die Schüler*innen und die Lehrpersonen mit dieser offenen Aufgabenstellung umgehen und diese Offenheit im sozialen Kontext einlösen oder einschränken, ist entscheidend für die Aushandlung von Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren in der Situation „Balance of Power“, wie meine Interpretationen im folgenden Kapitel 7.4.2 zeigen.

7.4.2 Kontext sowie Handlungs- und Interaktionsmuster

Der soziale Kontext der „Balance of Power“-Situation ist durch zwei separate Interaktionen geprägt: eine Interaktion zwischen S#6 und S#7 mit LP#5 und eine weitere Interaktion zwischen S#8 und LP#6. Dabei lassen sich unterschiedliche Handlungs- und Interaktionsmuster der Schüler*innen bzw. der beiden Lehrerinnen erkennen. Meine Interpretation erfolgt deshalb nachfolgend getrennt für diese beiden Interaktionsverläufe.

Die Interaktion (1) beginnt als Interaktion zwischen S#6 und S#7 und wird erst später zu einer Interaktion *mit* der Lehrerin LP#5 ergänzt bzw. erweitert. Die Interaktion zwischen S#6 und S#7 verläuft also zunächst ungestört von Eingriffen oder Interventionen.

Die beiden Schüler setzen sich gemeinsam an den Tisch mit dem Spiel „Balance of Power“ und beginnen selbstständig zu explorieren. Sie greifen simultan nach den Ku-

geln, platzieren diese in großem Abstand auf dem Spielbrett. *„Die Kugeln bleiben – bedingt durch den Abstand – liegen und stoßen sich nicht gegenseitig ab“*. Als sie eine Kugel in die Mitte setzen, lösen sie eine Art ‚Kettenreaktion' aus, die sie überrascht und amüsiert: *„Als S#6 eine Magnetkugel auf den mittleren Holzklotz legt, springen alle übrigen Magnetkugeln von den Holzklötzen runter und rollen über den Tisch. Die beiden schauen sich sofort und ruckartig an, reißen die Augen weit auf, lachen dann*." Die geteilte Überraschung über die beobachtete Abstoßung der Magnetkugeln führt unmittelbar zu einer ersten (vorsichtigen) Deutung des Geschehens: *„[...] sind alles Magnete bestimmt“*. Die affektive Beteiligung der Schüler (v. a. Blickkontakt, Lachen) deute ich als gemeinsames Interesse, große Aufgeschlossenheit gegenüber dem Spiel und als intensive Auseinandersetzung mit dem Wegspringen der Kugeln. Die Schüler reagieren aber nicht nur emotional, sondern sie beginnen gleichzeitig, über das Material zu reflektieren, erste Hypothesen zu formulieren und Handlungsstrategien abzuleiten: *„‚Die müssen liegen bleiben'"* und *„‚Am besten legen wir Kugeln erst außen hin und erst ganz am Schluss nach innen. Weil eben hat das ja nicht funktioniert“*" Diese handlungsstrategische Planung erfolgt auf Basis eines gemeinsam erlebten ‚Fehlversuchs'. Die Schüler S#6 und S#7 definieren die Herausforderungen, denen sie gegenüberstehen, und entwerfen Lösungswege im Sinne eines selbstbestimmten Vorgehens. Sie interpretieren dabei selbst, was funktioniert hat, formulieren eigene Regeln, probieren diese aus – sie strukturieren ihren Lernprozess selbst. Dabei führen dieses gemeinsame, dialogische Aushandeln der Regeln und das strategische Planen in meinen Augen überhaupt erst dazu, dass das Materialset, bestehend aus dem Spielfeld aus Holzklötzen und den Magnetkugeln, für die Schüler mit Bedeutung gefüllt wird. Das Handeln der Schüler (Hypothesen formulieren, Handlungsstrategien ableiten) zeigt, dass sie das Phänomen der Abstoßung beobachtet und selbständig gedeutet haben. Die Aussage, es *„sind alles Magnete bestimmt“*, stellt eine entsprechende erste fachliche Schlussfolgerung aus einer Beobachtung dar. Die Äußerung *„die müssen liegen bleiben“* zeigt, dass S#7 die kultivierte, inskribierte Spielidee von „Balance of Power“ intuitiv erfasst hat, auch wenn andere Handlungs- und Nutzungsweisen mit dem Spielmaterial denkbar wären (und ich solche später auch noch beobachten konnte; s. u.).

LP#5 tritt in die bereits laufende, selbstbestimmte Exploration der Schüler ein und fragt die beiden, als S#7 gerade seine Strategie versprachlicht: *„‚Was macht ihr? Habt ihr ein Spiel gefunden*?'" Der Tonfall ihrer Fragen wirkt neugierig auf mich. Die erste Frage ist offen. Die zweite Frage konkretisiert die erste und knüpft an das vorzufindende Materialsetting an, sie ist zwar geschlossen formuliert, aber pragmatisch in meinem Verständnis dennoch eine Kommunikationsaufforderung an die Schüler. LP#5 nähert sich den Schü-

lern und zeigt Interesse an ihren Handlungen bzw. am Lernen der Schüler. Die beiden Fragen, mit denen LP#5 die Schüler ‚kontaktiert', deute ich deshalb subjektorientiert.

Unmittelbar auf die beiden Fragen folgt jedoch eine Intervention, die m. E. eine tendenzielle Lenkung darstellt: LP#5 greift, ohne zu fragen oder dies anzukündigen, nach zwei Magnetkugeln und *„bewegt sie aufeinander zu, sie stoßen sich gegenseitig ab"*. Dies beobachtet m. E. die Lehrerin und formuliert zugleich eine eigene Deutung der Beobachtung: *„Oh das sind neun Magnete, als Kugeln. Müsst ihr die da drauflegen?"* Mit dieser Aussage impliziert LP#5 eine ‚richtige' Spielweise resp. Nutzung der Magnetkugeln im Sinne von Spielregeln, wobei das Modalverb ‚müssen' hier in seiner Referenz unklar ist.[255]

LP#5 beendet ihre Intervention sehr schnell wieder und zieht sich aus der Situation zurück: *„‚Ich lasse euch mal in Ruhe spielen!' Sie geht weg vom Tisch und lässt die beiden Schüler zurück*". Die Beendigung der Intervention sehe ich zwiespältig: Einerseits signalisiert LP#5 den Schülern, dass sie deren eigenständige Auseinandersetzung wertschätzt und nicht regulierend eingreifen möchte. Dieses Signal könnte das selbstbestimmte Vorgehen der Schüler prinzipiell unterstützen – sowohl in Respekt vor der bisherigen Auseinandersetzung der Schüler als auch in Vertrauen in ihre weitere Auseinandersetzung. Der Satz könnte dann als bewusstes Nicht-Intervenieren gelesen werden. Obwohl ihre vorherige Intervention leicht lenkend war, zieht sich LP#5 hier zurück und gewährt S#1 und S#2 wieder mehr Raum für ihre eigene Auseinandersetzung. Dies ermöglicht es den Schülern, ihre Exploration ungehindert und selbstbestimmt fortzusetzen.

Andererseits hat LP#5 den bereits entwickelten Deutungsrahmen der Schüler im Hinblick auf „Balance of Power" in meinen Augen aber bereits deutlich beeinflusst, denn direkt nach ihrem Weggang (bzw. eigentlich schon kurz zuvor; s. u.) verändern die Schüler ihre Umgangsweise mit dem Experimentiermaterial zum Spiel „Balance of Power".

Als LP#5 noch anwesend ist, bejaht S#7 zwar nonverbal-nonvokal per Nicken, dass man die Magnetkugeln auf die Holzklötze verteilen muss, doch bereits *während* LP#5 spricht (und erst recht *nach* dem Weggang der Lehrerin) verschiebt sich die Auseinandersetzung mit „Balance of Power" für die beiden Schüler von den Spielregeln/der Spielstruktur ‚als Ganzes' hin zur haptischen Materialexploration der einzelnen Magnetkugel

---

[255] Das Materialset bzw. Spiel „Balance of Power" (Holzklötze, Magnetkugeln) wird am GOFEX-Tag auf Modulebene 3 *nicht* mit einer Anleitung, Spielregeln oder einer spezifischen Experimentieraufgabe (s. Kap. 7.4.1) präsentiert. Es bleibt also unklar, wodurch ein ‚drauflegen Müssen' der Magnetkugeln aus Sicht der Lehrerin verursacht sein soll. Denkbar wäre höchstens, dass LP#5 präsupponiert, dass ein/eine GOFEX-Dozierende/r die Schüler angewiesen hat, „Balance of Power" *so* (und nicht anders) zu spielen. Jetzt ist es, unabhängig von der konkreten Verursachung (s. u.), so, dass die Schüler „Balance of Power" genauso spielen, wie es in den am GOFEX-Tag nicht präsentierten Spielregeln vorgesehen ist. Warum die Schüler „Balance of Power" so spielregelkonform spielen, ob sie das Spiel bereits aus anderen Kontexten kennen oder das Spielmaterial genau solche Handlungsweisen nahelegt (s. Kap. 7.4.3), ist für meine Interpretation des sozialen Kontextes und der Interaktionen nicht weiter entscheidend.

(*während LP#5 spricht, halten S#6 und S#7 je eine Magnetkugel „in Händen, umklammern und bewegen bzw. erfühlen sie in der zur Faust geballten Hand"*) und zur Exploration mehrerer Magnetkugeln: *Nach dem Weggang der LP#5 nehmen die beiden „nun jeweils die Hälfte der Magnetkugeln in die Hand, sodass alle Kugeln vom Tisch aufgenommen wurden. Das Spielfeld schiebt S#6 schließlich ans andere Ende des Tisches"*. Das nonverbale Handeln der beiden Schüler, jeweils eine Magnetkugel in Händen zu halten und zu erfühlen, deute ich als Behauptung der eigenen Entscheidungsmacht: S#6 und S#7 behalten damit die Kontrolle über das Material und signalisieren damit, dass sie ihre eigene Auseinandersetzung bestimmen möchten, selbst, während die Lehrperson spricht.

Durch die kurze Unterbrechung erfolgt also in meinen Augen bereits ein Fokuswechsel: Nachdem LP#5 durch ihre Frage „*Müsst ihr die da drauflegen?*" eine Normierung oder Standardisierung bzgl. ‚richtiger' Spielweise impliziert hat, beenden S#6 und S#7 die vorherige Spielweise in diesem Sinne. Anstatt das Brettspiel also weiterhin ‚regelkonform' zu verwenden, konstruieren sie zwei ‚Magnetraupen' aus den Kugeln – ein deutlicher Ausdruck eigener Deutungshoheit über das Material, aber auch eine Art Absage an die von LP#5 nahegelegte Regel, die Magnetkugeln „*da [auf die Holzklötze] drauf[zu]legen*".

Dass S#6 „*das Spielfeld [...] schließlich ans andere Ende des Tisches"* schiebt, während die beiden Schüler die Magnetkugeln festhalten, leitet in meiner Interpretation eine radikale Umdeutung der Spielmaterialien ein: Sie lösen sich im Folgenden vollständig von der ursprünglichen Spielidee, was m. E. das Wegschieben des Spielbrettes symbolisiert, und gestalten das Material für ihre eigenen Zwecke um. Dass sie mit den Magnetkugeln neue Gebilde konstruieren, die ich als ‚Magnetraupen' bezeichnet habe, verdeutlicht die Offenheit ihres Experimentierens. Die Experimentieraufgabe lässt diese methodisch-inhaltliche Offenheit zu.

„*Die beiden Schüler beginnen damit, aus den Magnetkugeln jeweils eine Art Raupe zu formen [...]. Sie greifen ihre jeweilige Raupe an der vordersten Kugel und ziehen sie in wellenförmigen, schlangenähnlichen Bewegungen über den Tisch*." Diese Spielidee zeigt die Kreativität der Schüler und ihr selbstbestimmtes Vorgehen, Materialien auch anders zu nutzen als vorgesehen bzw. intendiert. Sie nutzen eine Eigenschaft des Materials (magnetische Anziehung), um eine neue, aus ihrer Sicht sinnvolle Umgangsform zu schaffen. Während des animistischen Spiels mit den Magnetraupen interagieren S#6 und S#7 zunächst primär nonverbal (ausweichen, lachen) miteinander. Gleichwohl deute ich ihr gemeinsames Spiel als konzentrierte, intensive, versunkende Auseinandersetzung mit den Magneten. Dass sie sich dabei koordiniert verhalten und ihre Spielbewegungen aufeinander abstimmen, zeigt eine implizite soziale Verständigung: Sie „*weichen sich dabei immer gegenseitig aus, berühren sich gegenseitig also nicht*." Später holt S#6 eigenständig einen

Hufeisenmagneten von einem anderen Tisch, was auf eine Initiative zur Erweiterung der bisherigen Materialexploration und ggf. des animistischen Spiels hindeutet. S#6 nutzt die freie Materialzugänglichkeit als Element der Öffnung im GOFEX-Konzept. Er integriert ein neues Element in die Exploration, was wieder für ein selbstbestimmtes Vorgehen spricht.

Zuerst bewegt S#6 „*einen Schenkel des Hufeisenmagneten langsam und in gleichmäßiger Bewegung auf seine Magnetraupe zu*. *Die Magnetraupe wird [...] angezogen*". Erst wiederholt er diese Handlung mehrmals, dann variiert S#6 und hält „*den anderen Schenkel desselben Hufeisenmagneten an dieselbe Magnetkugel*". Nun beobachtet er, wie „*die Magnetraupe [...] abgestoßen*" wird und sich „*in schlängelnden Bewegungen auf dem Tisch [windet]"*. S#7 beobachtet dies zunächst, greift die Experimentierhandlung seines Peers auf, holt sich schließlich ebenfalls einen Hufeisenmagneten vom Nachbartisch und „*nähert den Hufeisenmagneten an den anderen Hufeisenmagneten an* [...], *so, dass beide Schenkel sich mit lauten Klirrgeräuschen anziehen*". Anschließend explorieren die beiden Schüler mit beiden Hufeisenmagneten und „*wiederholen [...] das Anziehen und Auseinanderziehen der beiden Hufeisenmagnete"* einige Male, bevor sie das Abstoßen zweier Hufeisenmagnetschenkel entdecken und auch hier reproduktives Handeln zeigen: „*Dann pressen sie die Schenkel einige Sekunden aneinander, was sie einiges an Kraft kostet*.

Das Experimentieren mit dem Hufeisenmagneten und den Magnetraupen sowie das gezielte Annähern und Abstoßen zweier Hufeisenmagnete ist in meinen Augen ein systematisches, selbstbestimmtes Vorgehen zur Erschließung grundlegender magnetischer Phänomene der Anziehung und Abstoßung. Ihr Experimentierhandeln ist geprägt von geteiltem Staunen, gemeinsamem Lachen, kooperativem Spiel und wechselseitigem Lernen – ganz im Sinne ko-konstruktiver, selbstbestimmter Lernprozesse.

Am Ende dieser Interaktion beschließen S#6 und S#7 die Auseinandersetzung mit „Balance of Power" und den Hufeisenmagneten zu beenden und „*woanders [zu] gucken*".

In der Interaktion (1) zwischen S#6 und S#7 sowie LP#5 sind die Schüler sowohl in der Zielbestimmung und thematischen Ausgestaltung (*was will ich herausfinden*?) als auch im methodischen Vorgehen (*wie will ich das herausfinden*?) frei und agieren entsprechend selbstbestimmt. Sie probieren aus, explorieren, reflektieren, revidieren und beenden *ihr* Experiment schließlich. LP#5 agiert zuerst zurückhaltend. Kurz nachdem sie steuernd eingreift, zieht sie sich ganz zurück ‚und lässt die Schüler machen'.

Konträr zu den beiden Schülern erlebt S#8 eine Interaktion mit LP#6, die ihre Entscheidungsfreiheit und Handlungsmöglichkeiten wesentlich stärker einschränkt, was schließlich zu einem Rückzug der S#8 führt! Während S#6 und S#7 weitgehend selbstbestimmt

vorgehen konnten, weil LP#5 sich zurückgezogen hat, zeigt sich, dass LP#6 der Schülerin S#8 – v. a. nonverbal – kaum Raum für ein selbstbestimmtes Vorgehen lässt.

Nachfolgend interpretiere ich diese Interaktion (2) zwischen S#8 und LP#6 im Detail:

S#8 nähert sich dem „Balance of Power"-Spiel allein. Ohne, dass sie eine Spiel- oder Experimentieranleitung vor sich liegen hat, definiert sie für sich selbst eine Umgangsweise mit dem Spielmaterial, indem sie *„drei Magnetkugeln auf den Holzklötzen platziert."* Diese Spielweise stimmt mit der im eigentlichen Spiel intendierten überein.[256]

In diesem Moment kommt LP#6 an den Experimentiertisch. Anstatt zunächst zu beobachten, fragt die Lehrerin direkt: „*Was ist das?*" Was den Anschein einer „information seeking question" (Mehan 1979; Holzkamp 1995) macht, die einen echten kommunikativen Freiraum eröffnet, relativiert sich m. E. als kontrollorientierte Frage, wenn man den vorwurfsvollen Tonfall und die Körperhaltung der LP#6 beobachtet: Sie „*stellt sich hinter die Schülerin*" und „*beugt sich über ihren Rücken*". Diese physische Positionierung deute ich als dominierend und kontrollierend. Das „über die Schultern Schauen" und die Frage „*Was ist das*?" implizieren m. E. „eine Kontrolle des Schülerinnenhandelns: Die Lehrerin beugt sich von hinten über die Schülerin und kann so unversperrte Einblicke auf den Experimentiertisch gewinnen" (Kihm & Peschel 2024: 317). Das Schauen über die Schultern dringt in den persönlichen Raum der S#8 ein und „wird ggf. von ihr als zu nahe (wenig distanziert) und unangenehm empfunden" (ebd.). Für diese Deutung spricht, dass S#8 „der Lehrerin zunächst nicht antwortet und sich auch nicht zwecks Blickkontakt zu ihr dreht" (ebd.). Die Frage bleibt verbal-vokal unbeantwortet. Erst als LP#6 sich neben die Schülerin sitzt, erwidert diese den Blickkontakt. LP#6 reagiert auf das anhaltende Schweigen nicht mit einer erneuten Einladung zum Gespräch im Sinne einer Nachfrage, sondern setzt sich *ungefragt* neben S#8. Das körpersprachliche Handeln der LP#6 (hinter S#8 stehen, über den Rücken beugen, über die Schultern schauen, sich ungefragt direkt neben sie setzen) lässt sich m. E. insgesamt und kongruent als bedrängend beschreiben.

Nachdem LP#6 sich ungefragt neben S#8 gesetzt hat, greift die Lehrerin, „wiederum, ohne dies anzukündigen oder um Erlaubnis zu fragen" (ebd.), *„nach einer der Magnetkugeln, die S#8 bereits auf einen Holzklotz gelegt hat, [...] schüttelt sie leicht und platziert sie schließlich wieder auf demselben Holzklotz. Eine andere Magnetkugel versetzt sie vom mittleren Holzklotz weiter nach außen*." Anschließend *„greift [sie] nach einer neuen Mag-*

[256] Für *meine* Interpretation, die sich auf den sozialen Sinn der Interaktion bezieht (s. Kap. 2.1), spielt es keine Rolle, *warum* S#8 nun „Balance of Power" spielt, sondern *wie* (und *mit wem*) sie sich damit (zunächst allein, ...) auseinandersetzt. Es geht also nicht um die Rekonstruktion subjektiver Handlungsbegründungen und individualpsychologischer Intentionen, sondern um die Rekonstruktion sozialer Handlungsmuster und dahinterliegender sozialer Sinnstrukturen (vgl. Kleemann et al. 2013).

netkugel, die sie auf einem Holzklotz ablegt". LP#6 „greift hierbei deutlich – und ungefragt! – in das Handeln und damit das individuelle Lernen der Schülerin ein. Die körpersprachlich-gestischen Handlungen der Lehrerin sind übergriffig, denn sie sind räumlich distanzlos, invasiv und [...] ignorieren die methodischen und organisatorischen Entscheidungen der Schülerin, hinsichtlich der Sozialform" (ebd.) und Vorgehensweise.

Die Lehrerin übernimmt die Kontrolle über das Material. Sie dominiert die Situation, ohne dass sie das bisherige Handeln der Schülerin beobachtet oder sie nach ihrem Denken oder Interesse befragt hat. Anstatt die Initiative der Schülerin zu unterstützen oder ihre Strategien nachzuvollziehen, verändert LP#6 ungefragt das Materialarrangement/ den Spielstand der Schülerin, indem sie die Magnetkugeln illegitimerweise verschiebt.

Hinzu kommt ein raumgreifendes, übergriffiges Körperhandeln: Während LP#6 die Magnetkugeln umplatziert, rückt die Lehrerin immer näher an die Schülerin und das Spiel heran und *„beugt sich [...] mit dem Oberkörper und den Schultern ganz über das ‚Balance of Power'"*, sodass sie der Schülerin den Blick abschneidet. S#3 muss sich umsetzen, *„um es wieder sehen zu können."* Diese körperliche (Um-) Positionierung verdeutlicht eine Machtasymmetrie, in der LP#6 nicht nur den Materialumgang und die Handlungen bzw. das Spiel dominiert, sondern auch den physischen Raum der Schülerin. Der Fokus der LP#6 scheint auf der eigenen Auseinandersetzung mit dem Spiel zu liegen, von dem sie den Blick nicht mehr abwendet, und nicht auf einer Unterstützung der Schülerin. Vielmehr behindert sie den Lernprozess der Schülerin, indem sie den Handlungsraum, aber auch den Beobachtungs- gleich Sichtraum der S#8 massiv einschränkt.

Die Zuständigkeit für das Spiel geht von der Schülerin auf die Lehrerin über. S#8 scheint die Interventionen der LP#6, vom Betrachten der Kugel über das Versetzen einer Kugel bis hin zum Versperren der Sicht, zu erdulden, ohne sich dagegen zu wehren. Die Folge ist eine nonverbale, aber sehr deutliche Rückzugsbewegung der Schülerin, die in meinen Augen ihre Enttäuschung und Frustration symbolisiert: S#8 legt *„die Magnetkugel, die sie die ganze Zeit in Händen hielt, auf dem Tisch ab, atmet tief ein und aus, sackt mit Körper und Kopf etwas zusammen, schnauft bzw. seufzt leise hörbar und wirkt sichtlich enttäuscht auf mich."* Die Schülerin antwortet der Lehrerin *nicht* verbal, erwidert ihren Blickkontakt nur sehr zögerlich, möchte sich also offensichtlich nicht austauschen. S#8 bringt auch keine eigenen Ideen mehr ein bzw. setzt das „Balance of Power" nicht fort. Ihr Blick wandert stattdessen im Raum umher, bis er auf die Pferderennbahn fällt, der sie sich schließlich zuwendet. Dieser Wechsel zum neuen Material erfolgt aber nicht initiativ-explorativ, sondern resignativ – als stiller Rückzug aus einer als übergriffig empfundenen Interaktion, in der die eigene Handlungsmacht zunehmend marginalisiert wurde.

Der Wechsel ist m. E. als Versuch zu interpretieren, die eigene Selbstbestimmtheit durch einen Themen- und Materialwechsel zurückzugewinnen. Die Schülerin ‚entflieht' „aus der ungewollten und aufgezwungenen (und undiskutierten/ unkommentierten) ‚gemeinsamen' Auseinandersetzung mit ‚Balance of Power'" (ebd.: 318) hin zu einer alternativen, *eigenen* Auseinandersetzung mit einem anderen Experimentiermaterial. Die Schülerin „sieht nur noch einen Ausweg: ‚Abbruch der bisherigen Lernsituation: Flucht'" (ebd.).

Nachdem die beiden einige Zeit nebeneinander mit der Pferderennbahn (S#8) bzw. dem „Balance of Power" (LP#6) spielen, übernimmt die Lehrerin wieder die dominante, steuernde Rolle: Als es ihr gelingt, fünf (von neun) Magnetkugeln auf die Holzkötze zu legen, spricht die Lehrerin S#8 an und fordert die Schülerin scheinbar zur ‚Zusammenarbeit' auf: *„Hilf mir mal! Wir wollten doch zusammenarbeiten!"* „Hilf mir mal!" ist „als Aufforderung zu deuten und bekommt durch die Modalpartikel ‚mal' eine Dringlichkeit und Notwendigkeit (im Sinne von ‚endlich mal')" (ebd.). Dieser Aufforderung kann S#8 fast nicht widersprechen, insbesondere, da sie von ihrer Lehrerin stammt. „Wir wollten" enthält eine rhetorische Zuschreibung von Freiwilligkeit, erzeugt aber faktisch eine soziale Verpflichtung. Das pluralmarkierende Personalpronomen „wir" impliziert, „es gäbe eine Absprache bzw. Verabredung (zwischen Lehrerin und Schülerin), sich gemeinsam mit ‚Balance of Power' zu befassen – solch eine Aushandlung konnte jedoch vorher nicht beobachtet werden" (ebd.) und wirkt angesichts der Kommunikation zwischen den beiden m. E. auch nicht sehr plausibel. „Zusammenarbeiten" erscheint als lockere ‚Verabredung' widersprüchlich zur eindringlichen Aufforderung und zum vorher exkludierenden Handeln der Lehrerin: Die Aufforderung *„Hilf mir mal*!" und das beobachtete Körperhandeln der LP#6 unterlaufen diese lockere ‚Verabredung'; „insbesondere die zunehmende auch räumliche Vereinnahmung von ‚Balance of Power' durch die Lehrerin" (ebd.; Proxemik: LP#6 sitzt direkt hinter dem Spiel und S#8 kann nur noch seitlich draufschauen) verdeutlicht die Hierarchie und die Steuerung der Handlungen der S#8 durch LP#6 – „es deutet sich eine Verstärkung und Zementierung von Machtverhältnissen an" (ebd.).

Die Lehrerin „setzt ihre Entscheidungen durch und konterkariert damit die Beteiligung" (ebd.: 319) der Schülerin. Was sie als ‚Zusammenarbeit' möchte, entspricht in meinen Augen keinem Austausch auf Augenhöhe und keiner gleichberechtigten Kooperation, sondern einer Aufforderung, die Handlungsidee der Lehrperson zu unterstützen. Es handelt sich um eine fremdbestimmte Kooperation, die S#8 pflichtbewusst, pragmatisch-distanziert und ohne erkennbare Eigeninitiative annimmt: *„S#8 legt die Pferderennbahn auf dem Nebentisch ab und wendet sich ‚Balance of Power' zu"*. Die Lehrerin stellt mit der Formulierung *„Wir wollten doch zusammenarbeiten"* in meinen Augen ihren bislang nicht

kommunizierten Anspruch auf Zusammenarbeit wieder her, dem S#8 sich nicht ohne deutliche Gegenartikulation entziehen kann (zumal es gesellschaftlich und v. a. in diesem pädagogischen Verhältnis erwünschtes Verhalten ist, sich gegenseitig zu helfen).

Dass die Lehrerin „*direkt hinter dem Spiel*" sitzt, es also räumlich vereinnahmt, während S#8 seitlich sitzt und somit auch nur „*seitlich draufschauen*" kann, verdeutlicht wieder die Einfluss-, Kontroll- und Machtverhältnisse: LP#6 dominiert das Spiel und den physischen Raum der Schülerin. Das Material ist nun räumlich wie symbolisch der Lehrerin zugeordnet. Als „Erwachsene verfügt [sie] [...] über mehr ‚Macht' ihre Rahmungen und entsprechend rollenkonformes Verhalten von Kindern durchzusetzen" (Nentwig-Gesemann et al. 2012: 60). S#8 kann sich nur „seitlich" beteiligen – was ich als Metapher für ihre mittlerweile ‚an den Rand gedrängte' Position in der Interaktion sehen würde.

Der einzige Vorschlag der Schülerin zur Lösung des Spiels („*Da muss eine Kugel drauf, dann heben die vier Ecken sich gegenseitig auf!"*) wird von LP#6 abgelehnt: „*LP#6 schüttelt wild und hektisch den Kopf: ‚Nein, nein! Es muss auch anders gehen!'*" „Verbalsprachlich signalisieren die doppelte Negation und das Modalverb ‚müssen', dass der Lehrerin der Schülerinnenvorschlag deutlich missfällt und sie nach einer anderen (eigenen) Vorgehensweise sucht" (Kihm & Peschel 2024: 319). Diese deutliche Botschaft der LP#6 wird von ihr nonvokal (durch hektisches und wildes Kopfschütteln) sowie vokal (durch die Strenge des Tonfalls, mit der die Äußerung moduliert wird) unterstützt. Die Herangehensweisen und Erkenntnisse der Schülerin werden auch nicht – wie im Sinne des didaktischen GOFEX-Konzeptes (s. Kap. 5.4) – „an die Schülerin zur eigenen Überprüfung zurückgespiegelt, sondern eindeutig übergangen" (ebd.). LP#6 „tritt in Bezug auf die Lerninhalte ähnlich übergriffig und bedrängend auf wie zu Beginn" (ebd.) der Interaktion mit der Schülerin (Proxemik). Das ist eine deutliche Zurückweisung einer Beteiligung der Schülerin: LP#6 entscheidet allein, wie das Spiel ‚zu funktionieren hat', und übernimmt vollständig die Kontrolle über das Material und die Deutung: „*Die Lehrerin greift nach zwei weiteren Magnetkugeln, eine davon führt sie langsam und in gleichmäßiger Bewegung über die Holzklötze. als die anderen Kugeln beginnen, sich zu drehen und zu wackeln, hebt LB#6 die Kugel in der Hand ruckartig nach oben und bewegt die Kugel schließlich auf den Holzklotz zu, auf den S#8 eben gezeigt hat. Dort kann sie ihn ablegen*". Zudem signalisieren die Handlung der Lehrerin und ihre Äußerung „*Nein, nein! Es muss auch anders gehen"* der Schülerin, dass ihre Ideen nicht willkommen oder nicht „richtig" sind. Die Beteiligung und Leistung der Schülerin wird damit massiv abgewertet, zumal LP#6 anschließend selbst erfolgreich eine Magnetkugel auf dem Spielfeld ablegt, allerdings perfiderweise just auf den Holzklotz, den S#8 zuvor angezeigt (bzw. ‚empfohlen') hat.

Die Lehrerin *„atmet laut hörbar erleichtert aus, lächelt, blickt S#8 an: ‚Super gemacht! Gut!'"* Die Erleichterung und das Lob, was durch den Blickkontakt m. E. an S#8 adressiert wird, wirken im Kontext der Interaktion paradox, da LP#6 den zum Erfolg führenden Spielzug ja selbst gefunden hat und den Beitrag der Schülerin verbal-vokal abgelehnt hat, dann aber gleichzeitig dieselbe Lösung ausführt. Diese Paradoxie verstärkt den Eindruck, dass es LP#6 nicht um den Lernprozess der S#8 geht. Die abschließende Bewertung ist als Zuschreibung von Erfolg an die Schülerin paternalistisch: Das Lob wertet ein Geschehen, das die Schülerin gar nicht aktiv vollzogen hat resp. einen Beitrag, der zuvor abgelehnt wurde. Zuletzt zieht S#8 sich endgültig aus der Interaktion mit ihrer Lehrerin zurück: Sie *„sitzt am Nebentisch und hat sich inzwischen wieder der magnetischen Pferderennbahn zugewandt."* Die Schülerin entzieht sich der pädagogischen Inszenierung der Lehrerin; resignativ wendet sie sich erneut einem selbstgewählten Material zu. Dieser Rückzug erscheint als leiser Widerstand gegen eine pädagogische Interaktion in einem offenen Setting, die der Schülerin illegitimerweise keinen echten Handlungsraum lässt. Der Pferderennbahn wendet sich S#8 ggf. auf der Suche nach einem größeren Handlungsraum zu, nachdem ihr selbstbestimmtes Vorgehen wiederholt untergraben wurde.

Die Interaktion zwischen S#8 und LP#6 ist von einer anfangs subtilen, aber klar wirksamen Hierarchie geprägt: Im gesamten Spiel dominiert LP#6 die Interaktion eindeutig. Sie besetzt Material, Raum und Deutungsmacht und übergeht konsequent das selbstbestimmte Vorgehen der Schülerin. Die Handlungsmöglichkeiten der S#8 werden dadurch in meinen Augen, teils schleichend, marginalisiert und auf perfide Weise unterdrückt.

7.4.3 Intervenierende Bedingungen

Die Aushandlung von Selbstbestimmung in der „Balance of Power"-Situation wird wesentlich von organisatorisch-kontextuellen Rahmenbedingungen beeinflusst, die entweder ermöglichend oder begrenzend auf die Handlungs- und Entscheidungsräume der Schüler*innen einwirken. Der GOFEX-**Raum** beispielsweise bietet strukturell prinzipiell sehr gute Voraussetzungen für selbstbestimmtes experimentierendes Vorgehen und exploratives, interessengeleitetes Lernen (s. Kap. 5.4). Die Experimentierfläche bietet an einem GOFEX-Tag zum Thema ‚Magnetismus' verschiedene Experimentiergelegenheiten, ohne dabei überladen zu sein. Die „Balance-of-Power"-Anordnung – *„Das Spielbrett liegt mittig auf dem Experimentiertisch, neun grüne Magnetkugeln liegen daneben"* – stellt eine Anregung dar, die die Schüler*innen dazu einlädt, sich ihr zu nähern. Die Schüler S#6 und S#7 nehmen diese Einladung an, indem sie sich *„an den Experimentiertisch setzen"* und sich dem Spiel zuwenden. Der Experimentiertisch, als räumliches Element der Experimentierfläche, fungiert somit einerseits als fokussierender Ort, der die Aufmerk-

samkeit der Schüler*innen auf ein spezifisches Material lenkt, ohne jedoch andererseits eine Pflicht zur Interaktion zu implizieren. Es gibt prinzipiell räumliche Wahlmöglichkeiten: Experimentiertische mit verschiedenen materialen Angeboten (Pferderennbahn, Angelspiel etc.). Der „Balance-of-Power"-Tisch wirkt aufgrund dieser Wahlmöglichkeiten m. E. als Startpunkt für eine selbstinitiierte Auseinandersetzung der beiden Schüler.

Die räumliche Flexibilität verschiedener Funktionsbereiche (u. a. der Experimentierfläche) ermöglicht es den Schüler*innen, bestimmte Arbeitsorte, im Sinne einer organisatorischen Offenheit, frei zu wählen und nach eigenen Bedürfnissen selbstbestimmt zu nutzen, um eigene Lernwege zu entwickeln. Dies zeigt sich exemplarisch daran, wie selbstverständlich S#6 und S#7 die Experimentierfläche einnehmen: Sie setzen sich nach eigener Wahl an einen freien Experimentiertisch, nutzen diesen Experimentiertisch raumgreifend für ihre Spielhandlungen und verlagern ihre Aktivitäten anschließend auch flexibel und selbstverantwortlich auf benachbarte Tische: Ihre Entscheidung, sich eigenständig an den Experimentiertisch mit dem Spiel „Balance of Power" zu setzen, erfolgt ohne äußere Anleitung oder Zuweisung. Diese flexible und selbstverantwortliche Raumnutzung unterstützt S#6 und S#7 in der Entwicklung ihrer eigenen Interessen: *„S#6 und S#7 setzen sich an den Experimentiertisch und beginnen beide etwa gleichzeitig, zwei der Magnetkugeln auf weit auseinanderliegende Löcher zu legen".* Später wird das Spielfeld ans andere Ende des Experimentiertisches verschoben. Die Schüler reklamieren den Tisch für ihre eigenen Zwecke und lösen sich von der vorgegebenen Anordnung des Arbeitsortes. Dies schafft ihnen den physischen Raum für die Entwicklung der ‚Magnetraupen', einer völlig neuen, selbstkreierten Experimentier- bzw. Spielhandlung.

„*Später greift S#6 nach einem Hufeisenmagneten, der auf einem anderen Tisch liegt. Er hebt ihn hoch und bringt ihn zum Tisch, auf dem beide Magnetraupen liegen*". S#6 und S#7 bewegen sich zwischen den Tischen und bringen die Materialien an ihren zentralen Arbeitsort, was die selbständige räumliche Organisation ihrer Exploration unterstreicht.

Der Vorschlag *„Wollen wir noch woanders gucken?"* und das anschließende eigenständige Aufräumen belegen zudem, wie S#6 und S#7 den Raum als Ausgangspunkt für weitere Explorationen begreifen und selbst strukturieren. Der Raum fungiert als offenes Explorationsfeld und wird aktiv von den Schülern S#6 und S#7 genutzt bzw. ‚eingenommen'. Die physische Aneignung von Raumteilen ist Ausdruck eines aktiven ‚sich den Raum zu eigen Machens' – ein zentraler Aspekt des selbstbestimmten Agierens im GOFEX.

Demgegenüber zeigt sich bei S#8 eine deutlich andere Nutzung der Raumstruktur: Obwohl auch sie zunächst, im Sinne des GOFEX-Raumkonzepts und der organisatorischen Offenheit, selbstständig an einen Experimentiertisch geht, wird ihr Handlungsraum durch LP#6

spürbar eingeschränkt. Die Lehrperson positioniert sich nicht nur sehr nah direkt hinter die Schülerin, sondern schneidet ihr die Sicht auf das Material ab und okkupiert damit sozusagen physisch den Handlungsraum der Schülerin: „*LP#6 beugt sich nun mit dem Oberkörper und den Schultern ganz über das ‚Balance of Power'. Sie schneidet der Schülerin den Blick ab*". Der Tisch wird zum Schauplatz einer Auseinandersetzung um Territorium, in der S#8 zunehmend an den Rand gedrängt wird und sich schließlich umsetzen muss.

Die eigentlich offen und flexibel gedachte Raumnutzung wird durch die körperliche Dominanz der Lehrperson und durch ihr proxemisches Körperhandeln (mit dem Oberkörper und den Schultern über das Spiel beugen) blockiert. Die Schülerin kann den Raum infolge der Dominanz der Lehrerin gar nicht einnehmen, auch ihr Handlungsradius ist deutlich reduziert. Später sitzt LP#6 direkt hinter dem Spiel, während S#8 nur noch seitlich darauf schauen kann. Erneut dominiert LP#6 das Experimentiersetting räumlich: Der Experimentiertisch wird von einem prinzipiell verfügbaren Arbeitsort für Explorationen und individuelle Lernwege zu einem von LP#6 begrenzten, besetzten Ort. Der körperliche Zugriff auf den Raum erzeugt eine subtile, aber spürbare Hierarchie: LP#6 beansprucht die zentrale Position im Raumgeschehen und verdrängt die Schülerin an den Rand – sowohl physisch als auch im Hinblick auf ihre Handlungsmacht.

Erst der Wechsel an den Nebentisch zur Pferderennbahn gibt ihr eine neue Möglichkeit zur selbstständigen Auseinandersetzung mit einem Material und zur selbstverantwortlichen Nutzung des Experimentiertisches. Der Wechsel ist räumlich gesehen ein Rückzug vom von LP#6 ‚belagerten' Ort und eine Suche nach einem ungestörten Ort, der noch nicht von LP#6 ‚besetzt' ist. Der GOFEX-Raum bietet S#8 also in diesem Moment überhaupt erst die Möglichkeit zum Rückzug und zur Re-Etablierung von Selbstbestimmung.

In der direkten Gegenüberstellung wird deutlich, wie unterschiedlich der physisch selbe Raum als intervenierende Bedingung wirkt: Für S#6 und S#7 wird der GOFEX-Raum zum Ermöglichungsraum (gemacht): In Wechselwirkung mit dem vergleichsweise zurückhaltenden bzw. ‚sich zurückziehenden' Handeln der LP#5 (s. Kap. 7.4.2) können die Schüler den Raum für sich einnehmen, ihn eigenständig nutzen, dort explorieren etc.

Für S#8 dagegen wird der Raum – obwohl äußerlich offen – zum von LP#6 besetzten Kontrollraum (gemacht). Dabei behindert insbesondere die begrenzende und dominante Körperpositionierung der Lehrerin die Eigeninitiative, das selbstbestimmte Vorgehen und die Beteiligung der Schülerin. Damit ist nicht der Raum selbst als physische Gegebenheit entscheidend für das Ermöglichen oder Verhindern selbstbestimmten Lernens, sondern vielmehr, wie die Lehrperson den Raum *nutzt* – ob sie *Raum gibt* oder *Raum nimmt*. Es geht um die pädagogische Rahmung des Raums durch die Akteur*innen.

Die **Zeit**, die die Schüler*innen für ihr Experimentieren zur Verfügung haben, ist im Rahmen der Grobstruktur des GOFEX-Tages prinzipiell frei einteilbar (s. Kap. 5.4). Es gibt keinen eng getakteten Ablaufplan, was den Schüler*innen grundsätzlich die Möglichkeit gibt, in ihrem eigenen Tempo zu experimentieren. Zeit wird somit als flexible Ressource verstanden. Ob diese didaktisch intendierte Zeitoffenheit wirksam wird, hängt jedoch maßgeblich davon ab, wie die Lehrenden das Zeitgeschehen beeinflussen oder steuern.

In der „Balance of Power"-Situation nutzen S#6 und S#7 eine längere, ununterbrochene Zeitspanne, um sich explorativ mit den Magnetkugeln auseinanderzusetzen. Sie entscheiden selbst, wie lange sie ausgehend von dem „Balance of Power"-Materialset experimentieren wollen – und sie beenden die Situation „Balance of Power" auch selbst: *„S#6: ‚Wollen wir noch woanders gucken?'"* Von der ersten Erkundung des Spiels über die Exploration der Magnetkugeln bis hin zur Umdeutung in Magnetraupen und der späteren Einbeziehung von Hufeisenmagneten durchlaufen die beiden Schüler mehrere Phasen der intensiven Beschäftigung in ihrem eigenen Rhythmus – ohne dass eine Lehrperson sie dabei drängt, unterbricht oder beschleunigt (wie in der „Wasserläufer"-Situation; Kap. 7.3) und ohne dass externe Zeitstrukturen wie eine vorgeschriebene Pause sie in ihrem selbstbestimmten Vorgehen einschränken (wie in der „Flammensprung"-Situation; Kap. 7.2).

Für S#6 und S#7 ist die Zeit somit eine Ressource, die ihr selbstbestimmtes Vorgehen und die Tiefe der Auseinandersetzung ermöglicht. Die Äußerung der LP#5, mit der sie die Schüler wieder allein lässt, adressiert m. E. die Ruhe und Intensität, mit der die Schüler sich mit dem Spiel befassen: *„Ich lasse euch mal in Ruhe spielen!"* Dass die Lehrerin den Schülern eine individuelle, nötige Zeiteinteilung *gewährt*, ist in meinen Augen ein entscheidender Moment für die Aushandlung ihres selbstbestimmten Vorgehens.

Im Gegensatz dazu ist die Zeitnutzung bei S#8 durch wiederholte Eingriffe und äußere Steuerung von LP#6 geprägt. Bereits die erste Annäherung der Schülerin an „Balance of Power" wird durch die Intervention der Lehrerin gestört: S#8 bekommt wenig Zeit für eine eigenständige Auseinandersetzung mit dem Material: Die hohe Frequenz und Intensität, mit der LP#6 interveniert (Körperpositionierung, „*Was ist das*?", Greifen und Umpositionieren der Magnetkugeln, Blickabschneiden, „*Hilf mir mal*!", Vereinnahmen des Spielfeldes usw.; s. Kap. 7.4.2), lässt S#8 kaum Zeit, eigene Strategien zu entwickeln und zu verfolgen. Die frei einteilbare und verfügbare Zeit wird bei S#8, wie schon in der „Dosentelefon"- und der „Wasserläufer"-Situation, durch pädagogische Taktung ersetzt, die ein selbstbestimmtes Vorgehen systematisch einschränkt.

S#6 und S#7 rhythmisieren ihre Handlungen selbst, entscheiden selbst über Beginn, Verlauf und Abschluss ihrer Arbeit. Ihre frei zeitliche Einteilung ist Ausdruck eines sou-

veränen, interessengeleiteten, selbstbestimmten Umgangs mit dem Material „Balance of Power“. S#8 ist dagegen mit einem (auch zeitlich engmaschigeren) Geflecht von Erwartungen und Zuschreibungen konfrontiert: Ihre eigenen Impulse werden immer wieder unterbrochen oder überlagert. Zeit wird für sie nicht zur Ermöglichungsbedingung *gemacht*, sondern zu einem taktgebenden Rahmen, der von außen kommt und sie einengt.

Die intervenierende Bedingung Zeit ist für die Verwirklichung eines selbstbestimmten Vorgehens im offenen Experimentierkontext von hoher Bedeutung – und kann durch beschleunigende, ‚abkürzende‘ Eingriffe (Ungeduld) oder externe Makrostrukturen (Pausen) leicht korrumpiert werden kann. Die intendierte Offenheit der Zeitgestaltung im GOFEX führt nicht automatisch zur individuellen Zeitnutzung durch die Schüler*innen. Wenn Lehrende die Eigenzeiten der Schüler*innen nicht respektieren (persönliche Offenheit), sondern diese durch Beschleunigungen und Handlungsdruck überformen, wird ein selbstbestimmtes Vorgehen durch pädagogische Taktung systematisch eingeschränkt. Die Interaktionen zwischen den Lehrenden und den Schüler*innen bewirken, ob die Schüler*innen Zeit als eine Ermöglichungsressource für selbstbestimmtes Vorgehen erleben oder ein fremdes Zeitkorsett das selbstbestimmte Vorgehen begrenzt.

Im Hinblick auf das **Materialkonzept** des GOFEX (s. Kap. 5.4) lässt sich mit der „Balance of Power“-Situation zeigen, wie die Wirkung von Materialaffordanzen (s. Kap. 7.1) maßgeblich durch die Handlungs- und Interaktionsmuster der Lehrpersonen beeinflusst – und dabei im Fall der Schülerin S#8 sogar konterkariert – wird: Das Spiel „Balance of Power“ ist mit seinen neun Magnetkugeln ein direkter Anreiz für S#6 und S#7 zur eigenen Exploration (‚hands on‘). Die beiden Schüler „*setzen sich an den Experimentiertisch und beginnen beide etwa gleichzeitig, zwei der Magnetkugeln auf weitauseinanderliegende Löcher zu legen.*" Die Materialien sind in diesem Moment weder von einer (Spiel-/ Experimentier-)Anleitung noch von einer Lehrinstruktion umrahmt, was den selbstbestimmten Zugang der beiden Schüler in der initialen Auseinandersetzung mit ihnen zulässt. Die Überraschung, das Lachen und die angestrengten, konzentrierten Blicke, nachdem die Kugeln vom Brett gesprungen sind, signalisieren eine tiefe, interessierte Auseinandersetzung mit den Materialeigenschaften der Kugeln. Die Magnetkugeln werden zu Beobachtungsobjekten und die Beobachtung führt zur Hypothesenbildung im Hinblick auf die Materialeigenschaften: „*[...] sind alles Magnete bestimmt*“ und zur Ableitung einer Spielregel: „*Die müssen liegen bleiben*“. Obwohl keine Spielanleitung am Tisch liegt und das Materialarrangement, bestehend aus Holzklötzen und Magnetkugeln, nicht als Spiel deklariert wurde, hat es für die Schüler etwas Spielhaftes und sie leiten aus den ersten Erfahrungen bzw. Beobachtungen Spielregeln ab, an die sie sich folglich auch halten.

Die Kugeln sind allerdings nicht nur Spielzeug; sie sind Träger einer magnetischen Eigenschaft, die die Schüler selbst entdecken und benennen. Die Magnetkugeln manifestieren dabei das physikalische Phänomen der magnetischen Anziehung. Die anschließende Phase der Strategieentwicklung geht von den Beobachtungen der Schüler im Umgang mit den Materialien aus: *„Kurze Zeit betrachten die beiden das Spiel, schweigen dabei [...]. S#7: ‚Am besten legen wir Kugeln erst außen hin und erst ganz am Schluss nach innen. Weil eben hat das ja nicht funktioniert!'"* Das Material (die Kugeln und das Spielbrett) wird zum Gegenstand ihrer Analyse und Planung und zum Ausgangspunkt für die Entwicklung eines neuen, auf den physikalischen Eigenschaften basierenden Vorgehens.

Als LP#5 hinzukommt, wird das Material ‚Magnetkugel' zum Gegenstand einer Aushandlung von Kontrolle und Einflussmächtigkeit. Dass LP#5 *ungefragt* zwei Magnetkugeln greift und aufeinander zu bewegt, ist eine direkte Übernahme der Materialhoheit. Dabei demonstriert die Lehrerin nicht nur die magnetische Eigenschaft, die die Schüler bereits entdeckt haben, sondern suggeriert durch ihre geschlossene Frage (*„Müsst ihr die da drauflegen?"*) auch eine ‚richtige' Art der Materialnutzung im Sinne des Spiels. Die Materialien werden hier kurzzeitig zu Instrumenten der Lehrperson, die ihre Hoheit, ihre Einflussmächtigkeit verdeutlichen und eine Lenkung des Schülerhandelns adressieren.

Die Reaktion der Schüler ist in meinen Augen ein subtiler Akt der Kontrollbehauptung im Umgang mit dem Material: *„Während LP#5 redet, greifen S#6 und er jeweils nach einer Magnetkugel, halten diese aber weiter in Händen, umklammern und bewegen bzw. erfühlen sie in der zur Faust geballten Hand."* Die Schüler geben die Kontrolle über *ihre* Materialien nicht direkt auf. Das Umklammern und Erfühlen der Kugeln ist ein nonverbaler Widerstand gegen die androhende Übernahme der Materialhoheit durch die Lehrperson. Sie signalisieren damit, dass die Kugeln weiterhin Objekte *ihrer* eigenen Exploration sind, die sie erforschen, selbst wenn die Lehrperson spricht. Sie halten ihre Selbstverantwortung im Umgang mit den Materialien auch in einer potenziell direktiven Interaktion aufrecht. Nachdem LP#5 sich vom Experimentiertisch entfernt und die Schüler, wie sie selbst vorgibt, „*in Ruhe spielen*" lässt, emanzipiert sich ihre Materialnutzung weiter:

Das Aufnehmen *aller* Kugeln in die Hände deute ich als Symbol vollständiger Kontrolle über das Material: Die Kugeln sind nun unabnehmbar *ihr* Werkzeug; sie sind ‚in Sicherheit' vor ungefragten Eingriffen, wie dem der LP#5. Das Wegschieben des Spielbretts ist ein symbolischer Akt der Abgrenzung von der ursprünglichen, intendierten Materialnutzung. Das Material wird von seinem ursprünglichen Kontext (dem Spiel) gelöst, um in einen neuen, selbstkreierten Kontext integriert bzw. umgedeutet zu werden. Interessant ist dabei in meinen Augen, dass sich die Materialnutzung der Schüler nun ändert,

obwohl die Intervention der Lehrerin letztlich auf die Materialnutzung abgezielt hat, die die Schüler zuvor schon praktiziert haben. Ohne Anleitung o. ä. haben S#6 und S#7 versucht, die Kugeln so aufs Spielfeld zu platzieren, dass sie „*liegen bleiben*“. Dies entspricht der Spielidee von „Balance of Power“. Die Lehrerin bezieht sich nun mit ihrer Intervention vor ihrem Rückzug auf genau diese Spielidee bzw. Materialnutzung im Sinne des Spiels. Paradoxerweise beenden die Schüler diese Art der Materialnutzung, die sie zuvor selbst initiiert hatten, nun, nachdem LP#5 sie darauf hingewiesen hat, auf diese Art und Weise mit den Kugeln umzugehen. Was zuvor ein Ausdruck von Entscheidungsfreiheit und Kreativität war, nämlich das eigene Entdecken und Verfolgen der Spielidee, verliert seinen Reiz, sobald es durch eine externe Autorität explizit benannt oder gar eingefordert wird. Es ist, als ob das Implizieren einer ‚richtigen‘ Art der Materialnutzung durch die Lehrperson die Handlung von einer selbstbestimmt wahrgenommenen zu einer potenziell fremdbestimmt wahrgenommenen umwandelt. Indem sie das Spielfeld beiseiteschieben und die Kugeln in die Hand nehmen, erobern sie die Materialien dagegen für ihre eigenen Zwecke und Spiel- bzw. Experimentierhandlungen zurück.

Die Schüler wählen im Anschluss an die Intervention der LP#5 einen Weg, der ihre selbstbestimmte und freie Materialnutzung betont und die explizite, wenn auch subtile Erwartung der Lehrperson bzgl. der ‚richtigen‘ Materialnutzung ignoriert: Sie rekontextualisieren das (Spiel-)Material und deuten es um, indem sie die physikalische Eigenschaft der magnetischen Anziehung nutzen und ein neues animistisches Spiel erfinden. Dieses ‚Spielen‘ mit den Magnetraupen ist m. E. eine tiefgehende und kreative Exploration der Anziehungskräfte von Magneten in einer selbstbestimmten Form.

Die Freiheit in der Materialnutzung geht noch weiter, als S#6 eigenständig nach einem Hufeisenmagneten greift, der „*auf einem anderen Tisch liegt*“, und diesen in die Exploration der Magnetkugeln integriert. Dies unterstreicht das Prinzip der selbstständigen Materialbeschaffung und -auswahl, das im Materialkonzept des GOFEX verankert ist. Die darauffolgende systematische Untersuchung von Anziehung und Abstoßung mit dem Hufeisenmagneten und den Magnetraupen, sowie später mit zwei Hufeisenmagneten, zeugt von einem kontinuierlichen, selbstbestimmten Erkenntnisprozess, der letztlich durch die flexible Handhabbarkeit und Kombinierbarkeit der Materialien ermöglicht wird. Diese selbstbestimmte Materialnutzung erlaubt es den beiden Schülern, eigene implizite Hypothesen zu prüfen: „*Als er den anderen Schenkel desselben Hufeisenmagneten an dieselbe Magnetkugel hält, wird die Magnetraupe nun abgestoßen*“.

Dass keine feste Aufgabenstellung oder Experimentieranleitung vorliegt, die vorschreibt, wie die Materialien zu verwenden sind, ermöglicht den Schülern, die Funktion und Bedeu-

tung der Materialien selbst auszuhandeln. Im Fall von S#6 und S#7 zeigt sich das Materialangebot deshalb als ermöglichende Ressource, die von den Schülern kreativ, eigenständig und funktionserweiternd genutzt wird. Nicht die Lehrperson, sondern die Schüler bestimmen die Auswahl, den Verwendungszweck und den Erkenntniswert der Materialien.

Gegenüber dieser Freiheit von S#6 und S#7 in der Auswahl und Verwendung der Materialien ist die Materialnutzung der Schülerin S#8 stark von den Interventionen der LP#6 abhängig. Da LP#6 die „Balance of Power"-Materialien durch ihre Interventionen in eine bestimmte Nutzungsweise überführt, erweist sich die intervenierende Bedingung ‚Material' für S#8 nicht als Element der Öffnung, sondern, vermittelt über die Interventionen der Lehrperson, als Element, das ein selbstbestimmtes Vorgehen der Schülerin verhindert: Die Lehrperson greift wiederholt ungefragt nach Magnetkugeln und platziert diese um: „*LP#6 greift nach einer der Magnetkugeln, […] betrachtet sie genauer, schüttelt sie leicht und platziert sie schließlich wieder […]. Eine andere Magnetkugel versetzt sie […]*." LP#6 übernimmt sehr früh die Handlungsführung am Material – sie interveniert nicht nur verbal-vokal, sondern durch direkte Manipulation. Die Lehrerin übernimmt die Kontrolle über das Material, anstatt der Schülerin die selbstbestimmte Auseinandersetzung damit zu überlassen. Wie S#8 die Kugeln zuvor genutzt bzw. platziert hat und ihre möglicherweise dahintersteckenden Gedanken oder Hypothesen ignoriert LP#6. Die eigentliche Freiheit in der Materialnutzung, wird durch die Gestik der Lehrerin (greifen, schütteln, platzieren, versetzen) reduziert. Ihre anschließende physische Dominanz über das Spielbrett unterstreicht die vollständige Übernahme der Materialhoheit: Sie schneidet der Schülerin den Blick ab, sodass S#8 sich umsetzen muss, um das Spiel wieder sehen zu können. S#8 wird von LP#6 zur Zuschauerin der Handlungen der Lehrerin ‚*gemacht*', wohingegen LP#6 selbst den Spielbereich dominiert und über das Material verfügt.

Diese Enteignung der Materialhoheit erschwert eine selbstbestimmte, phänomenorientierte Auseinandersetzung. Die drastische Reaktion der S#8 (Magnetkugel aus der Hand auf dem Tisch ablegen, schnaufen, seufzen, tief ein- und ausatmen, zusammensacken und sich im Raum umherblicken) deute ich u. a. als Frustration über die fehlenden Freiheiten im Umgang mit den Materialien. Die letzte Magnetkugel, die sie noch umklammert, wird abgelegt. Der Blick der S#8 wandert zu einem anderen Material, der Pferderennbahn. Dieses Material beinhaltet für die Schülerin m. E. die Gelegenheit, die eigene Materialhoheit, die Freiheiten in der Materialauswahl und -nutzung durch Materialwechsel zurückzugewinnen. Doch der Zugang zu einem selbst gewählten Material, der Pferderennbahn, bleibt für S#8 prekär, denn ihre Lehrerin fordert wenig später ihre Mitarbeit ein (s. Kap. 7.4.2).

Selbst jedoch, als LP#6 die Schülerin S#8 zurückholt und zur Mitarbeit auffordert („*Hilf mir mal!*“), bleibt das Material in der fremdbestimmten Verfügung der Lehrerin: LP#6 positioniert das Spielbrett so, dass S#8 „*nur noch seitlich draufschauen*“ kann, und lehnt den einzigen Vorschlag der S#8 zur Materialplatzierung („*Da muss eine Kugel drauf, dann heben die vier Ecken sich gegenseitig auf*!“) ab: „*Nein, nein! Es muss auch anders gehen!*“ Das Material ist vollständig unter der Kontrolle der Lehrerin, nur LP#8 bestimmt, wie das Material zu verwenden ist; die Schülerin bleibt weiterhin auf die Zuschauerinnenrolle beschränkt. Der Umgang mit Material verdeutlicht in meinen Augen ausdrücklich die asymmetrischen Autoritätsverhältnisse in der Interaktion zwischen LP#6 und S#8.

Die beiden kontrastiven Interaktionen LP#5-S#6-S#7 und LP#6-S#8 zeigen, dass das Materialangebot im GOFEX grundsätzlich als Element der Öffnung fungieren *kann*. Doch *ob* die Materialien ein selbstbestimmtes Vorgehen unterstützen oder behindern, hängt nicht allein von der Materialzugänglichkeit ab, sondern auch davon, wie die der Umgang mit diesen Materialien im sozialen Kontext durch die Lehrenden begleitet wird: Wenn Schüler*innen die Möglichkeit erhalten, Materialien zweckfrei, kreativ, vielfältig und mehrdeutig zu nutzen, wie bei S#6 und S#7, entsteht ein offener Deutungs- und Erkenntnisraum. Wird das Material hingegen durch die Lehrkraft gerahmt, kontrolliert oder vereinnahmt – wie im Fall von S#8 – verliert es seine Offenheit und wird zum Mittel der Steuerung.

Die intervenierenden Bedingungen, Raum, Zeit und Experimentiermaterialien, wirken nicht isoliert auf die Aushandlung von Selbstbestimmung, sondern in einem komplexen Zusammenspiel mit dem sozialen Kontext (s. Kap. 7.4.2). Der GOFEX-Raum mit seinen flexiblen Funktionsbereichen, die materielle Ausstattung (GOFEX-Haus) und der flexibel einteilbare Zeitrahmen sind prinzipiell auf ein selbstbestimmtes Vorgehen ausgerichtet. Die Interpretationen in diesem (und den vorherigen) Kapitel zeigen jedoch, dass die intendierte didaktische Offenheit nur zur Geltung kommt, wenn die pädagogischen Interaktionen diese Offenheit nicht konterkarieren: Wenn Schüler*innen, wie S#6 und S#7, selbst und ungestört über das Material, den Raum und die Zeit verfügen *dürfen*, unterstützt dies ein selbstbestimmtes Vorgehen beim Offenen Experimentieren. Für sie wurden die intervenierenden Bedingungen zu Ermöglichungsressourcen. Wenn hingegen, wie bei S#8, Raum (und Sicht) durch LP#6 zugestellt, Material von LP#6 normiert sowie kontrolliert und die eigentlich flexible Zeit durch LP#6 verknappt wird, wird ein selbstbestimmtes Vorgehen behindert, selbst wenn das Setting oberflächenstrukturell als ‚offen‘ erscheint. Die intervenierenden Bedingungen werden dann zu Verhinderungsressourcen. Es geht also v. a. um die pädagogische Rahmung der intervenierenden Bedingungen in den konkreten Interaktionen zwischen den Schüler*innen und den Lehrenden.

7.4.4 Konsequenzen und Fazit

Auf einer oberflächenstrukturellen Ebene haben alle Schüler*innen am beobachteten GOFEX-Tag Gelegenheit, beim Freien Explorieren, Experimentieren und Problemlösen zum Thema ‚Magnetismus', ausgehend von der offenen Experimentieraufgabe „*Was kannst du über Magnete herausfinden*?" selbstbestimmt vorzugehen. Der GOFEX-Raum, das Materialangebot und die flexible Zeiteinteilung innerhalb des dreistündigen Rahmens des GOFEX-Tages sind dabei Elemente der Öffnung, die das selbstbestimmte Vorgehen eigentlich unterstützen bzw. ermöglichen sollen. Als intervenierende Bedingungen können sich Raum, Material und Zeit jedoch vor dem Hintergrund des sozialen Kontextes nicht nur als Ermöglichungsfaktoren, sondern auch als Verhinderungsfaktoren erweisen.

Die programmatische Offenheit einer Experimentiersituation reicht dabei nicht aus, um ein selbstbestimmtes Vorgehen zu evozieren, da das konkrete Handeln der Lehrpersonen – und damit die persönliche Offenheit – die intendierte Offenheit der Experimentiersituation ggf. überschreiben kann. Zwei kontrastierende Interaktionsverläufe – zum einen zwischen S#6, S#7 und LP#5, zum anderen zwischen S#8 und LP#6 – veranschaulichen die Spannbreite pädagogischer Handlungsmöglichkeiten im Kontext der Modulebene 3. Die unterschiedlichen Interventionsmuster der Lehrpersonenhaben dabei m. E. fast gegensätzliche Konsequenzen für das selbstbestimmte Vorgehen der Schüler*innen.

Die beiden Schüler S#6 und S#7 zeigen während ihrer gesamten Auseinandersetzung mit „Balance of Power" in meinen Augen ein hohes Maß an Eigeninitiative und selbstbestimmtem Vorgehen. Sie nutzen das Materialarrangement, entwickeln kreative Zugänge (Magnetraupen), erweitern ihre Exploration durch das eigenständige Hinzuholen weiterer Materialien und tauschen sich fortwährend über ihre Beobachtungen aus. Die Interaktion mit LP#5, die sich nach einer kurzen, potenziell lenkenden Intervention („*Müsst ihr die da drauflegen?"*) zurückzieht und den Schülern bewusst Freiräume gewährt („*Ich lasse euch mal in Ruhe spielen"*), erweist sich als Katalysator für das selbstbestimmte Vorgehen. So habe ich die anfängliche Intervention der LP#5 zwar als leichte Einschränkung eines selbstbestimmten Vorgehens interpretiert, die aber durch den anschließenden Rückzug der Lehrerin wieder relativiert wird. Zumal die Schüler anschließend m. E. widerständig reagieren: Sie sichern sich die Deutungshoheit über die Magnetkugeln und wechseln nach dem Weggang der LP#5 ihren Fokus: von der Spielidee, auf die sich auch die Lehrerin bezog, zur animistischen Bespielung und Exploration der Magnetkugeln.

Mit dieser animistischen Exploration gehen S#6 und S#7 über die intendierte Spielidee hinaus und deuten die Materialien kreativ um (die Entwicklung der ‚Magnetraupen'). Diese Explorationshandlungen deute ich als klarer Ausdruck ihres selbstbestimmten

Vorgehens. Ein offenes Materialangebot im Sinne des GOFEX-Konzepts ermöglicht solch selbstbestimmtes Vorgehen. Die selbständige Beschaffung eines Hufeisenmagneten (S#6 greift *„nach einem Hufeisenmagneten, der auf einem anderen Tisch liegt"*) dient beispielsweise der systematischen Untersuchung von Anziehung und Abstoßung und führt zu einer vertieften Auseinandersetzung mit den physikalischen Eigenschaften von Magneten. Zudem entwickeln sie eigene Hypothesen (S#6: *„Ja und sind alles Magnete bestimmt!"*) und Strategien (S#7: *„Am besten legen wir Kugeln erst außen hin und erst ganz am Schluss nach innen. Weil eben hat das ja nicht funktioniert!"*). Diese Strategien probieren sie aus, was m. E. die Eigenverantwortlichkeit ihres Lernweges ausdrückt. Sie agieren als selbstverantwortliche Lernende, die ihren Lernweg selbstbestimmt gestalten können, v. a., weil LP#5 sie – abgesehen von der kurzen Intervention – *lässt.* Das proxemische Zurückziehen der Lehrperson bildet in dieser Situation eine zentrale Ermöglichungsbedingung für die selbstbestimmte Auseinandersetzung der Schüler S#6 und S#7 und für ein Wirken der intervenierenden Bedingungen im Sinne des GOFEX-Konzeptes.

Das selbstbestimmte Vorgehen der Schülerin S#8 wird dagegen durch das Handeln der LP#6 deutlich stärker eingeschränkt. S#8 nähert sich dem Spiel „Balance of Power" ebenfalls aus eigenem Interesse und beginnt zügig, Magnetkugeln auf dem Spielfeld zu platzieren. Ohne entsprechende Anleitung oder Instruktion exploriert sie mit dem Materialarrangement und findet einen eigenen Zugang zu dem Magnetspiel. Allerdings wird dieser eigene, selbstbestimmte Zugang schnell durch die hinzukommende LP#6 unterbunden: *„LP#6 […] greift nach einer der Magnetkugeln, […] schüttelt sie leicht […]. Eine andere Magnetkugel versetzt sie*". Die dominante und übergriffige Intervention der LP#6 verschließt der Schülerin die Möglichkeit, das Spiel nach ihren eigenen Vorstellungen zu erkunden und eigene Lösungswege zu finden. LP#6 übernimmt die Materialhoheit, positioniert sich und agiert körperlich dominant – *„beugt sich […] mit dem Oberkörper und den Schultern ganz über das ‚Balance of Power'"* – und blockiert damit die Sicht der Schülerin. Mit ihrer körperlichen Präsenz besetzt die Lehrerin einen eigentlich offenen Raum. Ihr ungefragter Zugriff auf die Magnetkugeln und das Spielfeld beschneidet die Freiheiten der Schülerin im Materialumgang. LP#6 nimmt der Schülerin die Kontrolle über die Materialien und über ihren Handlungsraum. Den Rückzug der S#8 zur Pferderennbahn habe ich als Reaktion auf diese räumlich-materiell-methodischen Einschränkungen interpretiert. Die folgende Aussage der LP#6 – *„Hilf mir mal! Wir wollten doch zusammenarbeiten!*" – ist m. E. ein letzter Versuch, Kontrolle und Aufmerksamkeit zurückzugewinnen Die Entscheidungsmacht über das Geschehen liegt weiterhin vollständig bei LP#6. Obwohl S#8 einen Lösungsvorschlag einbringt („*Da muss eine Kugel drauf, dann heben*

die vier Ecken sich gegenseitig auf!"), wird dieser von LP#6 vehement abgewiesen (nonverbal-nonvokal: kopfschütteln, verbal-vokal: *„Nein, nein! Es muss auch anders gehen!"*). Die Lehrerin dominiert die Auseinandersetzung mit „Balance of Power", vermutlich aus eigenen Interessen. S#8 zieht sich daher endgültig aus einer Situation zurück, in der ihr illegitimerweise kein selbstbestimmtes Vorgehen und keine Kommunikation ermöglicht wurde.

Selbstbestimmung ist weder Fähigkeit oder Eigenschaft der Schüler*innen (s. Kap. 3.3) noch allein von den materiellen, räumlichen und zeitlichen Rahmenbedingungen eines offenen Experimentiersettings abhängig, sondern m. E. nur als kontinuierlich auszuhandelnder Prozess interpretierbar, der insbesondere vom sozialen Kontext und den Interaktionen zwischen den Schüler*innen und den Lehrenden beeinflusst wird: Während LP#5 durch Zurücknahme und Verantwortungsabgabe ein selbstbestimmtes Vorgehen ermöglicht, greift LP#6 durch materielle und kommunikative Dominanz und Steuerung regulierend und kontrollierend ein und verhindert damit ein selbstbestimmtes Vorgehen. Das Potenzial offener Experimentieraufgaben – wie „*Was kannst du über Magnete herausfinden?*" – entfaltet sich nur dann, wenn die Begleitung den individuellen Zugang nicht durch Kontrollieren, Dozieren oder Bewerten behindert, sondern ermöglichend, dialogisch und sensibel gegenüber den individuellen Zugängen der Schüler*innen bleibt.

Die vertrauensvolle Haltung der LP#5 ermöglicht S#6 und S#7 kreative und selbstbestimmte Lernprozesse. Die übermäßigen und m. E. unreflektierten Interventionen der LP#6 dagegen, unterminieren den zögerlich selbstbestimmten Zugang der S#8. Vor allem das Manipulieren und Besitzergreifen von Material, das proxemische Dominieren des Raumes und die Priorisierung von Ergebnissen gegenüber dem individuellen Lernprozess der Schüler*innen sind Verhinderungsbedingungen für Selbstbestimmtheit.

Dass S#6 und S#7 die Materialnutzung, die sie zuvor selbst initiiert haben und die LP#5 dann anspricht, paradoxerweise *danach* aufgeben, unterstreicht, dass eine Handlung, die zuvor selbst initiiert wurde, durch externe Bestätigung oder Aufforderung zu einer Erwartung werden kann, damit ihren Reiz verliert und die Schüler*innen dazu veranlasst, widerständig zu reagieren und abweichende Handlungen ‚entgegenzusetzen'.

Die „Balance of Power"-Situation verdeutlicht, dass die offene Aufgabenstellung, der flexibel nutzbare GOFEX-Raum und das reichhaltige Materialangebot nicht automatisch zu einem selbstbestimmten Lernen führen. Die Handlungs- und Interaktionsmuster der Lehrpersonen katalysieren das selbstbestimmte Vorgehen der Schüler*innen: Während LP#5 den Schülern S#6 und S#7 weitgehend Raum für eigene Explorationen und Materialumdeutungen lässt, schränkt LP#6 die Eigeninitiative und das selbstbestimmte Vorgehen der S#8 durch ihre dominanten und lenkenden Interventionen deutlich ein.

8 Beantwortung der Einzelfragestellungen

Im Prozess des Kodierens, des Kategorisierens und der Entwicklung meines Kodierparadigmas sowie bei der Bearbeitung der ad hoc Hypothesen konnte ich letztlich Erkenntnisse bzgl. meiner Einzelfragestellungen (s. Kap. 5.2) generieren. Diese Erkenntnisse stelle ich in den folgenden Abschnitten dar, wobei ich zur Explikation und als Exemplare teilweise die (ausführlicher beschriebenen) Situationen aus dem vorherigen Kapitel zur Anwendung des Kodierparadigmas nutze. Teilweise führe ich aber auch neue Situationen aus meinen Beobachtungsprotokollen als (kürzere) Vignetten ein (vgl. Meyer-Drawe 2012; Jung 2019), um meine Erkenntnisse zu illustrieren. Zu allen dargestellten Erkenntnissen liegen zahlreiche weitere Beobachtungen aus vierzehn GOFEX-Tagen vor.

Vignetten tragen „bestimmte formale (die Vignette sei kurz, detailreich und prägnant) und inhaltliche Merkmale (sie fokussiere, stelle etwas Entscheidendes, Einschneidendes [...] dar)“ (Meyer-Drawe 2012: 12). Als einzelne Fragmente, „kategorialer Splitter“ (Lange 2017: 62) oder „Schnappschüsse“ (Jung 2019: 66) einer Beobachtungsbeschreibung legen Vignetten die Beobachtungen aus dem Unterricht für andere dar. Ihre Darstellung erhebt keinen Anspruch, „eine im Feld aufgenommene und mitgebrachte Wirklichkeit intersubjektiv als Istzustand abzubilden“ (Lange 2017: 64). Vielmehr lässt eine Vignette die Lesenden eine „Situation nachvollziehen, ohne anwesend gewesen zu sein“ (Jung 2019: 67).[257] Vignetten „dienen als Beleg und Illustration für theoretische Behauptungen [...]. Sie werden in einen vom Autor konfigurierten Kontext gestellt“ (Breuer 2010: 105) und „von angeschlossenen Abstraktionen und Überleitungen zu einem nächsten Fragment [gerahmt], das ähnlich kategorisiert wurde wie das vorangegangene, somit inhaltlich verwandt ist, sich z. B. auf ein gleiches Phänomen […] bezieht“ (Lange 2017: 62).

Vignetten vermitteln (ebenso wie die Beobachtungsprotokolle, auf denen sie basieren) *eine, nämlich meine, mögliche* Lesart des Datenmaterials, der beobachteten Handlungen und Interaktionsprozesse (vgl. Flick 2016: 29; Jung 2019: 64). Ihre Darstellung enthält sich jedweder normativen Bewertung: „Es verbirgt sich darin die Chance, den Unterricht neu zu betrachten […] – nicht wertend […] jedoch, sondern im Respektieren und im (intuitiven) Nachvollzug der dargestellten Situation“ (ebd.: 68). Diese Situationsdarstellung mit dem Ziel des Nachvollzugs „ermöglicht eine Bewusstmachung und Schärfung der Aufmerksamkeit im Hinblick auf Situationen und Momente, die sonst aufgrund des Verstricktseins innerhalb der Unterrichtspraxis weniger ins Blickfeld geraten können“ (ebd.).

[257] „Die Vignette beschreibt nicht, sie behauptet nicht, sie zeigt“ (Schratz et al. 2012: 35; vgl. auch Jung 2019: 68). Da unterrichtliche Realität nicht wiederholbar ist, können Vignetten „keine Abbildung der Wirklichkeit liefern, sondern nur in konzentrierter Form Erfahrungen vermitteln“ (Ramseger 1985: 75).

> Man mag jede meiner Deutungen einer Situation „für überinterpretiert halten, weil sie sich lediglich auf einen minimalen Ausschnitt [...] bezieht. Aber ebenso plausibel scheint die Möglichkeit einer solchen Deutung. Von Gewicht ist dabei nicht die empirische Belegbarkeit der wirklichen inneren Befindlichkeit der Handelnden [...]; ebensowenig ist in diesem Kontext die Übertragbarkeit solcher Konstellationen auf andere Situationen, die womöglich noch statistisch belegbar gemacht würde, von Interesse“ (Kruse 1996: 71).

Wichtig für die Auswahl einer Vignette im Rahmen dieses Kapitels zur Beantwortung meiner Forschungsfragen ist vielmehr die Relevanz der im Feld beobachteten Situation dafür, Prozesse der Aushandlung von Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren zwischen den Schüler*innen, den Lehrpersonen und GOFEX-Dozierenden zu rekonstruieren.

8.1 Experimentieraufgaben mit modularer Öffnung

Die Experimentieraufgabe legt als ursächliche Bedingung den initialen Rahmen für ein mehr oder weniger selbstbestimmtes Vorgehen der Schüler*innen fest. Die Wirkung der unterschiedlichen Öffnungsstufen von Experimentieraufgaben auf die Aushandlung von Selbstbestimmung zwischen den Schüler*innen und den Lehrenden in der konkreten Situation hängt jedoch nicht unmittelbar von der *intendierten* didaktischen Öffnungsstufe der Experimentieraufgabe ab, sondern wesentlich von der tatsächlichen Umsetzung der Öffnungsstufe in der sozialen Interaktion zwischen den Lehrenden und den Lernenden. Die Umsetzung als Interaktionsprozess wird dabei maßgeblich von den Lehrenden und ihrer expliziten (verbalen) wie impliziten (nonverbalen) Kommunikation geprägt.

8.1.1 Umsetzung der Öffnungsstufen in sozialen Interaktionen

Die vier Beobachtungssituationen (*Dosentelefon*, *Flammensprung, Wasserläufer*, *Balance of Power*), die ich unter Anwendung meines Kodierparadigmas interpretiert habe, zeigen exemplarisch, welche Konsequenzen die Umsetzung unterschiedlicher Öfnungsstufen als ursächliche Bedingung für die Handlungsmöglichkeiten der Lernenden hat. Höhere Öffnungsstufen (Modulebene 3 in „*Balance of Power*“ oder Modulebene 5 in „*Wasserläufer*“) beinhalten zwar programmatisch mehr methodisch-inhaltliche Freiheiten für die Schüler*innen, doch meine Beobachtungen zeigen, wie diese Freiheiten durch direkte oder subtilere Interventionen im Interaktionsgeschehen eingeschränkt werden. Die Beobachtungssituationen verdeutlichen m. E., wie komplex diese Aushandlungsprozesse verlaufen und dass sie nicht linear von der formalen bzw. intendierten Aufgabenstellung abhängen.

Der Vergleich der Beobachtungssituationen „*Dosentelefon“* und „*Flammensprung*“ verdeutlicht, wie einerseits methodisch geöffnete Experimentieraufgaben (Modulebene 2 in „*Dosentelefon*“), die programmatisch mehrere Bearbeitungswege und Handlungsmöglichkeiten beinhalten, durch das Handeln der Lehrenden methodisch begrenzt und eingeengt werden. Andererseits setzen Schüler*innen angesichts methodisch geschlossener Expe-

rimentieraufgaben (Modulebene 1 in „*Flammensprung*“), die ein angeleitetes Vorgehen beinhalten, trotzdem eigene Beobachtungsschwerpunkte und führen eigene Variationen und Vertiefungen durch. Das Handeln der Schüler*innen geht dabei teilweise über die reine Befolgung der Anleitung und über ein schnelles Abarbeiten hinaus – wenn, und das ist m. E. die entscheidende Bedingung, die Lehrenden dies entsprechend *zulassen*.

Ich beginne dieses und jedes der folgenden Unterkapitel mit einer Übersicht der ad hoc Hypothesen aus meinen Vorstudien, die ich auch nach der Hauptstudie als Erkenntnisse über die Selbstbestimmungsaushandlung beim Offenen Experimentieren festhalten möchte. In Fettdruck ergänze ich Erkenntnisse, die ich in der Hauptstudie selbst generieren konnte.

Einzelfragestellung		**ad hoc Hypothese/(vorläufige) Erkenntnisse**
Wie wirken Experimentieraufgaben unterschiedlicher Öffnungsstufen auf die Aushandlung von Selbstbestimmung zwischen Lehrenden und Lernenden?	1a	– Vorwegnehmende Aufgabenelemente in geschlossenen Experimentieraufgaben evozieren einen Modus des schnellen Abarbeitens. – Der Verzicht auf vorwegnehmende Aufgabenelemente evoziert einen Austausch zwischen Schüler*innen über Experimente/Beobachtungen. – **Trotz Verzicht auf vorwegnehmende Aufgabenelemente rufen Lehrende, v. a. durch Zeitdruck und Ergebnisorientierung, teilweise einen Modus des schnellen Abarbeitens hervor.** – Geöffnete/offene Experimentieraufgaben evozieren einen methoden-, inhalts-/phänomenorientierten Austausch zwischen Schüler*innen.

Obwohl Experimentieraufgaben unterschiedliche Öffnungsstufen aufweisen, ist das tatsächlich selbstbestimmte Vorgehen der Schüler*innen maßgeblich vom interaktionalen Handeln der Lehrenden im GOFEX abhängig. Offene Experimentieraufgaben (Modulebene 3) können durch direkte oder subtile Interventionen (z. B. verbale Aufforderungen, nonverbale Signale der Ungeduld oder die physische Präsenz) stark eingeschränkt werden. Umgekehrt können Schüler*innen selbst angesichts vermeintlich geschlossener Experimentieraufgaben Ansätze eines selbstbestimmten Vorgehens zeigen, wenn die Lehrenden entsprechende Freiräume zulassen und nicht sofort unterbinden. Allerdings wird das selbstbestimmte Vorgehen von Schüler*innen oft durch Interventionen der Lehrenden zugunsten eines gewünschten Vorgehens, oft ergebnisorientiert, modifiziert.

Ein Beispiel für die Spannung zwischen intendierter Öffnung und interaktionaler Einengung liefert die Situation „**Balance of Power**“ (Kap. 7.4) auf Modulebene 3: Freies Explorieren, Experimentieren und Problemlösen. Die Aufgabenstellung „*Was kannst du über Magnete herausfinden?*“ ist methodisch-inhaltlich offen und erkenntnisorientiert formuliert. Es gibt keine detaillierte Anleitung oder spezifische Vorgaben, was die Schüler*innen entdecken sollen. Vielmehr sollen sie eigene Fragen entwickeln und diesen selbstbestimmt nachgehen. Die Schüler S#6 und S#7 nutzen diese Freiheit zunächst, indem sie das Spiel „Balance of Power“ explorieren. Als eine Kugel alle anderen abstößt, beginnen sie einen Dialog über die Regeln und entwickeln einen gemeinsamen Plan, der

zufällig den intendierten Regeln entspricht. Dies zeigt ein selbstbestimmtes, problemlösendes Vorgehen innerhalb des anfänglich angenommenen Spielrahmens. Nach einer kurzen Interaktion mit LP#5, die die intendierten Regeln adressiert („*Oh das sind neun Magnete, als Kugeln. Müsst ihr die da drauflegen?*"), nehmen S#6 und S#7 alle Magnetkugeln vom Tisch und schieben das Spielfeld beiseite. Die Materialnutzung der Schüler ändert sich nun, obwohl die Intervention der Lehrerin letztlich auf die Materialnutzung abgezielt hat, die die Schüler zuvor schon praktiziert haben. Paradoxerweise beenden die Schüler also die Art der Materialnutzung, die sie zuvor selbst initiiert hatten, nun, nachdem LP#5 sie darauf hingewiesen hat, so mit den Kugeln umzugehen. Das eigene Entdecken und Verfolgen der Spielidee verliert seinen Reiz, sobald es durch eine externe Autorität explizit benannt oder gar eingefordert wird. Obwohl LP#5 betont, sie wolle die Schüler „*in Ruhe spielen lassen*", beginnen S#6 und S#7 damit, aus den Magnetkugeln „Magnetraupen" zu formen. Diese kreative Zweckentfremdung und Umdeutung des Materials habe ich als direkte Reaktion auf die Intervention der Lehrperson interpretiert. Die Schüler drücken damit ihre selbstbestimmte Aneignung der Materialien jenseits der ursprünglichen Spielintention aus und rebellieren damit in meinen Augen gegen die Intervention der LP#5. Diese Rebellion bewegt sich jedoch in der methodisch-inhaltlichen Offenheit der Experimentieraufgabe. S#6 und S#7 *dürfen* ihren eigenen Interessen nachgehen, auch wenn diese von der ursprünglich implizierten Nutzung abweichen.

Anders verläuft dagegen die Interaktion zwischen S#8 und LP#6, in der sich eine zunehmende Restriktion des selbstbestimmten Vorgehens der S#8 entwickelt: Die Schülerin beginnt ebenfalls, „Balance of Power" zu spielen. LP#6 stellt sich jedoch sofort hinter sie, beugt sich über ihren Rücken, greift nach den Magnetkugeln und verschiebt diese. Sie schneidet S#8 den Blick ab und dominiert physisch den Experimentierraum. Dies ist eine klare nonverbale Einschränkung der methodisch-inhaltlichen Freiheit der Schülerin. Obwohl S#8 sich einer Pferderennbahn zuwendet, was ich als Ausdruck der Emanzipation und des Erhalts eines selbstbestimmten Zugangs interpretiert habe, fordert die Lehrerin sie perfide auf: „*Hilf mir mal! Wir wollten doch zusammenarbeiten*!" und lenkt das Handeln der Schülerin stark auf die Lösung des Spiels. Dabei lehnt sie Vorschläge der Schülerin vehement ab und überführt das intendierte freie Explorieren, Experimentieren und Problemlösen (Modulebene 3) in einen fremdgesteuerten Abarbeitungsmodus mit einer vorgegebenen Erwartung. Die ursprüngliche Erkenntnisorientierung der Aufgabe wird durch die normative Erwartungshaltung der LP#6 ausgehebelt. Die suchenden Blicke der Schülerin und die erneute Hinwendung zur Pferderennbahn sind m. E. ein Versuch, die Kontrolle über ihr eigenes Experimentieren zurückzugewinnen.

In der Situation „**Wasserläufer**“ (Kap. 7.3) ist die Spannung zwischen intendierter Öffnung und interaktionaler Einengung durch eine Lehrperson in meinen Augen noch größer: S#5 ist zum ersten Mal im GOFEX in einem Setting, das freie Themenwahl, Eigeninteresse und selbstbestimmtes Vorgehen vorsieht (Modulebene 5: „*Was willst du herausfinden*?"). Diese hohe Öffnungsstufe führt bei S#5 initial zu Unsicherheit und Orientierungslosigkeit: Sie verharrt regungslos im Sitzkreis und sucht Blickkontakt zu den Lehrenden. Statt S#5 nun Zeit zur eigenständigen Orientierung und Interessenentwicklung zu geben, bittet LP#3 die GOFEX-Dozentin LB#2, S#5 eine Experimentieraufgabe zu geben. Obwohl LB#2 empfiehlt, der Schülerin noch Zeit zu lassen, einen eigenen Umgang mit der Unsicherheit zu finden bzw. ein Interesse zu ergründen, greift LP#3 eine Stationskarte der Modulebene 1 (Angeleitetes Experimentieren) und weist sie S#5 zu.[258]

Die ursprünglich intendierte Freiheit zur Themenfindung und das intendierte selbstbestimmte Vorgehen werden durch die direktive Zuweisung einer kleinschrittigen Anleitung ersetzt. S#5 agiert fortan primär als Ausführende von Anweisungen. Trotz dieser starken Fremdstrukturierung zeigt S#5 paradoxerweise dennoch Ansätze eines selbstbestimmten Vorgehens: Sie entwickelt eigene Hypothesen, variiert das Experiment und beobachtet fasziniert und ausdauernd. Diese selbstbestimmten Handlungen reiben sich jedoch ständig an den impliziten Grenzmarkierungen, der Ergebnisorientierung und der Ungeduld der Lehrpersonen (LP#3, später LP#4), die auf ein ‚richtiges‘ Ergebnis drängen und weitere Handlungen abseits der Versuchsdurchführung unterbinden.

Die Aushandlung von Selbstbestimmung manifestiert sich hier als ein ständiges Ringen zwischen dem Interesse der S#5 und der pädagogischen Notwendigkeit, die LP#4 sieht, die vermeintlich ‚richtige‘ Erklärung für das vermeintlich adressierte ‚richtige‘ Phänomen zu vermitteln. Die Aufgabenstellung auf Modulebene 1 wird zur dominierenden ursächlichen Bedingung, die den Handlungsspielraum der S#5 maßgeblich determiniert, obgleich an diesem GOFEX-Tag eigentlich eine wesentlich höhere Modulebene intendiert war.

Die Experimentieraufgabe „**Dosentelefon**“ (Kap. 7.1) ist eine methodisch geöffnete Experimentieraufgabe (Modulebene 2). Sie ermöglicht vielfältige Bearbeitungswege und methodische Freiräume, wird aber von S#1 und S#2 nicht rezipiert. Stattdessen übernehmen die Schüler*innen, basierend auf dem Vorwissen des S#1, die Initiative: Zunächst nutzen sie das Dosentelefon, wie intendiert, als Kommunikationsmedium. Dann deuten sie das Material jedoch mehrmals um und nutzen das Dosentelefon als Stolperfalle für andere Schüler*innen oder als Verstärker für Flatulenzgeräusche, die S#1 arti-

[258] Dieses unterschiedliche Handeln von LP#3 und LB#2 greife ich noch einmal in Kapitel 8.2 auf.

kuliert. Das Experimentierhandeln der beiden bewegt sich zwischen einem spielerischen Wettkampf und einer lustvollen Exploration des Materials. Die methodische Öffnung der Experimentieraufgabe wird hier gar nicht durch den intendierten kognitiven Prozess, durch das Lesen der Stationskarte, transportiert, sondern durch spontane, materialbasierte Affordanzen („Appell der Dinge"; s. Kap. 7.1 u. 8.3). Die fehlende direkte Intervention der Lehrperson zu Beginn ermöglicht diese Entgrenzung. Erst als die Situation aus Sicherheitsgründen problematisch wird, interveniert eine GOFEX-Dozentin (LB#1) und leitet die Schüler*innen auf den Flur, wo der Handlungsraum der Schüler*innen, die das Experiment weiterhin spielerisch umdeuten, mit den Erwartungen der GOFEX-Dozentin kollidiert und neu ausgehandelt werden muss. Hierbei agiert LB#1 subtil: Sie sanktioniert das abweichende Handeln der Schüler*innen (Flatulenzgeräusche) nicht explizit, sondern fordert die Schüler*innen dazu auf, zur intendierten Nutzung des Dosentelefons zurückzukehren. Als die Schüler*innen jedoch weiterhin kichern und mit den Flatulenz-Geräuschen fortfahren, intensiviert LB#1 ihre Lenkungen: Ergebnisorientiert fragt sie, ob die Schüler*innen „*schon raus [haben], wie das Dosentelefon am besten funktioniert*?" Sie bewegt sich zwischen den beiden Schüler*innen hin und her, immer wieder nachfragend, ob sie etwas hören. Diese Bewegung im Raum ist m. E. ein Versuch, Kontrolle über das Handeln der Schüler*innen zurückzugewinnen und die Schüler*innen auf den eigentlichen Experimentierzweck zu lenken. Diese Versuche laufen jedoch weitestgehend ins Leere. Schließlich greift LB#1 direktiv ein: „*Kommt, wir gehen wieder rein jetzt*!" Die ultimative Einschränkung der methodischen Freiheiten der Schüler*innen erfolgt durch die unzugängliche Deponierung des Materials auf einem hohen Regal. Die Aushandlung von Selbstbestimmung zeigt sich hier als persistenter Widerstand der Schüler*innen gegen die intendierte Nutzung des Materials, zugunsten eigener Umdeutungen, der nur durch eine direkte Intervention der LB#1 beendet werden kann.

Die Experimentieraufgabe „**Flammensprung**" (Kap. 7.2) ist eine methodisch geschlossene Anleitung (Modulebene 1) mit kleinschrittigen Anweisungen, ergänzt durch einen offenen Beobachtungsimpuls. Die Schülerinnen S#3 und S#4 rezipieren die Anleitung. Trotz der klaren Vorgaben zeigen die Schülerinnen ein in Teilen selbstbestimmtes Vorgehen: Sie vertiefen die Phänomenauseinandersetzung über die Anleitung hinaus (Beobachten des brennenden Streichholzes und des Kerzendampfes), variieren den Löschvorgang und formulieren eigene Fragen, ausgehend von ihren Beobachtungen. Diese eigenen Handlungen werden jedoch durch die Intervention des LB#3 unterbrochen, der die Abweichung von der Experimentieraufgabe kommentiert („*Ihr macht ja überhaupt nicht, was da steht*") und die Experimentieraufgabe als normativ bindende Handlungs-

vorgabe re-institutionalisiert. Die Aushandlung von Selbstbestimmung zeigt sich hier als ein Ringen zwischen (a) der kindlichen Neugier, die den vorgegebenen Rahmen sprengt, (b) der Experimentieraufgabe, die durch Verzicht auf vorwegnehmende Aufgabenelemente m. E. einen Austausch zwischen Schüler*innen über Beobachtungen evoziert und damit Kommunikationsräume öffnet, und (c) der lehrseitigen Steuerung des LB#3, der in seinem Handeln meist doch auf die ‚korrekte' Durchführung der Anleitung abzielt.

8.1.2 Zum ‚Modus des schnellen Abarbeitens'

Die Beobachtungen meiner ersten Vorstudie haben gezeigt, wie vorwegnehmende Aufgabenelemente in geschlossenen Experimentieraufgaben (Modulebene 1) einen Modus des schnellen Abarbeitens evozieren können („Flaschengeist"-Aufgabe; s. Kap. 5.6). Der Verzicht auf solche Aufgabenelemente (wie in der „Handgenerator"-Aufgabe; s. Kap. 5.6) und das Aufgreifen offener Beobachtungsimpulse dagegen haben in meiner ersten Vorstudie einen prozessorientierten Austausch zwischen Schüler*innen über die Versuche und ihr Vorgehen evoziert. Auch in der „Flammensprung"-Situation meiner Hauptstudie wird m. E. deutlich, wie der Verzicht auf vorwegnehmende Aufgabenelemente und der offene Beobachtungsimpuls einen Austausch zwischen den Schüler*innen über Beobachtungen bewirken kann: Die Schüler*innen richten ihre Aufmerksamkeit auf Randaspekte, wie das Entzünden, Brennen und Abbrennen („*Nach unten Fressen*") des Streichholzes, sie versprachlichen ihre Beobachtungen, teilen sie und führen sie gemeinsam weiter: „*S#4 tippt ihre Mitschülerin an: ‚Schau mal, da geht weißer Rauch hoch' – S#3 ergänzt: ‚Und dann geht die Kerze aus*!'" Dieser tiefgreifende, gemeinsame Austausch geht über das schnelle Abarbeiten einer Anleitung in meinen Augen deutlich hinaus.

An vier der beobachteten GOFEX-Tage auf Modulebene 1 während meiner Hauptstudie haben Schüler*innen sich ebenfalls mit dem „**Flaschengeist**" (s. Kap. 5.6) auseinandergesetzt. Dabei wurde eine Experimentieraufgabe eingesetzt, die die Problematik von Elementen (z. B. Überschriften, einleitende Texte oder Visualisierungen), die Beobachtungen oder andere Erkenntnisse vorwegnehmen, vermeidet. Am Beispiel der folgenden Vignette möchte ich auch hier interpretieren, wie sich der Verzicht auf entsprechende Aufgabenelemente auf den Experimentier- und Kommunikationsprozess der Schüler*innen auswirkt. Habe ich in meiner Vorstudie ausschließlich die Bearbeitung der „Flaschengeist"-Aufgabe durch die Schüler*innen interpretiert (und das Lehr-Handeln dabei gewissermaßen per Studienanlage ‚ausgeklammert'), weite ich den Blick hier nun auf die Implementation der „Flaschengeist"-Aufgabe (Modulebene 1) und die Begleitung der Experimentier- resp. Bearbeitungsprozesse durch die Lehrenden. Denn: Die Experimentieraufgabe legt als ursächliche Bedingung den initialen Rahmen für ein mehr oder

weniger selbstbestimmtes Vorgehen der Schüler*innen fest. Die Wirkung der Experimentieraufgabe auf die Experimentierhandlungen der Schüler*innen hängt jedoch nicht unmittelbar von der Formulierung der Experimentieraufgabe ab, sondern wesentlich von der tatsächlichen Umsetzung der Experimentieraufgabe in der sozialen Interaktion zwischen den Lehrenden und den Lernenden. Dabei wird sich – am Beispiel meiner Vignette – zeigen, wie der *Modus des schnellen Abarbeitens* trotz Verzicht auf vorwegnehmende Aufgabenelemente durch das Handeln der Lehrperson aktualisiert werden kann.

Ausschnitt aus meinem Beobachtungsprotokoll vom 06.12.2018 („Flaschengeist")

06.12.2018, Klasse 2, Luft, Modul 1, 09.00-12.30 Uhr, 25 Schüler*innen, erster GOFEX-Tag
GOFEX-Dozierende JD = LB#2, Lehrpersonen CG = LP#7, erster GOFEX-Tag

Auf dem Tisch liegen Materialien, die S#9, S#10, S#11 und S#12 – nach Vorgabe durch die Aufgabe – zusammengetragen hatten. Sie diskutieren, was sie tun sollen – ohne erneut auf das Aufgabenblatt zu schauen.

S#9: „Ich glaub, die Flasche muss da (zeigt auf die Wasserschüssel) rein".
S#10: „Aber vorher muss die Münze auf die Flasche, ich kenn das".
S#11: „Vielleicht hätten wir die Eiswürfel auch in die Flasche machen müssen".

LP#7, die am Tisch steht und den Dialog verfolgt, schnauft hörbar und stöhnt leise. Sie rollt mit den Augen, dreht den Kopf leicht zur Seite. Mehrmals tippt sie mit dem Zeigefinger auf das Aufgabenblatt: „Hier steht, was ihr tun sollt!"

Alle vier lesen das Aufgabenblatt zunächst leise durch; dann beginnt S#10 die Schritte nacheinander laut vorzulesen. S#10 hält nach jedem Satz kurz inne und blickt in die Runde. „Das haben wir gemacht", bestätigt dann jeweils eine/r der anderen.

LP#7 bleibt die ganze Zeit über am Tisch stehen, stützt sich mit beiden Händen ab und beobachtet das Handeln der Gruppe. Als S#11 weitere Eiswürfel aus dem Gefrierfach holt (die Gruppe hat gemeinsam besprochen, die Glasflasche – vor Schritt 4 – noch weiter zu kühlen), spricht LP#7 zu S#12: „Wenn du auch holst, seid ihr schneller!" [...]

S#9 greift mit den Fingern in die Wasserschüssel und bewegt seine Hand dabei etwas durch das Wasser: „Also das Wasser ist kalt!" Er umfasst die Eiswürfel: „Und die Eiswürfel sind eiskalt!" S#11 legt die Finger nun auf die Glasflasche, die in der Wasserschüssel liegt: „Aber die Flasche ist noch nicht so kalt!" S#10 greift nach dem Flaschenboden und berührt diesen mit dem Handrücken und der Rückseite seiner Finger: „Aber unten ist die Flasche schon ziemlich kalt!" S#11 redet nun wieder: „Die Flasche ist noch nicht kalt genug! Wir müssen sie noch kälter bekommen!" Gemeinsam reiben sie mit den Eiswürfeln über die Flasche. LP#7 steht nach wie vor am Tisch, beobachtet die Gruppe erst, beginnt dann, sich am Tisch abzustützen und mit den Fingern ungeduldig auf die Tischkante zu tippen. Dann greift S#10 nach der Anleitungskarte und liest laut vor: „Feuchte den Flaschenhals mit Wasser an und lege die Münze darauf" Während S#9 und S#11 dies umsetzen, liest S#10 weiter: „Jetzt müssen wir die Flasche mit beiden Händen umfassen!" Die Schüler*innen setzen dies um. Als nach einigen Sekunden immer noch nichts passiert (*die Münze sollte „klappern", tut sie aber in dieser Situation nicht*), merkt S#10 an: „Vielleicht müssen wir die Flasche noch mehr kühlen?" S#11 nickt: „Die muss noch kälter sein!" Dabei blicken zunächst diese beiden, dann auch die übrigen SuS in Richtung LP#7. LP#7 nickt [...].

Nachdem die Glasflasche erneut im Wasserbad mit Eiswürfeln gekühlt wurde, wiederholen die Schüler*innen den Versuch. Sie nehmen die Glasflasche aus dem Wasserbad, stellen sie auf den

Tisch und reiben sie mit einem Handtuch etwas trocken. S#12 legt die Münze auf die Glasflasche, die anderen drei umfassen die Glasflasche gemeinsam an verschiedenen Stellen. Sie betrachten die Glasflasche, warten ab, nach einigen Sekunden klappert die Münze [...].

S#9, S#10, S#11 und S#12 beschließen, den Versuch zu variieren (darauf wurde zu Beginn des GOFEX-Tages großen Wert gelegt). So schlägt S#9 etwa vor, die Glasflasche „noch kälter zu machen". Die anderen Schüler*innen antworten nicht darauf. LP#7 durchbricht das Schweigen und schlägt vor: „Legt doch die Münze mal drauf, wenn die Glasflasche im Wasser ist und schaut, was sich dann verändert!" S#10 nimmt die Glasflasche und stellt sie ins Wasserbad mit den Eiswürfeln, sodass die Glasflasche etwa zur Hälfte in Wasser steht. S#11 legt die Münze auf die Flaschenöffnung, gleichzeitig beginnen die beiden anderen Schüler*innen die Glasflasche mit den Händen gemeinsam zu umfassen. Die Münze klappert diesmal nicht. S#11: „Aber der Flaschendeckel muss ja kalt sein!" S#12 greift nach der Glasflasche, die gerade im Wasserbad steht, dreht diese um, sodass die Flaschenöffnung am Beckenboden ist. Mit einer Hand hält S#12 die Glasflasche fest, mit der anderen Hand legt er die Münze auf den Flaschenboden. Nachdem die Münze liegt, umfasst S#12 mit beiden Händen die Glasflasche. S#9, S#10 und S#11 haben S#12 dabei beobachtet, nun umfassen auch sie die Glasflasche mit beiden Händen.

LP#7 lacht laut: „Das ist ja jetzt wohl mal..."

Während LP#7 lacht, blickt die Gruppe trotzdem konzentriert auf die Glasflasche, nicht davon ablassend und weiterhin fest umfassend. Augenblinzeln auf ein Minimum reduziert; Augen weit geöffnet. Nach einiger Zeit lassen die vier von ihrer Variation ab. Sie schauen sich gegenseitig an und schweigen.

LP#7: „War das jetzt eine gute Idee?"

Keiner der Schüler*innen antwortet darauf. S#9 fragt in die Runde, wobei der Blick weiterhin auf die Glasflasche und nicht auf die anderen Schüler*innen gerichtet ist: „Was könnten wir jetzt noch verändern?" Direkt antwortet S#11: „Eiskaltes Wasser!" Kurz herrscht Schweigen, dann antwortet LP#7: „Aber... Das Wasser ist doch jetzt schon eiskalt. Das braucht ihr nicht mehr zu testen. Macht doch jetzt ein anderes Experiment!"

Wenig später räumen die Schüler*innen die Materialien wieder weg und wenden sich einer anderen Station zu.

S#9, S#10, S#11 und S#12 haben die Materialien – wie angegeben – zusammengetragen, beachten nun aber bzgl. der Durchführung des Versuchs die Anleitung auf der Stationskarte nicht mehr, sondern planen und diskutieren eigene Wege der Durchführung des Versuchs (vgl. Kihm & Peschel 2021d: 95). Diese Wege stimmen teilweise mit der vorgeplanten Durchführung überein: *„S#9: ‚Ich glaub, die Flasche muss da (zeigt auf die Wasserschüssel) rein'. S#10: ‚Aber vorher muss die Münze auf die Flasche, ich kenn das'"*; teilweise weichen die Vorschläge aber von der *Aufgabe ab: „S#11: ‚Vielleicht hätten wir die Eiswürfel auch in die Flasche machen müssen'"* (vgl. ebd.: 95f.). Hier deutet sich in meinen Augen an, dass die Schüler*innen die angeleitete Aufgabe selbstbestimmt angehen resp. den Versuch selbstbestimmt bearbeiten möchten, obwohl eine klare Anleitung vorgegeben ist.

LP#7 beobachtet die prozessorientierte Diskussion, ‚positioniert' sich zu dieser auch und interveniert – zunächst nonverbal (schnaufen, stöhnen, augenrollen), dann auch verbal („*Hier steht, was ihr tun sollt*!"), wobei sie mit dem Zeigefinger wiederholt auf die Stations-

karte tippt (vgl. ebd.: 96). Sie reagiert mit deutlicher nonverbaler Missbilligung und einer unmissverständlichen verbalen Aufforderung. Durch diese Intervention wird die Gruppe auf die Stationskarte mit der Anleitung verwiesen, eigene und weitere Zugänge und Wege werden dagegen unterbunden. Durch das wiederholte Tippen mit dem Zeigefinger auf die Stationskarte wird die Anleitung als normative Vorgabe re-institutionalisiert (ähnlich wie in der „Flammensprung"-Situation). Die Schüler*innen reagieren sofort und unterwerfen sich dieser Lenkung: S#10 liest die Schritte nacheinander laut vor, und die Gruppe bestätigt jeden Schritt als ‚gemacht'. Die anfängliche Diskussions- und Planungsprozesse weichen einem reaktiven Abarbeiten der Anweisung. Das selbstbestimmte Vorgehen und eigene Nachdenken über den Versuch werden durch die Intervention der LP#7 schlagartig zurückgestellt; das Handeln der Gruppe wird fremdgesteuert. Nach dieser initialen direkten Intervention der LP#7, die die Schüler*innen auf die Anleitung zurückführt, scheint die Lehrperson eine beobachtende Haltung einzunehmen: „*LP#7 bleibt die ganze Zeit über am Tisch stehen, stützt sich mit beiden Händen ab und beobachtet das Handeln der Gruppe*". Das Abstützen auf dem Tisch signalisiert Kontrolle über das Handeln der Gruppe. Gleichzeitig dringt sie mit dem Abstützen in das (Experimentier-)Territorium der Gruppe ein. Auch ihr weiteres nonverbales Handeln und ihre gezielten kurzen Kommentare beeinflussen die Schüler*innen maßgeblich: Obwohl die Schüler*innen im weiteren Verlauf kurz versuchen, ihre Handlungsspielräume zu erweitern – durch die gemeinsame Entscheidung, die Flasche ‚noch weiter zu kühlen', als es die Anleitung explizit vorschreibt – bleibt LP#7 in einer kontrollierenden, aufgestützten Beobachterrolle und kommentiert ungeduldig: „*Wenn du auch holst, seid ihr schneller!*" Der Vorschlag der Gruppe, weitere Eiswürfel zu beschaffen, ist als Moment der eigenständigen Prozessoptimierung ein Ausdruck von selbstbestimmtem Handeln innerhalb des angeleiteten Rahmens. Erneut sind die Schüler*innen m. E. bemüht, zu gestalten und nicht nur Vorgaben abzuarbeiten.

S#11 holt weitere Eiswürfel, woraufhin LP#7 zu S#12 bemerkt: „*Wenn du auch holst, seid ihr schneller*!" Dieser Kommentar, obwohl vordergründig hilfreich, kann als subtile Aufforderung zur Effizienzsteigerung interpretiert werden. LP#7 schiebt die Schüler*innen indirekt in einen „Modus des schnelleren Abarbeitens", anstatt ihnen Raum für ihre eigene, möglicherweise langsamere oder vertiefende Herangehensweise zu lassen.

Direkt im Anschluss setzen die Schüler*innen sich intensiv und haptisch mit dem Material auseinandersetzen. S#9 greift in die Wasserschüssel und beschreibt die Kälte des Wassers und der Eiswürfel. S#11 ertastet die Temperatur der Glasflasche und beurteilt: „*Die Flasche ist noch nicht kalt genug! Wir müssen sie noch kälter bekommen*!" Gemeinsam reiben sie mit den Eiswürfeln über die Flasche. Wieder zeigt sich, dass die Gruppe nicht bloß pragma-

tisch-distanziert die Handlungsanweisungen abarbeitet, was ich in der Vorstudie als typisches Kennzeichen des „Modus des schnellen Abarbeitens“ bestimmt habe. Vielmehr setzen die Schüler*innen sich intensiv mit jedem einzelnen Schritt der Anleitung auseinander, denken m. E. offensichtlich mit und überprüfen selbst die Voraussetzungen zur Durchführung des Versuchs (hier: ob die Glasflasche überhaupt ‚eiskalt‘ ist). Die Schüler*innen sind aktiv in einen Erkenntnisprozess eingebunden, sie interagieren mit dem Material und verantworten ihr eigenes, selbst initiiertes Experimentieren, was über das Befolgen von Schritten hinausgeht. Die Schüler*innen entwickeln – trotz des geschlossenen Rahmens (Modulebene 1) und der methodischen Vorgaben – eigene Lösungsstrategien. In meiner Interpretation führt der Verzicht auf vorwegnehmende Aufgabenelemente in der Stationskarte dazu, dass der Austausch zwischen den Schüler*innen prozessorientiert, im Hinblick auf die Planung und Durchführung des Versuchs, verläuft. Zum Vergleich: Bei den „Flaschengeist“-Situationen in der Vorstudie (s. Kap. 5.6) haben vorwegnehmende Aufgabenelemente in geschlossenen Experimentieraufgaben m. E. vielmehr bewirkt, dass die Schüler*innen pragmatisch-distanziert die vorweggenommenen Ergebnisse nach zu erzeugen versuchten. Die ergebnisorientierte Kommunikation in den „Flaschengeist“-Situationen der Vorstudien adressierte dagegen v. a. die negative Bewertung des misslingenden Versuchs.

Während die Schüler*innen Eiswürfel über die Glasflasche reiben, bleibt LP#7 am Tisch stehen und beobachtet die Gruppe. Sie beginnt, „*sich am Tisch abzustützen und mit den Fingern ungeduldig auf die Tischkante zu tippen*". Dieses nonverbale Handeln signalisiert m. E. die Ungeduld und eine Erwartung der Lehrerin bzgl. Ergebnisorientierung und Beschleunigung der Kühlphase. Die Schüler*innen sollen, so meine Deutung, den nächsten Schritt der Anleitung umsetzen. Die vermeintlich neutrale Beobachtungshaltung der LP#7, die in dieser Phase schweigt, ist eine permanente, subtile Lenkung des Schüler*innenhandelns. Mit diesem nonverbalen Handeln (und den vorherigen verbalen Aufforderungen „*Hier steht, was ihr tun sollt*“ sowie „*Wenn du auch holst, seid ihr schneller*“) fordert LP#7 die Schüler*innen dazu auf, sich ausschließlich an der Anleitung zu orientieren und darüberhinausgehende Vertiefungen (wie das Füllen von Eiswürfeln *in* die Flasche oder das weitere Kühlen der Flasche mit Eiswürfeln von außen) zu unterlassen. LP#7 suggeriert zudem, dass die Schüler*innen sich nicht so viel Zeit – eben für eigene Planungen, Vorbereitungen und Vertiefungen – nehmen und stattdessen die Anleitung zügig bearbeiten sollen. Möglicherweise steckt dahinter auch die Präsupposition, ein Ergebnis, das LP#7 schon kennt (nämlich das Klappern der Münze) möglichst schnell ‚herzustellen‘ – eben im Sinne eines Zeitdrucks zur Ergebnisorientierung und ‚schnellem Abarbeiten‘. Insgesamt unterstützt die Lehrerin mit ihren nonverbalen und verbalen

Handlungen einen „Modus des schnellen Abarbeitens“, obgleich die Experimentieraufgabe keine entsprechend wirksamen vorwegnehmenden Aufgabenelemente beinhaltet und obwohl die Schüler*innen vertieft und prozessorientiert an dem Versuch arbeiten.

Die implizite Aufforderung zur Beschleunigung (Zeitdruck) wird von den Schüler*innen m. E. wahrgenommen: S#10 greift nach der Anleitungskarte und liest den nächsten Schritt laut vor: „*Feuchte den Flaschenhals mit Wasser an und lege die Münze darauf*.“ Während S#9 und S#11 diesen Schritt umsetzen, liest S#10 weiter: „*Jetzt müssen wir die Flasche mit beiden Händen umfassen*!“ Die Schüler*innen kehren damit zum Abarbeitungsmodus der kleinschrittigen Anleitung zurück, eine Konsequenz der lehrerinnenseitigen, nonverbalen Steuerung bzgl. vorgeschriebenem, normiertem Ablauf. Während die Schüler*innen die Schritte vorlesen und umsetzen, bleibt LP#7 am Tisch stehen. Dieses proxemische Handeln (*am Tisch stehenbleiben und mit beiden Händen abstützen*) „lässt der Gruppe keine Chance, sich selbständig oder variierend mit dem Versuch auseinanderzusetzen. Die Lehrerin überwacht die weitere Vorbereitung bzw. die Durchführung des Versuchs“ (ebd.: 96). Dabei richtet sie sogar –ungefragt! – Tipps an die Gruppe, die wieder nur adressieren, dass der Versuch ‚möglichst schnell‘ durchgeführt werden soll.

Als nach den Schritten „*nichts passiert*“ (die Münze also nicht klappert), äußern S#10 und S#11 die Vermutung: „*Vielleicht müssen wir die Flasche noch mehr kühlen?*“ und „*Die muss noch kälter sein*!“ Dabei blicken sie in Richtung der LP#7. Diesen Blick deute ich als Suche nach Bestätigung durch die Lehrperson. Das Absichern von eigenen Lösungswegen (hier: das weitere Kühlen der Flasche) habe ich in meiner ersten Vorstudie (s. Kap. 5.6) als typischen Modus der Erwartungshaltung hinsichtlich kleinschrittiger Instruktionen rekonstruiert. Auch das Absichern in der Interaktion zwischen den Schüler*innen und LP#7 ist m. E. eine Konsequenz der lehrerinnenseitigen Steuerung. Die Eigenverantwortung, die die Schüler*innen zu Beginn noch übernommen haben, weicht einer Unterordnung und dem Warten auf Anweisungen bzw. Bestätigung der Lehrerin.

Das knappe Nicken der Lehrerin gibt den Schüler*innen zwar minimalen Freiraum, den eigenen Lösungsweg fortzusetzen. Doch gleichzeitig verfestigt sie damit die Rollenaufteilung, die sie zuvor etabliert hat: Der Lehrperson – und nur ihr – obliegt es, Lösungswege der Schüler zu evaluieren, zu erlauben (nicken) oder auch abzulehnen (s. u.).

Obgleich die Experimentieraufgabe keine Ergebnisse vorwegnimmt und durch offene Beobachtungsimpulse („*Was fällt dir auf?*“) auch m. E. keine Ergebnisorientierung impliziert, handeln die Schüler*innen hier zunehmend nach einem Modus des schnellen Abarbeitens. Die Lehrperson, obwohl vordergründig nicht direkt intervenierend, beeinflusst durch nonverbales Handeln und gezielte Kommentare das Experimentierhandeln

der Schüler*innen. Sie bewirkt mehrfach, dass die Schüler*innen zur Abarbeitung der Anleitung zurückkehren: Der Vorschlag, Eiswürfel in die Flasche zu füllen, wird etwa nicht weiterverfolgt, auch nicht weiterdiskutiert, nachdem LP#7 mit den Augen rollt, mit dem Zeigefinger auf das Aufgabenblatt tippt und äußert: „Hier steht, was ihr tun sollt!"

Die Interventionen der LP#7 unterbinden „die weitere Aushandlung bzgl. der Durchführung" (Kihm & Peschel 2021d: 96) und die prozess- und planungsorientierte Diskussion der Schüler*innen und „lenkt die Gruppe vorzeitig wieder auf die [vorgegebenen] Durchführungsschritte in der Aufgabe zurück – und damit auf eine Ergebnisorientierung" (ebd.; Anm. d. V.], wobei hier nicht ein Prozessziel orientiert wird, sondern der Versuch ‚zu einem Ergebnis gebracht' werden soll. Infolge dieser Ergebnisorientierung müssen Schüler*innen „*die* Lösung finden, dürfen nicht *eine* [beliebige] Lösung konstruieren" (Gruschka 2011: 274; Anm. d. V.)**.** Das subtile „*mit den Fingern ungeduldig auf die Tischkante*" Tippen vermittelt den Schüler*innen Zeitdruck und drängt sie dazu, die Explorationsphase zu beenden und zum nächsten Anweisungsschritt überzugehen.

Nachdem die Münze klappert, beschließen die Schüler*innen, den Versuch zu variieren. S#9 schlägt vor, die Glasflasche „*noch kälter zu machen*". Die Schüler*innen schweigen zunächst und bevor sie sich über den Vorschlag des S#9 austauschen können, greift LP#7 direktiv in die Ideenfindung und Planungsphase ein und schlägt eine alternative Variation vor: „*Legt doch die Münze mal drauf, wenn die Glasflasche im Wasser ist und schaut, was sich dann verändert*!" LP#7 unterbindet, dass sich ein selbstbestimmter Explorations- und Variationsprozess etablieren kann, und dirigiert bzw. kommandiert stattdessen das weitere Experimentieren der Gruppe: Sie gibt den weiteren Erkenntnisweg vor und hindert die Schüler*innen illegitim daran, ihren eigenen Weg zu gehen.

Als S#12 ausprobiert, „was passiert, wenn die Münze nicht auf der Flaschenöffnung, sondern auf dem Flaschenboden liegt" (Kihm & Peschel 2021d: 97), reagiert LP#7 darauf, „indem sie laut lacht" (ebd.). Zusammen mit der verbalen Äußerung interpretiere ich das Lachen als diskreditierender Umgang mit dem Schüler*innenbeitrag. „Aus der Perspektive der Lehrperson, die den (Ursprungs-) Versuch (mit dem spezifischen Ergebnis ‚die Münze klappert') möglicherweise schon kennt, erscheint diese Variation möglicherweise unsinnig oder trivial" (ebd.) und LP#7 lehnt sie deshalb ab. Für S#12, der die Variation umsetzt, ist sie aber ggf. sinnhaft. Auffällig ist dabei m. E. allerdings, wie wenig die Gruppe sich von der o. g. Intervention der LP#7 ‚ablenken' lässt (vgl. ebd.). Die Schüler*innen fokussieren weiterhin die Glasflasche, auch wenn sich vielleicht nicht das erwartete Ergebnis einstellt (vgl. ebd.). Die anschließende (rhetorische?) Frage, die LP#7 stellt, diskreditiert den Experimentierprozess von S#12 dagegen weiter. (vgl. ebd.)

Als S#9 seine Mitschüler*innen fragt, was sie noch verändern können, schlägt S#11 vor, die Temperatur des Wassers zu verändern. Diese explorative Haltung und der Ansatz, ein Parameter des Versuchs gezielt zu verändern, was im Sinne einer Scientific Literacy zielführend wäre (s. Kap. 3.1), wird von LP#7 abrupt beendet: „*Das braucht ihr nicht mehr zu testen. Macht doch jetzt ein anderes Experiment*!" Die Lehrerin impliziert, dass die von den Schülern vorgeschlagene Variation irrelevant oder überflüssig sei, obwohl die Schüler*innen selbst durch ihre vorausgegangene Kühlphase m. E. Grund zur (korrekten) Annahme haben, dass die Kühlung der Glasflasche einen Einfluss auf den Ausgang des Experiments hat. LP#7 deklariert den nach wissenschaftlichen Standards angemessenen Erkenntnisweg der Schüler*innen als ‚abgeschlossen' bzw. ‚unnötig'. Ihre Äußerung ist eine unmissverständliche Ablehnung von weiterer Eigeninitiative. Die zweite Teilaussage ist eine direkte Anweisung zum Aufgabenwechsel. Sie lässt abermals wenig Raum für Diskussion, Widerstand oder eigene Überlegungen der Schüler*innen.

Die Ansätze selbstbestimmten Vorgehens, die die Schüler*innen während der Interaktion m. E. ‚verteidigt' haben – sei es durch die Diskussion über die Vorgehensweise, die zusätzliche Kühlung oder die Variation mit der umgedrehten Flasche – werden hier vollständig unterbunden. LP#7 übernimmt die absolute Kontrolle über den Lernprozess und die Richtung des Experimentierens: Ihre Intervention führt dazu, dass die Schüler*innen Materialien wegräumen und sich einer anderen Station zuwenden – m. E. eine Konsequenz der lehrerinnenseitig erzwungenen Beendigung der Aufgabe. LP#7 signalisiert, dass sie die lehrerinnenseitige Vorstellung des ‚richtigen' und ‚effizienten' Vorgehens über die selbstbestimmten, explorativen Lernprozesse der Schüler*innen stellt.

Die Situation „Flaschengeist" illustriert, wie selbst bei angeleiteten Experimenten, die auf vorwegnehmende Aufgabenelemente verzichten, ein „Modus des schnellen Abarbeitens" entstehen kann. Dieser wird hier, anders als in meiner ersten Vorstudie, jedoch nicht primär durch die Aufgabenstellung selbst (vorwegnehmende Elemente), sondern durch die interaktionale Gestaltung des Lernprozesses durch die Lehrperson befördert. Nonverbale Signale der Ungeduld, direktive Anweisungen und die Einschränkung der Variationsmöglichkeiten (hier durch LP#7) verhindern, dass die Schüler*innen ein selbstbestimmtes Vorgehen beim Experimentieren entfalten können. Obwohl die Experimentieraufgabe selbst keine vorwegnehmenden Elemente enthält, die den Schüler*innen das Ergebnis ‚verraten', wird ein Modus des schnellen Abarbeitens durch das ergebnisorientierte Handeln der Lehrperson LP#7 maßgeblich aktualisiert. Das Experimentieren wird zu einem rein mechanischen Abarbeiten von Anweisungen, bei dem die eigentliche Exploration und das eigenständige Fragenstellen in den Hintergrund treten.

Die Interventionen der Lehrperson beziehen sich in bestimmter Weise auf die Experimentieraufgabe. Dabei werden bestimmte Aufgabenkulturen weitergeführt oder konterkariert (vgl. Kihm & Peschel 2021d: 97; s. Kap. 3.2): Drängt die Lehrperson – wie in der „Flaschengeist"-Situation – auf eine schnelle Erledigung bestimmter Teilaspekte, unterbindet sie mehrfache Wiederholungen oder modelliert sie das rasche Wechseln von Stationen, unterstützt dies den *Modus des schnellen Abarbeitens* – selbst, wenn die Experimentieraufgabe prozessorientiert formuliert ist und Kommunikationsräume öffnet (z. B. durch gezielte offene Beobachtungsimpulse oder die Vermeidung vorwegnehmender Aufgabenelemente). „Erinnert die Lehrperson immer daran, was als nächstes zu tun ist [...] oder gibt sie Tipps [...], noch bevor die Schüler*innen selbst Gelegenheit hatten, zu diskutieren, auszuprobieren" (ebd.: 98) und abzuwägen, „stellen die Schüler*innen sich möglicherweise auf diese Unterstützung ein" (ebd.) und werden ihre Lösungswege fortwährend *absichern und bestätigen* wollen – wie in der „Flaschengeist"-Situation und in meiner Vorstudie (s. Kap. 5.6).[259]

Die Vignetten in Kap. 7 verdeutlichen darüber hinaus: Die Öffnungsstufe einer Experimentieraufgabe ist m. E. eine notwendige, aber keine hinreichende ursächliche Bedingung für die Entfaltung eines selbstbestimmten Vorgehens. Die Experimentieraufgaben wirken nicht linear und monokausal, sondern vermittelt über die vielfältigen Interaktionen zwischen Lehrenden und Lernenden, in denen die ursprüngliche Aufgabenstellung umgedeutet werden kann. Während eine bestimmte Öffnungsstufe zwar den formalen Rahmen für selbstbestimmte Handlungen und methodisch-inhaltliche Entscheidungen einschränkt oder gewährt, ist die reale Ermöglichung eines selbstbestimmten Vorgehens deshalb maßgeblich vom interaktionalen Handeln der Lehrenden abhängig. Die Lehrenden beeinflussen die Aushandlung von Selbstbestimmung durch ihre Körpersprache, Mimik und Gestik sowie durch den Einsatz von Materialien subtil oder direkt. Diese Einflüsse können die intendierte Offenheit der Aufgabe untergraben und die Schüler*innen in eine ‚erwartete' Richtung lenken. Solche Interventionen markieren oft eine Zäsur im selbstbestimmten Handeln der Schüler*innen, indem sie eine bestimmte Vorgehensweise normieren, oder aber ggf. auch neue, unerwartete Handlungsräume eröffnen.

Hohe Öffnungsstufen (Modulebene 3, 5) bieten den Schüler*innen zwar große methodisch-inhaltliche Freiheiten, sind aber kein Garant für selbstbestimmtes Vorgehen. Obwohl die Aufgabenstellung „Was kannst du über Magnete herausfinden?" weitreichende methodisch-inhaltliche Freiheiten beinhaltet (Modulebene 3), führt die kurze Intervention der LP#5 in der „**Balance of Power**"-Situation dazu, dass S#6 und S#7 das Material

[259] In der Psychologie ist dieser Effekt auch als „erlernte Hilflosigkeit" bekannt (Seligman 1979; siehe zur Bedeutsamkeit dieses Effektes im Naturwissenschaftsunterricht auch Högström et al. 2010).

komplett umdeuten und „Magnetraupen“ formen. Ihre ‚Rebellion‘ bewegt sich zwar innerhalb der Offenheit der Experimentieraufgabe, ist aber gleichzeitig eine direkte Reaktion auf die LP#5-seitige Thematisierung der ursprünglichen Spielidee (s. o.). Im Gegensatz beschneidet LP#6 die theoretisch gegebene methodisch-inhaltliche Freiheit der S#8 stark durch ihre dominante physische Präsenz und die ergebnisorientierte Lenkung. Schülerin S#8 z. B. erfährt in der „Balance of Power“-Situation trotz der hohen Öffnungsstufe eine starke Restriktion ihrer methodisch-inhaltlichen Freiheiten durch die dominante physisch-proxemische Präsenz und ergebnisorientierte Lenkung der LP#6.

In der „**Wasserläufer**“-Situation (Modulebene 5) wird die Diskrepanz zwischen intendierter Öffnung und interaktionaler Einengung noch deutlicher. Die höchste Öffnungsstufe führt nicht zwangsläufig zu einem selbstbestimmten Vorgehen. Die anfängliche Unsicherheit der Schülerin S#5 wird von der Lehrerin zum Anlass genommen, ihr eine kleinschrittige Anleitung (Modulebene 1) zuzuweisen, wodurch die ursprünglich intendierten methodisch-inhaltlichen Freiheiten durch starke Instruktion ersetzt werden. Trotzdem zeigt S#5 selbstbestimmte Ansätze der Hypothesenbildung und der Variation der Anleitung, die jedoch wiederholt durch taktile und verbale Interventionen der Lehrpersonen unterbunden werden, die im Modus des schnellen Abarbeitens auf das ‚richtige‘ Ergebnis ‚drängen‘. LP#3 und LP#4 agieren, wie oben beschrieben, sehr ergebnisorientiert und setzen S#5 mehrfach unter Zeitdruck, indem sie die eigenen Variationen der Schülerin, die aus Sicht der Lehrerinnen nicht zielführend sind bzw. dem Ergebnis nicht zuliefern (*„Nix passiert, siehst du! Jetzt würde ich es mal mit normalem Wasser probieren!*“), und die zeitintensiven Beobachtungen der S#5 unterbrechen (*„Ihr habt ja nun alles gesehen*“).

Umgekehrt können sich auch trotz niedriger Öffnungsstufen (Handlungs-)Räum für selbstbestimmtes Vorgehen eröffnen: Die „**Flammensprung**“-Situation (Modulebene 1) zeigt, wie Schülerinnen auch in einem scheinbar geschlosseneren Rahmen und ‚trotz‘ einer methodisch kleinschrittigen Anleitung in Teilen selbstbestimmt vorgehen. S#3 und S#4 vertiefen die Phänomenauseinandersetzung über die Anleitung hinaus, variieren und formulieren eigene Fragen. Diese selbstbestimmten Handlungen der Schülerinnen werden jedoch durch LB#3 unterbrochen und auf die Anleitung zurückgeführt. Die Aushandlung von Selbstbestimmung erweist sich m. E. als ein Ringen zwischen kindlicher Neugier und lehrendenseitiger Steuerung bzgl. Zeitdruck und Ergebnisorientierung. Die Art und Weise, wie Lehrpersonen auf exploratives Handeln reagieren, ob sie Raum für Umdeutungen lassen, Impulse geben oder intervenieren, ist entscheidend dafür, wie viel Freiheiten Schüler*innen im Lernprozess tatsächlich bekommen und umsetzen können.

Auch in der „**Flaschengeist**“-Situation (Modulebene 1) diskutieren die Schüler*innen zunächst eigene Wege der Durchführung und gestalten den Prozess der Aufgabenbearbeitung selbst. Dies ist ein Beleg für selbstbestimmtes Handeln, das über ein bloßes schnelles Abarbeiten hinausgeht. Trotzdem und obwohl die Schüler*innen eigenständige Optimierungen (zusätzliche Kühlung) versuchen und Fragen stellen, die auf ein tieferes Verständnis durch Variationen abzielen, unterbindet LP#7 dies sukzessive durch nonverbale Ungeduld (Fingertippen), direktive Vorschläge und die letztlich finale Anweisung zum Experimentwechsel: „*Das braucht ihr nicht mehr zu testen. Macht doch jetzt ein anderes Experiment!*“. Trotz prozessorientierter Aufgabenformulierung wird hierbei der Modus des schnellen Abarbeitens durch das ergebnisorientierte Handeln der Lehrperson und durch den Zeitdruck, den sie aufbaut, aktualisiert.

Bei der Bearbeitung methodisch geöffneter Experimentieraufgaben begrenzen Lehrende mit ihrem Handeln die methodischen Freiheiten der Schüler*innen, indem sie sie auf bestimmte, präferierte ‚Königswege‘ führen. Die „**Dosentelefon**"-Situation (Modulebene 2) ist ein Beispiel dafür, wie eine GOFEX-Dozierende zunächst subtil, dann aber zunehmend direktiv interveniert, das abweichende Handeln (Stolperfalle, Wettziehen, Flatulenzgeräusche) beendet und das Material unzugänglich deponiert, wodurch die methodische Freiheit von S#1 und S#2 eingeschränkt wird. Im Kapitel 8.3 diskutiere ich mit der „Cappuccino“-Situation und der „Dreckwasser“-Situation weitere Beispiele für die Begrenzung methodischer Freiheiten bei einem Experimentieren auf Modulebene 2.

Die Öffnungsstufe der Experimentieraufgabe ist zwar der Rahmen für die Aushandlung von Selbstbestimmung, die aber letztlich maßgeblich von den Lehrenden und ihren Kommunikationsmustern beeinflusst wird: Nonverbale Signale, subtile Lenkungen, direkte Anweisungen und die Art und Weise, wie auf Schüler*innen-Initiativen reagiert wird (s. Kap. 8.3), können die intendierte methodisch-inhaltliche Freiheiten der Experimentieraufgabe untergraben und einen „Modus des schnellen Abarbeitens" etablieren, selbst wenn die Aufgabe eigentlich prozessorientiert ist. Umgekehrt können die Lehrenden durch zurückhaltendes Handeln und Zulassen von Schüler*innen-Diskussionen und -Vorschlägen auch in angeleiteten Situationen Raum für selbstbestimmtes Vorgehen schaffen.

8.2 Soziale Öffnung

Meine Beobachtungen im GOFEX lassen den Schluss zu, dass soziale Strukturen – wie Kommunikations-, Dokumentations- und Präsentationsformen oder (Verhaltens-)Regeln – primär von den Lehrpersonen etabliert und kontrolliert werden, und zwar entgegen der intendierten sozialen Öffnung der GOFEX-Tage. Damit bestätigen die Beobachtungen der Hauptstudie das, was sich bereits in der zweiten Vorstudie als ad hoc Hypothese angedeutet hat: Eine Aushandlung der sozialen Strukturen zwischen den Schüler*innen und den Lehrpersonen, aber auch eine Abstimmung zwischen den Lehrpersonen und den GOFEX-Dozierenden finden nur selten bzw. nicht statt. Beispielsweise wird die Art der Ergebnispräsentation zum Ende des GOFEX-Tages – teilweise als Museumsrundgang (beim Thema Brücken), meist als Vorstellung der Schüler*innen am Smartboard o. ä. – nicht mit den Schüler*innen ausgehandelt, sondern von den GOFEX-Dozierenden beschlossen und vorgegeben, entweder erst in der Situation ‚Abschlusssitzkreis', teilweise schon zu Beginn des GOFEX-Tages, wenn ein Überblick über dessen Ablauf gegeben wird.

Einzelfragestellung		**ad hoc Hypothese/(vorläufige) Erkenntnisse**
Wie und von bzw. mit wem werden soziale Strukturen (Kommunikations-, Dokumentations-, Präsentationsformen, Regeln) ausgehandelt?	1b	– Entgegen der sozialen Öffnung etablieren Lehrkräfte einen Ordnungsrahmen für das Offene Experimentieren im GOFEX. – **Lehrkräfte lösen das Problem der „Sichtbarmachung" von Lernergebnissen durch einen illegitimen Zwang zur Dokumentation.** – **Zur Etablierung dieses Ordnungsrahmens nutzen Lehrkräfte traditionelle schulische Praktiken (Kommunikationsformen, Rituale) und übertragen diese unabgesprochen auf das GOFEX-Setting.** – **Hinter den scheinbar ‚offenen' Kommunikationsformen (Meldekette) des GOFEX-Tages verbirgt sich eine verdeckte Hierarchie.**

8.2.1 Dokumentationszwang zur ‚Sichtbarmachung' von Lernergebnissen

Die Dokumentationsform, bezogen auf das Experimentieren resp. die durchgeführten Versuche bzw. Experimente, stellen die GOFEX-Dozierenden den Schüler*innen meist frei: „*Auf den Tischen liegen noch Forscherhefte, in die ihr reinschreiben könnt*" (08.04.2019). Die Lehrpersonen legen jedoch in meinen Augen einen besonders großen Wert auf das Dokumentieren der durchgeführten Versuche bzw. Experimente. In meiner zweiten Vorstudie (s. Kap. 5.7) hat L#5 die Schüler*innen explizit dazu angeleitet, wie sie das Forscher*innenheft zu nutzen haben: „*Ihr wisst ja, wir haben ja schon experimentiert. Ihr schreibt also eure Vermutung, das Experiment und das Ergebnis auf*!" (11.01.2018). Diese Intervention erfolgt ohne Absprache mit den GOFEX-Dozierenden und anders als in den GOFEX-Konzepten intendiert: Die Schüler*innen dürfen ihr Experimentieren eigentlich auf eigenen Wegen und ohne vorgegebene Struktur dokumentieren, wobei ihnen auch das Dokumentieren an sich freisteht. Die Lehrperson dagegen reproduziert das Frage-Zeichnung-Antwort-Schemata, das ich bereits andernorts kritisiert habe (s. Kap. 3.1; 5.4;

5.7). Die Schüler*innen sollen nicht mehr nur aufschreiben, *was* sie gemacht haben, sondern sich ausdrücklich an bestimmte Konventionen (Frage-Zeichnung-Antwort) halten. Diese Konventionen wurden meist zuvor im schulischen Unterricht durch die Lehrkraft eingeführt und illegitimerweise verpflichtend für den GOFEX-Tag festgelegt. Sie beinhalten die Gleichsetzung von Experimentieren mit dem Frage-Zeichnung-Antwort-Schema.

In meiner Hauptstudie konnte ich zudem beobachten, wie Lehrpersonen die Schüler*innen an GOFEX-Tagen zum Dokumentieren verpflichten und dieses Dokumentieren auch mehrfach einfordern: *„Denkt aber an die Forscherhefte!"* (24.06.2019). Eine Lehrperson sieht, dass eine Schülerin kein Forscher*innenheft auf dem Tisch liegen hat und interveniert: *„Du sollst schon dein Forscherheft ausfüllen, weil das sammle ich ja ein!"* (05.12.08). Die Begründung, dass die Lehrperson das Forscher*innenheft im Anschluss an den GOFEX-Tag einsammeln wird, widerspricht massiv den GOFEX-Prinzipien und der intendierten individuellen Funktion des Forscher*innenheftes für die Schüler*innen.

Forscher*innenhefte, wie im GOFEX, fungieren als ‚Erkenntnis- und Wissensspeicher' (im Sinne der Erinnerung und Reflexion). Gleichzeitig bildet die Dokumentation – allerdings aus eher deutschdidaktischer Perspektive – im Experimentierprozess einen Schriftanlass (vgl. M. Peschel 2006). Diese Aspekte ergänzen m. E. das bisherige didaktische Konzept des GOFEX mit seinem spezifischen Experimentierverständnis. Eine Verpflichtung zum Aufschreiben im Forscher*innenheft, wie ich dies bei einigen Lehrpersonen beobachten konnte, verschließt den Schüler*innen m. E. die Chancen, die eine Dokumentation für den eigenen „Scientific Literacy"-Lernprozess bietet: Der (Experimentier-)Teilprozess ‚Dokumentieren im Forscher*innenheft' sollte deshalb m. E. nicht von außen angeordnet, sondern – m. E. auch als Aspekt sozialer Öffnung – gemeinsam ausgehandelt werden.

Viele Lehrpersonen, die das GOFEX mit ihren Klassen besuchen, sehen das Forscher*innenheft aber m. E. als eine Art Instrument zur (Ergebnis-)Sicherung der Experimente bzw. der naturwissenschaftlichen (Lehrplan-)Inhalte. In diesem Sinne ‚sichern' Forscher*innenheft im GOFEX vermeintlich das am GOFEX-Tag konstruierte Wissen ab (eben wie vollgeschriebene Hefte, Wandzeitungen u. a. im Schulunterricht; vgl. Breidenstein 2006). Deshalb setzen sich diese Lehrkräfte in meiner Interpretation auch über die intendierte soziale Öffnung und die Mitbestimmung der Dokumentationsform durch die Schüler*innen hinweg: Lernen ist als solches „nicht unmittelbar beobachtbar […], das Wissen des Individuums und seine Veränderung sind als solche der Wahrnehmung durch andere nicht zugänglich. Der Unterricht bedarf aber der Vergewisserung, dass gelernt wird. Lernen muss beobachtbar und kommunizierbar gemacht werden (Breidenstein 2010: 879). Gemessen an dem äußerst diffusen und prekären Charakter von

„Lern*prozessen*“ sind „die Produkte schulischen Tuns handfest und unbezweifelbar. Jeder kann (daran) sehen, dass etwas ‚getan‘ wurde. Produkte dokumentieren die Erfüllung eines Pensums, sie vermögen das Engagement des Produzenten unter Beweis zu stellen“ (ebd.). Viele Praktiken im „Modus des schnellen Abarbeitens“ (s. Kap. 5.7; 8.1.2) sind auf die Erstellung von fassbaren, handhabbaren Produkten gerichtet: „auf ausgefüllte Arbeitsblätter, erledigte Aufgaben“ (Breidenstein 2006: 261) – und eben vollgeschriebene Forscher*innenhefte. Das Forscher*innenheft dient dann – aus der Sicht der Lehrperson – der Sichtbarmachung und „Selbstvergewisserung der Unterrichtspraxis“ (Breidenstein 2012: 34f.; vgl. Wiesemann 2008: 171). Deshalb werden die Forscher*innenhefte auch m. E., wie von der oben zitierten Lehrerin (05.12.2018), eingesammelt, um vermeintlich zu kontrollieren, was die Schüler*innen gelernt haben.

Insbesondere Unterrichtsformen, die Schüler*innen vermehrt auf methodisch-inhaltlicher Ebene am Unterricht beteiligen, werden von Lehrpersonen überwiegend „über die Erarbeitung und Kontrolle von Produkten“ (Breidenstein 2006: 215) ‚abgesichert‘, die das Lernen vermeintlich für Außenstehende ‚sichtbar machen‘. Lehrkräfte nutzen deshalb m. E. die Forscher*innenhefte – entgegen der intendierten sozialen Öffnung und und obgleich die Dokumentationsform den Schüler*innen eigentlich frei steht –, um selbst mit der Unsicherheit und Ergebnisungewissheit des Offenen Experimentieren (s. Kap. 5.3) ‚klarzukommen‘. Dieser Dokumentationszwang ist m. E. ein Element der Ergebnisorientierung der Lehrpersonen, die ich nun schon verschiedentlich diskutiert habe (s. Kap. 5.7; 8.1.2). Aufgrund dieser starken Ergebnisorientierung und der ‚Vorzeigbarkeit‘ von Ergebnissen mittels Forscher*innenheften begrenzen die Lehrpersonen in meinen Augen die Beteiligung der Schüler*innen an der Dokumentationsform und die soziale Aushandlung in diesem Bereich: Das konkrete Produkt bzw. die Form der Ergebnisdokumentation wird fremdbestimmt von außen vorgegeben, aber nicht gemeinsam ausgehandelt (vgl. auch Häcker 2007; Gruschka 2011; Carle & Košinàr 2012).

8.2.2 Zum ‚Ordnungsrahmen‘: Übertragung von Praktiken aus dem Klassenzimmer

Das Handeln der Lehrkräfte konzentriert sich an den beobachteten GOFEX-Tagen häufig auf die Schaffung eines ‚Ordnungsrahmens‘, der den reibungslosen Ablauf des GOFEX-Tages im Sinne schulischer Normen sicherstellen soll (s. Kap. 5.7). Dies zeigt sich etwa in der Übertragung von Regeln aus dem Klassenzimmer auf die GOFEX-Situation. Beispiele für solche Regeln sind Vorgaben zur Sitzhaltung und -ordnung (aufrecht sitzen, nicht knien oder stehen), zum ressourcenschonenden Umgang mit Materialien und zur Lautstärke. Diese Regeln werden oft unausgesprochen und unausgehandelt eingeführt und durchgesetzt, ohne Absprache mit den Schüler*innen oder den GOFEX-Dozierenden.

Diese nachfolgende Situation „**Auslegerbrücke**“ ist ein Beispiel dafür, wie Lehrpersonen soziale Strukturen – hier die Gruppenbildung und den Verbleib in der Gruppe – entgegen der intendierten sozialen Öffnung des GOFEX selbst etablieren und kontrollieren:

Ausschnitt aus meinem Beobachtungsprotokoll vom 02.12.2019 („Auslegerbrücke“)

02.12.2019, Klasse 3, Brücken, Modul 3, 09.00-12.30 Uhr, 22 Schüler*innen, zweiter GOFEX-Tag
GOFEX-Dozierende SK = LB#1, MA = LB#4, Lehrpersonen TL = LP#8, zweiter GOFEX-Tag

Ich bekomme ein Gespräch zwischen S#13 und einem weiteren Schüler mit, der gefragt hat, ob S#13 wieder zu seiner Gruppe und ihm zurück kommt, um gemeinsam an einer Balkenbrücke aus vielen Stiften und einem langen Lineal zu arbeiten. S#13 entgegnet, dass ihm diese Konstruktion „zu unspektakulär“ ist und er sich einer anderen Gruppe angeschlossen hat, die mit Kappla-Steinen eine Auslegerbrücke baut. Im Gespräch mit dem Schüler antwortet S#13: „Nein. Ich bin ja jetzt bei … in der anderen Gruppe. Da will ich jetzt auch bleiben!“ LP#8 kommt an den beiden Schülern vorbei. Sie dreht sich zu ihnen um, spricht S#13 an: „Nein! Geh bitte zu deiner ursprünglichen Gruppe zurück; die Gruppen sollen hier zusammenbleiben!“ Ohne Widerworte, aber mit schmollend-motzigem Gesichtsausdruck wechselt S#13 die Gruppe „zurück“ und arbeitet wieder mit seiner ursprünglichen Gruppe an der Balkenbrücke aus Lineal und Stiften.

Das GOFEX beinhaltet die Möglichkeit für Schüler*innen, Gruppen zu wechseln, wenn dies aus ihrem Erkenntnisweg heraus erfolgt. Der Schüler S#13 begründet seinen Wunsch, die Gruppe zu wechseln, sachorientiert: Die Balkenbrücke seiner ursprünglichen Gruppe ist ihm „*zu unspektakulär*", und er ist vom Vorgehen einer anderen Gruppe fasziniert, die eine komplexere Auslegerbrücke mit Kappla-Steinen baut. Er hat sich bereits mit dieser neuen Gruppe geeinigt, was auf eine selbst organisierte, sachlich begründete Interaktion zwischen den Schüler*innen hindeutet. Doch LP#8 unterbindet diesen Wechsel abrupt und handelt damit in meinen Augen entgegen den Kernprinzipien des GOFEX-Konzepts.

Die Anweisung der Lehrerin „*Nein! Geh bitte zu deiner ursprünglichen Gruppe zurück; die Gruppen sollen hier zusammenbleiben*!“ ist direktiv, autoritär und lässt keinerlei Raum für Aushandlungen. Obwohl die Lehrperson die Regeln des GOFEX kennt und weiß, dass Gruppenwechsel grundsätzlich erlaubt sind, setzt sie eine eigene, vorher unausgesprochene, mit den Schüler*innen unausgehandelte und mit den GOFEX-Dozierenden unabgesprochene Regel durch. Diese Regel ist kein Ergebnis eines demokratischen Prozesses oder einer Absprache, sondern scheint willkürlich von LP#8 festgelegt und implementiert zu werden. Sie dient der Aufrechterhaltung einer von der Lehrperson imaginierten Ordnung und Struktur, die sich an typischen Klassenzimmer-Szenarien orientiert, in denen Gruppen oft für eine gesamte Unterrichtszeiteinheit festgeschrieben sind.

Das Vorgehen der LP#8 ist ein Beispiel dafür, dass die pädagogisch-didaktische Unterstützung der fachlich-inhaltlichen Auseinandersetzung der Schüler*innen (hier das Interesse des S#13 an der Auslegerbrücke aus Kappla-Steinen, das m. E. der Grund für den Gruppenwechsel ist) hinter der Etablierung eines Ordnungsrahmens zurücktritt. Die

Lehrperson konzentriert sich auf die Kontrolle der formalen Abläufe und das Disziplinieren vermeintlich ‚unangemessenen' sozialen Verhaltens (das Verlassen einer Gruppe), obwohl dieses Verlassen der Gruppe sachlich begründet ist (durch das o. g. Interesse an der Auslegerbrücke) und im Rahmen des GOFEX-Konzeptes legitim ist. Die Situation verdeutlicht zudem einen potenziellen Rollenkonflikt zwischen der Lehrperson und den GOFEX-Dozierenden: LP#8 weiß aufgrund ihrer eigenen Berufsbiografie, dass Gruppenwechsel im GOFEX erlaubt sind. Trotzdem setzt sie die Anweisung „d*ie Gruppen sollen hier zusammenbleiben*!" durch. Dies impliziert, dass LP#8 eine eigene, von ihr selbst gesetzte Regel illegitimerweise über die Regeln und Konzepte des GOFEX stellt. Diese Diskrepanz zwischen der GOFEX-Regel (Gruppenwechsel erlaubt) und der von LP#8 durchgesetzten Regel (Gruppen sollen zusammenbleiben) schafft eine Spannung. Wenn eine Lehrperson wie LP#8 eigene, unausgehandelte Normen bezüglich der Gruppenstruktur durchsetzt, ohne dies mit den GOFEX-Dozierenden abzustimmen, untergräbt dies die Rolle der GOFEX-Dozierenden (Kap. 8.3) und es entsteht der Eindruck, dass die Lehrperson die Kontrolle über den ‚Ordnungsrahmen' basierend auf eigenen Vorstellungen von Unterricht festlegt, selbst wenn diese nicht mit dem GOFEX-Konzept übereinstimmen.

Das Fehlen einer Abstimmung zwischen LP#8 und den GOFEX-Dozierenden deutet in meinen Augen darauf hin, dass die Lehrperson ihre Rolle und die zu setzenden Grenzen eigenständig definiert, was zu den o. g. Abweichungen vom GOFEX-Konzept und somit zum potenziellen Rollenkonflikt führt und darüber hinaus eine erhebliche Kluft zwischen der intendierten Freiheit des Offenen Experimentierens und dessen tatsächlicher Umsetzung in der sozialen Interaktion bewirkt. Die Reaktion des S#13 – *„ohne Widerworte, aber mit schmollend-motzigem Gesichtsausdruck"* – zeigt deutlich seine Frustration und seinen Ärger über diese Fremdbestimmung. Er befolgt die Anweisung zwar, was seine Unterordnung unter die Autorität der Lehrperson verdeutlicht, aber seine Körpersprache signalisiert, dass er seinen Wunsch nach vertiefter Auseinandersetzung mit der Auslegerbrücke zugunsten einer formalen Regel der Gruppenzugehörigkeit zurückstellt.

„*Die Gruppen sollen hier zusammenbleiben*!" („Auslegebrücke") und „*Wir experimentieren nicht im Stehen*!" (s. Kap. 5.7) sind zwei Beispiele für *unausgesprochen* und *unausgehandelt* sowie ohne Rück- oder Absprache mit den GOFEX-Dozierenden eingebrachte und durchgesetzte Regeln. Vielfach bezieht sich das beobachtete Lehrendenhandeln auf solche Regeln, die zwar von der Lehrkraft kontrolliert und eingefordert, aber vorher nicht besprochen oder ausgehandelt wurden. Das Kontrollieren und Einfordern weiterer Regeln, wie die, die ich in der zweiten Vorstudie rekonstruieren konnte (u. a. *aufrecht auf Stühlen sitzen, nicht am Gruppentisch stehen; Füße vom Stuhl nehmen; beim Experimentie-*

ren nicht auf dem Stuhl knien oder im GOFEX umherlaufen, Absetzen der Kapuze, leise miteinander reden), habe ich auch an zahlreichen GOFEX-Tagen meiner Hauptstudie beobachtet. Auch im Hinblick auf diese vermutlich schulischen Regeln haben die beobachteten Lehrkräfte vielfach mimisch, gestisch, körpersprachlich oder verbalsprachlich interveniert (s. teilweise Kap. 8.3). Zu keinem Zeitpunkt wurden Vorgaben oder Wünsche der Lehrperson zum ‚Ordnungsrahmen' (u. a. Erscheinungsbild, Lautstärke, Sitzordnung, Kommunikationsformen) explizit mit den Schüler*innen bzw. GOFEX-Dozierenden ausgehandelt. Solche (schulischen) Regeln wurden in den von mir beobachteten Situationen meist von der Lehrperson in das GOFEX transportiert und von der Lehrperson etabliert, kontrolliert und bei Regelverstößen auch durchgesetzt, wobei die Regelverstöße meist nicht direkt sanktioniert wurden, sondern nur das Missfallen kommuniziert wurde.

Vielmehr nutzen Lehrkräfte, die das GOFEX besuchen, also traditionelle schulische Praktiken (Dokumentations- und Kommunikationsformen, Regeln und Rituale) und übertragen diese zur Etablierung des Ordnungsrahmens unabgesprochen auf das GOFEX-Setting. Diese schulischen Praktiken werden nicht mit den GOFEX-Dozierenden ausgehandelt, sondern unausgesprochen und unabgesprochen am GOFEX-Tag durchgesetzt.

Ramseger (1985: 118) spricht von „sachfremden Autoritätsritualen", wenn bestimmte Praktiken, Regeln oder Handlungsweisen von der Lehrkraft vorgegeben und kontrolliert werden, ohne, dass diesen Praktiken, Regeln oder Handlungsweisen fachinhaltliche oder fachmethodische bzw. fachdidaktische Gründen zugrundeliegen (s. Kap. 5.7). Die Dominanz erzieherischer Gründe wird in der o. g. „Auslegerbrücke"-Situation m. E. besonders deutlich, in der eine soziale Regel, als Gruppe zusammenzubleiben, über fachinhaltliche Gründe gestellt wird, die aus der Sicht des S#13 für einen Wechsel der Gruppe sprechen.

Die nächste Situation „**Einfache Schaltung**" ist ein weiteres Beispiel dafür, wie soziale Strukturen am GOFEX-Tag primär von Lehrpersonen etabliert und kontrolliert werden. Die aus der „Balance of Power"-Situation bereits bekannte Lehrerin LP#6 setzt darin – abermals unabgesprochen – eine soziale Regel durch, dass Schüler*innen jederzeit in einer Gruppe mitarbeiten bzw. nicht ausgeschlossen werden dürfen. Die Lehrperson fokussiert die Schaffung eines Ordnungsrahmens im Sinne schulischer Normen und der Durchsetzung erzieherisch-pädagogischer Regeln, ohne diese Regeln mit den Schüler*innen auszuhandeln oder mit den GOFEX-Dozierenden abzustimmen. Auch hier überlagern erzieherisch-pädagogische Gründe in meinen Augen etwaige fachinhaltlichen bzw. fachmethodischen Gründe, die die Schüler*innen für einen Gruppenwechsel vorbringen.

Ausschnitt aus meinem Beobachtungsprotokoll vom 10.04.2019 („Einfache Schaltung“)

10.04.2019, Klasse 3, Magnetismus, Modul 3, 09.00-12.30 Uhr, 22 Schüler*innen, erster GOFEX-Tag GOFEX-Dozierende JG = LB#3, Lehrpersonen LM = LP#5, SZ = LP#6, erster GOFEX-Tag

S#14, S#15 und S#16 wollen eine einfache Schaltung mit einer Flachbatterie bauen und haben gemeinsam geplant, welche Materialien sie benötigen (Glühlampen, Kabel, Flachbatterie), was sie wie miteinander verschalten müssen und wer dafür verantwortlich ist, die einzelnen Materialien aneinander zuschalten. Dabei teilen sie die einzelnen Handgriffe untereinander auf, sodass jeder einen Handgriff beim Konstruieren der Schaltung übernimmt. Als die drei Kabel, Glühlampe und Flachbatterie gerade verschalten, kommt S#17 am Tisch vorbei und bleibt stehen. „Darf ich bei euch mitmachen?“, fragt er in die Runde.

Einstimmig antworten S#14, S#15 und S#16 „Nein“, wobei sie vehement mit dem Kopf schütteln. Noch während S#17 am Tisch steht, kommt LP#6 herbeigeeilt, schüttelt ebenfalls vehement den Kopf, erhebt den Zeigefinger, schüttelt diesen und spricht in energischer, lauter Stimme zu den drei am Tisch: „Wie bitte? Was habe ich da grade gehört?“ Sie tritt direkt hinter S#17 und legt beide Hände auf seine Schultern. „Natürlich darf er mitmachen!“ Sie nickt, schaut allen dreien am Experimentiertisch nacheinander in die Augen, geht schließlich wieder weg. S#14, S#15, S#16 und nun auch S#17, der sich dazu setzt, bleiben zurück. Zusammen bauen S#14, S#15 und S#16 in den nun folgenden Minuten an der Schaltung gemeinsam weiter. S#17 sitzt dabei und schaut zu, übernimmt aber keinen eigenen Handgriff.

Die drei Schüler*innen S#14, S#15 und S#16 planen gemeinsam, eine einfache Schaltung zu bauen. Sie verteilen die einzelnen Handgriffe untereinander. Als S#17 hinzukommt und fragt „*Darf ich bei euch mitmachen?*“, lehnt die Gruppe einstimmig ab. Dies ist in meinen Augen kein Ausdruck von Unfreundlichkeit, sondern eine nachvollziehbare Konsequenz der bereits erfolgten Abstimmung. Das Hinzukommen eines weiteren Mitglieds könnte die ausgehandelten Verantwortlichkeiten stören und den Arbeitsfluss unterbrechen. Zudem ist die Planungsphase der Gruppe bereits abgeschlossen.

LP#6 bekommt diese Ablehnung augenscheinlich mit, eilt herbei, schüttelt vehement den Kopf, erhebt und schüttelt den Zeigefinger und spricht in „*energischer, lauter Stimme*": „*Wie bitte? Was habe ich da grade gehört? Natürlich darf er mitmachen*!“ Ihr physisches Eintreten „*direkt hinter S#17*“ und das Legen der Hände auf dessen Schultern sind eine Geste der Unterstützung und Stärkung des S#17, signalisieren aber gleichzeitig Dominanz gegenüber der ursprünglichen Gruppe. Die Lehrperson LP#6 setzt hier eine unabgesprochene soziale, erzieherisch-pädagogische Regel durch: Schüler*innen dürfen nicht ausgeschlossen werden, und Gruppen müssen jederzeit jede*n aufnehmen.

Diese Intervention der LP#6 ist eine soziale Fremdbestimmung: Die Lehrperson überlagert die fachlich-planerische Eigenorganisation der Gruppe mit einem erzieherisch-pädagogischen Gebot. Indem sie keine Diskussion zulässt und sofort wieder geht, zementiert sie die Hierarchie und ihre Rolle als alleinige Regelsetzerin. Das Ergebnis ist, dass S#17 zwar in die Gruppe aufgenommen wird, aber nicht aktiv am Bau der Schaltung betei-

ligt ist. Er sitzt nur dabei und schaut zu. Dies zeigt die Stabilität der ursprünglichen, funktionierenden sozialen Struktur der Gruppe: Die ‚erzwungene Beteiligung' führt nicht zu einer Erweiterung des gemeinsamen Handelns, sondern zu einer passiven Rolle des S#17, was seinen eigentlichen Grad der Beteiligung innerhalb der Gruppe deutlich schmälert.

Die Lehrperson hat einen sozialen Aspekt (Teamarbeit, soziale Verantwortung) in meinen Augen über die fachliche Arbeitsorganisation und das sachlich begründete Handeln der Schüler*innen gestellt. Die Regel zu diesem sozialen Aspekt wurde nicht gemeinsam ausgehandelt, sondern von der Lehrperson von oben herab bestimmt, was die Selbstbestimmung der Schüler*innen im Bereich der sozialen Öffnung erheblich einschränkt.

Eine Aushandlung bzw. Öffnung auf sozialer Ebene (Klassenselbstverwaltung) findet ergo nicht statt, sondern letztlich eine Verantwortung bzw. Entscheidungsdurchsetzung seitens der Lehr*kraft* und ohne Absprache mit GOFEX-Dozierenden oder den Schüler*innen. Bezogen auf Schröders Stufenmodell (2001; s. Kap. 3.3.1) liegt die Beteiligung der Schüler*innen hinsichtlich der hier besprochenen sozialen Aspekte der Lehr-Lern-Situation (Ordnungsrahmen: Verhaltensregeln, Lautstärke, Sitzordnung, Kommunikationsformen, Teamarbeit) auf der *niedrigsten* Stufe der *Fremdbestimmung*. Die Schüler*innen werden „angehalten [...], Dinge zu tun oder zu unterlassen" (Schröder 2001: 12). Die Aushandlung der sozialen Aspekte, des Ordnungsrahmens, erfolgte an den beobachteten GOFEX-Tagen nicht basisdemokratisch und auch nicht in Absprache zwischen der Lehrkraft und den GOFEX-Dozierenden. Vielmehr zeigt sich der Einfluss der Lehrpersonen, die solche schulisch-unterrichtlichen Vorgaben auf sozialer Ebene auch im GOFEX implementieren und sich in der Verantwortung für deren Durchsetzung sehen.

Mehrfach konnte ich auch beobachten, wie v. a. Lehrpersonen bestimmte Rituale[260] aus dem Klassenunterricht in das GOFEX-Setting transportiert haben und damit in meinen Augen die soziale Öffnung des GOFEX konterkarieren. Ein Beispiel für ein Ritual sind Klatschrhythmen der Lehrpersonen, die ich an einigen GOFEX-Tagen beobachten konnte. Diese Klatschrhythmen sind als Ritual m. E. ein Mittel, den Ordnungsrahmen zu etablieren und einen nach schulischen Normen reibungslosen Ablauf sicherzustellen.

Ausschnitt aus meinem Beobachtungsprotokoll vom 02.12.2019 („Klatschrhythmus")

02.12.2019, Klasse 3, Brücken, Modul 3, 09.00-12.30 Uhr, 22 Schüler*innen, zweiter GOFEX-Tag
GOFEX-Dozierende SK = LB#1, MA = LB#4, Lehrpersonen TL = LP#8, zweiter GOFEX-Tag

[260] „Der Begriff Ritual wird etwas inflationär gebraucht und so werden oft schon Signale als Rituale benannt. Jedoch sind Rituale weit mehr als Signalträger, da sie bestimmte Phasen des Unterrichts füllen" (Košinàr 2009: 97) oder überleiten. Rituale sind „verhaltenssteuernd angelegt" (ebd.: 96). Ein bestimmter Klatschrhythmus, den die Lehrperson vormacht, oder ein Lied, das abgespielt wird, steht z. B. „für gewisse Handlungen, die dann von den Schülerinnen und Schülern automatisch ausgeführt werden sollen" (ebd.), hier etwa: ‚Stell deine Tätigkeit ein, hör mir zu!'

Die Pause der ersten Brückenbauphase steht an. Darauf haben sich LB#1 und LP#8 gerade verständigt. Die Schüler*innen sind nach wie vor auf der Experimentierfläche. LP#8, die genau zwischen Experimentier- und Konferenzbereich des GOFEX steht, beginnt mehrmals rhythmisch in die Hände zu klatschen. Sie wiederholt einen bestimmten kurzen Rhythmus des Klatschens, bis etwa die Hälfte der noch auf der Experimentierfläche werkelnden Schüler*innen miteinstimmen und ebenfalls diesen Rhythmus nach- bzw. mitklatschen. LP#8 klatscht noch einige Wiederholungen des Rhythmus; die bereits benannten Schüler*innen klatschen weiter mit. Nach und nach steigen auch die übrigen Schüler*innen in den Klatschrhythmus ein, teilweise fordern sie sich auch gegenseitig dazu auf, während LP#8 die ganze Zeit weiterklatscht. Als alle Schüler*innen klatschen, stoppt LP#8. Schlagartig hören auch alle Schüler*innen auf zu klatschen. LP#8: „So Hopp! Hopp! Alle aufs Sofa jetzt!“ Schlagartig lassen die Schüler*innen alles fallen und laufen zum Sofa. Sie rennen sogar fast.

Die Lehrperson LP#8 initiiert ein Ritual, indem sie rhythmisch in die Hände klatscht und diesen Rhythmus wiederholt, bis sich alle Schüler*innen anschließen. Die Schüler*innen, die offensichtlich an ein solches Ritual aus dem Klassenzimmer gewöhnt sind, stimmen nach und nach in den Rhythmus ein und werden dabei gleichzeitig ruhiger. Diese Reaktion der Schüler*innen verdeutlicht die Wirksamkeit dieses konditionierten Handlungsmusters und die tiefe Verankerung schulisch ritualisierter, behavioristischer Reiz-Reaktions-Muster im Schüler*innenhandeln. Ein bestimmter Stimulus (der Klatschrhythmus) löst immer wieder die gleiche Reaktion (alle Schüler*innen stellen ihre Tätigkeiten ein, klatschen mit und kommen zur Ruhe) aus. Das Ritual ist höchst autoritativ und dient dazu, eine homogene Reaktion der gesamten Gruppe zu erzwingen und die Kontrolle über die unübersichtlichere Situation auf der Experimentierfläche zurückzugewinnen. Das gemeinsame Klatschen und das schlagartige Aufhören, sobald LP#8 stoppt, zeigen die vollständige Unterordnung der Schüler*innen unter den Stimulus der Lehrperson. Solche Reiz-Reaktions-Muster sind in meinen Augen absolut nicht mit der intendierten sozialen Öffnung des GOFEX-Tages bzgl. Klassenselbstverwaltung vereinbar: Es handelt sich in meinen Augen um ein „verdeckte[s] Machtmittel in der Hand der Lehrkräfte [...], mit denen Schüler manipuliert werden, – kurz sie können Herrschaft verschleiern. Rituale können sich als Inkarnation einer höheren Ordnung tarnen“ (Gudjons 2011: 243). Dass die Schüler*innen also ‚zur Ruhe kommen‘ und sich der Lehrperson unterordnen, ist die Konsequenz einer langfristig angelegten Lehrintervention (vgl. Lüders & Rauin 2008: 739), aber keine Konsequenz „der Einsicht [der Schüler*innen bzgl.] der Notwendigkeit für eine gute Arbeitsatmosphäre und das Wohlergehen aller“ (Košinàr 2009: 96) zu sorgen. Wäre das Ritual im Sinne einer sozialen Öffnung mit der Klasse ausgehandelt worden, müsste es „den Kern der Veränderbarkeit und Kritisierbarkeit in sich tragen“ (Gudjons 2011: 243). An den beobachteten GOFEX-Tagen wirkt der Klatschrhythmus aber m. E. undiskutabel und durch die Lehrperson qua ihrer Machtposition gesetzt.

Meine Beobachtungen zeigen, dass Lehrpersonen traditionelle schulische Praktiken – wie Dokumentationspflichten (z. B. das Festhalten an starren Frage-Zeichnung-Antwort-Schemata in Forscher*innenheften) und Rituale (z. B. Klatsch-Rhythmen, „Psst"-Rufe, strikte Gruppenzugehörigkeit) – auf das GOFEX-Setting übertragen. Diese Rituale dienen in meiner Interpretation primär der Kontrolle des Ablaufs und der Sicherstellung schulischer Normen (z. B. Gefügigkeit, ‚sichtbare' Ergebnisse). Die Lehrpersonen agieren als ‚Wächter' eines Ordnungsrahmens, der die Freiheit der Schüler*innen in ihrer sozialen Interaktion und ihrer Auseinandersetzung mit den Materialien massiv einschränkt. Noch deutlicher zeigt sich, wie wenig Einfluss die Schüler*innen auf soziale Aspekte dieses beobachteten GOFEX-Tages haben, wenn man den Umgang mit den Namensschildern beobachtet, die die Schüler*innen ganz zu Beginn des GOFEX-Tages schreiben sollen:

Ausschnitt aus meinem Beobachtungsprotokoll vom 02.12.2019 („Namensschilder")

02.12.2019, Klasse 3, Brücken, Modul 3, 09.00-12.30 Uhr, 22 Schüler*innen, zweiter GOFEX-Tag
GOFEX-Dozierende SK = LB#1, MA = LB#4, Lehrpersonen TL = LP#8, zweiter GOFEX-Tag

LB#1 nimmt noch einen weiteren Schüler dran, der sich vor der Frühstückspause meldet: „Ich verliere immer mein Namensschild. Ich finde die Namensschilder doof!" Einige weitere Schüler*innen stimmen ein und geben ihrem Mitschüler recht. „Ja genau!"; „Die sind doof!"; „Ich würde meines am liebsten abmachen" usw. LB#1: „Du kannst dir ja nach der Pause gleich ein neues machen. Die Namensschilder und Stifte liegen noch da vorne!" Sie zeigt auf eine Ablagefläche im Eingangsbereich. Der Schüler, der eben sprach, harkt nun nach: „Wieso brauchen wir die denn eigentlich überhaupt?" Wieder „Ja!"-Rufe anderer Kinder; es wird lebhafter, es wird diskutiert und getuschelt zwischen den Schüler*innen. Aber es wird auch unruhiger. Eine Schülerin spricht ziemlich laut, die anderen hören ihr zu: „Ja, wir kennen doch alle Namen! Wir brauchen die also gar nicht!" Wieder wird es unruhiger; die Schüler*innen, die nebeneinandersitzen, tuscheln miteinander. LP#8 steht nun auf, macht einen Schritt auf den Kreis zu. Sie steht mit breiten Beinen stabil, führt den Zeigefinger zum Mund. „Psst!" Schlagartig wird es ruhig; Blicke der Schüler*innen auf die Lehrerin gerichtet, nur vereinzelt wird weitergetuschelt. „Heute halten wir das mal aus mit den Namensschildern! Wer seines verliert, schreibt ein neues, ihr wisst ja wie das geht! So und jetzt ab in die Frühstückspause!" LP#8 trägt selbst kein Namensschild; die GOFEX-Dozierenden tragen Namensschilder.

Die „**Namensschilder**"-Situation beginnt mit einer bemerkenswerten Äußerung eines Schülers, die das Potenzial für eine genuine soziale Aushandlung birgt. Der Schüler artikuliert seinen Unmut über die Namensschilder: „*Ich verliere immer mein Namensschild. Ich finde die Namensschilder doof*!" Seine Äußerung findet sofort kollektive Resonanz innerhalb der Gruppe. Andere Schüler*innen stimmen zu: *„Ja genau!"; „Die sind doof!"; „Ich würde meines am liebsten abmachen*" Diese einstimmige und engagierte Reaktion der Mitschüler zeigt, dass die Namensschilder nicht nur ein individuelles Ärgernis darstellen, sondern eine gemeinsam empfundene Belastung oder zumindest eine von den Schülern als sinnlos erachtete Auflage. Hier bildet sich ad-hoc eine soziale Gruppe, die eine gemeinsame Meinung teilt, sich gegenseitig in ihrer Kritik bestärkt und eine soziale

Regel hinterfragt. Die erste Reaktion der LB#1, der GOFEX-Dozentin, ist zwar pragmatisch und lösungsorientiert, adressiert aber die zugrundeliegende Kritik an der Sinnhaftigkeit der Namensschilder nicht: „*Du kannst dir ja nach der Pause gleich ein neues machen. Die Namensschilder und Stifte liegen noch da vorne*!“ Die Schüler*innen geben sich in meinen Augen nicht mit dieser oberflächlichen Lösung zufrieden und haken nach: „*Wieso brauchen wir die denn eigentlich überhaupt?*“ Diese Frage deute ich als fundamentale Hinterfragung der Legitimität einer auferlegten sozialen Praxis. Der Schüler fordert explizit eine Begründung und eröffnet den Lehrenden damit den Raum für eine echte Aushandlung (oder zumindest eine Erklärung seitens der Lehrenden, die bislang wohl ausblieb). Die Tuscheleien zwischen den Schüler*innen bestätigen, dass diese Frage eine Diskussion zwischen den Schüler*innen auslöst. Die Schülerin, die laut artikuliert: „*Ja, wir kennen doch alle Namen*!“, bringt dabei ein m. E. starkes, altersgerechtes Argument gegen die Notwendigkeit der Namensschilder vor, das die fehlende Funktion der Schilder für die interne Gruppenkommunikation deutlich macht. Die sozialorientierte Praxis der Namensschilder wird somit aus Schülersicht als obsolet und überflüssig entlarvt.

In diesem Moment der aufkommenden Diskussion interveniert LP#8, kompromisslos auf die sofortige Wiederherstellung von Ordnung fokussiert: Sie steht auf, macht einen Schritt auf den Kreis zu und steht „*mit breiten Beinen stabil*“, was physische Präsenz und Dominanz signalisiert. Sie führt den Zeigefinger zum Mund und ruft "*Psst*!". Dies ist ein weiteres Signal aus dem Klassenraum, das die Schüler*innen auf die unmittelbare Beendigung ihrer Aktivitäten und die Herstellung von Ruhe konditioniert hat. Ähnlich wie der Klatschrhythmus handelt es sich um ein behavioristisches Reiz-Reaktions-Muster. Die sofortige Reaktion der Schüler*innen beweist die Macht dieses Rituals und die tiefe Verankerung schulischer Reiz-Reaktions-Muster in den Handlungen der Schüler*innen: „*Schlagartig wird es ruhig; Blicke der Schüler*innen auf die Lehrerin gerichtet*“.

Die anschließende verbale Anweisung der LP#8 ist eine klare, direktive und nicht verhandelbare Durchsetzung der sozialen Praxis als Regel: „*Heute halten wir das mal aus mit den Namensschildern! Wer seines verliert, schreibt ein neues, ihr wisst ja wie das geht! So und jetzt ab in die Frühstückspause*!“ Damit vermittelt LP#8 m. E., dass es sich beim Tragen der Namensschilder um eine möglicherweise lästige Praxis handelt, deren Sinn aber nicht weiter diskutiert wird und die also zu akzeptieren ist. Es handelt sich um einen Appell an die Disziplin und Unterordnung unter die Lehrperson, nicht um eine Begründung der Praxis oder eine Einladung zur Diskussion darüber. Mit dem Zusatz „*Wer seines verliert, schreibt ein neues“* wird signalisiert, dass es keine Alternative zur Einhaltung dieser Praxis gibt. Die abrupte Beendigung der Diskussion und der Übergang zur

Frühstückspause schließen jede Möglichkeit zum Widerspruch oder zur Diskussion: Die Schüler*innen haben (und bekommen) keinerlei Mitspracherecht bei der Gestaltung dieser Praxis. Die soziale Struktur wird von den Lehrenden ‚von außen' autoritär vorgegeben – ebenso wie die Festlegung der Pausenzeit (s. Kap. 7.2: Flammensprung und Kap. 8.3).

Die „Namensschildpraxis", das „Stehverbot" beim Experimentieren und die Regelungen bzgl. Lautstärke oder Forscher*innenheftnutzung sind Beispiele dafür, wie der Ordnungsrahmen des GOFEX-Tages durch die Lehrperson primär auf Basis schulischer, disziplinarischer Normen etabliert wird. Meine Beobachtungen zeigen, dass Lehrpersonen im GOFEX, entgegen der intendierten sozialen Öffnung gemäß GOFEX-Konzept und entgegen der GOFEX-Prinzipien, häufig einen restriktiven Ordnungsrahmen etablieren und Regeln durchsetzen, auch ohne Aushandlung mit den Schüler*innen oder Absprache mit den GOFEX-Dozierenden. Sie agieren kontrollierend in Bezug auf Kommunikationsformen und priorisieren das Sicherstellen eines reibungslosen Ablaufs im Sinne schulischer Normen. Die intendierte soziale Öffnung des GOFEX scheitert letztlich im Vollzug oft an der Implementierung klassenüblicher Kontrollmechanismen durch die Lehrpersonen. Dass LP#1 selbst kein Namensschild trägt, während die Schüler*innen und übrigens auch die GOFEX-Dozierenden eines tragen, erweckt zudem den Eindruck einer Art Doppelmoral: Die Lehrperson, die die Regel durchsetzt, ist selbst nicht an sie gebunden.

8.2.3 Meldekette: Verdeckte Hierarchie einer scheinbar offenen Kommunikationsform

An mehreren beobachteten GOFEX-Tagen wurde zu Beginn von den GOFEX-Dozierenden eine Meldekette eingeführt, bei der die Schüler*innen sich in Einstiegs-, Reflexions- und Abschlusskreisen selbst gegenseitig aufrufen *sollen*. Diese Meldekette vermittelt m. E. auf den ersten Blick den Eindruck einer stärkeren Beteiligung der Schüler*innen, als dies bei den üblichen ‚Turn Taking'-Verfahren des Schulunterrichts üblich ist: Im Schulunterricht ist der Sprecher*innenwechsel (engl. „turn taking") meist nicht frei aushandelbar, sondern hierarchisch organisiert (vgl. Naujok et al. 2008: 784): „Wenn man als Schüler einen ‚Beitrag' zum Unterricht leisten will, muss man sich in Form der ‚Meldung' um das offizielle Rederecht bewerben" (Breidenstein, 2006, S. 98). Ausschließlich die Lehrperson hat das Recht der Turn-Zuteilung inne, d. h. nur sie kann das Rederecht vergeben und Schüler*innen ‚drannehmen', die sich melden (Meldeverfahren; vgl. Gudjons 2011). Schüler*innen, die sich regelkonform um ein Rederecht ‚bewerben' (d. h. melden), dürfen nur nach ausdrücklicher Zuweisung desselben reden, bis zur Unterbrechung durch die Lehrperson, insofern das Rederecht nicht vorher an die Lehrperson, und ausschließlich an diese, zurückgegeben wird (vgl. Becker-Mrotzek & Vogt 2009). Die geregelte Abfolge von Rederechtsbewerbungen durch Schüler*innen und Rederechtszu-

teilung durch die Lehrkraft ist ein rigides Turn Taking System, das zum alltagssprachlichen Turn-Taking System mittels wechselrelevanter Stellen im Widerspruch steht:

> „Im Unterschied zur ‚Selbstauswahl' des nächsten Sprechers an bestimmten, gesprächstechnisch markierten Stellen im Alltagsgespräch, liegt im Unterrichtsgespräch das zentrale Recht der Turn-Zuteilung in den Händen einer Person, des Lehrers" (Breidenstein 2006: 98; vgl. auch Becker-Mrotzek & Vogt 2009).

In dieser Art der „Turn Taking"-Organisation im ‚üblichen' Schulunterricht zeigt sich die prinzipielle Asymmetrie der schulischen Kommunikation (vgl. Naujok et al. 2008; Becker-Mrotzek & Vogt 2009; Gudjons 2011): Die Lehrperson hat das einseitige Recht, jemanden, der oder die sich meldet dranzunehmen, oder auch jemanden aus der Klasse aufzurufen – auch ohne dessen Selektionsangebot, Zustimmung oder Einwilligung.[261]

Die Grundidee der Meldekette – dass die Schüler*innen sich gegenseitig ‚drannehmen' und so eine Art Kette fortsetzen – wirkt demgegenüber m. E. offener oder partizipativer: Den Schüler*innen wird scheinbar „die Diskussionsleitung [...] überlassen, indem jeder Redner einen Nach-Redner benenn[t]" (Ramseger 1985: 95), die Schüler*innen das Rederecht also untereinander weitergeben und sich gegenseitig aufrufen, etwas zu sagen.

Doch die nachfolgend exemplarisch interpretierte Situation illustriert, wie die Lehrenden an GOFEX-Tagen einen starken, aber oft versteckten, subtilen, unterschwelligen Einfluss auf die Kommunikationsstrukturen ausüben, selbst bei phasenweiser „außer-Kraft-Setzung" der Rederechtsvergabe durch GOFEX-Dozierende und bei Übertragung der „Turn-taking"-Organisation auf die Schüler*innen mit dem Anschein einer größeren sozialen Öffnung. Hinter jener scheinbar ‚offenen' Kommunikationsform der Meldekette an einzelnen GOFEX-Tagen verbirgt sich nämlich in meinen Augen eine verdeckte Hierarchie.

Ausschnitt aus meinem Beobachtungsprotokoll vom 03.12.2019 („Brückenarten")

03.12.2019, Klasse 3, Brücken, Modul 3, 09.00-12.30 Uhr, 20 Schüler*innen, zweiter GOFEX-Tag
GOFEX-Dozierende SK = LB#1, MA = LB#4, Lehrpersonen TH = LP#9, zweiter GOFEX-Tag

LB#4 zeigt auf das Smartboard. Dort erscheint vor weißem Hintergrund der Schriftzug: „Weshalb bauen Menschen Brücken?" LB#4 blickt sie in die Runde der Schüler*innen. Sogleich gehen fast alle Arme hoch. LB#4 ruft einen Namen laut auf: S#18, der sich gemeldet hat, antwortet auf die in der Präsentationsfolie gestellte Frage: „Damit sie Sachen überqueren können, sonst müssten sie ja immer zu schwimmen" Einzelne Schüler*innen lachen, LP#9 auch. Daraufhin LB#4: „Genau. Menschen bauen Brücken, um etwas zu überqueren. Du kannst den oder die nächste drannehmen. Wir machen eine Meldekette!" LP#9: „Auf Leute, das kennt ihr ja schon! Wen nimmst du dran, S#18?" Einige Schüler*innen melden sich. Er nimmt S#19 dran, der als nächstes

[261] Zudem hat die Lehrperson das Recht, von sich aus „Schüler für einen (potentiellen) Redebeitrag auszuwählen, die sich nicht gemeldet haben" (Breidenstein 2006: 102). Dies ist eine verbreitete Form der Übergabe von Rederechten bzw. Aufgaben, insbesondere dort, wo keine direkte Bereitschaft durch Melden angezeigt wird. Ein unaufgefordertes, selbstgewähltes Sprechen an einer sprecherwechselrelevanten Stelle (‚hereinrufen') durch Schüler*innen wird dagegen – anders als im Alltag üblich – als Regelverletzung von der Lehrkraft entsprechend getadelt (vgl. Hecht 2009).

antwortet: „Damit die Leute nicht schwimmen müssen, so kann man dann mit dem Auto drüber fahren!“ S#18 schaut nun böse, zieht die Augenbrauen zusammen. Er steht auf und ballt eine Hand zur Faust: „Das habe ich doch grade gesagt. Überleg dir was eigenes!“ Es wird unruhig, Geflüster und Gemurmel zwischen den Schüler*innen nehmen zu. LP#9 steht ebenfalls auf. Mit einem Fuß tritt er hörbar auf, stützt beide Hände in die Hüften. „Psst! Leute! Jetzt geht’s aber los hier! S#18, setz dich wieder!“ Immer noch schmollend setzt der Schüler sich wieder hin. LP#9 weiter: „Also, wer war dran?“ Er schaut in die Runde. „S#19“-Rufe der Schüler*innen werden hörbar. LP#9 nickt S#19 zu. Der ruft S#20 als nächsten Schüler der Meldekette auf. S#20: „Es gibt aber auch Brücken nur für Fußgänger, nicht für Autos“. Schweigen. LP#9 beginnt, mit den Armen umeinander zu kreisen; er gestikuliert. Ich nehme seine Gestik als Erinnerung an die Meldekette wahr. S#20 scheinbar auch. Er stockt kurz, „ähm ja“, schaut sich im Sitzkreis um, lässt seine Blicke über die sich meldenden Mitschüler*innen schweifen. Auch S#21 meldet sich. Er wird von S#20 drangenommen und führt aus: „Es gibt auch Brücken, egal ob für Autos oder Fußgänger, die haben extra Ampelanlagen. Und dann müssen die einen Halt machen, die anderen fahren dann aber. Also manchmal ist das auch so geschaltet, dass Fußgänger gehen können und Autos halt machen oder halt umgekehrt dann“ S#21 spricht sehr langsam. Als es wieder unruhiger wird, führt LP#9 seinen Zeigefinger vor seinen geschlossenen Mund und schaut grimmig, mit zusammengezogenen Augenbrauen: „Jetzt ist aber noch mal gut! Ich weiß gar nicht, was es grade zu lachen gibt!“, sagt er mit bestimmtem, lautem Ton. Es wird ruhiger. Nun ergreift LB#4 das Wort: „Wir haben also schon gehört, dass es verschiedene Brückenarten gibt, mit denen man zum Beispiel einen Fluss oder einen Abgrund überqueren kann. Und deshalb bauen Menschen brücken“

Die Einführung der Meldekette durch LB#4 und die unmittelbare Bestätigung durch LP#9 („*Auf Leute, das kennt ihr ja schon*!") verstärken zunächst den Eindruck einer geordneten, aber auf eine größere Beteiligung der Schüler*innen abzielenden Kommunikationsform.[262] Die Idee, dass jede*r Schüler*in nacheinander die Möglichkeit hat, sich zu äußern und das Rederecht dann weiterzugeben, suggeriert oberflächenstrukturell eine Aufweichung der üblichen autoritären „Turn Taking“-Organisation des Schulunterrichts zugunsten einer ‚offeneren‘, demokratischeren Teilhabe in der Situation „**Brückenarten**“. LB#4 initiiert die Meldekette, überträgt die „Turn taking“-Organisation als Aspekt sozialer Öffnung damit aber letztlich nur phasenweise an die Schüler*innen. Die tatsächliche Dynamik der Kommunikation offenbart dagegen, wie eine partizipativ anmutende Kommunikationsform zu einem subtilen Instrument der Steuerung durch die Lehrenden wird. In der Vignette wird deutlich, wie den Handlungen der Lehrenden eine große Bedeutung und Kontrolle beigemessen wird (vgl. auch de Boer 2008: 128; Audehm et al. 2016: 201).

Die Intervention des LP#9 nach dem Konflikt zwischen S#18 und S#19 verdeutlicht die Rolle des LP#9 als Hüter und dirigierender Wächter des Ordnungsrahmens. LP#9 steht

[262] Diese Lehrperson LP#9 hat mir in der Pause des GOFEX-Tages erzählt, dass sie das Verfahren „Meldekette“ zu Beginn des zweiten Schuljahres eingeführt hat, „*um die Schüler nicht immer selbst dranzunehmen. Die können dann mehr selber machen*“. Das Besondere an der Meldekette ist also – nach Ansicht des S#9 –, dass sie nicht durch die Lehrperson ‚geleitet‘ wird, sondern die Schüler*innen sich gegenseitig aufrufen, etwas zu sagen. Dagegen spricht der massive Einfluss der Lehrperson (und der GOFEX-Dozierenden) auf den Ablauf der Meldekette an meinen beobachteten GOFEX-Tagen. Diese Einflüsse (Initiieren, Aufrechterhalten, Beenden der Meldekette) beschreibe ich in diesem Kapitel.

auf, tritt „*hörbar auf*“ – ein akustisches Signal, das sofortige Aufmerksamkeit fordert –, stützt „*beide Hände in die Hüften*“ und ruft „*Psst! Leute! Jetzt geht's aber los hier*!“ Seine Körperhaltung signalisiert Dominanz, Entschlossenheit und etabliert Kontrolle. Seine Äußerungen, auch die Anweisung „*setz dich wieder hin“* an S#18, sind autoritär und zielen darauf ab, die entstandene Unruhe augenblicklich zu beenden und die Kontrolle über die Gruppe und die Kommunikationsform wiederzuerlangen, ohne Diskussionen oder Aushandlungen zuzulassen. Die anschließende Frage „*Also, wer war dran*?" und das Nicken zu S#19, der dann S#20 aufruft, sind subtile, aber entscheidende Handlungsmuster der Re-Etablierung und Re-Institutionalisierung der vorgegebenen Kommunikationsform Meldekette. Sein Fokus liegt auf der Wiederherstellung des formalen Ablaufs, nicht auf der Bearbeitung und Klärung der sozialen Dynamik bzw. des entstandenen Konflikts.

Als Steuerungs- und Entscheidungsinstanz leiten die GOFEX-Dozierende und die Lehrperson den Kommunikationsfluss, zuweilen unterschwelliger als es in üblichen schulischen Instruktionsphasen der Fall wäre (vgl. auch de Boer 2008: 135). Auch wenn LP#9 und LB#4 nicht direkt durch Nicken oder verbale Anweisungen jeden einzelnen Redebeitrag genehmigen, liegt die Kontrolle über das „Turn Taking“ letztlich bei ihnen. Die Meldekette wird von LB#4 initiiert sowie beendet und von LP#9 aufrechterhalten. Die Lehrenden entscheiden, wann die Kette beginnt, wann sie endet und ob sie überhaupt angewendet wird – nicht die Schüler*innen. Die Meldekette zementiert eine lehrendenseitig definierte und vorgegebene hierarchische Struktur des Rederechts, anstatt die Schüler*innen die Regeln des Austauschs selbst aushandeln zu lassen oder überlappende Dialoge zuzulassen, die dem natürlichen Erkenntnis- und Diskussionsprozess entsprechen. Als S#20 z. B. einen neuen, potenziell bereichernden Gedanken in die Diskussion einbringt („*Es gibt aber auch Brücken nur für Fußgänger, nicht für Autos*"), herrscht zunächst Schweigen. Dies ist abermals ein Indikator für die Unnatürlichkeit der Meldekette – es gibt keinen spontanen Austausch, keine Rückfragen oder assoziativen Ergänzungen. LP#9 muss die Schüler*innen sogar an die Einhaltung der Meldekette erinnern, indem er armkreisend gestikuliert. An den GOFEX-Tagen habe ich verschiedene Gestiken beobachtet, mit denen an die Einhaltung der Meldekette erinnert wird, neben dem hier von LP#9 genutzten Umkreisen der Arme wird z. B. häufig der Finger kreisen gelassen. Weitaus häufiger nutzen die Lehrenden aber auch Verbalsprache, um an die Einhaltung der Meldekette zu erinnern, z. B. den Ausruf „*Meldekette*“ oder die Aufforderungen *„Nimm jemanden dran!“*, „*Schneller!*“ oder „*Du musst jemanden drannehmen. Zum Beispiel S#X*.“ (s. folgende Vignette). Zudem wird mit solchen Interventionen die Einhaltung der Meldekette über die Inhalte des Gesprächs gestellt. Der Fokus liegt nicht auf der Entfal-

tung von Ideen, sondern auf dem formalen Ablauf, auch als LP#9 erneut mit Zeigefinger vor dem Mund und grimmigem Blick eingreift, als es im Zusammenhang mit dem Redebeitrag des S#21 unruhig wird: „*Jetzt ist aber noch mal gut! Ich weiß gar nicht, was es grade zu lachen gibt*!“ Die multiverbalen Interventionen des LP#9 sind somit ein weiteres subtiles, aber wirksames Zeichen der Kontrolle über das kommunikative Handeln der Schüler*innen.

> „Die Chance einer Übertragung von Rederechten im Sinne einer gemeinsamen Verantwortung für Unterricht wird konterkariert durch die offensichtliche Notwendigkeit, mehrfach auf das Einhalten der Logik einer Meldekette hinzuweisen und dadurch selbst wiederholt für die Übertragung von Verantwortung verantwortlich zu zeichnen“ (de Boer 2008: 201).

Die Meldekette unterliegt m. E. vornehmlich pädagogischen Überlegungen (mehr Schüler*innenbeteiligung). Sie wurde jedoch nicht aus der Situation, aus den Bedürfnissen der Schüler*innen oder aus der gerade verhandelten Sache heraus entwickelt. Deshalb muss sie ‚immer wieder neu initiiert‘ werden, die Schüler*innen müssen daran erinnert werden, den oder die Nachfolge-Redner*in dranzunehmen.[263] Dies bestätigt m. E. den Status der Meldekette als von außen vorgeschriebenes Strukturelement (vgl. de Boer 2008: 128).

Ein weiterer entscheidender Aspekt, der die Kontrollfunktion der Meldekette untermauert, ist die asymmetrische Anwendung ihrer Regeln. Während die Schüler*innen strikt an die Abfolge der Meldekette gebunden sind und für Abweichungen (wie die Unterbrechung des S#18) sanktioniert werden, gelten diese Regeln offenbar nicht für die Lehrenden selbst. Sie haben prinzipiell das Recht, – als einzige, qua Rolle – jederzeit das Rederecht *verteilen* und die Rederechtsvergabe *delegieren* zu können, diese Delegation aber auch jederzeit *pausieren* oder *ganz zurücknehmen* zu können (vgl. Breidenstein 2006; de Boer 2008; Audehm et al. 2016). Im Konflikt zwischen S#18 und S#19 greift LP#9 sofort und ohne sich zu melden in die Konversation ein. Er wartet nicht auf seinen ‚Platz in der Kette‘. Auch die wiederholten "Psst!"-Rufe und Ermahnungen des LP#9 sind keine Beiträge *innerhalb* der Meldekette, sondern Interventionen, die die Kette selbst kontrollieren.

An fast allen beobachteten GOFEX-Tagen bezogen sich diese Unterbrechungen der Lehrenden in den Meldeketten nicht auf inhaltliche Ergänzungen, sondern auf Interventionen bzgl. sozialer Erwünschtheit oder Einhaltung und Beachtung der Klassenregeln: In

[263] Als (Haupt-)Lernbegleitung im GOFEX (also dezidiert *nicht* als Forscher an GOFEX-Tagen, sondern in einer anderen Rolle; vgl. Peschel & Kihm 2020; Herrmann & Kihm 2024) habe ich selbst Meldeketten in verschiedenen Einstiegs-und Reflexionskreisen initiiert. Dabei habe ich mehrfach folgende Erfahrung gemacht, wenn ich aufgestanden bin und den Sitzkreis verlassen habe: Das Gespräch wurde eingestellt, die Meldekette also nicht selbständig fortgesetzt; die Gruppe schwieg, schaute irritiert im Raum umher. Die Lehrpersonen folgten mir mit Blicken nach. Von Schüler*innen wurde – *erwartungsvoll*! – die Lehrperson angeschaut (oder Studierende, die ebenfalls im Kreis saßen). Manchmal übernahmen die Lehrpersonen auch das Gespräch, aber selten als Meldekette, sondern meist, indem sie selbst wieder das Rederecht vergaben. Daraus lässt sich m. E. schließen, dass die Schüler*innen (und die anwesende Lehrperson) das Muster ‚Meldekette‘ nicht aktiv mittragen, sondern lediglich den an sie gestellten Anforderungen folgen – solange, bis diese durch strukturelle Gefährdungen oder Irritationen in Frage gestellt werden.

der hier diskutierten Vignette unterbricht LP#9, um bzgl. Lautstärke und dem Aufstehen der Schüler*innen zu intervenieren („*Als es wieder unruhiger wird, führt LP#9 seinen Zeigefinger vor seinen geschlossenen Mund und schaut grimmig, mit zusammengezogenen Augenbrauen*“; „*Psst! Leute! Jetzt geht's aber los hier! S#18, setz dich wieder*!“) oder das Lachen über einen Beitrag zu verhindern („*Jetzt ist aber noch mal gut! Ich weiß gar nicht, was es grade zu lachen gibt*!“). An anderen beobachteten GOFEX-Tagen geht es v. a. darum, grammatisch fehlerhafte Formen, z. B. Artikel oder Pluralkonstruktionen, zu korrigieren und breiter zu streuen, wer drangenommen wird („*Nimm mal ein Mädchen dran*!“, „*Jetzt mal jemand, der sich nicht so oft meldet*!“ usw.). Insbesondere zeigt sich hier m. E. das widersprüchliche Bestreben der Lehrpersonen darum, den Schüler*innen das ‚Turntaking' eigenverantwortlich zu ‚überlassen' und gleichzeitig eine gleichverteilte Teilnahme der Schüler*innen von außen sicherzustellen. Das Bemühen um gleichverteilte Teilnahme wird über unabgesprochene, teils nicht explizierte, feststehende und nicht zu hinterfragende Regeln (z. B. „*Mädchen und Jungen abwechselnd*“, „*jede*r nur einmal*“) von den Lehrpersonen durchgesetzt, die die Einhaltung der Regeln kontrollieren und ggf. an sie erinnern. Wieder findet keine Aushandlung sozialer Aspekte in der Gruppe statt.

Wenn es um die abschließende Zusammenfassung geht, ergreift LB#4, die die Meldekette initiiert hat, einfach das Wort, ohne sich zu melden oder von einem Schüler aufgerufen zu werden. Dies ist ein direkter Einschnitt in den Kommunikationsfluss, der die Autorität der GOFEX-Dozierende unterstreicht, die Meldekette jederzeit zu unterbrechen.

Die Lehrenden sind legitimiert, die Meldekette zu initiieren, sie zu jedem Zeitpunkt, ohne sich zu melden, zu unterbrechen und die Meldekette zu beenden. Selbst wenn die Lehrenden also kurzzeitig das übliche Meldeverfahren zur Rederechtsvergabe außer Kraft setzen und die Meldekette einführen, können sie die Kontrolle jederzeit zurückverlangen, sodass die Meldekette als Form schüler*innengeregelter Kommunikationsordnung letztlich eine Simulation oder Täuschung bleibt. Zumal die Lehrenden durch das Aufnehmen, Wiederholen oder durch nonverbale Reaktionen bzgl. einzelner Beiträge im Gespräch entscheiden und signalisieren, welche für den Unterrichtsverlauf von Nutzen sind und welche nicht, und damit letztlich auch auf dieser Ebene die Kontrolle behalten.

Die abschließende Zusammenfassung durch LB#4 bildet einen Abschluss der Diskussionsphase. Die Schüler*innen erhalten keine Möglichkeit mehr, die Zusammenfassung zu ergänzen oder zu hinterfragen. Der Austausch der Schüler*innen, der durch die Meldekette strukturiert wurde, wird so lehrendenseitig als abgeschlossen deklariert. Die Zusammenfassung der LB#4 verweist auf eine weitere Problematik der Meldekette: „*Wir haben also schon gehört, dass es verschiedene Brückenarten gibt, mit denen man zum Beispiel ei-*

nen Fluss oder einen Abgrund überqueren kann. Und deshalb bauen Menschen brücken“ Die GOFEX-Dozierende fasst die Beiträge der Schüler*innen hier noch einmal zusammen – „in ‚bereinigter‘ Formulierung und akustischer Prägnanz“ (Breidenstein 2006: 107). Sie entscheidet darüber, ob eine Schüler*innenantwort für die Allgemeinheit überhaupt von Belang ist (vgl. auch Grell & Grell 2010: 98). Welche Beiträge also „für den Fortgang des Unterrichts inhaltlich relevant werden, entscheidet sich“ (Breidenstein 2006: 107) bei den Lehrenden. Für die Schüler*innen bedeutet dies ggf., dass das Motiv entfällt, „auf die Beiträge von Mitschülern zu achten und darauf zu reagieren“ (Grell & Grell 2010: 98). Diese veränderte Motivlage trägt m. E. weiter zur Fragmentierung des Gesprächs bei.

Im Gegensatz zu einem Dialog, bei dem Sprecher*innen unmittelbar aufeinander aufbauen, sich gegenseitig ergänzen oder korrigieren, standardisiert und verlangsamt die Meldekette den Kommunikationsfluss auf künstliche Weise. Die Meldekette lässt ebenso wenig, wie das übliche unterrichtliche ‚Turn Taking‘- und Rederechtsvergabe-Verfahren, zu, dass Schüler*innen spontan auf die Äußerungen ihrer Vorredner*innen eingehen können, da sie auf ihren Platz in der Kette warten müssen. Jeder Beitrag wird zu einer isolierten Einheit, was insbesondere in der folgenden Situation „**Kerzenaufzug**“ deutlich wird.

Ausschnitt aus meinem Beobachtungsprotokoll vom 17.01.2019 („Kerzenaufzug“)

17.01.2019, Klasse 1, Sinne, Modul 2, 09.00-12.30 Uhr, 21 Schüler*innen, 1. GOFEX-Tag
GOFEX-Dozierende JD = LB#2 und SK = LB#1, Lehrperson EH = LP#1, schon mehrere GOFEX-Tage

LB#2 hat im Einstiegskreis die Meldekette eingeführt und den „Kerzenaufzug“ demonstriert: „Wir werden gleich eine Meldekette machen. Vorher zeige ich euch ein Experiment und dann erzählt ihr, was ihr alles beobachtet habt. Ihr nehmt euch gegenseitig dran. Ich rufe euch dann nicht mehr extra auf!“ [...]. Gerade als das Teelicht erloschen ist und etwas zeitversetzt das Wasser im Glas hochgedrückt wird, beginnt ein lebendiger Austausch. Es wird unruhig, Schüler*innen zappeln auf ihren Sitzen, drehen sich zueinander, tuscheln. Was genau sie flüstern, miteinander reden, verstehe ich nicht. Finger- und Handgesten sind teilweise auf den Tisch gerichtet, auf welchem sich das demonstrierte Experiment befinden [...]. Als das Getuschel zwischen den Schüler*innen immer lauter und lebhafter wird, lehnt sich LP#1 deutlich vor, zieht ihre Augenbrauen zusammen, hebt den Finger in einer schnellen Bewegung in Richtung Lippen, die sie schmal zusammenzieht und artikuliert mit deutlicher, klarer, lauter Stimme: Psst!“, was sie mehrfach und immer an andere Schüler*innen richtet. LB#2 sitzt gerade auf ihrem Stuhl und beobachtet zunächst die sich unterhaltenden, austauschenden Schüler*innen, dann die LP#1.

Mittlerweile ist es still im GOFEX, die Schüler*innen schweigen und schauen im Raum umher. Teilweise blicken sie LB an; den lebendigen Austausch untereinander haben sie inzwischen – *nach der Intervention der LP#1* – eingestellt; auch Blickwechsel zwischen den Schüler*innen finden nicht mehr statt. LB äußert, wieder in die Runde blickend: „Was habt ihr beobachtet? Machen wir unsere Meldekette! Wer fängt an?“ Einzelne Schüler*innen melden sich nun. LB blickt kurz in die Runde, wartet noch etwas und ruft schließlich den Namen des S#1 laut auf. S#1: „Die Kerze ist ausgegangen!“ S#1 gibt das Rederecht weiter, ruft also laut den Namen des S#22, der nun seine Beobachtungen beschreibt: „und hochgestiegen. Also das Wasser ist hochgestiegen [...] S#3!“. LP#1 nickt jeweils bzw. flüstert leise „gut“. S#3: spricht: „Die Kerze geht aus und dann steigt Wasser auf!“ Als S#3 keinen anderen Schüler und keine Schülerin drannimmt, wendet sich

LB#2 an S#3: „Du musst jemanden drannehmen, zum Beispiel ihn!“ und deutet mit dem ausgestreckten Zeigefinger auf S#4. Dieser redet sofort wieder, allerdings immer noch nicht durch S#3 aufgerufen: „Man kann da Luftblasen sehen, am Anfang, bevor das Wasser steigt!“ Anschließend ruft S#4 den Namen eines weiteren Schülers laut auf, um das Rederecht weiterzugeben. Dieser Schüler S#23 wiederholt, dass das Wasser aufsteigt und die Kerze ausgeht und nimmt S#24 dran, der beschreibt, dass das Glas beschlägt. Bevor S#24 sich im Sitzkreis umschaut und einen Namen aufruft, beginnt LB#2 zu sprechen und dabei in die Runde zu schauen: „Steigt eigentlich erst das Wasser oder geht erst die Kerze aus?“ Einzelne SuS melden sich. LB#2 selbst ruft – *ohne das Verfahren „Meldekette“ einzuhalten* – zwei-drei dieser SuS auf, die mal dafür plädieren, dass zuerst das Wasser aufsteigt, mal äußern, zuerst ginge die Kerze aus.

Nach der Demonstration des Kerzenaufzugs setzt bei den Schüler*innen ein spontaner, lebendiger Austausch ein – als Ausdruck des Bedürfnisses nach unmittelbarer Kommunikation: Sie „*zappeln auf ihren Sitzen, drehen sich zueinander, tuscheln*“ und gestikulieren. Die Schüler*innen nutzen den Moment vermutlich, um ihre Beobachtungen und ersten Gedanken, auch emotionale Reaktionen auf das Experiment, in einem informellen, selbstorganisierten Rahmen zu teilen. Doch genau in diesem Moment des spontanen Diskurses interveniert LP#1, um den Schüler*innenaustausch zu unterbinden und stattdessen einen von Lehrendenseite vorgegebenen und kontrollierten Ordnungsrahmen zu etablieren. Nachdem die Lehrperson den Austausch beendet hat, re-institutionalisiert LB#2 die Meldekette, die sie zuvor bereits eingeführt hat: „*Was habt ihr beobachtet? Machen wir unsere Meldekette! Wer fängt an?*“ Dies geschieht, obwohl die Schüler*innen im ursprünglichen Austausch bereits zahlreiche Beobachtungen miteinander geteilt haben. Die Meldekette wird als alternativlose Kommunikationsform durchgesetzt, die nun die Art und Weise vorschreibt, wie Erkenntnisse geteilt werden *dürfen*. Die Schüler*innen, die sich zuvor frei ausgetauscht haben, müssen sich dieser formalen Struktur anpassen.

Vergleicht man die von den Schüler*innen selbst initiierte Kommunikationsform zu Beginn der Vignette und die fremdbestimmte Meldekette, die von außen erst angeleitet werden muss, fällt auf: Der Austausch zu Beginn hat sich ‚organisch‘ aus der Sache heraus bzw. dem Bedürfnis der Schüler*innen heraus, sich über das Beobachtete auszutauschen, entwickelt. Dieser Austausch beginnt dabei mit emotionalen Ausdrücken und Interjektionen, bevor er inhaltlicher wird und über Beobachtungen gesprochen wird.

Die Meldekette dagegen hat sich m. E. nicht ‚organisch‘ entwickelt, sondern wurde den Schüler*innen als Kommunikationsform ‚übergestülpt‘. Die Lehrperson muss den selbstorganisierten Austausch der Schüler*innen sogar unterbrechen, um anschließend den formalisierten, normierten, aber m. E. höchst unnatürlichen Austausch anzuleiten.

Nachfolgend werde ich nun Beispiele für die Unnatürlichkeit der Meldekette geben: Während S#22 die Beobachtungsbeschreibung des S#1 ergänzt bzw. erweitert („*Die*

Kerze ist ausgegangen [...] und hochgestiegen. Also das Wasser ist hochgestiegen“), wiederholt S#3 auf den ersten Blick die gleiche Beobachtung („*Die Kerze geht aus und dann steigt das Wasser auf!*“). Ein Unterschied in den Formulierungen des S#22 und S#3 könnte in der Konnotation der Konjunktion „und“ gesehen werden: Während das „Und“ des S#22 in *„ausgegangen und hochgestiegen“* als temporäre Gleichzeitigkeit gelesen werden könnte, ist das „Und“ bei S#3 durch den Zusatz „dann“ in *„geht aus und dann steigt*“ m. E. unmissverständlich als temporäres Nacheinander (erst..., dann...) zu lesen. Diese Bedeutungsunterscheidung wird aber nicht von den Schüler*innen diskutiert oder von den Lehrenden aufgegriffen, sondern die Meldekette geht weiter und S#4 beschreibt die Seifenblasen, die „*man*“ sehen kann, „*bevor das Wasser steigt*“. S#23 wiederholt, m. E. wiederum als temporäre Gleichzeitigkeit verstehbar, dass „*das Wasser aufsteigt und die Kerze ausgeht*“. S#24 beschreibt, „*dass das Glas beschlägt*“. Erst jetzt greift LB#4 die Frage der Gleichzeitigkeit bzw. des temporären Ablaufs auf und fragt: „*Steigt eigentlich erst das Wasser oder geht erst die Kerze aus?*“. Zuvor werden verschiedene Beobachtungen (Ausgehen der Kerze, Aufsteigen des Wassers, Luftblasen, Beschlagen des Glases) unverbunden nebeneinandergestellt und ‚gesammelt‘. Sie werden aneinandergereiht und nicht aufeinander bezogen, obgleich es in meinen Augen ausreichend Anlass dazu gegeben hätte (z. B. das unterschiedliche Verständnis bzgl. der Abfolge von „Kerze geht aus“ und „Wasser steigt“ zwischen S#1 und S#22). Aber Schüler*innen, denen dies vielleicht auffällt oder die sich auf eine bestimmte Beobachtungsbeschreibung beziehen wollen, müssen auf ihren Platz in der Kette warten. Sie können nicht spontan auf die Äußerungen ihrer Vorredner*innen eingehen, was ihnen einige planerische Kompetenz abverlangt. Deshalb bleibt jeder Beitrag eine isolierte Einheit; das Gespräch fragmentiert: Die starre Reihenfolge erschwert den spontanen Bezug auf den Vorredner und führt zu Redundanzen, wie die Äußerung von S#3 zeigt, ebenso die vormals interpretierte Vignette.

Die Redundanzen ergeben sich m. E. aus der Linearität und Künstlichkeit dieser Kommunikationsform: Die Schüler*innen planen ihre Beiträge in der Meldekette gar nicht in Relation zu den Äußerungen ihrer Mitschüler*innen, sondern warten isoliert darauf, bis sie mit ihrer Äußerung drankommen. Die Äußerungen werden wie ‚Listenpunkte‘ aneinandergereiht. Schüler*innen, die auf ihren ‚Zug‘ in der Meldekette warten, sind möglicherweise weniger aufmerksam, was gerade gesagt wird. Sie konzentrieren sich darauf, ihren *eigenen* Beitrag vorzubereiten und darauf zu achten, wann sie an der Reihe sind – und können deshalb nicht spontan auf eine bereits beschriebene Beobachtung Bezug nehmen und sie vertiefen (z. B. „Ich habe beobachtet, dass die Kerze nicht ganz plötzlich ausging, sondern langsam"). Sie neigen dazu, Beschreibungen zu wiederholen.

Es wird allgemein wenig Bezug aufeinander genommen, jede*r Schüler*in – kommunikativ von seiner oder seinem Vorredner*in aufgerufen, aber inhaltlich-fachlich meist unabhängig von ihr oder ihm – formuliert die eigenen Beobachtungen und hat dann – gewissermaßen – wieder ‚Sendepause', um ggf. einen weiteren Redebeitrag zu planen. Dabei bieten die stichwortartigen Bemerkungen, die Assoziationen der Schüler*innen zuweilen Anlass für Diskussionen, Vergleiche, Provokationen oder Nachfragen, der m. E. zu wenig genutzt wird. Zum Beispiel könnte gefragt werden, ob das alle beobachtet haben, die eventuellen zeitlichen Widersprüche bzgl. des Ausgehens der Kerze und des Ansteigens des Wassers könnten offengelegt und Präzisierungen eingefordert werden.

Die fortwährenden Interventionen der LP#1, das Nicken und leise Flüstern von „*gut*", ist eine subtile Verstärkung der Einhaltung der Regeln der Meldekette. Dabei lobt die Lehrerin in meinen Augen nicht den Inhalt, sondern die Befolgung der Kommunikationsform. Wie in der vorherigen Vignette „Brückenarten" auch, müssen die Schüler*innen mehrfach daran erinnert werden, die Meldekette fortzusetzen. Als S#3 z. B. keine andere Schülerin oder keinen anderen Schüler drannimmt, interveniert LB#2 direkt: „*Du musst jemanden drannehmen, zum Beispiel ihn!*" und deutet auf S#4. Die Einhaltung der Meldekette wird als verbindliche Norm streng von den Erwachsenen überwacht. Selbst eine GOFEX-Dozentin agiert hier als Wächterin des Ordnungsrahmens. Dass die Lehrenden die Schüler*innen mehrfach an die Meldekette erinnern müssen, ist in meinen Augen ein Indiz dafür, dass die Meldekette für die Schüler*innen keine natürliche Gesprächsform und kein Element der Klassen*selbst*verwaltung ist, sondern von außen auferlegt wurde.

Der gravierendste Widerspruch zur intendierten sozialen Öffnung zeigt sich am Ende der beobachteten Situation: LB#2 unterbricht die Meldekette, bevor S#24 einen Namen aufrufen kann, und stellt eine neue Frage: „*Steigt eigentlich erst das Wasser oder geht erst die Kerze aus?*" Diese asymmetrische Beteiligung der LB#2 verdeutlicht die verborgene, hierarchische Machtstruktur: Die Meldekette ist ein Werkzeug, um die Schüler*innen zu kontrollieren und zu ordnen, aber sie bindet die Lehrenden selbst nicht. Sie dürfen jederzeit in den Prozess eingreifen, Fragen stellen, Themen ändern oder die Meldekette beenden. Dies entlarvt die Meldekette als Scheinpartizipation, bei der die Freiheit der Kommunikation nur innerhalb der von den Lehrenden gesetzten und tolerierten Grenzen existiert. Die Kommunikationsform wird nicht gemeinsam ausgehandelt, sondern von den Lehrenden diktiert, kontrolliert und bei Bedarf gebrochen oder gesteuert.

Die Meldekette in der beobachteten „Kerzenaufzug"-Situation ist ein prägnantes Beispiel für die Fremdbestimmung sozialer Kommunikationsstrukturen im GOFEX. Der ursprünglich lebendige und selbstorganisierte Austausch der Schüler*innen wird durch die Inter-

vention der LP#1 ‚abgewürgt'. Die daraufhin etablierte Meldekette, obwohl als partizipatives Element eingeführt, erweist sich als ein starres, künstliches Ritual, das den natürlichen Gesprächsfluss hemmt. Die strenge Überwachung der Meldekette durch beide Lehrenden (LB#2 und LP#1) und insbesondere die asymmetrische Anwendung der Regeln unterstreichen, dass es hier weniger um echte Beteiligung als vielmehr um die Durchsetzung eines von außen auferlegten Ordnungsrahmens geht. Dieser Ordnungsrahmen soll aber durch eine Scheinbeteiligung verdeckt werden, die Hierarchien versteckt.

Die zuvor beschriebene Diskrepanz zwischen den für Schüler*innen geltenden Regeln und der Handlungsfreiheit der Lehrenden, die sich nicht melden müssen, sondern einfach ‚reinsprechen' dürfen, verdeutlicht, dass die Meldekette kein Werkzeug zur echten Partizipation ist, sondern ein subtiles Machtinstrument. Eine ähnliche Diskrepanz und Ungleichverteilung bzgl. Macht habe ich zuvor im Hinblick auf die Namensschilder an GOFEX-Tagen interpretiert (s. Kap. 8.2.2). Die Meldekette schafft eine Illusion von Beteiligung, während sie gleichzeitig eine implizite Hierarchie zementiert, in der die Lehrenden jederzeit das Recht haben, die Kommunikationsform zu übergehen, zu unterbrechen oder zu manipulieren. Die Meldekette wird so zu einem Ritual, das die Kontrolle über die soziale Interaktion der Schüler*innen sicherstellt, ihnen ein Maß an Beteiligung suggeriert (‚zugesteht') und den Lehrenden gleichzeitig die Macht gibt, die Kommunikation jederzeit zu lenken, ohne sich selbst den auferlegten Regeln unterordnen zu müssen.

Durch das Ritual Meldekette wird m. E. „die Existenz einer ‚idealen Praxis' [der Beteiligung; Anm. d. V.] deklariert und demonstriert, während sich gerade in und durch diese Vorgehensweise Strukturen durchsetzen, die diese Ideale konterkarieren" (Baltruschat 2010: 225). Den Schüler*innen wird eine Beteiligung an der Kommunikationsform/am Turn Taking suggeriert, solange sie diese Beteiligung im Sinne der Lehrenden ausführen.

Die Meldekette ist ein Beispiel für die subtile, aber umfassende Fremdbestimmung sozialer Strukturen im GOFEX, das wie die anderen, thematisierten Rituale (u. a. Klatschrhythmus; s. a. Kap. 5.7) dazu dient, von den Lehrenden als Machtinstrument zur Kontrolle des Kommunikationsflusses und zur Herstellung von Ordnung eingesetzt zu werden. Im Fall der Meldekette, die ich an einigen GOFEX-Tagen beobachten konnte, erfolgen die Kontrolle und die Machtausübung der Lehrperson über die soziale Ordnung nicht offen autoritär, sondern sind subtil in der Struktur der Kommunikationsform selbst verborgen.

Meine Beobachtungen im GOFEX zeigen insgesamt, wie soziale Strukturen – wie (1) Kommunikations-, (2) Dokumentations- und Präsentationsformen sowie (3) Regeln und Rituale – primär von den Lehrpersonen und GOFEX-Dozierenden etabliert und kontrolliert werden. Dies geschieht entgegen der intendierten sozialen Öffnung der GOFEX-Tage

und ohne eine ‚echte Beteiligung' der Schüler*innen. Eine ‚echte Aushandlung' dieser sozialen Strukturen mit den Schüler*innen im Sinne der Klassenselbstverwaltung (s. Kap. 3.2 zur sozialen Öffnung bei F. Peschel 2019) und auch eine konsequente Abstimmung zwischen Lehrpersonen und GOFEX-Dozierenden finden praktisch nicht statt.

(1) Die Einführung der Meldekette als Kommunikationsform durch die GOFEX-Dozierenden erweckt zwar den Anschein einer demokratischeren Beteiligung als die übliche Rederechtsvergabe im Schulunterricht. Doch die Meldekette bewirkt in meinen Augen eine unnatürliche, lineare Kommunikation, bei der Beiträge isoliert aneinandergereiht werden, statt sich aufeinander zu beziehen und ausgehandelt zu werden. Zudem führt die Meldekette zu Redundanzen, da Schüler*innen nicht spontan auf Vorredner*innen eingehen können und sich darauf konzentrieren, *ihren* vorbereiteten Beitrag zu liefern. Wenn Lehrpersonen, wie LP#1 im „Kerzenaufzug", den spontanen, lebendigen Austausch der Schüler*innen gleichzeitig durch autoritäre „Psst!"-Rufe und Nonverbalitäten unterbinden (müssen), zeigt dies eine alternativlose Reinstitutionalisierung der Meldekette und ihre Funktion als versteckte oder verdeckte Hierarchie an GOFEX-Tagen.

Sowohl Lehrpersonen als auch GOFEX-Dozierende halten sich selbst nicht an die Regeln der Meldekette; sie unterbrechen diese jederzeit und übernehmen die Kontrolle. Die Meldekette ‚entlarvt' sich als Machtinstrument, das eine Illusion von Beteiligung erzeugt, während es die hierarchische Struktur zwischen Lehrenden und Lernenden – entgegen der intendierten sozialen Öffnung – zementiert. Lehrpersonen agieren als ‚Wächter des Ordnungsrahmens', die den Kommunikationsfluss steuern. Ihre Interventionen zielen dabei primär auf die Einhaltung schulischer Normen (u. a. Lautstärke, Gleichverteilung) ab.

(2) Die Dokumentationsform der GOFEX-Tage unterliegt ebenfalls einer mehr oder weniger subtilen Fremdbestimmung. Während die GOFEX-Dozierenden den Schüler*innen die Nutzung der Forscher*innenhefte freistellen, legen Lehrpersonen großen Wert auf eine Dokumentation. Sie leiten explizit an, wie Forscher*innenhefte zu nutzen sind („*Vermutung, Experiment, Ergebnis aufschreiben*"), was das Frage-Zeichnung-Antwort-Schema reproduziert. Dieser Zwang zum Dokumentieren und das Einsammeln der Hefte durch Lehrpersonen widersprechen der GOFEX-Intention, das Forscher*innenheft als individuelle Gedächtnisstütze zu nutzen. Stattdessen ‚missbrauchen' die Lehrpersonen das Forscher*innenheft als Instrument zur ‚Sichtbarmachung' von Lernergebnissen. Die Beteiligung der Schüler*innen an der Dokumentationsform wird, obwohl durch die GOFEX-Dozierenden eigentlich freigestellt, somit subtil durch die Lehrpersonen eingeschränkt. Bei der Präsentationsform erfolgt die Fremdbestimmung weniger subtil: Die GOFEX-Dozierenden legen eindeutig fest, ob am Ende des GOFEX-Tages ein Museumsrundgang,

eine Vortragsrunde oder ähnliches stattfindet. Die Schüler*innen werden an dieser Entscheidung nicht beteiligt und haben keine Gelegenheit, ihr zu widersprechen.

Der *schulische* soziale Ordnungsrahmen dominiert über die spezifischen Kommunikations- und Dokumentationsformen hinaus die GOFEX-Tage, insofern (3) allgemeine Regeln und Rituale aus dem Klassenzimmer in das GOFEX transportiert und undiskutiert durchgesetzt werden. Beispiele wie das Verbot des Gruppenwechsels beim „Brückenbau" oder die erzwungene ‚Aufnahme' eines Schülers in eine bereits organisierte Gruppe bei der Konstruktion einer „einfachen Schaltung" zeigen, wie Lehrpersonen Regeln ohne Aushandlung mit den Schüler*innen und ohne Absprachen mit den GOFEX-Dozierenden implementieren, kontrollieren und durchsetzen. Dabei werden erzieherisch-pädagogische Gründe über fachlich-inhaltliche Interessen und Argumente der Schüler*innen gestellt.

Die „Namensschilder"-Situation enthüllt tiefenstrukturell die asymmetrische Anwendung sozialer Praktiken: Schüler*innen müssen Namensschilder tragen, auch wenn sie den Sinn hinterfragen, während die Lehrperson selbst keines trägt. Die Diskussion wird durch autoritäre Gesten und Imperative („*Psst!", „Heute halten wir das mal aus*!") beendet. Der Klatschrhythmus ist ein weiter Beispiel für ein „sachfremdes Autoritätsritual" (Ramseger 1985: 118), das dazu dient, einen ‚schulischen' Ordnungsrahmen im GOFEX zu etablieren und die Kontrolle über die Schüler*innen mittels *behavioristischer* Mittel zu sichern.

Der Klatschrhythmus, die Regelung bzgl. Namensschildern, die Nutzung einer Klangschale (s. a. Kap. 8.4), der Umgang mit den Forscher*innenheften, die Auflage der Präsentationsform und die Meldekette als nur oberflächenstrukturell demokratischere Kommunikationsform verdeutlichen alle die hierarchische Machtstruktur, in der soziale Praktiken von den Lehrenden bestimmt und durchgesetzt werden, ohne Schüler*innen im Sinne der Klassenselbstverwaltung und sozialen Öffnung des GOFEX-Tages zu beteiligen.

Die sozialen Strukturen im GOFEX sind demnach im Wesentlichen fremdbestimmt. Das Handeln insbesondere der Lehrpersonen konzentriert sich primär auf die Schaffung und Aufrechterhaltung eines ‚Ordnungsrahmens' nach schulischen Normen, der einen reibungslosen Ablauf sichern soll. Dies geschieht oft ohne Aushandlung mit den Schüler*innen und ohne Abstimmung mit den GOFEX-Dozierenden (s. a. Kap. 8.3) und führt dazu, dass die intendierte soziale Öffnung durch klassenübliche Kontrollmechanismen subtil tiefenstrukturell konterkariert wird. Die Schüler*innen werden durch diese sozialen Interventionen in ihrem methodisch-inhaltlichen Vorgehen massiv eingeschränkt.

8.3 Pädagogisch-didaktisch-fachliche Interventionen

Die Interventionen der Lehrenden, worunter ich in einem ersten Schritt sowohl die GOFEX-Dozierenden als auch die Lehrpersonen fasse (s. Kap. 1), schränken an den beobachteten GOFEX-Tagen oft das selbstbestimmte Vorgehen der Schüler*innen beim Offenen Experimentieren ein. Diese Einschränkung manifestiert sich auf verschiedenen Ebenen, die ich nachfolgend diskutieren und mit exemplarischen Vignetten verdeutlichen werde.

Einzelfragestellung		**ad hoc Hypothese/(vorläufige) Erkenntnisse**
Wie wirken Interventionen der Lehrenden auf die Aushandlung der Selbstbestimmung zwischen Lehrenden und Lernenden?	2a	– Das Absichern von Lösungen und Lösungswegen ist ein typischer Modus der Erwartungshaltung hinsichtlich kleinschrittiger Instruktionen. – Lehrkräfte modifizieren organisatorische Aspekte des Experimentierens und beeinflussen damit das methodische Vorgehen. – Das methodische Verständnis der Lehrkräfte im GOFEX von Experimentieren unterliegt einer Ergebnis-/Produktorientierung. – Das nonverbale Handeln der Lehrenden erweist sich als nutzbarer Zugang zur persönlichen Offenheit der Lehrenden.

8.3.1 Einflüsse der Lehrenden auf Planungsprozesse und organisatorische Öffnung

Die Ausgangsbedingung aller GOFEX-Tage auf allen Öffnungsstufen, durch die die GOFEX-Tage konzeptionell von 7G-Experimentalunterricht (s. Kap. 3.2.2.1, 5.4) abgegrenzt werden sollen, ist die organisatorische Öffnung des Experimentierens der Schüler*innen: die freie Wahl der Sozialform, des Arbeitsortes und der Bearbeitungszeit sowie die Möglichkeit zur freien Gruppeneinteilung bzw. eigenen Partnerwahl. Zudem ist an allen GOFEX-Tagen intendiert, dass die Schüler*innen im Rahmen der Vorgaben der jeweiligen Experimentieraufgaben (s. Kap. 5.4, 8.1.1) *ihren* Experimentierprozess selbst planen.[264]

Meine Beobachtungen an den GOFEX-Tagen der Hauptstudie legen jedoch nahe, dass solche Phasen der *Selbstorganisation* und die *Freiheiten in der organisatorischen Gestaltung* des Experimentierens durch die Lehrenden häufig unterbunden werden. Die Lehrenden stecken vielmehr einen engen organisatorischen Rahmen, der aber auch das methodische Vorgehen der Schüler*innen maßgeblich beeinflusst. Diesen Zusammenhang habe ich in meiner zweiten Vorstudie bereits als ad hoc Hypothese entwickelt und werde den Zusammenhang nun noch ausführlicher entwickeln: Lehrkräfte(!) modifizieren organisatorische Aspekte des Experimentierens (Sozialform, Gruppeneinteilung, Arbeitsort, Bearbeitungszeit) und beeinflussen damit das methodische Vorgehen der Schüler*innen.

Die „**Flaschengeist**“-Situation (Kap. 8.1.2) ist in meinen Augen ein gutes Beispiel für die Unterbindung eigenständiger Planungsphasen und für die Erzwingung des Modus des

[264] Dabei ergibt sich ein Unterschied dadurch, dass auf Modulebene 1 die Experimentieraufgabe explizite Handlungsanweisungen zur Durchführung eines Versuchs beinhaltet. Ab Modulebene 2 sollen die Schüler*innen dagegen zunehmend eigene Experimente planen und durchführen. Vor diesen Hintergründen, der selbständigen Durchführung von Versuchen auf Grundlage der Handlungsanweisung bzw. der Planung und Durchführung eigener Experimente, sollen die Schüler*innen an GOFEX-Tagen ihr Vorgehen und ihren Experimentierprozess selbst planen und verabreden.

schnellen Abarbeitens. Die Schüler*innen S#9, S#10, S#11 und S#12 haben die Experimentieraufgabe samt Handlungsanweisung gelesen und entsprechend Experimentiermaterialien zusammengetragen. Sie planen und verabreden, was sie tun sollen („*Ich glaub, die Flasche muss da [...] rein*“, „*Aber vorher muss die Münze auf die Flasche*“), wobei m. E. deutlich wird, dass es den Schüler*innen nicht nur darum geht, pragmatisch die Handlungsanweisung abzuarbeiten, sondern, dass sie mitdenken und ihren Experimentierprozess selbst gestalten wollen: „*Vielleicht hätten wir die Eiswürfel auch in die Flasche machen müssen*“. In diesem Moment der Selbstorganisation und der gemeinsamen Planung interveniert LP#7. Sie „*schnauft hörbar und stöhnt leise. Sie rollt mit den Augen, dreht den Kopf leicht zur Seite*" und missbilligt damit m. E. das gerade besprochene, geplante Abweichen vom erwarteten Versuch und ggf. auch, dass die Schüler*innen noch nicht mit der Abarbeitung der Handlungsanweisung begonnen haben. Somit transportiert das nonverbale Handeln der LP#7 in meinen Augen eine gewisse Ungeduld, die anschließend durch das mehrmalige Tippen mit dem Zeigefinger auf die Stationskarte noch verstärkt wird. Die Anweisung „*Hier steht, was ihr tun sollt!*“ beendet den selbstinitiierten Planungsprozess der Gruppe, die nun die Anleitung erneut lesen und dann schrittweise befolgen soll, anstatt zu diskutieren und selbst ein Vorgehen zu planen.

Die anschließende Reaktion der Schüler*innen – S#10 liest die Anleitung laut vor und die anderen bestätigen jeden Schritt als ‚gemacht‘ – ist m. E. eine Konsequenz dieser fremdbestimmten Kommunikationsform. LP#7 unterbindet so die anfänglich selbstbestimmte Kommunikation und Planung zugunsten eines vorprogrammierten Abarbeitungsmodus.

Das proxemische Handeln der LP#7, die „*die ganze Zeit über am Tisch stehen bleibt, [...] sich mit beiden Händen ab[stützt] und [...] das Handeln der Gruppe [beobachtet]*", verstärkt diese Kontrolle und den Eingriff in das Experimentierterritorium der Gruppe. Das Abstützen des eigenen Körpers auf dem Tisch kann „Macht signalisieren“ (Košinàr 2009: 34) und die Distanzzonen der Schüler*innen verletzen (vgl. Gudjons 2011: 229).

Als die Schüler*innen selbstständig eine Kühlung der Flasche besprechen und ein Schüler Eiswürfel holt, verstärkt LP#7 den Zeitdruck zur schnellen Abarbeitung mit der Äußerung „*Wenn du auch holst, seid ihr schneller*!“. LP#7 erhöht damit, entgegen der organisatorischen Freiheit der Schüler*innen hinsichtlich der Bearbeitungszeit, den Zeitdruck auf die Schüler*innen – vor dem Hintergrund einer Ergebnisorientierung und der eigenen Ungeduld (s. Kap. 8.1.2), die der explorativen Tiefe in der Auseinandersetzung mit dem „Flaschengeist“ m. E. entgegenwirkt. Mit solchen Interventionen, die die Arbeitsorganisation der Schüler*innen zwecks starker Ergebnisorientierung beschleunigt und ihre Planungsanteile durch Zeitdruck von außen schmälert, modifiziert LP#7 das

methodische Vorgehen der Schüler*innen, das sich nun ganz eng an der Handlungsanweisung (Modulebene 1) ausrichtet. Eigene Planungsanteile werden dagegen reduziert.

Die „**Flammensprung**"-Situation (Kap. 7.2) zeigt, wie ein GOFEX-Dozierender durch eine Intervention eine eigenständige Experimentiervariation begrenzt und die Schüler*innen zu einem vorgegebenen, anleitungsorientierten methodischen Vorgehen zurückbringt. S#3 und S#4 gehen eigenständig über die Handlungsanweisungen der Experimentieranleitung „Flammensprung" hinaus, indem sie eigene Beobachtungen machen und dabei auch teilweise den Ablauf variieren bzw. verzögern. So setzen sie sich z. B. vertieft mit dem Aufsteigen des Wachsnebels auseinander und ‚retten' die Kerzenflamme immer wieder beim Erlöschen mit der Kerzenglocke. Diese eigenen und kreativen (Beobachtungs-) Schwerpunktsetzungen werden von LB#3 allerdings direkt verbal-vokal abgewertet: „*Ihr macht ja überhaupt nicht, was da steht*". Der GOFEX-Dozent re-institutionalisiert die Anleitung als verbindliche Handlungsnorm für die Durchführung des Experiments und modifiziert damit auch das methodische Vorgehen der Schüler*innen: Anstatt sich Zeit für eigene Beobachtungsschwerpunkte und Vertiefungen innerhalb der Aufgabenbearbeitung zu nehmen, sollen die Schüler*innen sich an die vorgegebene Abfolge halten und diese zügiger bearbeiten. Eine Aushandlung hinsichtlich der Schwerpunktsetzung findet dabei nicht statt; sie wird vielmehr vom GOFEX-Dozenten fest- und vorgeschrieben. Dies zeigt klar, wie ein Lehrender (hier: GOFEX-Dozent) die Planungsanteile und Aufgabenfokussierung modifiziert, indem er den Fokus von der selbstgestalteten vertieften Auseinandersetzung auf die Abarbeitung einer vorgegebenen Instruktion lenkt. Dies evoziert bei den Schüler*innen letztlich einen Modus des schnellen Abarbeitens (s. Kap. 8.1.1).

Am Ende schränkt allerdings v. a. LB#4 die methodischen Handlungsräume der Schülerinnen S#3 und S#4 ein, indem sie eine Pause ankündigt und das Aufräumen koordiniert. Die Frage nach der Dauer des Haltevorgangs des Streichholzes im Wachsdampf, die S#3 bei der Bearbeitung der Experimentieranleitung aufwirft, verweist auf ein Erkenntnisinteresse, das durch die extern gesetzte Zeitstruktur und die organisatorische Intervention der LB#4 letztlich nicht mehr weiterverfolgt werden kann. Die Frage, „*wie schnell und wie lange [man] das Streichholz in den Wachsnebel halten muss*", damit der ‚Flammensprung' gelingt, adressiert die Bedingungen, unter denen sich ein Phänomen beobachten lässt. Diese Auseinandersetzung mit den Bedingungen des Phänomens (durch Variation) ist ein wichtiger Schritt auf dem Weg zur Erkenntnisgewinnung über das Phänomen. Dieser Schritt wird den Schüler*innen aber infolge dieser zeitbezogen-organisatorischen Intervention verwehrt, die individuellen Lern- bzw. Erkenntnisprozesse der Schülerinnen S#3 und S#4 werden also bei der zeitlichen Organisation nicht berücksichtigt (s. Kap. 7.2.3; 8.4).

In der „**Wasserläufer**“-Situation (Kap. 7.3) zeigt sich, wie LP#3 die Unsicherheit und Orientierungslosigkeit einer Schülerin beim Offenen Experimentieren (Modulebene 5) als Anlass nimmt, deren Orientierungsphase im GOFEX im Hinblick auf die Auseinandersetzung mit den eigenen Interessen und Fragen zu beschneiden. Anstatt der Schülerin S#5 – wie im GOFEX intendiert – Zeit zur selbstständigen Orientierung und Interessenentwicklung zu lassen, weist LP#3 der Schülerin eine Stationskarte auf Modulebene 1 (Angeleitetes Experimentieren) zu. Diese Intervention legt nicht nur den Lerngegenstand konkret fest (Oberflächenspannung), sondern auch die methodische Annäherung durch eine kleinschrittige Experimentieranleitung. Die Schülerin wird nicht gefragt, was sie herausfinden möchte oder welche Aspekte sie interessieren (generell bzw. zumindest am von LP#3 gesetzten Oberthema ‚Wasser‘); stattdessen erhält sie eine klare Instruktion. Zudem impliziert die Zuweisung einer Stationskarte m. E. eine Bindung an einen festen Arbeitsort für S#5. Ihre anfängliche Unsicherheit wird nicht als Chance für die Entwicklung eigener Interessen genutzt, sondern als Grund für die vollständige Übernahme der Kontrolle durch LP#3. Die Möglichkeit der Schülerin, ihren eigenen Lernweg zu finden und sich selbstbestimmt einem Phänomen zu nähern, wird blockiert.

Kernelement der Öffnungsstufen des GOFEX ist die zunehmende Beteiligung der Schüler*innen an methodisch-inhaltlichen Entscheidungen: Während Modulebene 1 von klassischen Versuchen ausgeht und kleinschrittige Handlungsanweisungen zur Durchführung dieser Versuche transportiert, fokussiert Modulebene 2 geöffnete Experimentieraufgaben, die zunehmend eigene Wege der Erkenntnisgewinnung und eigene Variationen und Vertiefungen einfordern. Höhere Öffnungsstufen wie Modulebene 3 und 5 zielen schließlich auf die Entwicklung, Planung, Durchführung und Auswertung eigener Experimente und beinhalten dabei weitergehende methodisch-inhaltliche Freiheiten.

Die Freiheiten, eigene Wege zu gehen und eigene Experimente zu entwickeln, beinhalten auch die Möglichkeit, vermeintlich ‚falsche‘ oder von der Lehrperson bzw. den GOFEX-Dozierenden nicht intendierte Ergebnisse zu erzielen oder in Sackgassen zu geraten. Wie Lehrende mit diesen Sackgassen, nicht intendierten Ergebnissen und vermeintlich ‚falschen‘ oder ungewollten Lösungswegen umgehen, ist entscheidend für die Aushandlung von Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren, insbesondere vor der kommunizierten, intendierten persönlichen Offenheit in der Rolle Lernbegleitung (s. Kap. 5.4).

Eine m. E. zentrale ad hoc Hypothese, die ich in meinen Vorstudien entwickelt habe, weist das nonverbale Handeln der Lehrenden als nutzbarer Zugang zu dieser persönlichen Offenheit der Lehrenden aus. Ausgehend von dieser ad hoc Hypothese konnte ich eine Unterscheidung zwischen *direkten und indirekten Interventionen* grundlegen.

8.3.2 Direkte Interventionen und die Erwartungshaltung der Lehrenden

Die *direkten Interventionen* der Lehrenden sind m. E. dadurch gekennzeichnet, dass sie explizit verbalisiert werden und unmissverständlich eine bestimmte Handlung einfordern, korrigieren oder unterbinden. Sie zielen häufig auf die Disziplinierung und Einhaltung von Vorgaben ab (s. Kap. 8.2.2) oder darauf, den Experimentierprozess der Schüler*innen in eine vorbestimmte Richtung zu lenken. Direkte Interventionen lassen durch Unmissverständlichkeit und Ausdrucksklarheit wenig Raum für Diskussionen und wirken sich unmittelbar auf das methodische Vorgehen der Schüler*innen aus.

In der „**Flaschengeist**"-Situation (Kap. 8.1.2) unterbricht LP#7 die Planungsphase der Schüler*innen (Kap. 8.3.1) *direkt* durch die unmissverständliche Anweisung „*Hier steht, was ihr tun sollt*!". Ihr kongruentes nonverbales Handeln („*LP#7 schnauft hörbar und stöhnt leise. Sie rollt mit den Augen, dreht den Kopf leicht zur Seite. Mehrmals tippt sie mit dem Zeigefinger auf das Aufgabenblatt*") verstärkt den Befehl, die vorgegebene Anleitung zu befolgen. Die Interventionen der LP#7 modifizieren das methodische Vorgehen der Schüler*innen. Als S#11 eigenständig Eiswürfel holt, um die Flasche zu kühlen, verstärkt LP#7 den Druck zur schnellen Abarbeitung der Experimentieraufgabe mit der *direkten* Äußerung „*Wenn du auch holst, seid ihr schneller*!". Hier wird deutlich, dass die Lehrperson ein zügiges Fortkommen im Sinne der Vorgabe priorisiert.

Auch in der „**Dosentelefon**"-Situation (Kap. 7.1) modifiziert LB#1 den Arbeitsort der Schüler*innen verbal-vokal direkt und unmissverständlich und schränkt damit das selbstbestimmte methodische Vorgehen der Schüler*innen, wie oben beschrieben, massiv ein: „*Macht das doch lieber draußen auf dem Flur! Da habt ihr mehr Platz*!"

In der „**Flammensprung**"-Situation (Kap. 7.2) weist LB#3 die eigenständigen, explorativen Variationen der Schüler*innen zurück und lässt nicht zu, dass die Schüler*innen sich ihre Zeit frei einteilen, eigenständig über die Anleitung hinausgehen und eigene Beobachtungsschwerpunkte setzen, z. B. beim Anzünden und Abbrennen des Streichholzes oder beim Aufsteigen des Wachsnebels: „*Ihr macht ja überhaupt nicht, was da steht*". Der GOFEX-Dozierende re-institutionalisiert die Anleitung als verbindliche Handlungsnorm für die Durchführung des Experiments und modifiziert damit das methodische Vorgehen der Schüler*innen. Die selbstbestimmte Vertiefung und die damit verbundene flexible Zeiteinteilung der Schüler*innen werden unmissverständlich konfrontativ abgewertet, indem LB#3 *direkt* verbal-vokal kommuniziert, dass die Schüler*innen die Experimentieranleitung im Sinne einer Versuchsdurchführung, aber eben nicht im Sinne eines eigenen Experimentierprozesses, befolgen sollen.

Meine Beobachtungen an den GOFEX-Tagen der Hauptstudie zeigen folglich übereinstimmend, wie die Lehrenden die methodischen Freiheiten der Schüler*innen oft zugunsten normierter Abläufe einschränken und Abweichungen von erwarteten Abläufen sanktionieren. Die Interventionen der Lehrenden wirken dabei in meinen Augen häufig als Kontrollmechanismen, die die Aushandlung von Selbstbestimmung zwischen Lehrenden und Lernenden massiv einschränken und den Experimentierprozess der Schüler*innen in eine vorbestimmte Richtung lenken. Anstatt die intendierte methodisch-inhaltliche Öffnung zu fördern, tendieren v. a. Lehrpersonen dazu, ergebnisorientiert zu handeln und z. B. explorativer Prozesse abzubrechen, sobald diese nicht den erwarteten didaktisch-fachlichen Pfaden folgen oder aus Sicht der Lehrperson „*oft genug gemacht*" (11.04.2019) wurden. Solche Interventionen signalisieren den Schüler*innen, welche Handlungen ‚richtig' oder ‚erwünscht' sind und führen dazu, dass die Schüler*innen ihre eigenen explorativen Ansätze zugunsten der antizipierten Erwartungen der Lehrperson aufgeben, was letztlich die Entwicklung eines individuellen, selbstbestimmten Zugangs verhindert.

Insgesamt wird das Offene Experimentieren im GOFEX erheblich durch Erwartungen der Lehrenden gerahmt und die Handlungen der Schüler*innen werden an diesen Erwartungen bewertet und schließlich in Richtung dieser Erwartungen kanalisiert. Dabei sind die Interventionen v. a. der Lehrpersonen „primär an einem standardisierten Weg naturwissenschaftlicher Grundbildung sowie vermeintlich ‚richtigen' Lernwegen und -ergebnissen natur*wissenschaftlichen* Experimentierens orientiert" (Nentwig-Gesemann et al. 2012: 59), im Sinne von Ergebnisorientierung, Frage-Zeichnung-Antwort-Schema und der kommunikativen Entsprechung dieses Schemas (vgl. auch Hammer et al. 2012: 54; Osborne 2014).

An einem GOFEX-Tag zum Thema ‚Wasser' auf Modulebene 2 experimentieren S#25, S#26 und S#27 an methodisch geöffneten Stationen mit mehreren Lernzielen und Lösungswegen. Die drei Schüler bearbeiten die Experimentieraufgabe „*Fülle Öl und Wasser in ein Glas. Beobachte. Was fällt dir auf? Gib weitere Flüssigkeiten hinzu. Beobachte. Was fällt dir auf?*"

Die drei beobachteten Schüler experimentieren – ausgehend von der selbst ausgewählten, methodisch geöffneten Experimentieraufgabe (s. o.). Sie treffen Entscheidungen hinsichtlich bestimmter Materialien und deren Eingießreihenfolge. Sie gehen die Experimentieraufgabe schrittweise an: S#25 schüttet Wasser, S#26 Öl dazu, und S#27 rührt um. Dann blicken sie „*fast eine Minute auf das Glas*" und „*unterhalten sich nicht. Sie schweigen*", was ich als Zeichen intensiver Konzentration und versunkener Beobachtung deute. Sie „*wechseln die Positionen, aus denen sie beobachten (von vorne, von oben, von der Seite)*", was ich als tiefes, eigenständiges Erkenntnisinteresse der Schüler deute. Sie sammeln verschiedene Beobachtungen zur Emulsion ‚Öl-Wasser' und dem Umrühren.

Ausschnitt aus meinem Beobachtungsprotokoll vom 11.04.2019 („Öl und Wasser“)

11.04.2019, Klasse 2, Wasser, Modul 2, 09.00-12.30 Uhr, 20 Schüler*innen, erster GOFEX-Tag
GOFEX-Dozierende JD = LB#2, MF = LB#5, MA = LB#4, Lehrpersonen TH = LP#9

S#25 schüttet Wasser in ein Glas, S#26 gibt Öl dazu. S#27 rührt mit einem Löffel um, während die drei fast eine Minute auf das Glas blicken. Dabei wechseln sie die Positionen, aus denen sie beobachten (von vorne, von oben, von der Seite). Sie unterhalten sich nicht. Sie schweigen.

„Was fällt euch auf?“, LB#4, die mit den Schülern am Tisch sitzt, unterbricht das Schweigen. Die Schüler blicken nun zu ihr, nicht mehr auf das Glas. S#25: „Das Öl schwimmt oben auf dem Wasser“, S#27 ergänzt: „Und es mischt sich gar nicht!“ Schweigen. Die Schüler blicken zur LB#4. Warten. Sie schweigt, blickt zur Decke, „ähm… mhm“, beißt sich auf die Unterlippe, dann zögerlich: „Schüttet doch mal zuerst Öl und dann Wasser rein!“ S#25 holt ein weiteres Glas aus dem GOFEX-Haus. Die „alte“ Wasser-Öl-Emulsion lassen sie stehen. S#25 schüttet Wasser in das zweite Glas, S#26 gibt Öl dazu. Wieder rührt S#27 um – die Schüler beobachten, diesmal wechseln sie die Positionen (von vorne, von oben, von der Seite) allerdings nicht, sondern fokussieren das Glas alle „von vorne“. Sie schweigen einige Zeit und beobachten. LB#4 steht auf und geht. Auch nach dem Abgang der LB#4 beobachten die SuS die beiden Gläser noch eine Zeit lang. Dann schlägt S#25 vor: „Wir können noch Tinte dazu geben!“ Die anderen Schüler nicken [...].

LB#5 schlägt mit einem Holzstab an eine Klangschale. Ein Ton erklingt. Die Schüler beenden ihr Experiment und beginnen, die Experimentiermaterialien wegzuräumen.

LB#4, die bereits „*mit den Schülern am Tisch sitzt*“, unterbricht die konzentrierte, immersive Beobachtungsphase mit der Frage: „*Was fällt euch auf?*“ Übereinstimmend mit den normativ-präskriptiven Vorschlägen zur Rolle Lernbegleitung hält LB#4 sich bis dahin mit Instruktionen zurück und beobachtet das Schülerhandeln vermutlich. Insbesondere gibt sie keine Ergebnisse in Form von Beobachtungen oder Deutungen vor. Stattdessen regt sie die Schüler mit einer Frage zur Beschreibung von Beobachtungen an: „*Was fällt euch auf*?“ Obwohl die Frage nach Beobachtungen prinzipiell didaktisch sinnvoll ist (s. Kap. 5.4), erfolgt sie hier in meinen Augen verführt, während die Schüler*innen noch ‚zu tief‘ in ihrer Erkenntnisphase stecken. Die Frage reißt sie jedenfalls aus diesem immersiven Zustand. LB#4 stellt die Frage „zu einem Zeitpunkt, an dem die Schüler schweigend und konzentriert die Vorgänge im Glas beobachten. Sie schweigen möglicherweise deshalb, weil sie noch gar nicht bereit sind, ihre individuellen Beobachtungen zu versprachlichen und zu kommunizieren“ (Kihm 2023a: 33). Obwohl offen formuliert, erzeugt die Frage eine explizite Aufforderung zur Artikulation der Beobachtungen. Dies kann die Schüler dazu drängen, Beobachtungen zu versprachlichen, noch bevor sie sie vollständig verarbeitet haben. LB#4 „unterbricht mit ihrer Frage [...] das schweigende Beobachten der Schüler, die ihre Blicke nun vom Glas (dem Experiment, dem Beobachten) abwenden“ (ebd.) und zur LB#4 (als aktive oder aktivierende Gesprächspartnerin) ausrichten. Die Aufmerksamkeit der Schüler wird dabei vom Experiment auf LB#4 verlagert. Die Schüler antworten, indem sie ihre Beobachtungen beschrei-

ben: „*Das Öl schwimmt oben auf dem Wasser [...]. Und es mischt sich gar nicht*!“ Meines Erachtens beschreiben sie die Beobachtungen hier nur sehr oberflächlich, vielleicht aufgrund der implizierten Erwartungshaltung der LB#4 und weil den Schülern die Zeit zur vertieften Beobachtung eben genommen wurde. Ob sie noch mehr beobachtet haben – beispielsweise zu den einzelnen Phasen ihres Handelns[265] –, weiß ich allerdings nicht.

Nach den verbalisierten Beobachtungen blicken die Schüler schweigend „*zur LB#4*“ und „*warten*“. „Diese Blicke lassen sich m. E. derart deuten, dass die Schüler nun eine Reaktion“ (ebd.) der LB#4 bzw. eine Einschätzung, Bewertung oder Bestätigung ihrer Antworten (vielleicht im Sinne von ‚falsch‘ oder ‚richtig‘) und weitere Anweisungen von LB#4 erwarten (vgl. ebd.). Dies ist eine direkte Folge des bereits in anderen Vignetten beobachteten Interaktionsmusters (s. Kap. 5.6; 5.7), bei dem Schüler*innen habitualisiert auf eine Bewertung durch die Lehrperson warten. Während die Schüler LB#4 anblicken, „blickt diese zur Decke, verbalisiert Interjektionen (‚*ähm*‘, ‚*mhm*‘) und beißt sich auf die Unterlippe“ (ebd.). Diese para- und nonverbalen Zeichen lassen sich m. E. dahingehend deuten, dass LB#4 zwar bemerkt, „dass alle Schülerblicke ‚auf ihr lasten‘, dass sie diesen Schülerblicken aber ausweicht bzw. ausweichen möchte. Sie überlegt, sichtbar unter einem gewissen Zeit- bzw. Handlungsdruck (Interjektionen, Unterlippenbiss, Ausweichblicke)“ (ebd.), wie sie auf das Warten der Schüler reagieren soll. Das Schweigen der LB#4, begleitet von Zeichen des Zögerns und der inneren Auseinandersetzung (Blick zur Decke, „*ähm… mhm*“, Beißen auf die Unterlippe), verunsichert die Schüler möglicherweise. Sie haben ihre Beobachtungen geäußert, erhalten aber keine sofortige Bestätigung. Dieses Zögern interpretieren die Schüler ggf. so, dass ihre Antworten nicht ausreichend oder sogar ‚falsch‘ sind. Das Warten der Schüler und das Zögern der LB#4 verstärken in meinen Augen die Abhängigkeit der Schüler von der Lehrperson. Sie lernen, dass ihre Beobachtungen erst dann ‚gültig‘ sind, wenn sie von der Lehrperson abgenickt oder ‚abgenommen‘ werden. Lehrkräfte reagieren im Unterricht meist „mit mehrfacher Bekräftigung und deutlichem Lob“ (Ramseger 1985: 92) auf erwartete Lösungen. Sie evaluieren und kommentieren Beiträge von Schüler*innen z. B. durch anerkennende, lobende oder zweifelnde Blicke.

Eine alternative Deutung der Mimik und Körpersprache wäre, dass die Schüler – anstatt auf eine *Bewertung* ihrer Beobachtungsbeschreibungen – direkt auf den *nächsten Handlungsschritt* warten (vgl. Kihm 2023a: 33). Da LB#4 „den vorherigen Handlungsschritt der

[265] „1. Öl ‚schwimmt‘ auf dem Wasser; 2. Umrühren mit Löffel: Kleine Mengen Öl werden vom bewegten Löffel mit nach unten gerissen, das mitgerissene Öl bildet im Wasser Tröpfchen – es scheint m. E., als vermischten sich die Flüssigkeiten (infolge dieser Öltröpfchenenbildung), aber: Öl und Wasser mischen sich nicht; 3. Aufhören mit dem Rühren: Öl-Wasser-Mischung ‚dreht‘ sich noch eine Weile, aber dann werden die Bestandteile wieder getrennt: Öltröpfchen steigen nach oben in die Ölphase; 4. Öl ‚schwimmt‘ auf dem Wasser“ (Kihm 2023a: 33).

Beobachtungsverbalisierung initiiert und evoziert hat, erwarten die Schüler“ (ebd.) eventuell, dass der nächste Handlungsschritt wieder von LB#4 ausgeht. „Die Eigeninitiative beim Experimentieren (Entscheidungen bzgl. der Materialien, Eingießreihenfolge, Weiterführungen etc.) weicht einem Warten auf weiterführende Impulse von außen“ (ebd.: 33f.; vgl. auch Kihm & Peschel 2017). LB#4 scheint diese Erwartung zu bemerken und überlegt nun, sichtbar unter einem gewissen Druck (s. o.), ihren nächsten Handlungsschritt. Sie scheint dabei „hin- und hergerissen zu sein, den Schülern konkrete Bearbeitungs- und Lösungswege vorzuschlagen, da dies der Freigabe der Bearbeitungs- und Lösungswege im methodisch geöffneten Modul 2 des GOFEX widersprechen würde“ (Kihm 2023a: 34).

Statt die Schüler zu ermutigen, ihre Beobachtungen weiter zu vertiefen (z. B. „Was genau meinst du mit ‚nicht mischt‘?“, „Was siehst du noch, wenn du genau hinsiehst?“), oder die geäußerten Beobachtungsbeschreibungen zu kommentieren, formuliert LB#4 einen weiterführenden inhaltlichen Impuls: „*Schüttet doch mal zuerst Öl und dann Wasser rein*!“. Dies ist eine klare, direktive Anweisung, die die Schüler von ihrem bisherigen Vorgehen abbringt, ihre Beobachtungen nicht aufgreift und vielmehr eine neue Variation vorschreibt. Diese Anweisung ist in meiner Interpretation klar auf die Idee der Schichtung von Flüssigkeiten bzw. auf die physikalische Größe der Dichte ausgerichtet. Die Schüler haben sich aber m. E. noch gar nicht auf ein bestimmtes fachliches Lernziel verständigt und sind eigentlich noch mitten in einer phänomenorientierten Beobachtungsphase, sodass diese Fokussierung auf Schichtung bzw. Dichte in meinen Augen zu früh erfolgt. Die Schüler „*lassen die ‚alte‘ Wasser-Öl-Emulsion stehen*“. Sie ‚behalten‘ damit die Möglichkeit, die beiden Gläser zu vergleichen oder die Auswirkungen einer Variation der Reihenfolge des Hinzufügens der Fluide zu diskutieren. Zudem ‚verändern‘ sie ihr bisherigeres Experiment nicht aus fremdbestimmtem Antrieb, sondern lassen ‚ihr‘ Experiment stehen und setzen die Anweisung der LB#4 mittels ‚neuem‘ Experiment um.

Die Schüler folgen der Anweisung: S#25 holt ein weiteres Glas und schüttet Wasser in das zweite Glas, S#26 Öl dazu, und S#27 rührt um. Interessanterweise ist ihr Beobachtungsvorgehen in diesem zweiten Durchlauf anders: Sie „*wechseln die Positionen (von vorne, von oben, von der Seite) allerdings nicht, sondern fokussieren das Glas alle ‚von vorne‘.*“ Der Verzicht auf die systematischen Perspektivwechsel könnte ein Indikator dafür sein, dass die Tiefe des Beobachtungsprozesses durch die vorherigen Interventionen geschmälert wurde. Sie führen die Aufforderung der LB#4 zwar aus, aber ohne ‚damit identifiziert zu sein‘, d. h., mit weniger Eigeninitiative und Neugierde in der Beobachtung.

Nachdem LB#4 „die Schüler dazu aufgefordert hat, die Reihenfolge des Eingießens der beiden Flüssigkeiten zu ändern, verlässt sie den Gruppentisch“ (ebd.). Aus welchen Grün-

den sie sich zurückzieht, kann ich nur spekulieren (vielleicht will sie an einem Rückzugsort etwas zur Situation aufschreiben). Sie geht allerdings nicht direkt weg, nachdem sie ihre Aufforderung, die Reihenfolge des Eingießens zu verändern, formuliert hat, sondern wartet noch ab – oder *kontrolliert* –, bis die Schüler ihrer Anweisung gefolgt sind. Auch nach dem Abgang der LB#4 beobachten die Schüler das Glas noch eine Zeit. Dann schlägt S#25 vor: **„***Wir können noch Tinte dazu geben!"* Die anderen Schüler nicken. Diesen Vorschlag deute ich als Zeichen für die ‚Wiedergewinnung' eines selbstbestimmten Vorgehens der Schüler, sobald der direkte (Erwartungs-, Kontroll-)Druck der LB#4 nachlässt.

Die „**Öl und Wasser**"-Situation exemplifiziert m. E., wie eine Lehrende eine vertiefte und immersive Beobachtungsphase illegitimerweise unterbricht und Schüler*innen *verfrüht*(!) zu einer Verbalisierung von Beobachtungen lenkt. Auch eine offene, kommunikationsorientierte Frage wie „*Was fällt euch auf?*" kann also, wenn sie wie hier zu einem verfrühten Zeitpunkt kommt, das Vorgehen der Schüler*innen einschränken, und subtil behindern.

Zudem lässt sich in meinen Augen anhand der „Öl und Wasser"-Situation die Erwartungshaltung der Schüler*innen verdeutlichen, dass die Lehrenden Ergebnisse der Schüler*innen bewerten, letztlich als ‚richtig' oder ‚falsch' beurteilen und die nächsten Schritte vorgeben, auch in einer methodisch geöffneten Experimentiersituation. Das Schweigen und Zögern der LB#4 nach den Schülerantworten erzeugt zunächst Verunsicherung. Dann erfüllt LB#4 die o. g. Erwartung, indem sie direktiv vorschlägt: „*Schüttet doch mal zuerst Öl und dann Wasser rein*!". LB#4 fördert damit die Abhängigkeit der Schüler*innen von dem/der Lehrenden als Bewertungsinstanz. Sie lenkt die Aufgabenbearbeitung in eine von ihr intendierte, didaktisch sinnvolle Richtung (Schichtungen/ Dichte), ohne jedoch die Schüler selbst zur Planung ihres weiteren Vorgehens und zu einer Schwerpunktsetzung anzuregen. Das methodische Vorgehen wird von einer offenen Beobachtung hin zu einer lehrendenseitig frühzeitig vorgegebenen Bearbeitung modifiziert, die eine spezifische Erkenntnis (Dichteunterschied, Reihenfolge) begünstigen soll.

8.3.3 Interaktionsmuster ‚Frage-Antwort-Bewertung' und der Erwartungsmodus

Im folgenden Ausschnitt bauen drei Schüler an einem GOFEX-Tag zum Thema Brücken eine Balkenbrücke aus zusammengerollten Papierbogenpfeilern und Holzplattenträgern. Zudem bauen sie schräge Auf- und Abfahrten an die Brücke. Bei einer Belastungsprobe rollt ein Spielzeugauto zunächst ‚erfolgreich' über die Brücke, die mit Klebebestand verstärkt ist. Die Schüler bejubeln den Erfolg, sie *„freuen sich"* und *„klatschen ab*". Die Begeisterung wandelt sich in Frustration, als das Abfahrtbrett abgleitet und „*auf dem Experimentiertisch zum Erliegen*" kommt. In diesem Moment setzt eine Interaktion der Schüler mit LP#10 ein, der die Schülergruppe zuvor einige Zeit beobachtet hat.

Ausschnitt aus meinem Beobachtungsprotokoll vom 25.06.2019 („Auf- und Abfahrt“)

25.06.2019, Klasse 3, Brücken, Modul 3, 09.00-12.30 Uhr, 18 Schüler*innen, erster GOFEX-Tag
GOFEX-Dozierende JG = LB#3, Lehrpersonen CK = LP#10

S#28, S#29 und S#30 haben eine Balkenbrücke aus Papier und Holzplatten gebaut: Aus dem Papier haben sie drei Pfeiler gebaut. Jeder Pfeiler besteht aus vier DINA4-Papierbögen, die entlang der Längsachse zusammengerollt und festgeklebt wurde. Eine Konstruktion besteht immer aus vier dieser Papierbögen, die noch einmal mit Klebestreifen, später auch mit Abklebe-Kreppband zusammengeklebt wurden. Auf den drei Pfeilern liegen zwei Holzplatten als Träger. Der Pfeiler in der Mitte trägt beide Holzplatten, die sich dort berühren.

Nun beginnen die drei Schüler, „schräge Auf- bzw. Abfahrten“ für ihre Balkenbrücke zu bauen. Sie haben zwei weitere Holzplatten auf dem Experimentiertisch, von denen S#28 eine, S#29 die andere, schräg an die Pfeiler lehnt. Die schrägen Auf- bzw. Abfahrtholzplatten berühren die Trägerholzplatten der „Brücke“. S#30 setzt ein Spielzeugauto auf eine der Trägerholzplatten. Die Brücke bleibt stabil stehen, auch als S#30 etwas Druck von oben auf das Auto – und damit auch auf die Träger – ausübt. Nun schiebt S#30 das Spielzeugauto langsam in Richtung Abfahrt. An der Stelle zwischen dem Trägerholzbrett und dem Abfahrtholzbrett hebt er das Auto kurz an, um es auf dem schrägen Abfahrtholzbrett wieder abzusetzen. Er lässt es los; das Spielzeugauto rollt die Abfahrt hinunter. Die Schüler freuen sich, rufen „yeah“, klatschen sich ab. Doch auf einmal, kurz bevor das Spielzeugauto unten am Brettende ankommt und auf dem Tisch weiterfährt, gleitet das Abfahrtsbrett vom Papierrollenpfeiler ab und kommt auf dem Experimentiertisch zum Erliegen. Die beiden Trägerholzbretter bleiben auf den Papierpfeilern liegen und das schräge Auffahrtholzbrett rutscht nicht vom Pfeiler ab. Die Brücke hat nun eben nur noch eine „Autobahnauffahrt“, keine „-abfahrt“ mehr. Die Freude der Schüler schlägt in sicht- und hörbare Enttäuschung: Sie schmollen, ziehen die Augenbrauen zusammen. „Oh man!“, „Jetzt ist es kaputt!“

LP#10 hat aus einiger Distanz beobachtet, wie das Auffahrtsbrett abgleitet. Er geht zum Experimentiertisch und spricht zur Gruppe: „Wieso ist denn das jetzt passiert?“ S#28 erwidert den Blickkontakt, antwortet dem Lehrer: „Weil die Brücke nicht stabil genug war?“ Die Stimme des Schülers erhebt sich am Ende des Satzes, sodass seine Aussage eher wie eine Frage an den Lehrer erscheint, den S#28 auch mit hoch gerissenen Augenbrauen fragend anschaut.

LP#10 nickt zuerst, dann fährt er fort: „Wie könnt ihr die Brücke denn stabiler machen?“ S#29, der das abgeglittene Holzbrett in die Hand nimmt und wieder schräg an den Papierrollenpfeiler hält, spricht nun: „Wir müssen die Enden verstärken. Also noch irgendwas dranbauen!“ S#29 legt das Holzbrett auf den Tisch, greift nach der Krepp-Klebeband-Rolle, die die Schüler zuvor verwendet hatten. LP#10 spricht wieder: „Ja genau. Ihr könnt ja zum Beispiel auch was drunter machen! Was könnte man denn drunter machen?“ „Noch mehr Papier?“, antwortet S#30.

LP#10 fragt: „Was noch?“, woraufhin die Schüler sich auf dem Tisch umschauen. „Wir könnten noch was mit Holz machen“, der Blick des S#28 bleibt auf dem Holzbrett, das auf dem Tisch liegt. LP#10 wieder: „Denkt mal noch weiter“. Der Lehrer hebt das auf dem Tisch liegende Brett mit der linken Hand an und hält es – wie zuvor die Schüler – schräg an den Pfeiler an. Die Brücke hat nun wieder zwei schräge Auffahrten. Mit der rechten Hand weist LP#10 auf den Raum unterhalb des schräg an den Pfeiler gehaltenen Holzbrettes. „Hier, seht ihr!“, antwortet, vergewissert sich dabei der Blicke seiner Schüler, die er nach und nach abwandert. Alle drei Schüler erwidern seine Blicksuche. Sie nicken. S#29 antwortet: „Festkleben!“ LP#10 nickt nun auch, legt das Holzbrett auf den Tisch und geht weg – zurück auf die Experimentierfläche, zu einer anderen Gruppe.

LP#10 hat das Abgleiten des Abfahrtsbrettes beobachtet und geht zum Tisch. Er fragt die Gruppe: „*Wieso ist denn das jetzt passiert*?“ Die Frage ist auf den ersten Blick offen formuliert und fordert die Schüler auf, Ursachen für das Abgleiten des Abfahrtsbrettes

zu suchen. S#28 entgegnet: „*Weil die Brücke nicht stabil genug war?*“ Diese Äußerung ist jedoch pragmatisch-kommunikativ nicht als Antwort markiert, sondern ebenfalls als Frage, die zurück an die Lehrperson gerichtet ist: S#28 erhebt die Stimme am Ende des Satzes, wie es für eine Frage typisch ist, und schaut den Lehrer anschließend *„mit hoch gerissenen Augenbrauen fragend an*“. S#28 sucht und erwartet eine Bestätigung für seine Begründung des Abgleitens des Abfahrtsbrettes durch LP#10. Die Lehrperson bestätigt die Antwort des Schülers durch Nicken, ohne dass dabei präzisiert oder nachgefragt wird, *was genau* unstabil war (die Pfeiler, der Träger, die Verbindung zur Auf-/Abfahrt).

Die direkte Folgefrage „*Wie könnt ihr die Brücke denn stabiler machen*?“ des LP#10 ist eine präskriptive Frage, die die Schüler auffordert, eine bestimmte Art von Lösung zur weiteren Stabilisierung der Brücke zu finden, ohne dass die Schüler Gelegenheit hatten zu diskutieren oder zu untersuchen, *welchen Teil* der Brücke sie denn überhaupt stabilisieren müssten oder *welche Art von Instabilität* das Problem war (s. o.).

S#29 schlägt vor, „*die Enden [zu] verstärken*“ und „*irgendwas dran[zu]bauen*“. Der Schüler identifiziert einen Problembereich („die Enden der Brücken“) und schlägt als Lösung zur weiteren Stabilisierung der Brücke vor, etwas an die Enden der Brücken dranzubauen. Dabei bleibt m. E. ungeklärt, was die Enden der Brücke überhaupt sind und inwieweit diese Enden der Brücke überhaupt für das Abgleiten der Abfahrt verantwortlich sind. Dies müsste in meinen Augen diskutiert und geklärt werden. LP#10 bestätigt den Vorschlag des Schülers kurz und lenkt anschließend die weitere Lösungsfindung massiv: *„Ja genau. Ihr könnt ja zum Beispiel auch was drunter machen!“* LP#10 suggeriert eine spezifische Lösung (etwas *drunter machen*), obgleich zuvor nur von „*dran bauen*“ die Rede war. LP#10 schränkt den Bereich möglicher Lösungen damit massiv ein. Anschließend folgt eine weitere Frage an die Schüler: „*Was könnte man denn drunter machen?“*

S#30 antwortet „*noch mehr Papier?“*, wieder fragend. Auch auf diese Äußerung sucht der Schüler eine Bestätigung bei der Lehrperson, was deutlich macht, dass LP#10 alle Schülerantworten zuerst ‚abnehmen‘ oder verifizieren muss. In diesem Gespräch ist die Antwort des S#30 dann auch die erste Schüleräußerung, die LP#10 nicht direkt bestätigt. Stattdessen fragt er „*Was noch?*“ und disqualifiziert die Äußerung des S#30 damit m. E. als (noch) nicht ausreichend. Die Frage „*Was noch?*“ ist vielmehr eine engführende Frage, die auf die Nennung von *weiteren* von LP#10 favorisierten Materialien abzielt, anstatt eine offene Ideenfindung zuzulassen. Der Suchraum für Antworten wird sukzessive geschlossen. Die Schüler schauen sich auf dem Tisch um – ein Zeichen der Suche nach den von LP#10 erwarteten Materialien. Dort entdecken sie ein weiteres Holzbrett, was S#28 m. E. zur Antwort verlässt: „*Wir könnten noch was mit Holz machen*“. Die Äußerung

zeigt, dass sie sich an den verfügbaren Materialien orientieren und immer noch nach der Antwort/dem Material suchen, das LP#10 als ‚richtige' Antwort erwartet. Doch LP#10 gibt sich auch mit dieser Antwort nicht zufrieden und verlangt, dass die Schüler weiter nach der aus seiner Sicht ‚richtigen' Antwort suchen – nach der Antwort, die LP#10 hören *will*. Er expliziert diesen Anspruch auch: „*Denkt mal noch weiter*". Die anschließende Handlung des LP#10 intensiviert die Lenkung in meinen Augen noch einmal deutlich:

Er hebt das Holzbrett an, hält es „*wie zuvor die Schüler – schräg an den Pfeiler an*." Die Brücke hat wieder zwei schräge Auffahrten. Mit der rechten Hand weist LP#10 auf den Raum unterhalb des schräg gehaltenen Holzbrettes und sagt: *„Hier, seht ihr!".* LP#10 verengt den Suchraum der Schüler, auf die Antwort zu kommen, die er hören möchte, immer weiter. Mit seiner Demonstration und dem verbal-vokalen, deiktischen Hinweis „*Hier, seht ihr*!" führt er seine favorisierte Lösung praktisch direkt vor Augen. Nun ‚wandert' er „*nach und nach*" die Blicke der Schüler ab und vergewissert sich, dass diese ‚seine Lösung' nun auch gefunden haben. Die Schüler nicken, was die *Akzeptanz* der vorgegebenen Lösung signalisiert, nicht unbedingt das Verständnis dieser Lösung. S#29 antwortet: „*Festkleben*!" und spricht damit die demonstrierte, vorgegebene, vor Augen geführte Lösung verbal-vokal aus. Dies ist die logische Konsequenz der Demonstration durch LP#10, der nun endlich die Antwort bekommen hat, auf die er die ganze Zeit gewartet hat. Er nickt, bestätigt also die nun ‚richtige', erwartete Antwort, und geht schließlich weg.

Die Anordnung der Sprechakte in der Interaktion zwischen LP#10 und den Schülern erfolgt in meinen Augen auf eine ganz besondere Art und Weise: Der Lehrer stellt sukzessive spezifischere Fragen (s. Tab. 10) und gibt nonverbale Hinweise auf die erwartete Lösung. Er schränkt den Suchraum für mögliche Antworten dabei immer weiter ein.

Tabelle 38: Anordnung der Sprechakte als Frage-Antwort-Bewertung (selbst erstellt)

(Anschluss-)Frage der LP#10	Antwort der Schüler*innen	Bewertung der LP#10
Wieso ist denn das jetzt passiert?	Weil die Brücke nicht stabil genug war?	LP#10 nickt zuerst, stellt dann eine Anschlussfrage.
Wie könnt ihr die Brücke denn stabiler machen?	Wir müssen die Enden verstärken, noch irgendwas dranbauen.	Ja genau. Ihr könnt ja zum Beispiel auch was drunter machen!
Was könnte man denn drunter machen?	Noch mehr Papier?	LP#10 stellt eine Anschlussfrage.
Was noch?	Wir könnten noch was mit Holz machen.	Denkt mal noch weiter. Hier, seht ihr (LP#10 gibt Antwort selbst).

Dem Soziologen Hugh Mehan ist es 1979 gelungen, ein relativ stabiles sequenzielles Interaktionsmuster zu rekonstruieren, das fragend-entwickelnde Lehr-Lern-Situationen und

Unterrichtsgespräche organisiert.[266] Dieses Interaktionsmuster konnte ich an den untersuchten GOFEX-Tagen bei vielen Lehrpersonen(!) beobachten: Zuerst stellt die Lehrperson eine **Frage** (Initiation; Mehan 1979) mit meist „vorauswissende[m] Charakter" (Holzkamp 1995: 463; „known-information question). Die Schüler*innen antworten, wobei an der **Antwort** (Response; Mehan 1979) selbst ihre „wissensdemonstrierende" (Holzkamp 1995: 463) Eigenart auffällig ist (vgl. auch Kruse 1996: 30). Vor allem jedoch die **Bewertung** dieser Antwort durch die Lehrperson (Evaluation; Mehan 1979) lässt das Interaktionsmuster als Ausdruck typischer unterrichtlicher Interaktionen erscheinen (vgl. Kruse 1996: 30).[267] Wie im Fall der ersten Frage des LP#10 („*Wieso ist denn das jetzt passiert?*") und in vielen anderen Interaktionen an GOFEX-Tagen beobachtet, erfolgt die Bewertung häufig nonverbal und subtil. Das Ausbleiben einer verbalsprachlichen Bewertung wird oft fälschlicherweise als Zurückhaltung oder persönliche Offenheit interpretiert (s. Kap. 4.1).

Zuletzt stellt die Lehrperson eine **Anschlussfrage** und das Interaktionsmuster „Frage-Antwort-Bewertung" oder „Initiation-Response-Evaluation" (IRE; Mehan 1979) beginnt erneut. Viele der Lehrpersonen(!)-Schüler*innen-Interaktionen an GOFEX-Tagen zeichnen sich durch diese spezifische Anordnung der Sprechakte aus. Die Gespräche zwischen den Schüler*innen und der Lehrperson an GOFEX-Tagen sind, entgegen der GOFEX-Intention, stark von der Lehrperson gesteuert: „Die Rolle der Lernenden ist hier vor allem jene der Antwortenden, während praktisch alle Initiativen und Steuerungsimpulse zum Fortgang des Gesprächs [...] von der Lehrperson ausgehen" (Pauli & Reusser 2000: 430; vgl. auch Naujok et al. 2008: 783f.; Lüders & Rauin 2008: 727; Steinig & Huneke 2015: 71).

Die Gesprächsführung des LP#10 schränkt den Such- bzw. Lösungsraum für die Schüler zunehmend ein. Die Fragen des LP#10 (1. *Wieso ist denn das jetzt passiert?* 2. *Wie könnt ihr die Brücke denn stabiler machen?* 3. *Was könnte man denn drunter machen?* 4. *Was noch?*) sind nicht divergent, sondern zunehmend konvergent. LP#10 stellt eine ganze Reihe von „well known information questions", die Optimierungsmöglichkeiten für den Bau der Brücke elizieren sollen: Diese Fragen lenken die Schüler immer stärker und ge-

---

[266] Grundlage seiner Arbeit waren videographierte Unterrichtsstunden, die über das Schuljahr 1974/75 in einer jahrgangsübergreifenden Lerngruppe (1. bis 3. Schuljahr) einer amerikanischen Grundschule aufgezeichnet wurden. Bei den beobachteten Unterrichtsstunden handelt es sich ausschließlich um lehrendengelenkte Situationen (Mehan 1979), m. E. in ihren Merkmalen vergleichbar mit dem 7G-Experimentalunterricht (vgl. auch Naujok et al. 2008: 783). Das Interaktionsmuster, das Mehan beschreibt, konnte unabhängig von Makro- (Plenum) oder Mikrointeraktionen, unabhängig von gewählten Sozialformen (Gruppen-, Partner- oder Einzelarbeit) und unabhängig vom Fächerkontext – und trotz klassenstufenspezifischer Besonderheiten – nachgewiesen werden (vgl. Proske 2015: 18f.).

[267] Die beiden Elemente „Initiation" (Frage) und „Response" (Antwort) machen eine Paarsequenz aus, die sich auch in Alltagskommunikationsprozessen vielfach rekonstruieren lässt (Beispiel: „Wie viel Uhr ist es?", „Neun Uhr!"). „In schulischer Interaktion wird diese Paarsequenz durch eine abschließende Evaluierung, die erneut durch den Lehrenden erfolgt, erweitert" (Naujok et al. 2008: 783f.). Diese Erweiterung ist *atypisch* für alltagssprachliche Kommunikation. Zum Vergleich: Eine Interaktion der Abfolge „Wie viel Uhr ist es?" (Frage), „Neun Uhr" (Antwort), „Das ist korrekt!" (Bewertung) würde alltagssprachlich sicherlich auffallen, in unterrichtlichen Kontexten dagegen wäre sie vorstellbar.

zielter auf eine bestimmte Art der Stabilisierung (*von unten stützen*) und auf bestimmte Materialien (*Holz, Papier*), anstatt eine breitere Ideenfindung zuzulassen. LP#10 sind die Antworten auf diese Fragen jeweils bereits bekannt bzw. erwartet er bestimmte Lösungen und fragt, um die Schüler*innen mittels Suchprozedur daraufhin zu steuern, das zu sagen, was LP#10 sonst auch selbst sagen könnte.[268] (known-information questions)

Das konstante Suchen nach Bestätigung („S*#28 schaut fragend*“) und das wiederholte Nicken der Schüler zeigen, dass sie in eine Rolle gedrängt werden, in der sie die Erwartungen der Lehrperson antizipieren und erfüllen sollen, anstatt selbstständig zu forschen. Die Schüler scheinen zu wissen (gelernt zu haben), dass der Lehrer die ‚richtige' Lösung kennt – und sich erst zufrieden gibt, wenn die Schüler diese Antwort gefunden (erraten) haben. Die Schüler werden nicht dazu ermutigt, *eigene* Lösungen auszuprobieren. Stattdessen wird ihnen die ‚richtige' Lösung durch suggestive Fragen und Demonstration vorgegeben. Sie richten sich nicht selbst auf die Sache aus (Stabilisierung der Brücke), sondern handeln m. E. im Bewusstsein, „dass ein anderer sein Verhalten zu steuern versucht und entsprechende Erwartungen an ihn stellt“ (Gruschka 2011: 90).

> „The problem with this form of pedagogy is that students are aware that the experiments have been rigged to produce the appropriate result […] and that, rather than advance ideas that are likely to be ‚wrong', the exercise becomes a process of making the ‚right guess', reducing the experience to one of ‚What's supposed to happen?'“ (Osborne 2014: 581). „In other words, practices […] can support students' learning ‚the classroom game' (Lemke 1990) of trying to figure out what the teacher wants them to say” (Hammer et al. 2012: 54).

> Die Lehrperson wird darüber hinaus zum „personalen Repräsentanten des Objekts [...]. Damit wird der Lehrer nicht mehr nur Mittler von etwas, sondern er tritt [...] als Definitionsinstanz des Objekts auf [...]. Der Gegenstand eröffnet damit vor allem die Fragen, die der Lehrer mit ihnen stellt. Die erfolgreiche Vermittlung wird zur Anpassung des Schülers an diese Lernerwartung. Um den Gegenstand korrekt zu interpretieren, muss er wissen, was der Lehrer mit dem Gegenstand will“ (Gruschka 2011: 102).

Die Gesprächsführung des LP#10 ist scheinbar offen und fragend, zielt aber eigentlich stark auf die Vorgabe einer spezifischen Lösung ab und lenkt zum Finden dieser Lösung hin. Die Lehrperson transformiert das Freie Explorieren, Experimentieren und Problemlösen (Modulebene 3) in das angeleitete, geführte Finden *einer* erwarteten Antwort.

Im folgenden Ausschnitt beschreibe ich den Reflexionskreis eines GOFEX-Tages zum Thema Brücken (Modulebene 3). Nach der ersten Experimentier- resp. Brückenbauphase werden Kriterien für eine stabile Brücke erarbeitet. Auch hier möchte ich die Gesprächsführung der Lehrenden und insbesondere den Einsatz von Fragen analysieren.

---

[268] Bei alltäglichen Fragen fragt der Unwissende etwas, das er nicht weiß und der Wissende antwortet (Ziel: Wer fragt, will mit der Antwort etwas wissen, was er nicht weiß; „information-seeking question“; Mehan 1979: 195).

Ausschnitt aus meinem Beobachtungsprotokoll vom 03.12.2019 („Brückenkriterien“)

03.12.2019, Klasse 3, Brücken, Modul 3, 09.00-12.30 Uhr, 20 Schüler*innen, zweiter GOFEX-Tag GOFEX-Dozierende SK = LB#1 , MA = LB#4, Lehrpersonen TH = LP#9

LB#4 hat die Frage gestellt, welche Kriterien die Brücken erfüllen sollen. Diese Frage hat LB#1 auch auf einem Flipchartbogen, der an der Wand festgeklebt wurde, notiert. Mit Edding verschriftet sie nun einige der Schüler*innenantworten auf der Flipchart.

Ein Schüler meldet sich, sagt die Brücke muss *stabil sein*. LB#4 nickt. LB#1 notiert *stabil sein* auf die Flipchart. Noch bevor der Schüler das Rederecht weitergibt (Meldekette), fragt LB#4: „Wie testet man denn, ob eine Brücke stabil ist?“ Wieder gehen einige Hände hoch. Nun gibt der Schüler von eben das Rederecht weiter; anschließend folgen weitere Schüler*innen entlang der Meldekette: „Man kann Sachen draufmachen und gucken, ob die Brücke einbricht“ – „Gewichte“ – „oder Wasserflaschen“, „Kinder gehen auch“ – „und die Boxen mit Reis oder Nudeln“ usw. Die Schüler*innen nennen einige Materialien, die man auf die Brücke stellen könnte, um einen Belastungstest durchzuführen. LB#4 unterbricht die Meldekette schließlich und fragt: „Fällt euch noch etwas anderes ein, was man machen kann?“, fragt sie in die Runde und vergibt das Rederecht in der Meldekette weiter: „Papier zum Bauen nutzen“ – „oder Holz“ – „Metall ist auch stabil“. Schließlich redet LB#4 rein: „Man kann auch am Tisch wackeln. Einen Erdbebentest machen. Das meinte ich noch!“ LB#1 notiert *Erdbebentest* und *Belastungstest* auf die Flipchart, in Klammern hinter *stabil sein*.

LB#4 ruft den Namen einer Schülerin auf, die fordert, die Brücke sollte *lang sein*, eine gewisse Distanz auch überqueren – „wie einen Fluss“, „oder eine Schlucht“ rufen Schüler*innen rein. Dann gibt die Schülerin, die eben geredet hat, das Rederecht weiter: „Man sollte gut hoch- und wiederrunterkommen mit dem Auto. Die Brücke braucht eine *Auf- und Abfahrt*“. Einige Schüler*innen nicken, LB#4 wiegt den Kopf hin und her, presst die Lippen zusammen und verschließt kurz – nachdenklich – die Augen: „Joa von mir aus. Das ist jetzt zwar nicht genau das, was ich meinte, aber ok. Ja. Weiter“. Die Meldekette geht weiter, die Schülerin gibt das Rederecht an eine Mitschülerin weiter: „Die Brücke braucht zwei Fahrbahnen, auch eine für den Gegenverkehr. Ohne zwei Spuren geht das nicht“. Wieder antwortet LB#4 darauf: „Es gibt ja aber auch Brücken für Fußgänger“. Nun wiegt die Schülerin den Kopf hin und her, schaut unter sich auf den Boden, „ja ok, stimmt“. Diesmal notiert LB#1 nichts zu den „Kriterien“ „Auf- und Abfahrt“ und „zwei Fahrbahnen“ auf dem Flipchartbogen. Die Meldekette wird von der Schülerin nicht weitergeführt; LB#4 ergreift das Wort: „Was fällt euch denn noch ein?“ Es werden weitere Kriterien von LB#4 gesammelt, die nun einzelne sich meldende Schüler*innen aufruft. Die Meldekette setzt also für einen Moment aus bzw. wird nicht weitergeführt. „Die Brücke soll schön aussehen“; „Sie soll eine gute Idee haben, neu sein“, was Aspekte wie Originalität oder Neuheit der Brückenkonstruktion betrifft. LB#4 nickt jeweils kurz, teils mehrfach, schaut sich dann in der Gruppe um und ruft den nächsten Schüler*innennamen auf. LB#1 notiert nichts davon. Als die Schüler*innen, die LB#4 drannimmt, sich noch mal auf bereits benannte und aufgeschriebene Aspekte wie Belastbarkeit oder Stabilität beziehen, gibt sie einen Hinweis: „Denkt mal noch mal an das Material!“ Sie nimmt einen Schüler dran, „In echt natürlich keine Knete“ [...]. LB#4 antwortet: „Wir bauen ja hier keine echten Brücken. Sondern Modellbrücken.“

Die Situation „**Brückenkriterien**“ beginnt damit, dass LB#4 nach den Kriterien für Brücken fragt, was LB#1 auf einer Flipchart notiert. Ein Schüler meldet sich und nennt das Kriterium „*stabil sein*“. LB#4 nickt, womit sie das Kriterium nonverbal bestätigt und dem Schüler signalisiert, dass sein Beitrag ‚richtig‘ und erwünscht ist. Noch bevor der Schüler das Rederecht weitergeben kann, unterbricht LB#4 die Meldekette mit der Frage: „*Wie*

testet man denn, ob eine Brücke stabil ist?" Diese Intervention unterbricht die Weiterführung der Meldekette durch den Schüler zunächst.[269] Die Frage der GOFEX-Dozentin ist nicht völlig geschlossen, aber sie ist stark lenkend und zielt auf ein spezifisches Feld von Antworten ab (Suchfeld), statt weiter nach verschiedenen Brückenkriterien zu fragen.

Der Schüler von eben gibt das Rederecht weiter und reinitiiert die Meldekette: Die Schüler*innen nennen zuerst die Testmethode „*Sachen draufmachen und gucken, ob die Brücke einbricht*" und spezifizieren verschiedene „*Sachen*", u. a. „*Gewichte*", „*Wasserflaschen*", „*Kinder (die sich auf die Brücke stellen oder setzen)*", „*Boxen mit Reis oder Nudeln*".

Die Schüler*innen sollen die von den Lehrenden erwarteten ‚richtigen' Kriterien finden, die die zu bauenden Brücken aus Sicht der GOFEX-Dozierenden erfüllen sollen. Im Film „Treibhäuser der Zukunft" (Kahl 2005) bezeichnet Elsbeth Stern diese allmähliche ‚Trichter-Engführung'[270] und Eingrenzung des Suchraums in eigentlich offen angelegten Lehr-Lern-Situationen als „Osterhasenpädagogik", als Suche nach einer vorab festgelegten, ‚versteckten' Lösung (vgl. auch Wahl 2013: 9). Durch diese „Osterhasenpädagogik" wird m. E. ein traditionelles, fremdgesteuertes Experimentier-Paradigma ‚trotz offenem Anschein'zementiert (vgl. Hartinger 2008: 188). Die Lehrkraft steuert das Gespräch im Wesentlichen über Fragen und die damit verbundenen Erwartungen an die ‚richtigen' Antworten der Schüler*innen. Die Antworten der Schüler*innen sind aber nur dann von Interesse, wenn sie dazu beitragen, die von der Lehrkraft erwartete(!) Antwort zu liefern usw.

LB#4 ruft eine Schülerin auf, die fordert, die Brücke sollte „*lang sein, eine gewisse Distanz auch überqueren*", woraufhin weitere Schüler ergänzen: ‚*wie einen Fluss*', ‚*oder eine Schlucht*'. Die Schülerin gibt das Rederecht weiter: „*Man sollte gut hoch- und wiederrunterkommen mit dem Auto. Die Brücke braucht eine Auf- und Abfahrt*". Einige Schüler*innen nicken, was auf eine Bestätigung dieser Äußerung unter den Schüler*innen hinweist. LB#4 dagegen reagiert skeptisch: „*LB#4 wiegt den Kopf hin und her, presst die Lippen zusammen und verschließt kurz – nachdenklich – die Augen: ‚Joa von mir aus. Das ist jetzt zwar nicht genau das, was ich meinte, aber ok. Ja. Weiter'*." Das Hin-und-Her-Wiegen des Kopfes, das Zusammenpressen der Lippen und das kurze Schließen der Augen sind deutliche nonverbale Signale der Abwertung des Vorschlages. Dies bringt LB#4

---

[269] Ich habe bereits in Kapitel 8.2.3 rekonstruiert, wie die Meldekette, die eigentlich darauf abzielt, die Schüler*innen stärker am Verfahren der Rederechtsvergabe zu beteiligen, durch verschiedene Handlungsmuster zu einem Instrument der subtilen, verdeckten Lenkung durch die Lehrenden wird – und damit zu einem Instrument „kontrollierter Autonomie" (Baltruschat 2010: 238). Auch in dieser Vignette kann LB#4 die Meldekette jederzeit unterbrechen und das Rederecht selbst übernehmen, um die Diskussion in eine gewünschte Richtung zu lenken.

[270] „Die ersten Fragen oder Impulse des Lehrers sind offener formuliert, so dass die Schüler relativ frei ihre Vermutungen äußern können […]. Die Choreographie des Unterrichts, gemeinsam zum [...] vom Lehrer erwarteten Schluss zu kommen, verlangt dann ein zunehmend rigideres Steuern. Die Kommunikations- und Denkentwicklung aller Beteiligten hat die Form eines Trichters: eine Verengung hin zu einem erwünschten" (Steinig & Huneke 2015: 72) Ziel.

auch mit ihrer verbalen Äußerung deutlich zum Ausdruck: Die Meldekette soll weitergehen, bis ein richtiges ‚Osterei', also eine erwartete Lösung der LB#4, gefunden wird.

LB#4 signalisiert durch verschiedene Interventionen, u. a. Nicken, welche Beiträge ‚erwünscht' oder ‚richtig' sind, was die Verantwortung auf die GOFEX-Dozierenden verlagert und die Schüler*innen m. E. dazu bringt, ihre Äußerungen auf Erwartungen und Bestätigungen auszurichten. Die Schüler*innen probieren „Antworten, Lösungen und auch Meinungen aus, ob sie für ‚richtig' oder ‚passend' befunden werden" (Breidenstein 2006: 99).

Das Kriterium „*Auf- und Abfahrt*" wird, trotz des Nickens einiger Schüler*innen, nicht von LB#1 auf dem Flipchart notiert. Dies ist ein starkes Signal der Ablehnung und Abwertung dieses Kriteriums durch die GOFEX-Dozierende, verglichen mit anderen Äußerungen, wie z. B. „stabil sein", „Erdbebentest" und „Belastungstest", die es ‚auf die Flipchart geschafft' haben die damit m. E. als gewollte Kriterien hervorgehoben wurden.

Die Schülerin gibt das Rederecht weiter. Die nächste Schülerin fährt fort: „*Die Brücke braucht zwei Fahrbahnen, auch eine für den Gegenverkehr*" LB#4 unterbricht erneut die Meldekette: „*Es gibt ja aber auch Brücken für Fußgänger*." Auch hier wird eine Lösung resp. ein ‚Osterei' abgelehnt, weil es nicht der ‚richtigen' Lösung resp. der erwarteten Antwort entspricht. Die Schülerin „*wiegt den Kopf hin und her, schaut unter sich auf den Boden, ‚ja ok, stimmt*'". Sie resigniert, ordnet sich unter und passt ihre Meinung an die der GOFEX-Dozierenden an, ohne dass eine Diskussion o. ä. stattgefunden hat. Die Schülerin hat ggf. gelernt, dass es sich nicht lohnt, weiter zu argumentieren, wenn die Lehrende die Äußerung abqualifiziert hat, denn es geht letztlich in diesen Interaktionen nur darum, die Antwort zu finden, die die Lehrende gerne hören möchte – und nicht darum, sich mit *eigenen Ideen* zu beteiligen. Folglich wird auch dieses Kriterium nicht von LB#1 notiert, was die mangelnde Wertschätzung durch die Lehrenden nochmals unterstreicht und im Sinne der ‚Osterhasenpädagogik' m. E. die Botschaft transportiert bzw. unterstützt, dass „*Fahrbahn für Gegenverkehr*" keine von den Lehrenden antizipierte, erwartete und geduldete Äußerung im Hinblick auf Kriterien für den Brückenbau an diesem GOFEX-Tag ist.

LB#4 ergreift das Wort: „*Was fällt euch denn noch ein?*" und ruft nun einzelne sich meldende Schüler*innen auf. Die Meldekette setzt sie damit vollends aus. LB#4 übernimmt hier wieder die Kontrolle über die Rederechtsvergabe, was die Kommunikationshoheit (als Aspekt sozialer Öffnung; s. Kap. 8.2.3) vollständig bei der GOFEX-Dozentin verortet.

Es werden weitere Kriterien genannt: „*Die Brücke soll schön aussehen*"; „*Sie soll eine gute Idee haben, neu sein*", was m. E. auf die Ästhetik und Originalität der Baukonstruktion abzielt. LB#4 „*nickt jeweils kurz, teils mehrfach, schaut sich dann in der Gruppe um und*

*ruft den nächsten Schüler*innennamen auf*." Das Nicken signalisiert eine gewisse Akzeptanz dieser Kriterien. Obwohl LB#4 nickt, notiert LB#1 „*nichts davon*" auf dem Flipchart. Dies ist eine Diskrepanz zwischen der nonverbal gezeigten Akzeptanz durch LB#4 und der Verwertung durch LB#1. Diese Diskrepanz könnte ggf. signalisieren, dass diese Kriterien letztlich von geringerer Bedeutung sind, verglichen mit den notierten Kriterien. Es verstärkt den Eindruck, dass die Lehrenden eine vorab definierte Vorstellung von ‚relevanten' Kriterien haben und nur die ‚richtigen Ostereier' sichtbar gemacht werden.

LB#4 unterbricht die Meldekette, als nur noch Beiträge kommen, die sich auf die Methode ‚Belastungstest' beziehen. Die Frage *„Fällt euch noch etwas anderes ein, was man machen kann?"* lenkt die Schüler*innen weg von diesem ‚Belastungstest' auf andere Arten von Tests. Sie ist eine geschlossene Frage und zielt auf die Erwartungshaltung der LB#4: Es gibt eine spezifische ‚richtige' Antwort, die LB#4 sucht und auf die die Schüler*innen, wie bei einer ‚Ostereiersuche', selbst kommen sollen. Die dann folgenden Schüler*innen-Antworten („*Papier zum Bauen nutzen*", „*oder Holz*", „*Metall ist auch stabil*") zeigen, dass die Schüler*innen die intendierte Richtung nicht sofort erfassen und auf Materialien ausweichen, mit denen sich eine Brücke bauen lässt. Die Antworten werden jedoch nicht diskutiert oder weiterverfolgt, sondern die Lehrende fordert weiter andere Antworten ein. Da die ‚richtige' Antwort nach einigen Beiträgen allerdings nicht kommt, das ‚Osterei' also nicht gefunden wurde, gibt LB#4 die erwartete Antwort auf ihre Frage einfach selbst: *„Man kann auch am Tisch wackeln. Einen Erdbebentest machen!"* Das ‚Osterei' wird nun also direkt präsentiert, da die Schüler*innen es nicht selbst finden konnten.

Holzkamp (1991: 12) beschreibt das besondere Verhältnis und die besondere „Funktion von Frage und Antwort im schulischen Unterrichtsprozeß [sic!]", das sich in diesem Interaktionsmuster zeigt, wie folgt: „Wenn es eine richtige Antwort gibt, und viele halbfalsche Antworten kommen, hört er [der Lehrer; Anm. d. V.] erst auf mit aufrufen, wenn die richtige Antwort endlich kommt. Kommt die richtige Antwort im von ihm einkalkulierten Zeitraum nicht, gibt er sie selbst" (Holzkamp 1991: 5). LB#4 verrät im Beobachtungsausschnitt also gewissermaßen zunehmend das Versteck des Ostereis und ‚verrät' ihre eigene, zuvor verborgene Erwartung schlussendlich selbst („*Das meinte ich noch*!").

Die Gesprächsführung der LB#4 ist ein Beispiel für eine lenkende Didaktik, die scheinbar offen und fragend ist, aber in Wahrheit stark auf die Vorgabe einer spezifischen Lösung oder eines bestimmten Lösungsbereiches abzielt. Die Metapher der „Ostereiersuche" beschreibt dieses Interaktionsmuster treffend: LB#4 versteckt bestimmte ‚Ostereier' (d. h., bestimmte Kriterien, die sie für wichtig erachtet). Die Schüler*innen sollen diese versteckten ‚Ostereier' finden. Ihre Beteiligung besteht also letztlich nur darin, nach

den Kriterien zu suchen, die die Lehrenden erwarten, aber nicht darin, selbst zu entscheiden, welche Kriterien auf den Brückenbau angewandt werden sollen. LB#4 erwartet bestimmte Antworten (sie kennt also das Versteck der Ostereier) und bringt dies auch auf verschiedene Weise zum Ausdruck, insbesondere dann, wenn die Schüler*innen unerwartete oder ungewollte Antworten liefern (an der falschen Stelle nach den Ostereiern suchen): LB#4 gibt durch ihre geschlossenen, stark lenkenden Fragen subtile, aber klare Hinweise, welche ‚Ostereier' die ‚richtigen' sind und wo man suchen muss. Schüler*innen, die ‚falsche' Eier finden werden dagegen entsprechend abgewertet, durch Nonverbalitäten (Kopf wiegen, Lippen zusammenpressen, selektive Dokumentation auf dem Flipchart) und durch verbalsprachliche Hinweise (*„Das ist jetzt zwar nicht genau das, was ich meinte"; „Weiter"*), dass es noch weitere zu findende Ostereier gibt.

Ich konnte in einigen Sitzkreisen beobachten, wie Lehrpersonen die Äußerungen ihrer Schüler*innen bewerten, indem sie bei erwünschten Schüler*innenbeiträgen lächeln oder nicken. Umgekehrt blicken die Schüler*innen, wenn sie Beobachtungen in den Sitzkreisen beschreiben, häufig direkt zur Lehrperson, als würden sie auf die entsprechende Bewertung warten. Das Nicken der Lehrperson mag oberflächlich Zustimmung und Anerkennung für die geäußerte Beobachtung signalisieren. Durch das Nicken bewertet die Lehrperson die Schüler*innenbeiträge jedoch als ‚richtig', ‚angemessen' oder ‚erwünscht', was einen impliziten Standard schafft, dem die Schüler*innen entsprechen sollen. Es lenkt den Fokus der Schüler*innen weg von der ‚echten' Versprachlichung ihrer *eigenen* Beobachtungen hin zur Antizipation der Erwartungen der Lehrperson.

Loben ist zudem eine Form „positiver Verstärkung", also ein behavioristisches[271] Grundmuster, was den Intentionen des GOFEX widerspricht (s. Kap. 5.4; 8.1.2). Weitergefasst handelt es sich um ein Interaktionsmuster, „bei dem der Lehrer den Schülerinnen/Schülern lediglich seine Zustimmung bzw. Ablehnung zu dem von ihnen gezeigten Verhalten signalisiert – ob nun nach Art des averbalen operanten Konditionierens, etwa durch Kopfnicken bzw. -schütteln o. ä., oder nach dem gängigen […] Muster als verbales ‚Ja' oder ‚Nein' bzw. ‚Falsch' oder ‚Richtig'" (Holzkamp 1995: 411).

Der Modus der Erwartungshaltung ist m. E. eine Konsequenz dieses ‚lobenden' Handelns der Lehrenden: Das Nicken und Flüstern von *„gut"* verschiebt die ‚epistemische Autori-

[271] Im Behaviorismus wird Lernen als von außen, durch Verstärkung erzeugtes, verändertes Verhalten konzeptualisiert – als Mechanismus von Reiz (stimulus) und Reaktion (response) (vgl. Kruse 1998). Durch spezifische Stimuluskonstellationen und Verstärkersysteme mit belohnenden bzw. bestrafenden Elementen sollen Verhaltensreaktionen konditioniert (‚angewöhnt') werden. Eine solche Lerntheorie „ermöglicht den Aufbau von Routinen und Trainingsprogrammen, bleibt aber zugleich darauf beschränkt" (Faulstich 2008: 38). „Menschen erscheinen nur als Spezialfall reagierender Systeme, welche durch externe Umweltveränderungen angeregt werden. Unbegriffen bleibt, dass menschliches Handeln sich orientiert an individuellem Sinn, einbezogen in gesellschaftliche Bedeutungen" (ebd.).

tät‘ (die Autorität, zu bestimmen, was ‚gültiges‘ Wissen ist) von den Schüler*innen zu den Lehrenden. Anstatt dass die Schüler*innen lernen, ihre Beobachtungen kritisch zu hinterfragen und mit anderen zu vergleichen, lernen sie, dass die Lehrenden die ultimative Instanz zur Bewertung ihre Beobachtungen sind. Sie werden, im Sprech des Behaviorismus, ‚trainiert‘, auf Signale der Zustimmung bzw. Ablehnung der Lehrenden zu achten. Die Schüler*innen in meiner Hauptstudie und in der Vorstudie (s. Kap. 5.6) blicken häufig direkt zu den Lehrenden, nachdem sie in den Sitzkreisen *ihre* Beobachtungen beschrieben haben. Während der Experimentierphasen fragen sie immer wieder nach Bestätigung und wollen wissen, ob eine Aufgabe zufriedenstellend (bzw. ‚richtig‘) gelöst wurde (vgl. Högström et al. 2010; Kihm & Peschel 2017). Dieses Absichern von Lösungen und Lösungswegen habe ich zuvor als typischen Modus der Erwartungshaltung von Kindern hinsichtlich kleinschrittiger Instruktionen rekonstruiert (ad hoc Hypothese).

Wenn Schüler*innen aber erwarten, dass bestimmte Beobachtungen ‚gut‘ sind und ‚abgenommen‘ werden, und auf entsprechende Signale warten, während andere Beobachtungen möglicherweise ignoriert oder abgewertet werden, führt dies dazu, dass sie ihre Beobachtungen filtern: Sie äußern ggf. nur noch das, was sie für ‚richtig‘ halten, oder schweigen zu anderen Aspekten, aus Angst vor negativer Bewertung. Dies reduziert die Vielfalt der Beobachtungen im Plenum, die durch eine implizite Erwartungshaltung der ‚richtigen‘ Antwort beschnitten wird. Für das Offene Experimentieren, das auf das eigene Beobachten und das Kommunizieren setzt, ist dies m. E. eine fatale Verkürzung (s. Kap. 3.2).

8.3.4 Nonverbalitäten als Zugang zur persönlichen Offenheit der Lehrenden

Im vorherigen Kapitel habe ich bereits angedeutet, dass Lehrende neben den direkten, verbal-vokalen Interventionen (s. Kap. 8.3.2) eine Reihe weiterer ‚versteckterer‘, subtilerer oder indirekterer Interventionen nutzen, um den Experimentierprozess der Schüler*innen zu lenken. Diese *indirekten Interventionen* manifestieren sich primär in Blickkontakten, Mimik, Gestik, der Positionierung im Raum, dem Anbieten spezifischer Materialien uvm. Sie sind weniger offensichtlich als die verbal-vokalen Interventionen, aber nicht minder wirksam, da sie die eigenständigen Entscheidungen untergraben und das selbstbestimmte Vorgehen der Schüler*innen massiv einschränken können.

Die „**Balance of Power**"-Situation (Kap. 7.4) bietet ein m. E. besonders aufschlussreiches Beispiel dafür, wie eine Lehrperson das selbstbestimmte Vorgehen von Schüler*innen subtil und indirekt modifiziert und dadurch in meinen Augen erheblich stört:

Nachdem S#8 „gerade damit begonnen hat, Magnetkugeln auf den Holzklötzen zu platzieren“ (Kihm & Peschel 2024: 317), unterbricht Lehrerin LP#6 die Schülerin durch ihr

übergriffiges Handeln: Sie schaut S#8 „*über die Schultern*“. Die Frage „*Was ist das*?“ „impliziert eine Kontrolle des Schülerinnenhandelns. Die Lehrerin beugt sich von hinten über die Schülerin und kann so unversperrte Einblicke auf den Experimentiertisch gewinnen“ (ebd.). Somit wirken Körperhaltung bzw. -bewegung und verbale Äußerung hier kongruent und kontrollierend in Bezug auf das Handeln der Schülerin. „Das Über-die-Schultern-Schauen dringt dabei in den persönlichen Raum“ (ebd.) der S#8 ein und wird von ihr ggf. als zu nahe und unangenehm empfunden. Für diese Deutung spricht zudem, dass S#8 „der Lehrerin zunächst nicht antwortet und sich auch nicht zwecks Blickkontakt zu ihr dreht. Erst als [LP#6] sich neben die Schülerin sitzt, erwidert diese den Blickkontakt, schweigt aber immer noch“ (ebd.). Das körpersprachliche Handeln der LP#6 (hinter S#8 stehen, über ihren Rücken beugen, ihr über die Schultern schauen, sich schließlich ungefragt direkt neben sie setzen) lässt sich m. E. als bedrängend beschreiben. (vgl. ebd.) Nachdem LP#6 sich ungefragt neben S#8 gesetzt hat, entfernt die Lehrerin – „wiederum ohne dies anzukündigen oder um Erlaubnis zu fragen“ (ebd.) – eine von S#8 platzierte Magnetkugel und legt eine weitere, ‚neue‘ Magnetkugel auf einem Holzklotz ab. LP#6 greift „hierbei deutlich – und ungefragt! – in das Handeln und damit das individuelle Lernen der Schülerin ein. Die körpersprachlich-gestischen Handlungen der Lehrerin sind übergriffig, denn sie sind räumlich distanzlos, invasiv und ‚verletzen‘/ignorieren die methodischen und organisatorischen Entscheidungen der Schülerin, hinsichtlich der Sozialform, der Vorgehensweise“ (ebd.) und der Bearbeitungszeit.

Während LP#6 „die Magnetkugeln um- bzw. neuplatziert“ (ebd.), rückt die Lehrerin außerdem „immer näher an das Spiel heran und beugt sich schließlich so weit darüber, dass sie der Schülerin den Blick abschneidet“ (ebd.: 317f.). Infolge der zunehmenden räumlichen Vereinnahmung von ‚Balance of Power‘ durch die Lehrerin „deutet sich eine Verstärkung und Zementierung von Machtverhältnissen an“ (ebd.).[272] LP#6 übernimmt, proxemisch, die Kontrolle über das Spiel, setzt ihre Entscheidungen durch und konterkariert damit die Beteiligung von S#8 – entgegen der Programmatik gemeinsamer, ausgehandelter Entscheidungsprozesse, wie sie im GOFEX vertreten wird. Dies stört m. E. eindeutig die Sachauseinandersetzung der S#8, „die (a) der Lehrerin verbal *nicht* antwortet, (b) ihren Blickkontakt nur sehr zögerlich erwidert – sich also offensichtlich nicht austauschen möchte – und (c), als ihre bisherigen Signale nicht ankommen, sich einem anderen Experimentiermaterial (und damit einer alternativen, neuen, aber eigenen Sach-

[272] Im weiteren Verlauf wendet sich S#8 kurzzeitig von „Balance of Power“ ab und einem magnetischen Pferderennbahnspiel zu (s. Kap. 7.4). In der Zwischenzeit schiebt LP#6 das „Balance of Power“-Spiel direkt vor sich. Als S#8 später, nach Aufforderung der Lehrerin (s. Kap. 7.4), zum Spiel zurückkehrt, steht das Spiel „*direkt vor der Lehrerin*“, wodurch S#8 „*nur noch seitlich draufschauen*" kann. Die Lehrerin hat die volle Kontrolle über das Spiel übernommen.

auseinandersetzung!) zuwendet. Damit ‚entflieht' sie sozusagen aus der ungewollten und aufgezwungenen ‚gemeinsamen' Auseinandersetzung mit ‚Balance of Power'. Die Körpersprache und Paralinguistik der Schülerin stärken diese Deutung" (ebd.: 318): S#8 legt die Magnetkugel ab, atmet tief ein und aus, sackt zusammen, schnauft und seufzt enttäuscht – zwar leise, in Anbetracht der Nähe der Beteiligten aber m. E. dennoch deutlich hörbar.

Das nächste Beispiel, das ich im Hinblick auf subtile, körpersprachliche und proxemische Interventionen diskutieren möchte, hat eine geöffnete Experimentieraufgabe (Modulebene 2) als Ausgangspunkt: Diese geöffnete Experimentieraufgabe macht S#31 und S#32 einige Vorgaben zu ihrem Experimentierprozess, zum Beispiel bzgl. des Inhaltes (Wasserreinigung). Andere Aspekte, z. B. der methodische Zugang zum Inhalt, die Lernziele oder auch organisatorische Aspekte der Aufgabenbearbeitung, sind in der geöffneten Experimentieraufgabe nicht vorgegeben. S#31 und S#32 können und sollen diesbezüglich selbst organisatorisch-methodische Entscheidungen treffen (Öffnungsstufe 2; s. Kap. 5.4).

Ausschnitt aus meinem Beobachtungsprotokoll vom 11.04.2019 („Dreckwasser")

11.04.2019, Klasse 2, Wasser, Modul 2, 09.00-12.30 Uhr, 20 Schüler*innen, erster GOFEX-Tag
GOFEX-Dozierende JD = LB#2, MF = LB#5, MA = LB#4, Lehrpersonen TH = LP#9

Auf dem Tisch befindet sich ein Einmachglas mit dreckigem Wasser (verunreinigt u. a. durch Gras- und Pflanzenhalme, kleinen Kieselsteine, Äste, zwei Arten Sand und Papierfetzen). Daneben eine Karte mit der Aufgabe „Reinige das dreckige Wasser!".

Zwei Schüler*innen S#31 und S#32 gießen einige Minuten „dreckiges Wasser" von Glas zu Glas hin und her. Zuerst nutzen sie ein relativ grobmaschiges Sieb. Die Brocken, die im Sieb zurückbleiben, legen sie auf ein Stück Küchenpapier. Anschließend nehmen die beiden Schüler*innen ein engmaschigeres Sieb und schütten das (nun nicht mehr ganz so) „dreckige Wasser" von Glas zu Glas. LB#5 kommt vorbei und beobachtet das Sieben: Als die „Dreckbrühe" nach einigen Wiederholungen mit dem engmaschigeren Sieb nicht mehr klarer wird, steht LB#5 auf, läuft zum GOFEX-Haus, entnimmt einen Kaffeefilter und legt diesen unmittelbar neben das Glas mit dem „dreckigen Wasser". Ohne Blickkontakt mit den Schüler*innen aufzunehmen, geht LB#5 weg.

S#31 nimmt den Kaffeefilter und legt ihn flach, also nicht geöffnet, auf das „leere" Glas. Kurz bevor S#32 zum Gießen des „dreckigen Wassers" ansetzt, nähert sich LP#9 und kommentiert: „Nein. So funktioniert das ja nicht. Aber probiert halt trotzdem mal aus!" Dabei lacht er kurz und spitz. S#32 gießt einen Teil des „dreckigen Wassers" über dem flachen Kaffeefilter aus: Das „dreckige Wasser" fließt auf den Tisch, im „leeren" Glas kommt nichts davon an. LP#9 rollt mit den Augen. S#31 und S#32 schauen sich mit weit aufgerissenen Augen an, sie wirken überrascht auf mich. S#31: „Ich hab's". Er greift nach einem neuen Kaffeefilter, öffnet diesen und führt ihn mit der Spitze nach unten in das „leere" Glas. Die beiden Schüler*innen schütten das „dreckige Wasser" nun durch den Kaffeefilter mehrmals von Glas zu Glas. Zwischendurch schauen sie sich immer wieder an. S#32 zu S#31: „Das wird jetzt immer sauberer!" Anfangs nickt LP#9 lächelnd. Doch mit der Zeit, die beiden Schüler*innen wiederholen das Umschütten rund ein Dutzend Mal, beginnt LP#9, mit den Fingern auf dem Tisch zu tippen und kurz danach mit den Füßen auf dem Boden zu trappeln: „Und jetzt?" Daraufhin antwortet S#31, wobei er den Blickkontakt von LP#9 erwidert: „Wir machen das noch mal, dann wird es immer sauberer!" S#32 ergänzt: „Das muss halt in Ruhe durchlaufen!" LP#9 verdreht erneut die Augen und atmet tief und laut hörbar ein, geht weg.

Die beiden Schüler*innen filtern das „dreckige Wasser“ einige Male mit dem Kaffeefilter, dann nimmt S#32 diesen aus dem Glas und schüttet die „Dreckbrühe“ nur noch von Glas zu Glas hin und her. Dabei hält er beide Gläser dicht vor sein Auge und beobachtet genau, wie das „dreckige Wasser“ von einem Glas in das andere gegossen wird. Es bleiben immer wieder kleine Grashalmstückchen Rand des Glases hängen; teilweise bleiben auch Sandpartikel an den Graselementen hängen. LP#9 nähert sich den beiden wieder, mit gefurchten Augenbrauen und skeptischem Blick. Er stützt sich auf dem Tisch ab und fragt: „Was denkt ihr denn, was passiert dabei?“ S#32 antwortet prompt, wobei er seinen Blick nicht von den Gläsern abwendet: „Das wird sauberer!“ LP#9 schüttelt energisch den Kopf, lacht kurz: „Nein!“ S#32 redet direkt weiter: „Doch! Der Dreck bleibt am Rand von einem Becher immer hängen! Siehst du, hier!“ LP#9 petzt die Augen zusammen, legt die Stirn in Falten und schiebt den Kopf etwas zurück. Die Stützposition der Arme löst LP#9, kreuzt die Arme nun vor dem Körper: „Warum macht ihr es nicht so wie vorher?“ Er schüttelt den Kopf. S#31 antwortet: „Weil es mit dem Kaffeeding nicht mehr sauberer wurde!“ LP#9 stützt sich wieder mit den Händen auf dem Tisch ab und lächelt: „Probiert es doch noch mal damit!“ S#31 und S#32 schauen sich an. S#32 stellt beide Gläser ab, während S#31 einen neuen Kaffeefilter holt. LP#9 geht weg.

Als die „Dreckbrühe“ nach einigen „Umschüttungen“ mit dem neuen Kaffeefilter nicht klarer wird, schlägt S#32 vor: „Was ist mit einem Geschirrtuch? Das können wir doch als Filter nehmen?“ S#31 antwortet: „Ich glaube, das ist nicht so gut wie der Kaffeefilter“. S#32 greift nach einem der Geschirrtücher, die verteilt auf den Tischen liegen. LB#2 hatte zu Beginn darauf hingewiesen, dass man diese nutzen könne, wenn mal etwas überläuft. S#32: „Lass es uns doch mal versuchen!“ S#31 nickt: „Also gut“ und sie legen das Geschirrtuch gefaltet auf das „leere“ Glas. S#32 schüttet das „dreckige Wasser“ auf das gefaltete Geschirrtuch. Sie beobachten, wie das „dreckige Wasser“ durch den „Geschirrtuchfilter“ tropfenweise ins Glas gelangt. S#32: „Es klappt!“

S#31 und S#32 nutzen das gefaltete Geschirrtuch einige Male als „Filter“, als LP#9 wieder an den Tisch kommt. LP#9 schaut zu, atmet tief, laut hörbar ein, verdreht die Augen. Dann greift LP#9 von der Fensterbank eine Rolle Küchenpapier und stellt sie wortlos auf den Tisch. Einige Sekunden vergehen, S#31 und S#32 filtern weiter mit dem Geschirrtuch. LP#9 streckt sich und schiebt die Küchenrolle noch näher an die beiden heran, dann lässt er sich auf dem Drehstuhl zurückfallen. S#31 und S#32 blicken auf die Küchenpapierrolle, dann zueinander: „Wir können ja auch das mal als Filter nutzen!“

Ausgehend von der geöffneten Experimentieraufgabe „*Reinige das dreckige Wasser*!“, die weder spezifisches Material noch ein bestimmtes Vorgehen vorschreibt, beginnen S#31 und S#32 zunächst selbstbestimmt damit, das Wasser von Glas zu Glas zu gießen. Sie nutzen dafür zuerst ein grobmaschiges, dann ein engmaschigeres Sieb. Diese Wahl der Materialien ist eigenständig und entspricht einem intuitiven Problemlösungsansatz zur Grobfilterung. Die Entscheidung für bestimmte Materialien, den Bearbeitungsweg ‚sieben‘ und die halbwegs freie Einteilung der Zeit korrespondiert mit den Intentionen des didaktischen Konzepts und der geöffneten Experimentieraufgabe auf Öffnungsstufe 2 des GOFEX. Die erste Interaktion mit einer Lehrenden und die erste Intervention erfolgt durch LB#5, die das scheinbar stagnierende Sieben der Schüler*innen beobachtet: Die „„*Dreckbrühe‘ [wird] nach einigen Wiederholungen mit dem engmaschigeren Sieb nicht mehr klarer*“. LB#5 steht auf, holt einen Kaffeefilter und legt ihn „*unmittelbar neben das Glas mit dem ‚dreckigen Wasser‘*“. Dies geschieht *„ohne Blickkontakt mit den Schüler*innen aufzuneh-*

men“ und ohne das eigene Handeln verbal-vokal zu kommentieren. Anschließend geht LB#5 weg. Die Konsequenz der Intervention ist, dass „S#31 [...] *den Kaffeefilter [nimmt] und [...] ihn flach, also nicht geöffnet, auf das ‚leere‘ Glas [legt]“*. Die nonverbale Geste, das Ablegen des Kaffeefilters, ist also hochwirksam: Das bloße Präsentieren eines neuen, spezifischeren Materials, ohne jegliche verbal-vokale Anweisung oder Einordnung, wirkt als Aufforderung und modifiziert die Materialwahl der Schüler*innen von den selbstgewählten Sieben hin zu einem von der GOFEX-Dozierenden implizierten Material. Es ist eine subtile Botschaft an die Schüler*innen. Durch den anschließenden Weggang überlasst LB#5 den Schüler*innen aber in meinen Augen die Möglichkeit, das vorgeschlagene implizierte Material nicht anzunehmen – und zwar erwartbar sanktionsfrei, denn LB#5 bleibt nicht am Tisch, um zu kontrollieren, ob die Schüler*innen den Kaffeefilter nutzen.

Unmittelbar nach dieser *subtilen Intervention* folgt eine direkte Intervention (s. Kap. 8.3.2) durch LP#9: S#31 legt den Kaffeefilter *„flach, also nicht geöffnet, auf das ‚leere‘ Glas*“. LP#9 kommentiert dies abwertend: **„***Nein. So funktioniert das ja nicht. Aber probiert halt trotzdem mal aus*!**“** Das kurze, spitze Lachen und das anschließende „*Rollen mit den Augen*“ verstärken die Botschaft der Ablehnung. Dabei bewertet LP#9 den Lösungsweg des Schülers multimodal als ‚falsch‘, noch bevor dieser ihn überhaupt getestet hat, was in meinen Augen das ergebnisorientierte und wenig persönlich für die eigenen, unkonventionellen Ansätze der Schüler*innen offene Handeln der LP#9 verdeutlicht. Der zweite Satz „*Aber probiert halt trotzdem mal aus*!“ wirkt in diesem Kontext m. E. nicht als Ermutigung zur Exploration, sondern als rhetorische Finte, die ein ggf. bevorstehendes ‚Scheitern‘ der Schüler*innen vorwegnimmt. LP#9 positioniert sich dabei als allwissende Instanz, die das ‚richtige‘ Ergebnis bereits kennt und den ‚falschen‘ Weg der Schüler*innen dennoch aus einem Gefühl der Überlegenheit zulässt. Das „*trotzdem*“ impliziert, dass der Versuch sinnlos ist, aber geduldet wird. Dass das ‚dreckige Wasser‘ auf den Tisch fließt, bestätigt letztlich die Voraussage des LP#9 und legitimiert seine Autorität. Es manifestiert sich eine verdeckte Hierarchie, die von der geringen persönlichen Offenheit des LP#9 ausgeht, der die Rolle des allwissenden Beobachters einnimmt, der ‚richtiges‘ von ‚falschem‘ Handeln unterscheidet. Die Schüler*innen lernen ggf., unkonventionelle Erkenntniswege zu unterlassen, falls sie von der Lehrperson als ‚falsch‘ bewertet werden. Nachdem sich die bisherige Verwendung des Kaffeefilters (flach und ungeöffnet) als unbrauchbar erwiesen hat, greift S#31 nach einem neuen Kaffeefilter, öffnet diesen und führt ihn *„mit der Spitze nach unten in das ‚leere‘ Glas“*. Diese Handlung ist eine Anpassung des methodischen Vorgehens an die vorherige Beobachtung der Schüler*innen, m. E. aber auch durch die o. g. abwertende verbale Intervention des LP#9 beeinflusst.

Die Schüler*innen schütten das Wasser „*durch den Kaffeefilter mehrmals von Glas zu Glas*“ und S#32 kommentiert erfreut: „*Das wird jetzt immer sauberer*!“. Die anfangs positive, lächelnde Reaktion des LP#9 auf den aus seiner Sicht ‚korrekten‘ Filterprozess wandelt sich, als die Schüler*innen das Umschütten **„***rund ein Dutzend Mal***“** wiederholen. Die Lehrperson signalisiert nun ihre Ungeduld nonverbal, indem sie beginnt, „*mit den Fingern auf dem Tisch zu tippen und kurz danach auch mit den Füßen auf dem Boden zu trappeln*“. Diese Gesten sind subtile, aber unmissverständliche Signale an die Schüler*innen, dass die zugestandene Bearbeitungszeit für das Filtern mit dem Kaffeefilter überschritten ist. Der Zeitdruck auf die Schüler*innen nimmt zu. Darauf folgt die Frage „*Und jetzt*?“, die m. E. eine rhetorische Frage bzw. Aufforderung zum Abschluss dieses Schrittes und zum Übergang zu einem neuen Schritt. Obwohl S#31 versucht, die Weiterführung dieses Handlungsschrittes zu rechtfertigen („*Wir machen das noch mal, dann wird es immer sauberer*!“), und S#32 ergänzt („*Das muss halt in Ruhe durchlaufen*!“), wird das selbstbestimmte Vorgehen der Schüler*innen und ihre freie Einteilung der Zeit von LP#9 abgewertet. Das erneute Verdrehen der Augen und das tiefe, laut hörbare Ein- und Ausatmen sind starke nonverbale Signale der Missbilligung und des Genervtseins, die den Zeitdruck für die Schüler*innen erhöhen. LP#9 erwartet in meinen Augen ein schnelles zum-Ziel-Kommen beim Experimentieren, im Sinne einer Ergebnisorientierung. Die Schüler*innen hingegen wiederholen, sie sind geduldig, lassen das Wasser ‚in Ruhe durchlaufen‘, weil es (ggf. dadurch) ‚immer sauberer‘ wird. Die Lehrperson „*geht dann [schließlich] weg*“.

Nachdem S#31 und S#32 das ‚dreckige Wasser‘ noch einige Male durch den Kaffeefilter umschütten, nimmt S#32 den Kaffeefilter aus dem Glas und beginnt, die ‚Dreckbrühe‘ nur noch von Glas zu Glas hin und her zu schütten. Dazu hält er beide Gläser *„dicht vor sein Auge und beobachtet“* genau, wie das Wasser von Glas zu Glas geschüttet wird. Dabei identifizieren die Schüler*innen nun ein neues Phänomen: „*Es bleiben immer wieder kleine Grashalmstückchen Rand des Glases hängen; teilweise bleiben auch Sandpartikel an den Graselementen hängen“*. S#32 wendet sich von der bisherigen Filter-Methode ab und entwickelt eine Methode, die m. E. als Vorform der Sedimentation betrachtet werden kann und die auf den Beobachtungen des Schülers basiert: Es geht S#32 nun in meiner Interpretation primär um die genaue Beobachtung des Absetzverhaltens der ‚Dreckpartikel‘. Erneut nehmen die Schüler*innen sich deshalb Zeit und vertiefen diese Beobachtungen. LP#9 dagegen, der sich dem inzwischen erneut genähert hat und sich auf dem Tisch abstützt, reagiert m. E. mit Unverständnis und wertet das explorative, selbstbestimmte Vorgehen des S#32 „*mit gefurchten Augenbrauen und skeptischem Blick*" ab. Seine Mimik kommuniziert Unverständnis und Unzufriedenheit mit dem Vorgehen der

Schüler*innen. Die Haltung, sich auf dem Tisch abzustützen, interpretiere ich als physische Dominanz und Einengung des Arbeitsraums und Experimentierterritoriums, ähnlich wie in der „Balance of Power"-Situation (Kap. 7.4). Die Frage **„***Was denkt ihr denn, was passiert dabei?***"** mag offen wirken, doch die Körpersprache des LP#9 (gefurchte Augenbrauen, skeptischer Blick, Abstützen auf dem Tisch) entlarvt sie als rhetorische Frage, mit der der Lehrer das Schüler*innenhandeln negativ bewertet und ablehnt. Als S#32 antwortet **„***Das wird sauberer!***"**, wobei er seinen Blick nicht von den Gläsern abwendet – ein Zeichen seiner Konzentration und Überzeugung –, schüttelt LP#9 *„energisch den Kopf, lacht kurz: ‚Nein!'"*. Die direkte Ablehnung der Schüler*innen-Antwort ist eine massive Abwertung ihrer Beobachtung und Erkenntnis. Das kurze Lachen hat hier m. E. eine spöttisch-bevormundende Konnotation, die die Schüler*innen diskreditiert.

„*Was denkt ihr denn, das passiert dabei?*" ist also in meiner Interpretation eine eigentlich neutrale und offene Frage, die das Gespräch für die Einschätzungen und Vermutungen der Schüler*innen öffnet. Doch im Kontext der Interaktion zwischen LP#9, S#31 und S#32 wird die Offenheit und Neutralität der Frage angesichts der entsprechenden Mimik und Körperhaltung m. E. überschrieben und eine eindeutige Ablehnung gegenüber dem Schüler*innenhandeln wird kommuniziert – im subtilen Gewand einer offenen Frage!

S#32 insistiert: **„***Doch! Der Dreck bleibt am Rand von einem Becher immer hängen! Siehst du, hier!***"** Damit demonstriert der Schüler in meinen Augen eine bemerkenswerte Beharrlichkeit. Er sucht die Diskussion und Argumentation mit seinem Lehrer. Doch dieser lässt sich nicht auf eine Diskussion oder Aushandlung ein. Seine Reaktion – „*LP#9 petzt die Augen zusammen, legt die Stirn in Falten und schiebt den Kopf etwas zurück*" – zeigt Unverständnis und Missfallen. Statt die Beobachtung der Schüler*innen oder ihre Argumentationsfähigkeit zu würdigen und als Anknüpfungspunkt für weitere fachliche Klärungen (z. B. Sedimentation) zu nutzen, wird der Beitrag des S#32 als irrelevant oder inkorrekt konnotiert. LP#9 löst seine Stützposition, kreuzt die Arme vor dem Körper – eine Geste, die oft Distanz oder Abwehr signalisiert – und fragt direkt und autoritär: **„***Warum macht ihr es nicht so wie vorher?***"** Dabei schüttelt er den Kopf, was seine Ablehnung bzgl. des Schüler*innenhandelns (das Wasser ohne Filter von Glas zu Glas zu schütten) verstärkt. Die Frage impliziert eine klare Aufforderung zur Modifikation des methodischen Vorgehens *zurück* zum aus seiner Sicht ‚richtigen' Weg (Filtern mit Kaffeefilter). Die Lehrperson ignoriert den explorativen Ansatz der Schüler*innen und drängt sie zurück in den bereits etablierten, von ihr akzeptierten ‚Königsweg'. Allerdings sucht nun S#31 die argumentative Auseinandersetzung mit seinem Lehrer und begründet, weshalb die beiden das ‚dreckige Wasser' nicht mehr mit dem Kaffeefilter filtern:

„Weil es mit dem Kaffeeding nicht mehr sauberer wurde!“ Dies ist in meinen Augen eine nachvollziehbare Schlussfolgerung aus ihren Beobachtungen. Doch LP#9 lässt sich erneut nicht auf eine fachliche Diskussion oder eine methodische Aushandlung ein, sondern reagiert mit einer lächelnden, aber dennoch lenkenden Anweisung: „*Probiert es doch noch mal damit*!“ Das milde Lächeln ändert m. E. nichts an der Fremdbestimmung des methodischen Vorgehens. Denn LP#9 agiert als Kontrollinstanz, wertet die von ‚erlaubten Pfaden‘ abweichende Explorationen der Schüler*innen ab und sanktioniert unkonventionelle Ansätze, anstatt sie als wertvolle Lerngelegenheiten zuzulassen. Die verbal-vokalen Interventionen ("*Nein!", "Warum macht ihr es nicht so wie vorher?", "Probiert es doch noch mal damit*!") zielen auf die Rückführung zum erwarteten ‚richtigen‘ Vorgehen ab. Die subtilen nonverbalen Signale (gefurchte Augenbrauen, skeptischer Blick, Augenrollen, tippen, trappeln) konstruieren darüber hinaus eine klare Hierarchie, in der die Lehrperson die Definitionsmacht über ‚richtiges‘ Experimentieren im GOFEX besitzt.

Die Schüler*innen, die ihr Vorgehen zuvor noch argumentativ verteidigt hatten, geben dem Druck schlussendlich nach: S#32 stellt die Gläser ab, während S#31 einen neuen Kaffeefilter holt. Der Abgang von LP#9 legitimiert diese Handlung und gibt den Schüler*innen die ‚kontrollierte Freiheit‘, ihre Handlungen auszuführen, jedoch im vorgegebenen Rahmen des Filterns mit dem Kaffeefilter. Als das ‚dreckige Wasser‘ nach einigen ‚Umschüttungen‘ mit dem Kaffeefilter nicht klarer wird, wie die Schüler*innen dies auch gegenüber LP#9 geäußert hatten, hat S#32 einen neuen Vorschlag: *„Was ist mit einem Geschirrtuch? Das können wir doch als Filter nehmen?“* Kreativ greift der Schüler auf ein im Raum verfügbares, aber nicht explizit für das Filtern vorgesehenes Material zurück. S#31 äußert zwar zunächst Skepsis („*Ich glaube, das ist nicht so gut wie der Kaffeefilter*“), doch die Beharrlichkeit des S#32 („*Lass es uns doch mal versuchen*!“) und das Einverständnis des S#31 („*Also gut*“) zeigen, wie die Schüler*innen ihr methodisches Vorgehen in der Gruppe aushandeln (können), ohne dass die Lehrperson dies von außen steuert.

S#31 und S#32 legen das Geschirrtuch nun gefaltet auf das Glas und beobachten, wie das Wasser **„***tropfenweise ins Glas gelangt***"**. Trotz der wiederholten direkten und subtilen Interventionen des LP#9, die darauf abzielen, das methodische Vorgehen der Schüler*innen zu lenken, zeigen die Schüler*innen also m. E. eine beeindruckende Beharrlichkeit in ihrem explorativen, selbstbestimmten Vorgehen. Sie entwickeln neue, eigenständige Ansätze (genaue Beobachtung des Absetzens, Nutzung des Geschirrtuchs).

Als S#31 und S#32 das gefaltete Geschirrtuch als ‚Filter‘ für das ‚dreckige Wasser‘ nutzen, atmet LP#9, der wieder zurück an den Tisch kommt, laut hörbar ein und aus und „*verdreht die Augen*“. Das Atmen ist ein Ausdruck der Selbstberuhigung und wird oft in

Situationen geäußert, in denen Lehrpersonen genervt oder unzufrieden sind. Das Augenrollen drückt ebenso Missmut aus, ist aber auch ein nonverbales Signal der Missbilligung und Abwertung. Die von S#31 und S#32 beschrittenen Wege erscheinen – aus Sicht von LP#9 – ungewöhnlich. „Das Vorgehen entspricht offenkundig nicht den Erwartungen bzw. den der Lehrkraft bekannten ‚Königswegen'" (Kihm & Peschel 2021a: 200).

Die skeptische Haltung und das Missfallen des LP#9 kommen zu diesem Zeitpunkt durch entsprechende Mimik und Atmung zum Ausdruck, nicht durch das, was er sagt (er schweigt). LP#9 kommuniziert den Schüler*innen nonverbal, dass das, was sie tun, in seinen Augen nicht ‚richtig' ist. Es ist eine indirekte, subtile, aber unmissverständliche Abwertung des aktuellen methodischen Vorgehens (Geschirrtuch als Filter) durch zusammenspielende, kongruente Nonverbalitäten (Fingertippen, Kopfschütteln, Augenrollen, Augenbrauen, überkreuzte Arme, Seufzen, Atmung). Dieses Handeln deckt sich mit den Ergebnissen aus anderen empirischen Studien, die zeigen, wie Lehrkräfte mit Blicken und Zeigegesten (z. B. Hecht 2009) das Vorgehen der Schüler*innen in verschiedenen Lehr-Lern-Situationen subtil kontrollieren. Insbesondere die nonverbalen-nonvokalen (Mimik, Gestik, Körperhaltung, Ritualisierungen) oder nonverbal-vokalen Interventionen (Atmung, Seufzen) Interventionen führen bei den Lehrkräften aus diesen anderen Arbeiten, aber auch bei den Lehrpersonen, die ich beobachtet habe, letztlich dazu, dass die Schüler*innen von selbstbestimmten Bearbeitungswegen abweichen.

Darüber hinaus scheint LP#9 bei der (eigentlich durch S#31 und S#32 selbstbestimmten) Aufgabenbearbeitung „ein mögliches Ergebnis bzw. ein möglicher Weg zu diesem Ergebnis (hier: Weglegen des Geschirrtuches, Filtern mit Küchenpapier)" (Kihm & Peschel 2021a: 200) besonders wichtig zu sein: Anstatt jedoch eine entsprechende verbal-vokale Anweisung zu geben, stellt LP#9 „die Küchenpapierrolle zunächst wortlos auf den Tisch und nähert diesen Gegenstand dann sogar schritt- und etappenweise – mit kurzen, vergewissernden Unterbrechungen – an das Sichtfeld der beiden Schüler*innen an" (ebd.). Anders als LB#5, die sich zurückgezogen hat und den Schüler*innen die Entscheidung überlassen hat, die Materiallösung anzunehmen oder nicht, bleibt LP#9 am Tisch stehen und kontrolliert (oder überwacht), was die Schüler*innen machen. Nach einigen Sekunden, in denen die Schüler*innen das Geschirrtuch weiter nutzen, verstärkt LP#9 daher seine Botschaft noch einmal – aus dem Angebot wird nun m. E. ein unmissverständliches und aufdringliches Unterjubeln: „*LP#9 streckt sich und schiebt die Küchenrolle noch näher an die beiden heran*". Dieses wiederholte zunächst Anbieten, dann aufdringliche Unterjubeln des Materials, kombiniert mit der vorherigen nonverbalen Abwertung des selbstbestimmten Vorgehens der Schüler*innen, übt einen erheblichen,

indirekten Druck auf die Schüler*innen aus und signalisiert: ‚Ich erwarte, dass ihr dieses Material nutzt.' Die nonverbale Geste des Schiebens der Küchenpapierrolle ist damit eine subtile und gleichzeitig besonders perfide Intervention, die auf eine ‚bessere' oder ‚richtigere' Lösung hindeutet, ohne diese explizit zu benennen oder zur Diskussion zu stellen. Dadurch richtet LP#9 die Aufmerksamkeit von S#31 und S#32 sowie deren Handeln an seinen eigenen Erwartungen aus (vgl. ebd.). Denn die beiden Schüler*innen verstehen die unausgesprochene Botschaft m. E. und ‚einigen' sich darauf, *‚ja auch das mal als Filter [zu] nutzen*'. Die Wirkung dieser subtilen, perfiden Interventionen ist unmittelbar erkennbar und führt zu einer Modifikation des methodischen Vorgehens der Schüler*innen: S#31 und S#32 verabreden, das Küchenpapier als Filter zu nutzen. Die subtilen, nonverbalen Interventionen der LP#9 (Mimik, Atmung und Gestik) führen letztlich dazu, dass S#31 und S#32 „von eigenen Bearbeitungswegen und Vorhaben abweichen" (ebd.). Sie haben die Signale der Lehrperson dekodiert und ihren eigenen, funktionierenden Ansatz zugunsten des von der Lehrperson signalisierten (und ggf. präferierten) Materials aufgegeben. Ihre Beteiligung an der Materialwahl wird durch die Lehrperson eingeschränkt, ohne dass ein einziges direktives Wort gesprochen werden muss.

Das selbstbestimmte Vorgehen der Schüler*innen wird hier subtil, aber effektiv eingeschränkt, da die Lehrperson LP#9 den „richtigen" Weg implizit vorgibt und so den (Ergebnis-)Raum für eigenständige Experimente und Erkenntnisse zunehmend verkleinert.

Selbst wenn die Schüler*innen – wie in dieser exemplarischen und den weiteren hier diskutierten Vignetten – eigenständig über die Materialien, Lösungs- und Bearbeitungswege der geöffneten Experimentieraufgaben entscheiden dürfen, werden sie durch die allmähliche ‚Trichter-Engführung' der Lehrperson (hier: LP#9) von eigenen Lösungsversuchen auf von der Lehrperson erwartete bzw. von ihr erlaubte Lösungen gelenkt (vgl. ebd.: 201; Muckenfuß 2013). Die Schüler*innen bekommen zunächst Raum für eigene Vorgehensweisen und Lösungsvorschläge. Die Interventionen der Lehrperson führen aber schlussendlich dazu, dass die Schüler*innen von eigenen Bearbeitungswegen und Vorhaben abweichen. Ihr Experimentierhandeln wird fremdbestimmt. Diese Interventionen, die die Schüler*innen zu bestimmten, vorgeplanten, von der Lehrkraft erwarteten Lösungen oder Antworten führen, erfolgen vornehmlich nonverbal sowie mehr oder weniger subtil (Mimik, Atmung, Gestik und Positionierung von Gegenständen).

Selbst wenn eine Aufgabe also zahlreiche Entscheidungsmöglichkeiten in bestimmten Bereichen des Experimentierens offen lässt (z. B Methoden, Vorgehensweisen) und die Schüler*innen ihr Experimentieren in diesen Bereichen *scheinbar* selbst bestimmen

können, bleiben genügend subtilere, unterschwellige, oft nonverbale Beeinflussungsmuster, die ich vielfach an GOFEX-Tagen analysiert habe, und die die soziale Verursachtheit von Selbstbestimmung (insbesondere durch nonverbale Interventionen), verdeutlichen. Man könnte sagen: Die Lehrpersonen instruieren *verdeckt* oder *versteckt*, wenn sie auf nonverbaler und nonvokaler Ebene das Experimentieren der Schüler*innen mimisch, gestisch und körpersprachlich, und eben nicht nur rein verbal, beeinflussen. Diese nonverbalen (und verbalen) Interventionen wirken sich auf die methodischen Entscheidungen der Schüler*innen für bestimmte, eigene Zugänge, Lernziele und -wege aus.

Gemessen an der offenen Konzeption und den Zielsetzungen des GOFEX ist dies nicht zielführend und teilweise sogar illegitim. Dabei besteht m. E. die Gefahr, dass sich ‚traditionelle' Zuständigkeiten (für Materialien, Lernwege usw.) in einem geöffneten Experimentier-Setting v. a. durch einen solchen Einfluss nonverbaler Kommunikation auf die Entscheidungen der Schüler*innen verstetigen. Im Hintergrund kontrollieren Lehrpersonen wie LP#9, „ob diese ‚Öffnung' auch in ihrem Sinne genutzt wird" (Hartinger 2005: 399). Das tradierte Experimentier-Paradigma wird damit performativ (re)produziert – durch die Lehrkraft und ihre subtilen Einwirkungen: „Nicht bestimmte Methoden tragen zur Öffnung von Unterricht bei, sondern ein bestimmtes Lehrerhandeln" (Felger-Pärsch 2002: 80).

Die Situation „**Dreckwasser**" veranschaulicht diesen Mechanismus subtiler, nonverbaler Interventionen der Lehrperson, die das selbstbestimmte Vorgehen der Schüler*innen, und hier insbesondere ihre Wahl des Materials, perfide beeinflussen. Durch Gesten, Mimik und das wortlose Platzieren von Materialien gelingt es LP#9, die Schüler*innen dazu zu bringen, ihren eigenen Lösungsweg zugunsten eines von der Lehrperson präferierten Weges aufzugeben. Das Handeln der Lehrpersonen (bzw. allg. der Lehrenden) in solchen Experimentiersituationen wirkt den Prinzipien des GOFEX in meinen Augen entgegen und ‚überformt' das ‚andere' Experimentieren, das im Rahmen von GOFEX konzeptionell evoziert werden soll, durch die skizzierten Techniken (*Verhinderungskörpersprache* wie Augenrollen und Atmen, *Unterjubelungskörpersprache* wie das schrittweise Annähern der Küchenpapierrolle) zum ‚traditionellen' schulischen 7G Experimentalunterricht (s. Kap. 3.2.2.1).

Die Entscheidungen der Schüler*innen werden nur dann zugelassen, „wenn sie de[n] Erwachsenen ‚zielführend' erscheinen" (Nentwig-Gesemann et al. 2012: 60). Gehen jedoch die von den Schüler*innen herbeigeführten Entscheidungen (wie in den verschiedenen Vignetten, z. B. „Dreckwasser", aber auch „Dosentelefon"; s. Kap. 7.1) *nicht* in die von der Lehrkraft angestrebte, ‚richtige' Richtung, werden die Entscheidungs- und Handlungsmöglichkeiten – verbal oder nonverbal – schnell verändert, ‚einkassiert' oder neu arrangiert (bzw. begrenzt). Die im Experimentierprozess „liegenden Freiheitsgrade werden den

Schülerinnen/Schülern nach didaktischen Gesichtspunkten gezielt vom Lehrer *zugestanden*: Es wird ‚dem Schüler *gestattet*, die Dinge selbst zusammenzustellen'" (Holzkamp 1995: 420), eigene Lösungs- und Bearbeitungswege zu gehen usw. Wenn aber ein selbstbestimmtes Vorgehen „nur in solchen Fällen zugelassen [wird], in denen der Schüler das gleiche möchte wie der Lehrer" (Bräu 2008: 186), muss der Selbstbestimmungsbegriff – genauso wie der Offenheitsbegriff – „als unehrlich zurückgewiesen werden" (ebd.).

Der folgende Ausschnitt aus meinem Beobachtungsprotokoll zeigt exemplarisch ein weiteres nonverbales Handlungsmuster, das ich bei vielen Lehrpersonen beobachten konnte: der Blickkontakt als Element der Kontrolle und Disziplinierung und zur Lenkung bzw. Steuerung der Aufmerksamkeit (vgl. auch Gray & Ambady 2006; McCroskey et al. 2006; Hecht 2009; Košinàr 2009; Grewe & Möller 2020). Im Einstiegskreis eines GOFEX-Tages zum Thema Brücken, den ich im Ausschnitt des Beobachtungsprotokolles beschreibe, hat LB#4 eine Fotocollage mit verschiedenen Brücken gezeigt, zu denen die Schüler*innen sich äußern sollen. Im Folgenden fokussiere ich das Blickverhalten der LP#8.

Ausschnitt aus meinem Beobachtungsprotokoll vom 02.12.2019 („Brückencollage")

02.12.2019, Klasse 3, Brücken, Modul 3, 09.00-12.30 Uhr, 22 Schüler*innen, zweiter GOFEX-Tag
GOFEX-Dozierende SK = LB#1, MA = LB#4, Lehrpersonen TL = LP#8

Zwischen den Beiträgen melden sich jeweils fast alle Schüler*innen, teilweise melden sich auch die Schüler*innen erneut, die schon einmal etwas gesagt haben. Trotzdem kommt niemand zweimal dran. „Diese ganz runde Brücke ist besonders schön, weil sie so natürlich ist mit den Pflanzen und so. Das finde ich schön!" Nun äußern noch einige weitere Schüler*innen ihre Eindrücke und formulieren jeweils, welche Brücke ihnen besonders gut gefällt, besonders schön ist bzw. sehr cool erscheint. Die Meldekette verläuft verfahrensgemäß. LP#8 blickt die jeweils redenden Schüler*innen an, dazwischen kommuniziert sie immer wieder mit Einzelnen, die mit einem besonders auffälligen Rundrücken, körperlich ganz eingefallen auf dem Sofa sitzen. Sie nimmt Blickkontakt zu diesen Schüler*innen auf, dann setzt sie selbst sich besonders kerzengrade auf ihren Hocker und verweist mit ausgestrecktem Zeigefinger auf ihre beiden Schultern. Dann zwinkert sie. Dabei redet sie nicht. Dennoch werden einige Schüler*innen auf sie aufmerksam, die sich daraufhin grader aufs Sofa setzen, wenn auch nur für einige Sekunden. LP#8 beobachtet die nun grade Sitzenden meist noch einige Sekunden. Sobald sie aus ihrem Blickfenster wandern, nehmen sie teilweise wieder die Rundrückensitzposition ein. LP#8 interagiert dann – gleichsam – mit anderen Schüler*innen. Währenddessen wird die Meldekette parallel fortgesetzt. Eine andere Schülerin, die in ihrer Nähe sitzt, spricht sie darauf an, dass diese ständig auf dem Stuhl wackelt und sich dreht. Die Schülerin sitzt auf einem der Drehstühle. Als sie sich grade darauf dreht, lehnt LP#8 sich zu ihr rüber, blickt sie an. Doch die Schülerin erwidert den Blickkontakt nicht. Daraufhin erhebt die Lehrerin sich von ihrem Stuhl, verlagert ihren Körperschwerpunkt vollständig zu der Schülerin und blickt sie erneut an. Nun erwidert die Schülerin auch die Blickkontaktaufnahme seitens der Lehrerin. Sie schauen sich kurz an; LP#8 nickt, die Schülerin blickt daraufhin kurz betroffen auf den Boden. Sie schmollt kurz, dreht aber nicht mehr auf dem Stuhl. Auch hier läuft die Meldekette parallel inhaltlich weiter – noch einige Schüler*innen formulieren ihr Gefallen an einzelnen Brücken der Collage: „Mir gefällt…"; „Ich finde… besonders schön, weil…"; „Die Brücke… ist so cool, da …" usw.

Anstatt sich primär auf die inhaltlichen Beiträge der Schüler*innen einzulassen, nutzt LP#8 Blickkontakt als gezieltes Disziplinierungsinstrument, das den Fokus der Schüler*innen auf deren Körperhaltung lenkt. Während die Meldekette abläuft, kommuniziert LP#8 „*immer wieder mit Einzelnen, die mit einem besonders auffälligen Rundrücken, körperlich ganz eingefallen auf dem Sofa sitzen*." LP#8 nimmt Blickkontakt zu Schüler*innen mit Rundrücken auf, setzt sich selbst „*besonders kerzengerade auf ihren Hocker*" und „*verweist mit ausgestrecktem Zeigefinger auf ihre beiden Schultern*." Dann „*zwinkert sie*". LP#8 interveniert hier ausschließlich nonverbal, um eine klare Erwartungshaltung und Norm bezüglich der Körperhaltung der Schüler*innen zu kommunizieren. Ihre eigene Körperhaltung dient als Modell, der Zeigefinger und das Zwinkern als Aufforderung, zuvor sichert sie sich die Aufmerksamkeit der Schüler*innen durch Blickkontakt. Solche „fokussierte[n] und fokussierende[n] Blicke" (Hecht 2009) fordern gezielt Aufmerksamkeit ein: „*Einige Schüler*innen werden auf sie aufmerksam, die sich daraufhin grader aufs Sofa setzen, wenn auch nur für einige Sekunden*." Sobald der direkte Blickkontakt mit LP#8 nachlässt, nehmen die Schüler*innen jedoch „*teilweise wieder die Rundrückensitzposition ein. LP#8 interagiert dann – gleichsam – mit anderen Schüler*innen*" und etabliert einen ständigen Überwachungs- und Korrekturzyklus bzgl. u. a. der Körperhaltung. Dabei wird die Lehrerin auch auf eine Schülerin aufmerksam, die sich permanent auf einem Drehstuhl dreht. LP#8 „*lehnt sich zu ihr rüber, blickt sie an*." Die Schülerin *„erwidert den Blickkontakt nicht."* Daraufhin *„erhebt die Lehrerin sich von ihrem Stuhl, verlagert ihren Körperschwerpunkt vollständig zu der Schülerin und blickt sie erneut an."* Die Lehrerin intensiviert hier die Mittel, die ihr zur nonverbalen Kommunikation zur Verfügung stehen. Sie nutzt ihre Körpergröße, um die Schülerin in eine Situation zu drängen, in der ein Entzug des Blickkontakts kaum mehr möglich ist. LP#8 demonstriert m. E. unmissverständlich ihre Macht: Die dauerhafte Fixierung des Blicks und die physische Nähe erzeugen einen immensen Druck auf die Schülerin, der schwer zu ignorieren ist. „*Nun erwidert die Schülerin die Blickkontaktaufnahme seitens der Lehrerin [...]. LP#8 nickt, die Schülerin blickt daraufhin kurz betroffen auf den Boden. Sie schmollt kurz, dreht aber nicht mehr auf dem Stuhl*."

Das ständige ‚Wandern' des Blickes der LP#8 versetzt die Lehrerin darüber hinaus in die Lage, die Schüler*innen dauerhaft beobachten (und ggf. bewerten) zu können. Solchen „diffusen Blickstrategien" (Hecht 2009) kommt als ‚schwebenden' Blicken meist eine kontrollierende Funktion im Sinne der Raumüberwachung zu. Im Schulunterricht sind ‚schwebende' Blicke insbesondere „typisch für Einzel- oder Gruppenarbeitsphasen von [...] Schülern, in denen die Lehrkräfte sich auf eine Raumüberwachung beschränken" (ebd.: 197). An GOFEX-Tagen setzen Lehrpersonen ‚schwebende' Blicke v. a. während der Ein-

stiegs- und Reflexionskreise ein, vermeintlich, um alle Schüler*innen im Blick zu haben. Während der Experimentierphasen setzen Lehrpersonen und GOFEX-Dozierende ‚schwebende' Blicke v. a. ein, wenn sie sich am Rande der Experimentierfläche aufhalten und ihre Blicke über alle Experimentiertische resp. Schüler*innen ‚wanden' lassen. Diese ‚schwebende', ‚wandernde' Blickstrategie deutet zugleich „Allgegenwärtigkeit" (Košinàr 2009: 101) und Kontrolle an – im Sinne einer kontrollierten Autonomie (Baltruschat 2010).

Mit der folgenden „**Overheadprojektor**"-Situation möchte ich eine weitere Interaktion zwischen einer Lehrperson und ihren Schüler*innen im Hinblick auf die Nonverbalitäten interpretieren. Die Vignette stammt vom zweiten Besuch einer Schulklasse im GOFEX zum Thema „Licht und Schatten" (Modulebene 2). Die konkrete Experimentieraufgabe, mit der sich die beiden Schüler*innen beschäftigen, lautet: „*Finde einen Gegenstand, dessen Schatten genau in diesen Umriss passt*". Auf einer Wand wurden zuvor entsprechende Umrisse eines Schattens von einem realen Gegenstand abgetragen. Lichtquelle ist dabei ein auf diese Wand gerichteter Overheadprojektor (OHP; vgl. auch Kihm & Peschel 2025).

Ausschnitt aus meinem Beobachtungsprotokoll vom 23.05.2019 („Overheadprojektor")

23.05.2019, Klasse 1, Licht & Schatten, Modul 2, 09.00-12.30 Uhr, 21 Schüler*innen, erster GOFEX-Tag
GOFEX-Dozierende JD = LB#2, MF = LB#5, Lehrpersonen EH = LP#1

S#33 und S#34 haben selbständig einige Holzkörper (verschiedene Quader, Zylinder, Pyramiden) aus der Materialsammlung geholt, die sie nacheinander auf die Arbeitsfläche des OHP legen. Keiner der Holzkörper erzeugt den gesuchten Schlagschatten, selbst dann nicht, wenn S#33 und S#34 die Holzkörper kippen und ‚auf den Kopf stellen' oder sie den Abstand zwischen Lichtquelle und Wand verändern. Dennoch bleiben sie konzentriert und geduldig bei der Sache und sprechen auch jeweils darüber, ob der Schatten nun zu groß oder zu klein ist bzw. von der Form her nicht passt. Ich bemerke, dass die Lehrperson (LP#1) die beiden Schüler*innen aus einiger Entfernung schweigend beobachtet und dabei immer wieder vor sich hinlächelt. S#33 und S#34 bemerken LP#1 nicht. Erst als S#33 vorschlägt, ein Trinkglas mit Wasser zu füllen und auf die Arbeitsfläche des OHP zu stellen, steht LP#1 auf und hastet zum Tisch. LP#1 bleibt stehen und stützt sich mit beiden Händen auf dem Tisch ab. S#33 sagt (unaufgefordert) zu LP#1: „Wir haben jetzt schon alle Dinge hier (S#33 zeigt auf die Holzkörper) ausprobiert. Aber das ist nicht der Schatten davon. Der Schatten könnte halt aber von so 'nem Glas sein" (S#33 schaut zuerst auf das Trinkglas, dann zur Wandtafel mit Umriss, dann zu LP). LP#1 furcht die Augenbrauen und rümpft die Nase, stützt sich weiterhin auf dem Tisch ab. LP#1 atmet deutlich hörbar tief ein und aus, bevor LP#1 antwortet: „Mhm. Okay". S#33 und S#34 schauen sich an, die beiden Schüler*innen wirken verunsichert auf mich (hochgezogene Augenbrauen, zusammengezogene Stirn). LP#1 geht weg. Den Vorschlag von S#33 setzen die beiden Schüler*innen nicht um. Stattdessen überprüfen sie zwei der bereits genutzten Holzkörper erneut, bevor sie die Box mit den Holzkörpern wegräumen und sich einer anderen Experimentieraufgabe zuwenden.

Die methodisch geöffneten Experimentieraufgabe, die eingesetzt wird (Modulebene 2), lässt verschiedene Lösungs-, Bearbeitungs-bzw. Lernwege zu. S#33 und S#34 haben „*selbständig einige Holzkörper (verschiedene Quader, Zylinder, Pyramiden) aus der Mate-*

rialsammlung geholt" und „überprüfen nacheinander, ob diese Körper einen entsprechenden Schatten ‚werfen'" (ebd.: 11). Dazu legen sie die Holzkörper „*nacheinander auf die Arbeitsfläche des OHP*" (Overheadprojektors). Sie variieren ihr Vorgehen auch systematisch, indem sie die Körper, die räumliche Position der Körper und den Abstand zwischen Lichtquelle (OHP) und Wand verändern (vgl. ebd.). Sie „*kippen*" die verschiedenen Körper und stellen sie „*auf den Kopf*", „sodass jeweils eine andere Seite auf der Arbeitsfläche des OHP liegt" (ebd.). Dies zeugt von einem methodisch zielgerichteten, wenn auch noch nicht erfolgreichen, experimentierenden Ansatz. Sie bleiben „*konzentriert und geduldig bei der Sache und sprechen auch jeweils darüber, ob der Schatten nun zu groß oder zu klein ist bzw. von der Form her nicht passt*". Sie bestimmen ihr Vorgehen zur Bearbeitung dieser methodisch geöffneten Experimentieraufgabe selbst. Die Kommunikation und gemeinsame Reflexion ist ein Kernbestandteil des Offenen Experimentierens im GOFEX (s. Kap. 5.4). S#33 entwickelt dabei einen innovativen, kreativen Lösungsansatz, der über die bisher verwenden Holzkörper hinausgeht, aber ein gewisses Gefahrenpotenzial beinhaltet: **„***Der Schatten könnte halt aber von so 'nem Glas sein***"** (mit der Idee, das Glas mit Wasser zu füllen und auf die Arbeitsfläche des OHPs zu stellen).[273]

LP#1 beobachtet die Schüler*innen „*aus einiger Entfernung schweigend*" und lächelt „*dabei immer wieder vor sich hin*". Sie macht dabei m. E. „zunächst einen gelösten Eindruck" (ebd.). Erst als S#33 gegenüber S#34 verbalisiert, „ein mit Wasser gefülltes Trinkglas auf die Arbeitsfläche des OHPs stellen zu wollen, lässt sich eine deutliche Veränderung im Handeln" (ebd.) der LP#1 beobachten: Die Lehrerin steht auf, hastet zu S#33 und S#34 „und verändert damit die Positionierung im Raum [...] zu einer viel größeren Nähe. Diese größere Nähe macht jegliche Interventionen sichtbarer und unmittelbarer, als es in der entfernteren (Beobachtungs-)Position möglich gewesen wäre" (ebd.).

Obwohl LP#1 auf den GOFEX-Tag vorbereitet wurde und die Prinzipien des GOFEX m. E. kannte (es ist bereits der vierte GOFEX-Tag der Lehrerin), greift LP#1 „wie folgt ein und beeinflusst dabei den Selbstbestimmungsaushandlungsprozess bzgl. des Vorgehens [von S#33 und S#34] zur Bearbeitung der Experimentieraufgabe" (ebd.): Am Tisch angekommen, stützt LP#1 „sich mit beiden Händen auf dem Tisch ab" (ebd.). Hiermit beansprucht sie m. E. Territorium auf dem Experimentiertisch und unterbindet das weitere Experimentieren der Schüler*innen, hier v. a. die Beschaffung und den Einsatz eines mit Wasser gefüllten Trinkglases, deutlich (vgl. ebd.). „Es ist kein Raum mehr für individuelles, eigenes Experimentieren" (ebd.). Das selbstbestimmte Vorgehen von S#33 und S#34

[273] „Das Glas müsste, um einen solchen gesuchten Schlagschatten zu erzeugen, auf dem OHP liegen. Dann würde allerdings das Wasser auslaufen" (Kihm & Peschel 2025: 13), was hinsichtlich der Elektrik des OHP gefährlich werden könnte.

wird durch das Eindringen der LP#1 in das (Experimentier-)Territorium der beiden Schüler*innen begrenzt (vgl. ebd.). „Diese (erste) Intervention in Zusammenhang mit den geplanten Aktivitäten [von S#33 und S#34] wird allerdings nicht verbalisiert, sondern über Körpersprache nonverbal und indirekt evoziert“ (ebd.). LP#1 invadiert den Experimentierraum der Schüler*innen und dominiert diesen Experimentierraum. Erst als LP#1 am Tisch ankommt, bemerken S#33 und S#34 ihre Lehrerin und reagieren auf die Störung *ihres* Experimentierens. S#33 bezieht die Lehrerin direkt ein und rechtfertigt sich *unaufgefordert*, „was die beiden bislang bei der Bearbeitung der Experimentieraufgabe gemacht haben und wie bzw. weshalb sie ihr weiteres Vorgehen planen“ (ebd.): „*Wir haben jetzt schon alle Dinge hier ausprobiert. Aber das ist nicht der Schatten davon. Der Schatten könnte halt aber von so 'nem Glas sein*“. Dabei beschreibt S#33, dass die Form des Schlagschattens ihn an einen ‚trinkglasähnlichen‘ Körper erinnert, was m. E. nachvollziehbar ist. Die Äußerung des S#33 ist ein Versuch, den eigenen Lern- und Experimentierprozess für LP#1 nachvollziehbar zu machen und somit eine Einladung zur Kommunikation und gemeinsamen Aushandlung des Vorgehens zwischen den Schüler*innen und LP#1.

Doch die Lehrerin antwortet nicht sofort verbalsprachlich, sondern behält ihre dominant-abwartende Haltung bei. Sie *„furcht die Augenbrauen und rümpft die Nase“.* Zudem atmet sie „*tief, deutlich hörbar ein und aus“*, was m. E. auch von den Schüler*innen wahrgenommen wurde. Diese Änderung in ihrer Atmung erfolgt ebenso, bevor sie antwortet. LP#1 bleibt mit beiden Händen auf dem Tisch abgestützt. Ihre Körpersprache, Mimik und Atmung signalisieren in meinen Augen eine Abwertung des Vorschlags des S#33. Das Rümpfen der Nase, die tiefe Atmung und die gefurchten Augenbrauen sind nonverbale Zeichen für Missbilligung: Sie kommuniziert damit, m. E. unmissverständlich, dass die Idee, dass das Glas der „Schattengeber“ sein könnte, unangemessen bzw. ‚falsch‘ ist. Deutet man das tiefe, deutlich hörbare Aus- und Einatmen zugleich als Signal von Ungeduld und Frustration, drückt dies die Erwartung aus, dass die Schüler*innen endlich zum ‚richtigen‘ Ergebnis kommen sollen. Schließlich antwortet LP#1 mit der Interjektion „*Mhm*“, darauf folgt die Interjektion „*Okay*“. Diese verbalsprachliche Antwort „*Mhm. Okay*“ ist ausdruckslos und stark reduziert. In Kombination mit den vorherigen nonverbalen Signalen wird die Äußerung der LP#1 jedoch zu einer subtilen rhetorischen Ablehnung, die den Wert der Schüler*innenidee negiert, ohne ihr offen zu widersprechen.

„‚Okay‘ lässt sich als Einverständnis deuten (im Sinne von ‚in Ordnung‘, ‚gut‘)“ (ebd.: 12). Damit schließt die Äußerung der LP#1 zum Schüler*innenvorschlag verbal-vokal eigentlich positiv und im Sinne der Ermöglichung oder Unterstützung eines selbstbestimmten Vorgehens. „Jedoch steht dieses ‚Okay‘ m. E. im Widerspruch zum o. g. Unterbinden des

weiteren Vorgehens und zur nonverbal kommunizierten Skepsis“ (ebd.) der LP#1: „Das Rümpfen der Nase drückt Missfallen aus, das Furchen der Augenbrauen starken Zweifel am Vorschlag resp. selbstbestimmten Vorgehen“ (ebd.) der Schüler*innen (nonverbal-nonvokal). Das tiefe Ein- und Ausatmen deute ich als ungeduldige Ablehnung des Vorschlages von S#33 in dem Sinne, „dass der Vorschlag [...] eben nicht zielführend bzw. ggf. gefährlich ist“ (ebd.) und nicht zum erwarteten Ziel führt (nonverbal-vokal). Auch, dass LP#1 „die Positionierung im Raum und die Körperhaltung (beidhändiges Abstützen auf dem Experimentiertisch) *nicht* verändert“ (ebd.), lässt sich in meinen Augen nur so deuten, dass LP#1 das weitere Vorgehen der beiden Schüler*innen, das eigentlich „okay“ sei, kontrolliert und letztlich ablehnt (nonverbal-nonvokal). LP#1 verhindert *nonverbal* ein selbstbestimmtes Vorgehen von S#33 und S#34, obwohl sie diesem selbstbestimmten Vorgehen verbal mit „Okay“ eher zustimmt. Dass LP#1 das weitere Vorgehen der Schüler*innen verhindern will, sagt sie nicht, „sondern kommuniziert mit ‚*Verhinderungskörpersprache*‘, die die Ablehnung bzw. das Missfallen deutlich ausdrückt“ (ebd.; Herv. d. V.). Die Mimik der LP#1 unterstützt die nonverbal-vokale Kommunikation, „was zeigt, dass eben nicht das ‚Okay‘ gilt, sondern die deutliche Intervention, so nicht weiterzumachen“ (ebd.).

Kommt es zu solchen Inkongruenzen[274] zwischen dem nonverbalen Handeln und dem Verbalausdruck, „werden die unterschwelligen nonverbalen ‚Botschaften‘ meist stärker wahrgenommen und interpretiert als das Gesagte“ (ebd.): „Wenn Widersprüche zwischen verbalen und nonverbalen Signalen bemerkt werden, wird stärker auf die nonverbale Komponente geachtet“ (Argyle 2013: 112). „Schüler*innen orientieren sich am Verhalten der Lehrperson, kaum an ihren Worten“ (Lauterbach 2020: 64)**.** Im Sinne dieser Annahme lässt sich das weitere Handeln der Schüler*innen deuten: S#33 und S#34 verwerfen „ihre Idee, den Schatten eines mit Wasser gefüllten Trinkglases zu überprüfen“ (Kihm & Peschel 2025: 12), was m. E. eben eine Konsequenz davon ist, dass sie „die Nonverbalitäten des Missfallens stärker interpretieren als das gesagte ‚Okay‘“ (ebd.).

S#33 und S#34 schauen sich an und wirken dabei „*verunsichert*“ auf mich (gekennzeichnet durch „*hochgezogene Augenbrauen, zusammengezogene Stirn*“). Ihre Körpersprache spiegelt m. E. die erfahrene Ablehnung seitens LP#1 und die Unsicherheit über ihr weiteres Vorgehen wider. Sie haben die Botschaft der Missbilligung und Ablehnung ihres Vorgehens in meinen Augen klar verstanden, „beenden das Experimentieren kurz darauf, obwohl [LP#1] den Experimentiertisch wieder verlässt, und wenden sich einer anderen Aufgabe

[274] „Inkongruenz entsteht häufig, wenn widersprüchliche [...] Intentionen oder Bedürfnisse in einer Person existieren. Dies kann zum Beispiel dann der Fall sein, wenn [...] man mit den Anforderungen, die in der Rolle stecken, in Konflikt gerät“ (Košinàr 2009: 43). Das Dilemma der LP#1 bestand m. E. zwischen Sicherheitsaspekten (Elektrik und Wasser beim Einsatz auf dem OHP) einerseits und der Ermöglichung eines selbstbestimmten Vorgehens andererseits.

zu“ (ebd.: 12f.). Dies ist eine direkte Konsequenz der inkongruenten, subtilen, machtvollen Intervention der LP#1. Der innovative, wenn auch ggf. nicht ergebnis- und zielführende Ansatz der Schüler*innen wird im Keim erstickt – entgegen der Intentionen des GOFEX.

Betrachtet man die Kommunikationsgestaltung der Lehrperson beim Offenen Experimentieren also multiverbal, wird deutlich: „Nonverbalitäten der Lehrperson [...] können als ‚Verhinderungskörpersprache‘ bzw. begrenzende Bedingung in die Aushandlung von Selbstbestimmung wirken, selbst wenn die Lehrperson bestätigend kommentiert oder sich verbalsprachlich zurückhält“ (ebd.; vgl. auch Kihm et al. 2023). Dies schließt neben der hier analysierten Körpersprache und Atmung auch weitere Formen wie z. B. Augenrollen, Kopfnicken oder -schütteln ein (s. z. B. „Dreckswasser“ und „Brückencollage“).

Lehrpersonen transportieren insbesondere ihre Zielfokussierungen und Erwartungshaltungen an die Schüler*innen häufig nonverbal, mittels z. B. Gestik, Mimik und proxemischem Handeln, und teilweise abweichend von ihren verbalen Äußerungen (vgl. Kihm & Peschel 2025: 13). Diese subtil transportierten „Zielfokussierungen und Erwartungshaltungen beeinflussen unmittelbar das Experimentierhandeln“ (ebd.) der Schüler*innen.

Meine Interpretationen zum Einfluss der nonverbalen Interventionen der Lehrperson auf das Experimentierhandeln der Schüler*innen werde ich anhand der folgenden Beobachtungsvignette weiterführen: Auf einem Tisch liegt eine Karte mit der geöffneten Experimentieraufgabe „*Gib verschiedene Lebensmittel nacheinander ins Sprudelwasser! Vergleiche! Was fällt dir auf*?“ (Öffnungsstufe 2, wie die vorherige Experimentieraufgabe)

Ausschnitt aus meinem Beobachtungsprotokoll vom 11.04.2019 („Schokolade“)

11.04.2019, Klasse 2, Wasser, Modul 2, 09.00-12.30 Uhr, 20 Schüler*innen, erster GOFEX-Tag
GOFEX-Dozierende JD = LB#2, MF = LB#5, Lehrpersonen TH = LP#9

Drei Schüler*innen, S#35, S#36 und S#37, haben zunächst Sprudel, anschließend Cola in ein Glas gefüllt. Nun legen sie ein Stückchen Schokolade auf dem entstandenen „Schaumbett“ der Sprudel-Cola-Lösung ab. Die Schokolade sinkt. Später geben sie wenige Tropfen Zitronensaft hinzu und beobachten, wie die Schokolade nach oben steigt und dort an der Oberfläche treibt. Nach erneuter Zugabe von etwas Cola sinkt das Schokoladenstückchen wieder. S#35, S#36 und S#37 wiederholen dies einige Male, geben abwechselnd tröpfchenweise Zitronensaft und Cola ins Glas. Währenddessen tritt die Lehrperson LP#9 zur Gruppe, stützt sich mit beiden Händen auf die Tischfläche und beobachtet […].

Als S#36 gerade einige Tropfen Zitronensaft Richtung Glas führt, hält LP#9 die Hand flach über das Glas. „So, das habt ihr jetzt ja oft genug gemacht. Was könnt ihr denn noch verändern daran?“ S#37 antwortet sofort: „Wir können schauen, ob das mit Salzbrezeln auch passiert“. LP#9 rollt mit den Augen und seufzt leise hörbar. Die Lehrperson stützt sich wieder mit beiden Händen ab, verharrt mit ihrem Blick einige Sekunden auf der Tischplatte, dann schaut er S#37 an und erwidert: „Ok, gute Idee! Macht das!“ Seiner Stimme entnehme ich dabei etwas Klagendes, Unzufriedenes. S#35, S#36 und S#37 wiederholen das Experiment noch einmal mit Salzbrezeln, dann brechen sie es ab.

Zu Beginn füllen die Schüler Sprudel und Cola in ein Glas und experimentieren mit einem Stückchen Schokolade, das durch Zugabe von Zitronensaft steigt und durch Cola wieder sinkt. Das mehrmalige Wiederholen mit abwechselnder Zugabe von Zitronensaft und Cola ist in meinen Augen ein essenzieller Bestandteil ihres selbstbestimmten, explorativen Vorgehens. Während die Schüler in ihre Wiederholungen vertieft sind, tritt LP#9 hinzu. Er stützt sich „*mit beiden Händen auf die Tischfläche*“ ab und beobachtet. Das Herantreten an den Experimentiertisch geschieht auf eine spezielle Art. LP#9 „bleibt nicht ‚einfach nur stehen‘ oder ‚setzt sich dazu‘, sondern stützt sich mit beiden Händen ab – über das Experiment gebeugt“ (Kihm & Peschel 2021c: 34). Diese abstützende Körperhaltung signalisiert Kontrolle, Präsenz und „die Möglichkeit, jederzeit eingreifen zu können“ (ebd.), was ich als Form der Dominanz interpretiere (s. o.), die den Experimentierraum der Schüler einengt und eine implizite Erwartungshaltung signalisiert.

Nach einigen Wiederholungen greift LP#9 ein und stoppt damit das von den Schülern begonnene, erneute Eingießen von Zitronensaft (vgl. Kihm & Peschel 2021c: 34). Diese Intervention „geschieht ‚multiverbal‘, wobei alle Kommunikationskanäle ‚die gleiche Botschaft senden‘“ (ebd.): Die Handgestik (flaches Ausrichten über das Glas) ‚versperrt‘ die Glasöffnung für ein Nachgießen (vgl. ebd.). Das Halten der Hand über das Glas ist eine unmittelbare Blockade des Schülerhandelns. Damit demonstriert LP#9 in meinen Augen Macht und Kontrolle über den Experimentierprozess und die Handlung der Schüler. Der verbalsprachliche Impuls von LP#9 unterstreicht dies: „*So, das habt ihr jetzt ja oft genug gemacht*“. Die Aussage, verbunden mit der nonverbalen Geste, die Hand flach über das Glas zu halten, ist eine explizite Begrenzung der eigentlich frei einteilbaren Bearbeitungszeit. Die Lehrperson definiert normativ, wann ein Experiment ‚ausreichend‘ oft durchgeführt wurde. „Die Schüler hätten dies, so die Auffassung der Lehrperson, nun schon oft genug wiederholt (ergo genug beobachtet, durchdrungen, verstanden usw.), was [LP#9] allerdings nicht nachfragt“ (ebd.) bzw. mit den Schülern rückkoppelt. LP#9 greift mit seiner nonverbalen Geste ungefragt in das Experimentieren der Schüler ein und blockiert, verhindert bzw. verunmöglicht weitere Experimentierschritte, indem er das Glas mit der Hand überdeckt bzw. abschirmt. Dass LP#9 mit dem Vorgehen der Schüler nicht einverstanden ist, legt er nicht in einem Gespräch offen und diskutiert das weitere Vorgehen auch nicht mit den Schülern, sondern setzt asymmetrisch fest, dass das Eingießen von Zitronensaft kein tolerierter Handlungsschritt mehr ist. Stattdessen instruiert LP#9 eine Variablenmodifikation, sodass die Schüler jetzt etwas anderes verändern sollen. Unmittelbar nach der (verbalvokalen und gestisch unterstützen) Begrenzung folgt die Frage: *„Was könnt ihr denn noch verändern daran?“* Obwohl diese Frage

auf den ersten Blick offen wirkt, ist sie im Gesamtkontext der Äußerung keine Einladung zur weiteren Exploration oder Variation, sondern eine implizite Aufforderung zum Fortschreiten innerhalb der Aufgabenbearbeitung. Gemeinsam mit der vorherigen Begrenzung des ‚Oft-genug-gemacht-Habens' drängt LP#9 die Schüler dazu, mit der Aufgabenbearbeitung fortzufahren, anstatt das bestehende Phänomen noch weiter zu vertiefen.

S#37 schlägt vor, zu überprüfen, **„***ob das mit Salzbrezeln auch passiert***"** Dieser Alternativvorschlag wird von LP#9 bewertet, was in einer Mischung aus nonverbaler Abwertung und letztlich unzufriedener verbaler Akzeptanz erfolgt. Dabei divergieren diesmal die ‚Botschaften' des verbalen und nonverbalen Kommunikationskanals, weshalb die ‚Multiverbalität' hier m. E. subtiler ist (vgl. ebd.). LP#9 „*rollt mit den Augen und seufzt leise hörbar*", was in meinen Augen Skepsis und Missbilligung bzw. Abwertung bedeutet. „*Die Lehrperson stützt sich wieder mit beiden Händen ab*", was ich entsprechend zu eben als Körperhaltung der Kontrolle und der Dominanz interpretiere, mit der LP#9 in den Experimentierraum der Schüler eindrängt und diesen verengt. LP#9 sagt schließlich: „*Ok! Gute Idee! Macht das*!". Der verbale Inhalt der Äußerung ist m. E. positiv konnotiert, aber der „*klagende, unzufriedene*" Tonfall konterkariert diese Zustimmung vollständig. Zudem rollt LP#9 mit den Augen und atmet leise hörbar ein und aus. Das Augenrollen ist ebenso wie das hörbare Ein- und Ausatmen Ausdruck des Genervtseins und des Missmutes wegen einer für die Lehrperson unsinnigen, schlechten, unerwarteten, ‚kindischen' Idee. Die eigentlich skeptische Haltung des LP#9 kommt also v. a. durch entsprechende Mimik, Atemtechnik und Stimmführung zum Ausdruck – „konträr zur verbalen Botschaft. Dies sind nonverbale, subtile und vermutlich unbewusste Einflüsse [...] auf das Experimentieren" (ebd.), die ggf. von den Schülern wahrgenommen wurden. LP#9 signalisiert den Schülern, dass er den Vorschlag zwar widerwillig akzeptiert (verbal-vokal), aber eigentlich *nicht* gutheißt bzw. ablehnt (nonverbal-vokal, nonverbal-nonvokal). Diese Diskrepanz zwischen verbal-vokaler Botschaft und inkongruentem nonverbal-vokalem Tonfall sowie nonverbal-nonvokalem Handeln untergräbt subtil (passiv-aggressiv) das selbstbestimmte Vorgehen der Schüler, indem ihnen impliziert wird, auf dem ‚falschen' Weg zu sein, selbst wenn sie entscheiden ‚dürfen'. Der Vorschlag der Schüler wird nonverbal und im Tonfall abgewertet, auch wenn er verbal akzeptiert wird. Dies signalisiert den Schülern, dass nur von der Lehrperson erwartete Variationen erwünscht sind. Als gemeinsame Entscheidung brechen S#35, S#36 und S#37 das Experiment kurze Zeit später ab. Der von LP#9 abgewertete Weg wird letztlich verlassen.

„Die nonverbalen Interventionen (Gestik, Mimik, Körperhaltung) führen dazu" (ebd.), dass die Schüler von eigenen Bearbeitungswegen und Vorhaben abweichen. „Selbst,

wenn sie – wie in der oben skizzierten, exemplarischen Vignette – selbst über Materialien, Zugänge, Lösungswege und Bearbeitungsversuche entscheiden dürfen, werden sie vermutlich durch subtile Nonverbalitäten und Beeinflussungen von eigenen Lösungswegen abgelenkt, hin zu von der Lehrkraft erwarteten, erlaubten bzw. ihr bekannten Lösungen“ (ebd.: 34f.). Da die Lehrkräfte „aufgrund der Informationen und Vorbesprechungen zu den GOFEX-Tagen wissen (sollten)“ (ebd.: 35), dass in den offenen Experimentiersituationen von ihnen die Rolle Lernbegleitung erwartet wird (s. Kap. 5.4), „verstecken sie (bewusst oder unbewusst) ihre Interventionen und Einschränkungen häufig in Nonverbalitäten“ (ebd.; vgl. auch Baltruschat 2010; Diener & Peschel 2019).

Die Lehrperson hat die ultimative Definitionsmacht über den ‚richtigen‘ Experimentierverlauf und die ‚akzeptablen‘ Lösungen, was eine verdeckte Hierarchie manifestiert, bei der die Schüler in die Rolle von Ausführenden gedrängt werden, die sich an die unausgesprochenen und oft nonverbal vermittelten Erwartungen anpassen müssen. Baltruschat (2010: 238) spricht hier von „kontrollierter Autonomie“. Das selbstbestimmte Vorgehen der Schüler*innen hat Grenzen, sobald ihre Handlungen nicht den Erwartungen der Lehrperson entsprechen, die meist v. a. eine Ergebnisorientierung und ein schnelles Bearbeiten der Aufgaben beinhalten. Durch die nonverbalen Beeinflussungen richtet LP#9 das Handeln von S#35, S#36 und S#37 subtil an seinen eigenen Erwartungen aus: Die drei Schüler hören mit den Wiederholungen (Cola bzw. Zitronensaft in die Lösung kippen) auf, setzen die Idee, die sie infolge des Impulses von LP#9 selbst vorbringen (Salzbrezeln anstelle der Schokoladenstückchen), aber nur einmalig um, bevor sie das gesamte Experiment abbrechen und sich einer anderen Aufgabe zuwenden. (vgl. Kihm & Peschel 2021c)

Lehrpersonen transportieren – selbst bei methodisch offen gestellten Aufgaben und trotz organisatorischer Öffnung des Experimentierens – mit ihrer Kommunikations- und Interaktionsgestaltung eine „immanente Bindung bzw. Führung“ (Lipowsky 2002: 129).

Wenn eine Lehrperson wie LP#9 das Experimentieren der Schüler*innen ‚begleitet‘, macht sie – etwa gestisch (*Hand übers Glas*), mimisch (*Augenrollen*), paraverbal (*Seufzen, Tonfall*), proxemisch (*Abstützen*) oder durch direkte verbale Unterbrechungen (*„oft genug gemacht*“) – letztlich doch unterschwellig (methodische, inhaltliche, soziale) Vorgaben und nimmt den Schüler*innen entsprechende Entscheidungen ab. Dies wird aber erst deutlich, wenn man die tiefenstrukturelle Ebene der Mikroprozesse erschließt und rekonstruiert– und dabei nach immanenter Bindung und Führung sucht, gerade und v. a. auf nonverbaler Ebene *(ein kleines Zwinkern, ein verdecktes Augenrollen, das Hinstellen von Materialien).* Das Kodierparadigma hat sich dazu als tragfähiges Instrument erwiesen – und die Nonverbalitäten als Zugang zur persönlichen Offenheit der Lehrenden im GOFEX.

8.4 Differenzen in den Interventionen der Lehrpersonen und GOFEX-Dozierenden

Die Interpretationen der Beobachtungsbeschreibungen im vorangegangenen Kapitel 8.3 und im Rahmen der Anwendung meines Kodierparadigmas (Kap. 7) zeigen, dass sich die Interventionsmuster der Lehrpersonen, die das GOFEX mit ihren Klassen nutzen, und der GOFEX-Dozierenden in den verschiedenen GOFEX-Experimentiersituationen unterscheiden.

Einzelfragestellung		ad hoc Hypothese/(vorläufige) Erkenntnisse
Zeigen sich Differenzen in den Interventionen zwischen Lehrperson und GOFEX-Dozierenden? Wie wirkt dies auf die Aushandlung von Selbstbestimmung zwischen Lehrenden und Lernenden?	2b	– Lehrpersonen priorisieren die Aufrechterhaltung schulischer Ordnung, während GOFEX-Dozierende explorative Lernprozesse und das individuelle Vorgehen der Schüler*innen in den Vordergrund stellen. – GOFEX-Dozierende setzen vorrangig ‚information-seeking questions' ein, die Erkenntnisprozesse anregen, während Lehrpersonen häufiger ergebnisorientierte ‚known-information questions' einsetzen. – GOFEX-Dozierende zeigen eine höhere Bereitschaft zur Verantwortungsabgabe nach Interventionen, während Lehrpersonen zur Kontrolle und direkten Durchsetzung von Interventionen tendieren. – Lehrpersonen beanspruchen Deutungshoheit über Ergebnisse, während GOFEX-Dozierende die epistemische Autorität eher bei den Schüler*innen ‚belassen' und zum gegenseitigen Austausch anregen.

8.4.1 Aufrechterhaltung oder Auflösung schulischer Ordnung

Lehrpersonen intervenieren an GOFEX-Tagen weitaus häufiger in Bezug auf den **Ordnungsrahmen** (s. a. Kap. 5.7; 8.2.2) als die GOFEX-Dozierenden und fragen, insbesondere auf Modulebene 1, ob die Schüler*innen schon alle Materialien besorgt haben („*Habt ihr schon alles beisammen oder fehlt noch etwas*?") und ob sie die Anleitung gelesen haben, bevor sie handeln („*Habt ihr auch vorher gelesen, was ihr machen sollt*?). Zudem intervenieren die beobachteten Lehrkräfte oft in Bezug auf die Sozialform und setzen Regeln durch, die teilweise den GOFEX-Prinzipien widersprechen und die auch nicht mit den GOFEX-Dozierenden abgestimmt oder mit den Schüler*innen ausgehandelt wurden (z. B. „*Einmal gebildete Gruppen müssen zusammenbleiben*" oder „*Eine Gruppe muss zu jeder Zeit noch weitere Schüler*innen aufnehmen*", auch wenn es ggf. Sachgründe gibt, die gegen diese Regeln sprechen; s. Kap. 8.2.2). Die Interventionen der Lehrpersonen zielen also seltener auf inhaltliche Aspekte der Aufgabenbearbeitung bzw. des Experimentierens, sondern meist auf den Ordnungsrahmen und reibungslosen Ablauf des GOFEX-Tages. Dies schließt auch die Sitzhaltung der Schüler*innen ein, mit Aufforderungen wie „*Nimm die Füße vom Sofa*!", „*Setz dich hin*!" oder „*Sitz gerade*!", und das Regulieren der Lautstärke. Die Lehrpersonen fordern die Schüler*innen dazu auf, leiser zu sein, wobei die Akzeptabilität der Lautstärke weder mit den Schüler*innen ausgehandelt noch mit den GOFEX-Dozierenden abgesprochen wird. Es wird nie darüber gesprochen, was eigentlich eine angemessene Lautstärke während der Experimentierphase ist. Vielmehr entscheidet die Lehrperson allein, was eine akzeptable Lautstärke ist, wann es *ihr* zu laut ist und sie in-

terveniert, wenn es *ihr* zu laut ist. Das Intervenieren resp. Regulieren bzgl. Lautstärke läuft dabei besonders multiverbal ab, d. h. teilweise handelt die Lehrperson verbal-vokal durch Phrasen wie „*Jetzt ist es aber mal gut*!" oder „*So, jetzt hört mal auf*!" und durch Interjektionen wie „*Pssst*!" Weitaus häufiger halten sich die Lehrpersonen aber verbal-vokal zurück und regulieren nonverbal, z. B. durch entsprechende Gesten (Zeigefinger zum Mund, Stampfen und Hände in die Hüften stützen) oder durch entsprechende Rituale (Klatschrhythmus, s. Kap. 8.2.2). Im Hinblick auf den Ordnungsrahmen, verstanden als Konglomerat aus Verhaltensregeln bzgl. Lautstärke, Zusammenarbeit in Gruppen usw. an einem GOFEX-Tag, konnte ich dagegen keine Intervention seitens der GOFEX-Dozierenden beobachten, die hier in meinen Augen den Schüler*innen große organisatorische Freiheiten überlassen, aber auch große organisatorische Verantwortung von den Schüler*innen verlangen (bzgl. Wahl des Arbeitsortes oder der Sozialform, Zeiteinteilung usw.).

Ein Großteil der Regulationen und Interventionen durch die Lehrpersonen, die ich am GOFEX-Tag beobachten konnte, bezieht sich zudem auf **Sicherheitsaspekte im Umgang mit heißem Wasser, Feuer** etc. Die Lehrpersonen nehmen hier z. B. einzelne Experimentierschritte gänzlich ab, wie das Anzünden einer Kerze oder das Wasserkochen, wohingegen die GOFEX-Dozierenden hier eher unterstützend und ermutigend agieren.

Lehrpersonen legen großen Wert auf die **Einführung und Kontrolle von Regeln**. Ein Beispiel hierfür sind die o. g. Vignetten zur Gruppenbildung in den Situationen „Auslegerbrücke" und „Einfache Schaltung" (Kap. 8.2.2), in der LP#5, LP#6 und LP#8 bestimmte Regeln zur Gruppenbildung durchsetzen (z. B. „*Einmal gebildete Gruppen müssen zusammenbleiben*" oder „*Eine Gruppe muss zu jeder Zeit noch weitere Schüler*innen aufnehmen*"; s. o.), obwohl sie damit die aus der Sache heraus begründeten Entscheidungen der Schüler*innen kompromittieren. Ähnlich verhält es sich in der „Klatschrhythmus"-Situation (Kap. 8.2.2), in welcher LP#8 durch energisches Klopfen und „*Psst*!"-Rufe die Lautstärke kontrolliert und reglementiert, oder in der "Namensschilder"-Situation (Kap. 8.2.2), in der LP#8 die Wiederanbringung eines entfernten Namensschildes verlangt und sich dabei auch nicht offen für Diskussionen zeigt. Derartige Interventionen verdeutlichen, dass das Classroom-Management und die Wahrung der Ordnung oft über die Förderung eines selbstbestimmten Vorgehens der Schüler*innen gestellt wird.

Die GOFEX-Dozierenden dagegen initiieren letztlich die **Rahmenbedingungen für ein selbstbestimmtes Vorgehen der Schüler*innen**:[275] Sie fordern häufig explizit zur

[275] Die GOFEX-Dozierenden sind, vermeintlich anders als die Lehrpersonen an den beobachteten GOFEX-Tagen (s. Kap. 5.3; 6.1), explizit für offene Experimentierprozesse und die Förderung eines selbstbestimmtes Vorgehens der Schüler*innen qualifiziert und konzeptionell in der Rolle ‚Lernbegleitung' (s. Kap. 5.4) ausgebildet.

Verbalisierung von eigenen Beobachtungen und eigenen Erkenntnissen auf. Dabei wird schon in der Wahl des Personalpronomens unmittelbar eine Subjekt-Perspektivierung vorgenommen, indem gefragt wird: *„Was habt ihr gemacht (und herausgefunden)?“, „Was habt ihr beobachtet?“, „Was habt ihr denn verändert?“, „Was fällt euch auf?“, „Was wolltet ihr denn herausfinden?“* oder *„Woher weißt du das?“*. Bei diesen Fragen der GOFEX-Dozierenden handelt es sich außerdem zumeist um ‚information-seeking questions‘, die individuelle Beobachtungen und Erkenntnisse der Schüler*innen zusammentragen und einen Austausch initiieren (sollen). Anders als bei ‚known-information questions‘ sind diese Fragen offen und legen Schüler*innen keine spezifischen Ergebnisse, Deutungen und Weiterführungen ‚in den Mund‘. In der „Öl und Wasser"-Situation (Kap. 8.3.2) fragt LB#8 die Schüler*innen beispielsweise: „*Was fällt euch auf?*“, was diese m. E. zum genauen Beobachten und zur Versprachlichung der eigenen Beobachtungen anregen soll (allerdings stellt LB#8 die Frage nach den Beobachtungen m. E. verfrüht, s. Kap. 8.3.2).

Die Lehrpersonen dagegen intervenieren eher mit ‚unpersönlicheren‘, unperspektivierten Fragen: *„Was ist das?“* (24.06.2019) oder *„Was passiert denn da?“* (10.04.2019). Angesichts meiner Beobachtungen, dass es sich dabei häufig entweder um alltäglich bekannte und geläufige Materialien, bei denen ich voraussetze, dass die Lehrpersonen sie kennen (z. B. Kompass, Hufeisenmagnet), oder bei denen ich mitbekommen habe, wie die Lehrpersonen in vorherigen Gesprächen mit ihren Kolleg*innen gesagt haben, dass sie das Material kennen, wird deutlich, dass es sich um wissens- und erkenntnisüberprüfende Pseudofragen handelt: Die Lehrpersonen stellen häufiger solche ‚well known information questions‘ als die GOFEX-Dozierenden. Eine andere häufiger beobachtete Gesprächseröffnung der Lehrpersonen während der Experimentierphasen lautet: „*Was macht ihr*?“ (05.12.2018, 08.04.2019, 10.04.2019, 03.12.2019) und zielt m. E. eher aktionistisch auf Handlungsbeschreibungen als auf die Verbalisierung von Beobachtungen und Erkenntnissen. Eine weitere, den Schüler*innen m. E. sehr häufig von den Lehrpersonen gestellte Frage ist *„Klappt das bei euch?“* oder *„Funktioniert es?“* und zielt im Sinne einer Ergebnisorientierung m. E. darauf, einen bestimmten Effekt zu erzeugen, fokussiert aber nicht den Experimentierprozess wie die o. g. Fragen der GOFEX-Dozierenden: *„Was habt ihr gemacht (und dabei herausgefunden)?“, „Was habt ihr beobachtet?“* usw.

8.4.2 Subjekt-Prozess-Orientierung oder Ergebnisorientierung beim Lehrhandeln

Im Vergleich mit den GOFEX-Dozierenden zeigen die Lehrpersonen eine hohe Tendenz zur **Kontrolle in Bezug auf den Experimentierprozess der Schüler*innen**. In der Situation „Schokolade“ (Kap. 8.3.4) unterbricht LP#9 ein Experiment der Schüler*innen, indem er seine Hand flach über das Glas hält und bemerkt: *„So, das habt ihr jetzt ja oft*

genug gemacht“ Dies nimmt den Schüler*innen die Kontrolle über den Zeitpunkt und die Dauer ihrer Exploration. Es vermittelt ihnen m. E., dass ihre eigenständige, wiederholte Beobachtung unerwünscht ist, sobald ein für die Lehrperson vermeintlich ausreichendes Ergebnis erzielt wurde, und ignoriert dabei eine mögliche Vertiefung. LP#9 ‚reißt‘ die Kontrolle über das Vorgehen der Schüler*innen an sich, da das Vorgehen der Schüler nicht seinen Vorstellungen entspricht. In der Situation „Dreckwasser“ (Kap. 8.3.4) unterbricht LP#9 ebenfalls die eigenständigen Siebversuche der Schüler und drängt sie zu den von ihm präferierten Methoden (Kaffeefilter, dann Küchenpapier). Die Frage „*Warum macht ihr es nicht so wie vorher?*“ ist keine kommunikationsorientierte, offene Frage (information-seeking), sondern eine rhetorische Frage und verdeckte Anweisung, zum aus Sicht der LP#9 ‚richtigen‘ Weg zurückzukehren. Damit übergeht LP#9 allerdings die bereits von den Schülern gemachten Erfahrungen und Erkenntnisse mit den vorherigen Methoden. In der Situation „Overheadprojektor“ (Kap. 8.3.4) wird der eigenständige und kreative Vorschlag der Schüler, ein Wasserglas zu nutzen, um einen vorgegebenen Schlagschatten ‚nachzustellen‘, durch Nonverbalitäten und eine knappe, abfällige Bemerkung („*Mhm. Okay*“, *begleitet von Stirnrunzeln und Seufzen*) unterbunden. Ihre anfängliche Initiative, eigene, selbstbestimmte Wege zu beschreiten, wird behindert. Auch hier übernimmt die Lehrperson (LP#1) die Kontrolle über das Experiment der Schüler.

Auffällig ist dabei m. E., dass diese Kontrollübernahme in diesen drei (exemplarischen und auch in weiteren) Beobachtungssituationen ohne Gelegenheit für die Schüler*innen erfolgt, sich zu erklären. LP#9 fragt also z. B. nicht zuerst nach Gründen für das Handeln der Schüler*innen, sondern entscheidet und reguliert ‚über deren Köpfe hinweg‘. Darüber hinaus habe ich den Eindruck, dass Lehrpersonen die eigenständigen, explorativen Aktivitäten der Schüler*innen häufig als ‚Spiel‘ oder ‚Unsinn‘ interpretieren bzw. abwerten, insbesondere wenn sie nicht direkt zum erwarteten Handeln oder zu den erwarteten Ergebnissen führen. Die Lehrpersonen unterstellen den Schüler*innen in meinen Augen, ihr Vorgehen sei nicht auf ein bestimmtes fachliches Lehrziel und ‚sichtbares‘ Ergebnis gerichtet. Sie unterstellen, die Schüler*innen machten Nonsens. „Hier zeigt sich die Schwierigkeit, die Grenze zwischen Experimentieren bzw. Lernen und einem spielerischen, ausprobierendem Zugang zu ziehen“ (Kelkel & Peschel 2020: 71). Die Kernfrage dabei ist letztlich, *wann* und *vor allem wie* man eingreifen sollte (vgl. ebd.). Die beobachteten Lehrpersonen übernehmen häufig sehr früh selbst die Kontrolle über Experimente der Schüler*innen und wirken in meinen Augen darauf hin, das aus ihrer Sicht ‚richtige‘ Ergebnis zu erzielen. Ihr Handeln scheint eben oft auf Stoffvermittlung, Ergebnisorientierung und das (organisatorische, soziale) Management der Klasse ausgerichtet zu sein.

Sie werden ungeduldig, wenn die Schüler*innen ‚vom richtigen (erwarteten) Weg abkommen' oder sich länger auf Beobachtungsprozesse, Wiederholungen oder Variationen einlassen. Sie neigen dazu, den ‚richtigen', ‚schnellen' Weg zum ‚richtigen' Ergebnis im Blick zu haben und entsprechend instruktiv und kontrollierend zu agieren. Ein Beispiel dafür ist die „Flaschengeist"-Situation (Kap. 8.1.2), in der LP#7 die eigenen Planungen und Variationen der Schüler*innen als irrelevant abtut und die Schüler*innen stattdessen selbst schnell zu einem erwarteten Ergebnis führt (als ein Schüler die Münze auf den Boden der Glasflasche legt, um zu überprüfen, ob dabei auch etwas passiert). Insgesamt habe ich den Eindruck gewonnen, dass die Lehrkräfte sich in der Verantwortung sehen, den Lern- und Experimentierprozess der Schüler*innen zu steuern und aus ihrer Sicht abweichende Wege zu korrigieren. Sie tendieren, wie in der „Flaschengeist"-Situation, die Schüler*innen schnell zu einem erwarteten Ergebnis zu führen und den explorativen Anteil des Offenen Experimentierens, m. E. der entscheidende Anteil (s. Kap. 3.1), zu reduzieren. GOFEX-Dozierende, wie z. B. LB#2, dagegen agieren an den beobachteten GOFEX-Tagen subjektorientierter, entschleunigender und insgesamt weniger vorverurteilend:

Ausschnitt aus meinem Beobachtungsprotokoll vom 11.04.2019 („Zuckerwasser")

11.04.2019, Klasse 2, Wasser, Modul 2, 09.00-12.30 Uhr, 20 Schüler*innen, erster GOFEX-Tag
GOFEX-Dozierende JD = LB#2, MF = LB#5, Lehrpersonen TH = LP#9

Die Schülerinnen S#38 und S#39 schütten schon seit einiger Zeit eine Flüssigkeit nach der anderen in eine recht hohe Vase. Zuerst haben sie verschiedene Öle, Leitungswasser, zwei Sorten Essig, Orangensaft und Cola in die Vase geschüttet. Anschließend stellen sie verschieden gesättigte Zuckerwasserlösungen her, die sie auch in die Vase schütten. Jede der Zuckerwasserlösungen färben sie mit einer anderen Lebensmittelfarbe (rot, gelb, grün, blau). Ich beobachte, wie LB#2 die Schülerinnen schon einige Zeit beobachtet und schließlich fragt: „Was genau habt ihr da jetzt eigentlich alles reingeschüttet?" Was da in der Vase ist, hat einen undefinierbaren hellbraunen Farbton angenommen, obgleich die Schülerinnen kein einziges Mal mit einem Löffel o. ä. verrührt haben. S#38 und S#39 antworten LB#2 und zählen auf, was sie alles in die Vase geschüttet haben: „Zuerst nur Wasser und Öl. Das hat sich dann so geschichtet. Und dann haben wir Essig, noch mehr Öl, auch Orangensaft, Cola aus dem Kühlschrank reingemacht" S#39 ergänzt: „Dann haben wir angefangen so Zucker in Wasser aufzulösen und wollen das auch reintun".

LB#2 fragt weiter nach: „Was wollt ihr denn herausfinden?", woraufhin S#38 antwortet: „Na am Anfang war das Öl so auf dem Wasser und dann wollten wir herausfinden, was bei den anderen Sachen passiert". S#39 ergänzt: „Ja, ob wir noch mehr so Schichten machen können."

Die Situation beginnt damit, dass S#38 und S#39 verschiedene Flüssigkeiten in eine Vase schütten. LB#2 beobachtet dieses explorative und ergebnisoffene Vorgehen zunächst „*schon einige Zeit*", bevor sie interveniert. Allein diese beobachtende Haltung und das Aushalten des (aus Sicht der LB#2 vielleicht) planlosen Vorgehens der Schülerinnen – sie schütten Flüssigkeiten zusammen – unterscheiden sich bereits von dem häufigen Handeln der beobachteten Lehrkräfte, die oft schneller eingreifen, um ‚Quatsch' zu un-

terbinden, ‚Ordnung' herzustellen und die Schülerinnen auf den ‚richtigen' Weg zurückzuführen (z. B. in den Situationen „Dreckwasser" und „Schokolade"; s. Kap. 8.3.4). Die erste Frage der LB#2, *„Was genau habt ihr da jetzt eigentlich alles reingeschüttet?"*, ist deskriptiv**,** nicht normativ. Sie fragt nach einer Beschreibung des Vorgehens, ohne Bewertung oder Urteil über die Sinnhaftigkeit des Schülerinnenhandelns zu implizieren. Diese Frage signalisiert den Schülerinnen in meinen Augen, dass die GOFEX-Dozierende die Schülerinnen ernst nimmt und verstehen *möchte*, was sie tun. Es ist auch keine Intervention hinsichtlich *eines* vermeintlich ‚richtigen', erwünschten Ergebnisses, Weges oder hinsichtlich fehlender methodischer Rahmenbedingungen (z. B. Variablenkontrollstrategie oder Konstanthalten der Menge der Flüssigkeiten), sondern eine Wertschätzung des und Interesse am bisherigen Vorgehen und Experimentierprozess der Schülerinnen.

Die Schülerinnen antworten ausführlich, was sie *gemacht* haben, und zählen ihre Zutaten auf. Sie rechtfertigen sich nicht, was darauf hindeutet, dass sie die Frage der LB#2 nicht als Vorverurteilung oder impliziten Angriff wahrgenommen haben. Die zweite Frage der LB#2, *„Was wollt ihr denn herausfinden?"*, zielt subjektorientiert auf die Lernabsicht oder die Lernziele der Schüler*innen ab, nicht auf ein vordefiniertes Lehrziel oder eine Lehrabsicht. Erneut belässt LB#2 mit dieser Frage die Kontrolle über das Experiment bei den Schülerinnen. Die GOFEX-Dozentin urteilt nicht über die Methode oder das ggf. chaotisch wirkende Ergebnis („*undefinierbarer hellbrauner Farbton*"). Stattdessen adressiert die Frage die Intentionen und Motivationen der Schülerinnen. Die Schülerinnen zeigen mit ihrer Antwort übrigens m. E., dass sie sehr wohl eine klare Fragestellung haben („*was bei den anderen Sachen passiert*", „*ob wir noch mehr so Schichten machen können*"), die sich ggf. aus ihren ersten Beobachtungen (*Öl auf Wasser*) ergeben hat.

Im Gegensatz zu vielen der beobachteten Lehrpersonen, die m. E. dazu neigen, vorzuverurteilen (z. B. LP#9 in „Dreckwasser" oder LP#1 in „Overheadprojektor"; Kap. 8.3.4) und direkt die Kontrolle an sich zu reißen (z. B. LP#9 in "Schokolade" mit der Hand über dem Glas; Kap. 8.3.4, oder LP#6 in „Balance of Power" mit der Übernahme des Spiels; Kap. 7.4), verfährt LB#2 hier subjektorientiert und respektvoll gegenüber dem eigenständigen Experimentierprozess der Schüler*innen. Bevor sie – falls überhaupt nötig – Unterstützung anbietet, zielen ihre Fragen auf ein Verstehen des Vorgehens der Schülerinnen. Das Nachfragen (*„Was genau habt ihr da jetzt eigentlich alles reingeschüttet?"; „Was wollt ihr denn herausfinden?"*) ist m. E. der richtige Weg, um (1) subjektorientiert die individuellen Vorgehensweisen und explorativen Lernprozesse der Schüler*innen zu begleiten, (2) Kommunikations- und Erkenntnisprozesse anzuregen und gleichzeitig (3) Verantwortung und Kontrolle an die Schüler*innen abzugeben sowie (4) die epistemi-

sche Autorität bei den Schüler*innen zu ‚belassen'. Die Denkprozesse der Schüler*innen sind nämlich von außen nicht direkt nachvollziehbar und Urteile der Lehrenden über das Vorgehen der Schüler*innen bleiben ohne Nachfragen m. E. immer Unterstellungen.

Trotz dieses Fokusses auf Subjekt- und Prozessorientierung habe ich auch die GOFEX-Dozierenden in Situationen beobachtet, in denen sie die Rolle „Lernbegleitung" in meinen Augen nicht so ausfüllen, wie sie im GOFEX konzeptualisiert ist. Dies zeigt sich beispielsweise in der „Flammensprung"-Situation (Kap. 7.2), in der LB#3 wiederholt auf die Stationskarte verweist und die Schülerinnen dazu anleitet, genau das zu tun, was dort beschrieben ist. Gleichzeitig bewirkt LB#3 damit, dass die Schülerinnen mit ihren eigenen Vertiefungen und Schwerpunktsetzungen aufhören. Da die die Interventionen der LB#3 die Schülerinnen also auf den vorgesehenen Bearbeitungsweg der geschlossenen Experimentieraufgabe zurückführen (Modulebene 1: *Angeleitetes* Experimentieren an Stationen), wird die freiere, explorative Annäherung an die Phänomene (Abbrennen des Streichholzes, Aufsteigen des Wachsdampfes) eingeschränkt. Zudem habe ich Unsicherheiten der GOFEX-Dozierenden im Umgang mit längeren Phasen des Schweigens der Schüler*innen beobachtet: In der „Öl und Wasser"-Situation (Kap. 8.3.3) fragt LB#4 die Schüler*innen durchaus subjekt- und prozessorientiert: *„Was fällt euch auf?"* Die Schüler*innen versprachlichen ihre Beobachtungen, warten aber danach m. E. auf eine Bewertung, Anschlussfrage oder weitere Intervention der GOFEX-Dozentin – ganz im Sinne des vermeintlich unterrichtlich habitualisierten Frage-Antwort-Bewertung-Schemas (Initiation-Response-Evaluation/IRE; Mehan 1979; s. Kap. 8.3.3). Nach einer Phase des Schweigens, in der die GOFEX-Dozentin sichtlich unsicher wirkt („*blickt zur Decke*", „*ähm… mhm*", „be*ißt sich auf die Unterlippe*"), gibt LB#4 eine Anweisung und handelt damit letztlich im Frage-Antwort-Bewertung-Schema (und gibt dem ‚Gewohnheitsdruck' der Schüler*innen nach): „*Schüttet doch mal zuerst Öl und dann Wasser rein*!" Die Unsicherheit der GOFEX-Dozentin führt hier zu einer Rückkehr zur Direktivität und verstärkt m. E. letztlich das Abhängigkeitsverhältnis zwischen LB#4 und den Schüler*innen: Diese warten nun auf weitere Anweisungen der GOFEX-Dozentin und fahren ihre vorherige Eigeninitiative zurück. GOFEX-Dozierende wie LB#3 und LB#4 ringen hier, m. E. sichtbar, mit dem Dilemma, einerseits die Offenheit der Experimentiersituation zu wahren und andererseits die Schüler*innen im Erschließen der Phänomene und ‚über erste Beobachtungen hinaus' in ihrem Experimentierhandeln zu unterstützen. Die Balance zwischen Offenheit und Eingriff stellt eine fortwährende Herausforderung dar, durch welche die GOFEX-Dozierenden mitunter in Dilemmata geraten, in denen ihre Rolle „Lernbegleitung" und der konzeptionelle Ansatz, ein selbstbestimmtes Vorgehen zu ermöglichen, konfligieren.

Auch bei den GOFEX-Dozierenden konnte ich subtile, ‚verdeckte Interventionen und Einflüsse' beobachten, mit denen sie z. B. Äußerungen von Schüler*innen bewerten und dadurch filtern, um ‚erwünschte' Ergebnisse zu begünstigen. Dies ist angesichts des didaktischen GOFEX-Konzeptes bzgl. der Rolle „Lernbegleitung" illegitim (s. Kap. 5.4) und geht insbesondere am Anspruch vorbei, als Lernbegleitung an GOFEX-Tagen nicht zu werten und nicht zu urteilen (vgl. Kelkel et al. 2025: 517), sondern subjekt- und prozessorientiert zu agieren. In der „Brückenkriterien"-Situation (Kap. 8.3.3) etwa führt die Art und Weise, wie LB#1 und LB#4 bestimmte Äußerungen der Schüler*innen in der Meldekette kommentieren („*Das meinte ich noch*!") bzw. auf der Flipchart notieren, dass die Schüler*innen zu bestimmten, von den GOFEX-Dozierenden präferierten Kriterien gelenkt werden, während andere Kriterien, die die Schüler*innen einbringen, weniger beachtet oder abgewertet werden. Zum Beispiel gibt LB#4 in der Meldekette selbst die Idee vor, einen Erdbebentest durchzuführen, um die Stabilität der Brücke zu überprüfen, und LB#4 bewertet Schüler*innen-Vorschläge wie „*Auf- und Abfahrt*" als „*nicht genau das, was ich meinte*".

Das richtige Maß an Unterstützung (die Frage nach dem WIE VIEL) und die Formulierung geeigneter Impulse (die Frage nach dem WAS und WIE) seitens der Rolle ‚Lernbegleitung' sind dementsprechend situativ auszuhandeln (vgl. Kelkel & Peschel 2020: 72). Für die Rolle ‚Lernbegleitung' ist m. E. existenziell, aushalten zu können, „dass Lernwege und Lerninhalte von der im Vorfeld geplanten [und erwarteten] Form abweichen" (M. Peschel 2009b: 233; Anm. d. V.). Die vermeintlichen „Umwege" (Schäfer 2014: 134) oder „Fehler" (ebd.) können „Fenster ins Denken des Schülers" (Reusser 2012: 12) sein (vgl. auch Geiss & Schumann 2014). Es ist eine individuelle Einschätzung, welche*n Schüler*in man wie lange in einer Auseinandersetzung belässt. Dabei muss die Rolle ‚Lernbegleitung' jedoch in fachlicher Hinsicht und vom didaktischen, pädagogischen Standpunkt her entsprechende Interventionen planen, die die Intentionen und Ideen der Schüler*innen nicht ignorieren, sondern aufgreifen und weiterführen – im subjektorientierten Sinne.[276]

8.4.3 Verantwortungsabgabe, Kontrollmechanismen und Deutungshoheiten

Ein typisches Handlungsmuster, das ich bei GOFEX-Dozierenden, aber nicht bei den untersuchten Lehrkräften beobachtet habe, ist die Tendenz, sich nach einer Intervention zurückzuziehen, um den Schüler*innen die Entscheidung zu überlassen, ob sie die Intervention umsetzen – oder eben nicht. In der „Öl und Wasser"-Situation (Kap. 8.3.4) zieht

[276] Aus einer subjektwissenschaftlichen Perspektive kommt es darauf an, „den Initiativen von Schüler/innen nicht nur überhaupt einen Stellenwert zu geben, sondern einen Vorrang gegenüber den darauf bezogenen zeitlich nachrangigen Resonanzen der Mitschüler/innen bzw. der Lehrer/innen einzuräumen" (Häcker 2007: 57).
In Erweiterung dieses Konzepts der Schüler*innen-Initiativen und Lehrer/innen-Resonanz muss allerdings „auch für die Lehrer/in ein Initiativraum postuliert werden, der dann greift, wenn Initiativen seitens einzelner Schüler/innen ausbleiben und der Lehrer/innen eine zumindest grobe Orientierung" (ebd.: 308) für die Schüler*innen erlaubt.

sich LB#4 beispielsweise nach einer Intervention zum Vertauschen der Eingießreihenfolge von Flüssigkeiten zurück. Hier ist es gerade die *Abwesenheit* der GOFEX-Dozentin, die das selbstbestimmte Vorgehen der Schülerinnen und ihren explorativen Zugang (wieder) stärkt (z. B. erweitern sie das Öl-Wasser-Experiment um Tintenschlieren), während die *Anwesenheit* der LB#4 ein Abhängigkeitsverhältnis zwischen der GOFEX-Dozentin und den Schülerinnen verstärkt und ihr selbstbestimmtes Vorgehen verhindert (d. h. die Schülerinnen warten auf Anweisungen der GOFEX-Dozentin). Ähnlich verhält es sich, wenn LB#5 in der „Dreckwasser"-Situation (Kap. 8.3.4) wortlos einen Kaffeefilter neben das Glas legt und sich dann entfernt. Dies lenkt die Schüler zwar subtil auf ein bestimmtes Material, das die GOFEX-Dozentin für zielführender hält als die Materiallösung der Schüler. Gleichzeitig überlässt LB#5 den Schülern aber die Entscheidung, den Kaffeefilter einzusetzen. Sie *unterstützt* die Schüler zwar, *kontrolliert* aber sie m. E. nicht.

Bei den Lehrkräften habe ich dagegen häufiger beobachtet, dass sie nach ihren Interventionen am Experimentiertisch bleiben und kontrollieren, ob ihre Intervention schließlich umgesetzt wird. Wenn die Schüler*innen die Intervention nicht umsetzen, wird die Intervention meist wiederholt oder sogar noch interveniert. Ein Beispiel hierfür ist LP#9 in der „Dreckwasser"-Situation (Kap. 8.3.4), der, im Prinzip ähnlich wie LB#5, „*eine Rolle Küchenpapier [...] wortlos auf den Tisch*" stellt. Anders als LB#5 entfernt sich LP#9 aber nicht aus der Situation: Als die Schüler den Kaffeefilter nicht einsetzen und weiter mit dem Geschirrtuch filtern, „*streckt [LP#9] sich und schiebt die Küchenrolle noch näher an die beiden heran, dann lässt sie sich auf ihrem Drehstuhl zurückfallen*". Der Lehrer kontrolliert also, ob die Schüler die Intervention umsetzen. Als dies ausbleibt, intensiviert er die Intervention und drängt ihnen die Küchenrolle wortwörtlich noch stärker auf. Auch in der „Flaschengeist"-Situation (Kap. 8.1.2) bleibt LP#7 nach ihrer ersten Intervention („*Hier steht, was ihr tun sollt!"*) die ganze Zeit am Experimentiertisch. Sie kontrolliert, dass die Schüler*innen die Experimentieranleitung bearbeiten und kommuniziert diese Kontrolle auch durch ihre Körperhaltung und Präsenz: „*LP#7 bleibt die ganze Zeit über am Tisch stehen, stützt sich mit beiden Händen ab und beobachtet das Handeln der Gruppe*." Fortwährend kontrolliert und steuert sie das Handeln der Gruppe durch weitere verbal-vokale („*Wenn du auch holst, seid ihr schneller*!") und nonverbale Interventionen (u. a. *mit den Fingern ungeduldig auf die Tischkante tippen, nicken, lachen*; s. Kap. 8.1.2).

Ein weiterer Unterschied zwischen den GOFEX-Dozierenden und den Lehrpersonen besteht in meinen Augen darin, dass letztere häufig viel **ergebnisorientierter** auftreten (s. Kap. 8.3; 5.7) und dabei meist **Deutungshoheit** über ‚richtige' Ergebnisse beanspruchen. In der „Dreckwasser"-Situation (Kap. 8.3.4) beispielsweise versprachlicht S#32 die

Beobachtung, dass das Wasser durch Verwendung des ‚Geschirrtuchfilters' „*sauberer wird*", was LP#9 verbal-vokal („*Nein*!") und mit Kopfschütteln abtut, obgleich die Schüler ihre Beobachtungen sogar noch ausführen: „*Der Dreck bleibt am Rand von einem Becher immer hängen*!" Mit der Gestik und dem kongruenten Widerspruch kommuniziert LP#9 den Schülern letztlich, dass deren Wahrnehmungen, Beobachtungen und Schlussfolgerungen ‚falsch' sind, wenn sie nicht mit denen der Lehrperson übereinstimmen. In der „Overheadprojektor"- Situation (Kap. 8.3.4) ein kreativer Vorschlag der Schüler von LP#1 nonverbal-nonvokal abgewertet. Die Schüler erfahren, dass ihre Ideen fortwährend beurteilt und als ‚nicht sinnvoll' abgetan werden, bevor sie überhaupt getestet wurden.

Auch in der „Schokoladen"-Situation (Kap. 8.3.4) führen das Augenrollen und Seufzen des LP#9 in meinen Augen dazu, dass die Schüler ihre Idee, eine Variation mit Salzbrezeln durchzuführen, nicht weiterverfolgen. Hier beansprucht LP#9 m. E. Deutungshoheit und befindet a priori über die Idee der Schüler. In „Balance of Power" (Kap. 7.4.) übernimmt LP#6 sogar selbst das Spiel, um das ‚richtige' Ergebnis zu erzielen, anstatt die Schülerin prozessorientiert darin zu unterstützen, selbst erfolgreich im Spiel zu agieren.

Die GOFEX-Dozierenden versuchen zwar erkennbar, Schüler*innen zur Beobachtung und zum Austausch über Beobachtungen anzuregen: In der Situation „Öl und Wasser" (Kap. 8.3.4) fragt LB#4 die Schüler*innen beispielsweise, was ihnen bei der Durchführung ihres Experiments auffällt. Sie fordert die Schüler*innen auf, ihre eigenen Beobachtungen zu teilen, sich darüber austauschen und gemeinsam Schlüsse zu ziehen, anstatt ihnen vorgefertigte Antworten zu geben. In den beobachteten Einstiegskreisen mit dem Demonstrationsversuch „Kerzenaufzug" (Kap. 8.1.2) fordern LB#1 und LB#2 die Schüler*innen ebenfalls auf, ihre Beobachtungen zu versprachlichen und auch, diese aufeinander zu beziehen: „*Was habt ihr beobachtet?"* Der Austausch der Beobachtungen nimmt einen großen Stellenwert im Einstiegskreis ein, während es nicht um Erklärungen geht. Dies unterstreicht m. E. die hohe Relevanz, die das Beobachten und Kommunizieren an GOFEX-Tagen bekommen. In der Situation „Flammensprung" (Kap. 7.2) fragt LB#3 die Schülerinnen mehrmals, was sie beobachtet haben oder was bei ihrem Experiment passiert und öffnet damit m. E. Kommunikationsräume für den Austausch über Beobachtungen. Gleichzeitig lenkt er damit die Aufmerksamkeit der Schülerinnen auf die Beobachtung und regt einen Austausch an. In der „Flammensprung"-Situation wird aber m. E. auch deutlich, wie die GOFEX-Dozierenden mit der vollständigen Abgabe der Verantwortung an Schüler*innen ringen. Sie können entsprechend auch ‚in die Falle tappen', die Erkenntnisgewinnung zu lenken, was dann prinzipiell ähnliche Interventionsmuster zeitigt, die sich bei den Lehrpersonen beobachten lassen. So bemerkt LB#3,

dass die Schülerinnen sich sehr lange bei den ersten Schritten der Anleitung ‚aufhalten' und dabei eigene Schwerpunkte bzw. Vertiefungen setzen. Anstatt den Schülerinnen ihr eigenes Tempo und diese Vertiefungen zuzugestehen oder die Schwerpunktsetzungen mit ihnen zu diskutieren und ggf. auszuhandeln, reinstitutionalisiert LB#3 die Experimentieranleitung und bewirkt damit, dass die Schülerinnen sich stärker an die Anweisungen halten, zulasten des intensiven und explorativen Auseinandersetzens mit den Randerscheinungen des anvisierten Phänomens „Flammensprung". Weitere Situationen, in denen GOFEX-Dozierende das Vorgehen der Schüler*innen, entgegen der GOFEX-Konzepte, subtil lenken, habe ich weiter oben bereits benannt: In der Situation „Brückenkriterien" (Kap. 8.3.4) fragt die Dozentin LB#4 zwar nach den Kriterien für eine gute Brücke, unterbricht aber die Meldekette, um die Idee eines ‚Erdbebentests' selbst vorzugeben. Zudem bewertet sie fortwährend Schüler*innen-Ideen wie „*Auf- und Abfahrt*" als „*nicht genau das, was ich meinte*". Solche Interventionen zeigen, dass LB#4 eine Vorstellung von ‚erwünschten' oder ‚korrekten' Antworten hat und ihre Fragen, Kommentare und v. a. Nonverbalitäten subtil dazu nutzt, die Schüler*innen in diese erwünschte Richtung zu lenken. Dies ist eine Form der impliziten epistemischen Kontrolle, bei der die Dozentin letztlich entscheidet, welche Beiträge als gültig oder relevant erachtet werden. Beispielhaft dafür ist auch, welche Schüler*innenäußerungen auf der Flipchart im Einstiegskreis notiert werden und welche nicht (s. Brückenkriterien, Kap. 8.3.4) und auch, welche Experimentierhandlungen der Schüler*innen von Lehrenden fotografiert werden und welche nicht: Zum Beispiel fotografiert niemand die unkonventionellen Umgangsweisen von S#1 und S#2 mit dem Dosentelefon: Wettziehen, Flatulenzgeräusche. Dass LP#1 von der Dosentelefon-Gruppe fortwährend kein Foto macht, wohl aber von anderen Tischgruppen, kann m. E. als indirekte Abwertung gedeutet werden.

8.4.4 Umgang mit divergenten Erkenntniswegen und Erkenntnissen

Der Umgang mit divergenten, also unerwarteten oder ungeplanten, Lösungsansätzen und Beobachtungen ist ein wichtiger Hinweis auf die persönliche Offenheit der Lehrenden im Hinblick auf die Akzeptanz und das Zulassen eines selbstbestimmten Vorgehens der Schüler*innen: Die beobachteten Lehrpersonen an den GOFEX-Tagen tendieren eher dazu, divergente Lösungsansätze zu unterbinden, insbesondere, wenn die Schüler*innen diese Lösungsansätze mehrmals und vertieft wiederholen, anstatt zügig auf Ergebnisse hinzuarbeiten. Damit fördern Lehrpersonen illegitimerweise einen Modus des schnellen Abarbeitens, wohingegen das GOFEX konzeptionell eher einen Modus des Freien Explorierens, Experimentierens und Problemlösens evoziert (Kap. 5.4; 5.6; 5.7). Unerwartete Schüler*innen-Ideen und -Lösungen werden dagegen von den Lehrpersonen, so mein

Eindruck, oft als ‚Ablenkung' oder ‚Fehler' reguliert und korrigiert. In der „Dreckwasser"-Situation (Kap. 8.3.4) etwa nutzen die Schüler zunächst verschieden engmaschige Siebe und später ein Geschirrtuch, um das ‚dreckige Wasser' zu filtern. Zudem schütten sie das ‚dreckige Wasser' auch *ohne* Filter von Glas zu Glas und machen dabei detaillierte Beobachtungen über den ‚Dreck am Rand'. Anstatt das explorative und methodisch selbstbestimmte Vorgehen der Schüler (Geschirrtuch, ‚Glas-zu-Glas-Methode') und die differenzierten Beobachtungen prozess- und problemlöseorientiert zu unterstützen oder zu würdigen, wie es im didaktischen GOFEX-Konzept intendiert wäre, werden sie von LP#9 dazu angehalten, diese eigenen Zugänge zu unterlassen und zu einer von der Lehrperson präferierten Filtermethode (den verschieden engmaschigen Sieben) zurückzukehren, obwohl es den Schülern S#31 und S#32 mit ihren selbstbestimmten Filtermethoden gelingt, das ‚dreckige Wasser' zu reinigen. Die Lehrperson LP#9 signalisiert den Schülern jedoch m. E., dass nur ein bestimmter Lösungsweg von ihr akzeptiert wird, selbst wenn die Schüler S#31 und S#32 auf *ihrem* Weg bereits wertvolle Erkenntnisse gewonnen haben. Das Kopfschütteln und m. E. spöttische Lachen des LP#9 stellen jedoch in meinen Augen eine Abwertung des divergenten Bearbeitungsweges der Schüler dar.

Ähnlich erkennt LP#1 in der „Overheadprojektor"-Situation (Kap. 8.3.4) den kreativen Vorschlag, zu untersuchen, ob ein Wasserglas den gesuchten Schlagschatten ‚wirft', nicht als divergente Problemlösung an. Stattdessen wertet LP#1 diese divergente Lösung als unerwünschte Abweichung nonverbal ab: Sie hastet zum Tisch, runzelt die Augenbrauen, rümpft die Nase und atmet hörbar tief aus, bevor sie mit einem unzufriedenen „*Mhm. Okay*" reagiert. Statt das Interesse der Schüler an diesem neuen Weg zu erfragen, der ggf. zu anderen Beobachtungen (z. B. zur Lichtbrechung) geführt hätte, wird der kreative, divergente Vorschlag der Schüler S#33 und S#34 als unerwünschte Abweichung behandelt.

In der Situation „Schokolade" (Kap. 8.3.4) wiederholen die Schüler S#35, S#36 und S#37 das Experiment mit Sprudel, Cola, Zitronensaft und Schokolade mehrfach. LP#9 beendet diese kontemplative, vertiefende und beobachtungsorientierte Auseinandersetzung zunächst gestisch (er blockiert das Glas mit seiner Hand) und verbal-vokal: „*So, das habt ihr jetzt ja oft genug gemacht*". Als S#37 vorschlägt, das Experiment mit Salzbrezeln zu wiederholen, reagiert LP#9 mit Augenrollen und einem leise hörbaren Seufzen. Das verbale Einverständnis der Lehrperson (*„Ok! Gute Idee! Macht das!"*) wird durch die nonverbale Missbilligung stark entwertet und die Schüler lernen ggf., dass ihre divergenten, kreativen Lösungen (wie die Salzbrezel-Idee) und ihr exploratives Vorgehen als störend oder irrelevant wahrgenommen und negativ kommentiert werden. Die Eigeninitiative und Bereitschaft der Schüler, eigene Ideen einzubringen, wird dadurch ggf. gemindert

(s. Kap. 5.6). In meinen Augen sieht LP#9 die Wiederholungen und die Variation, ein neues Material einzusetzen, offenbar nicht als wertvolle wissenschaftliche Praxis an, sondern als redundante und daher unerwünschte Handlung, die nicht direkt zum vermeintlich nächsten ‚richtigen' Schritt führt – wie der ‚Modus des schnellen Abarbeitens'.

In der „Wasserläufer"-Situation (Kap. 7.3) wertet LP#3 den Vorschlag der Schülerin, in das Wasserglas, in das sie die Büroklammern gibt, Zucker hinzuzufügen, verbal-vokal ab, nachdem die Schülerin *die aus ihrer Sicht* problemlösungsorientierte Variation nur einmal ausprobiert hat und diese Variation nicht direkt zum *aus Sicht der der LP#3* ‚erwünschten' Ergebnis geführt hat: „*Nix passiert, siehst du! Jetzt würde ich es mal mit normalem Wasser probieren*!" Die LP#3 diskreditiert hier m. E. das selbstbestimmte Vorgehen der Schülerin und drängt S#5 sofort wieder auf den vermeintlich ‚richtigen' Weg. Als es LP#4 später gelingt, dass eine Reißzwecke nicht im Wasser untergeht, stoppt sie die weiteren Handlungen der Schülerin: „*S#5 will weitere Reißzwecken auf die Wasseroberfläche legen, doch LP#4 unterbricht sie, indem sie ihre Hand greift und die Handlung damit unterbindet*." Das weitere Experimentieren der Schüler*innen unterbindet LP#4 übergriffig und fokussiert die Erklärung der Oberflächenspannung, die sie frontal vermittelt und nicht dialogisch entwickelt. Dass LP#4 das Experiment später ‚für beendet erklärt', verdeutlicht die stark ergebnisorientierte und zeiteffiziente Haltung der Lehrerin: „*Das ist also das Experiment. Jetzt sind wir fertig und können das nächste machen*!" Die Fragen („*Ist das denn bei Wasserläufern auch so?*") und das weiterhin faszinierte Experimentieren der Schülerin werden ignoriert, sobald das *Lehr*ziel (Oberflächenspannung erklären) vermeintlich erreicht ist.

Die Lehrpersonen beenden Schüler*innenhandeln, das vermeintlich nicht zum von ihnen erwarteten und somit fremdbestimmten Ziel führt, das von ihnen bekannten, vermeintlich ‚korrekten' Versuchsanordnungen abweicht und ggf. problematisch, irrelevant oder chaotisch auf sie wirkt, anstatt – subjekt- und prozessorientiert (s. Kap. 8.4.2) – die dahinterliegenden Intentionen und Handlungsgründe oder den Erkenntnisgewinn der Schüler*innen zu erfragen. Ein weiteres Beispiel für das ergebnisorientierte und einschränkende Lehrhandeln ist die „Flaschengeist"-Situation (Kap. 8.1.2): Als die Schüler*innen einige Zeit das Vorgehen bei der Bearbeitung der Experimentieranleitung besprechen und z. B. verabreden, die Glasflasche „*noch kälter zu machen*", beschleunigt LP#7 das Vorgehen der Schüler*innen: „*Legt doch die Münze mal drauf, wenn die Glasflasche im Wasser ist und schaut, was sich dann verändert*!" Als ein Schüler nach der Glasflasche greift, die gerade im Wasserbad steht, diese umdreht, sodass die Flaschenöffnung am Beckenboden ist, und die Münze auf den Flaschenboden legt, reagiert LP#7 m. E. fast despektierlich auf diesen divergenten Bearbeitungsansatz: Die Lehrerin lacht und wer-

tet die Lösung verbal-vokal ab: „*Das ist ja jetzt wohl mal...*“ sowie „*War das jetzt eine gute Idee*?“ Die Schüler*innen dagegen blicken „*konzentriert auf die Glasflasche, nicht davon ablassend und weiterhin fest umfassend. Augenblinzeln auf ein Minimum reduziert; Augen weit geöffnet*“ Für die Schüler*innen hat diese Variation eben keinen erwartbaren, ‚offensichtlichen‘ Ausgang; für sie ist es daher keine unnötige oder unsinnige Variation.

Anders gehen die GOFEX-Dozierenden vor, wenn sie zunächst das Gespräch mit den Schüler*innen suchen und deren Intentionen und Handlungsgründe erfragen, wenn die Handlungen für sie ggf. ‚chaotisch‘ oder ‚unsinnig‘ erscheinen. Als Schülerinnen verschiedene Flüssigkeiten (Öle, Wasser, Essig, Orangensaft, Cola, Zuckerwasserlösungen mit Lebensmittelfarben) in eine Vase schütten, was zu einem „*undefinierbaren hellbraunen Farbton*“ führt, fragt LB#2 die Schülerinnen: „*Was genau habt ihr da jetzt eigentlich alles reingeschüttet*?“ und anschließend: „*Was wollt ihr denn herausfinden*?“. Die Schülerinnen können daraufhin klar formulieren, dass sie herausfinden wollten, ob sie „*noch mehr so Schichten machen können*", was zeigt, dass ihr Vorgehen eben nicht chaotisch, sondern explorativ und zielgerichtet war (s. o.). In der Situation „Öl und Wasser“ (Kap. 8.3.4) rühren S#25, S#26 und S#27 schweigend in einem Glas mit Öl und Wasser um und wechseln dabei die Beobachtungspositionen. LB#4 unterbricht das Schweigen: „*Was fällt euch auf*?“. Auch wenn die Aktivität für Außenstehende ggf. zeitverschwenderisch wirkt (langes, schweigendes Rühren und Beobachten), erfragt LB#4 die Beobachtungen der Schülerinnen, anstatt ihr Vorgehen zu vorzuverurteilen.

Gleichwohl habe ich auch bei den GOFEX-Dozierenden Handlungsmuster beobachtet, die divergente Handlungsweisen der Schüler*innen nicht zulassen, sondern m. E. eine Konvergenz hin zu erwarteten Ergebnissen und vorgegebenen Versuchen bewirken. In der „Flammensprung“-Situation (Kap. 7.2) etwa lenkt z. B. LB#3 als GOFEX-Dozent die Schülerinnen immer wieder auf die Stationskarte zurück, auch wenn die Schülerinnen eigene Beobachtungen machen (Abbrennen des Streichholzes, Aufsteigen des Wachsdampfes). Dass LB#3 die Schüler*innen zur Stationskarte und damit zu vorgesehenen Beobachtungsschwerpunkten und vorgesehenen ‚richtigen’ Ergebnissen lenkt, schränkt divergierende Beobachtungen, eigene Schwerpunktsetzungen und das Nachgehen von eigenen, spontanen Fragen im Sinne eines selbstbestimmten Vorgehens erheblich ein. Der GOFEX-Dozent priorisiert hier die Erfüllung des Stationsziels, was aber möglicherweise an der Modulebene (Angeleitetes Experimentieren) liegt und somit wieder konzeptgetreu wäre.

Die Lehrpersonen überwachen und bewerten (insbesondere nonverbal) das Handeln der Schüler*innen ständig und setzen sie damit m. E. unter einen massiven Druck. Zum Beispiel habe ich den Blickkontakt und das Blickverhalten der Lehrpersonen in Kapitel

8.3.4 als prüfend im Sinne einer omnipräsenten Blickkontrolle rekonstruiert. Das Abstützen auf dem Tisch und die Vorbeuge des Körpers (z. B. „Dreckwasser“, „Balance of Power“, „Schokolade“) sind weitere nonverbale Handlungsmuster, mit denen die Lehrpersonen Kontrolle und Dominanz ausüben. Die Lehrpersonen nutzen eine Reihe solcher nonverbaler Signale, die den Schüler*innen signalisieren, dass sie zu langsam oder ‚falsch‘ vorgehen: Augenrollen, Seufzen, Fußtrampeln und Fingertippen (z.B. „Dreckwasser“, „Flaschengeist“, „Wasserläufer“). Auch eine klagende oder unzufriedene Stimme, gepaart mit nonverbalen Zeichen der Unzufriedenheit (z. B. „Schokolade“), kommuniziert die Missbilligung gegenüber dem selbstbestimmten Vorgehen der Schüler*innen.

Die Interventionen der GOFEX-Dozierenden dagegen respektieren in meinen Augen die Eigeninitiative und das selbstbestimmte Vorgehen der Schüler*innen. Allerdings stoßen auch sie an Grenzen, wenn es darum geht, die epistemische Autorität und Verantwortung der Schüler*innen vollumfänglich anzuerkennen, mit Schweigen umzugehen oder Divergenz zu akzeptieren und produktiv zu nutzen. Die Herausforderung für die GOFEX-Dozierenden liegt darin, eine echte, nicht nur prozedurale, sondern auch epistemische Selbstbestimmtheit zu ermöglichen und dabei ihre eigene Unsicherheit zu überwinden: Die anfängliche Unsicherheit der LB#4 im Umgang mit Schweigen und die Tendenz, das Schweigen mit direktiven Fragen zu übergehen („Öl und Wasser“; Kap. 8.3.4), kann die Schüler*innen einschränken und in ein Abhängigkeitsverhältnis bringen. Die Abwertung und Hervorhebung einzelner Schüler*innenäußerungen in „Brückenkriterien“ (Kap. 8.3.4) zeigt, dass auch GOFEX-Dozierende die Ideenfindung der Schüler*innen beeinflussen können, wenn sie eine bestimmte Vorstellung vom ‚richtigen‘ Ergebnis haben.

Die wortlose Bereitstellung eines Materials (Kaffeefilter in „Dreckwasser“; Kap. 8.3.4) gibt den Schüler*innen einen Impuls, überlässt den Schüler*innen aber, infolge des Rückzugs der GOFEX-Dozentin, die Entscheidung darüber, ob und wie sie das Material nutzen. Der Rückzug der LB#4 in „Öl und Wasser“ (Kap. 8.3.4) ist ein weiteres Beispiel dafür, wie die *Abwesenheit* der GOFEX-Dozierenden die Schüler*innen ermutigt, eigene Variationen vorzuschlagen und gemeinsam umzusetzen (Hinzufügen von Tinte).

Die anfängliche Frage „*Was fällt euch auf*?“ („Öl und Wasser“, „Zuckerwasser“, „Flammensprung“) und die Bereitschaft, Schüler*innen *ihre* Beobachtungen äußern zu lassen („Flammensprung“, „Meldekette“) zeigt m. E., dass die GOFEX-Dozierenden die Beobachtungen der Schüler*innen ‚hochhalten‘, ernstnehmen und wertschätzen. Dass sich bei GOFEX-Dozierenden zudem seltener eine explizite verbale Bestätigung der Schüler*innen-Vorschläge beobachten lässt als bei den Lehrpersonen, kann m. E. dadurch erklärt werden, dass die GOFEX-Dozierenden durch ihre Ausbildung dafür qualifiziert

sind, das „Frage-Antwort-Bewertungs-Schema“ zu überwinden. Bei den Lehrpersonen ließ sich dagegen häufig beobachten, wie ihre Interaktionsmuster letztlich diesem „Frage-Antwort-Bewertungs-Schema“ entsprechen (s. Kap. 8.3.3), v. a. auch, weil sie nahezu alle Schüler*innenäußerungen und -handlungen, die sie beobachten, auch bewerten. Die GOFEX-Dozierenden dagegen bewerten und beurteilen nicht selbst, sondern fordern die Schüler*innen dazu auf, das Vorgehen und die Erkenntnisse untereinander selbst kritisch einzuschätzen und einzuordnen (vgl. M. Peschel 2009c; Kihm et al. 2018; 2024a). Sie agieren dabei nicht primär ergebnis-, wissensstand- und lehrzielorientiert, sondern unterstützen eigene Erkenntnisprozesse der Lernenden durch Beobachtung und Kommunikation.

Die nonverbale Kommunikation der GOFEX-Dozierenden ist weniger explizit negativ und vorverurteilend, kann aber dennoch eine Tendenz zur Lenkung offenbaren. Kopfwiegen, Lippen zusammenpressen (z. B. „Brückenkriterien“; Kap. 8.3.4) können etwa ambivalente Signale senden, die zwar nicht direkt abwerten, aber doch signalisieren, dass eine Idee nicht vollständig den Erwartungen entspricht, ohne dies klar zu kommunizieren. In der „Dosentelefon“-Situation (Kap. 7.1) artikuliert S#1 wiederholt ‚Flatulenz-Geräusche‘, während S#2 irritiert zuhört. LB#1 bewegt sich kontinuierlich zwischen den beiden hin und her und stellt immer wieder die Frage: „*Hörst du was*?“ (oder Varianten davon). Die bloße, unaufdringliche, aber konsequente Anwesenheit ist hier eine Nonverbalität, die m. E. darauf abzielt, die Schüler*innen zum intendierten *Lehr*ziel zurückzuführen.

8.4.5 Deutung der Interaktionen zwischen Lehrpersonen und GOFEX-Dozierenden

Insgesamt komme ich im Vergleich zwischen den Interventionen der Lehrpersonen und den Interventionen der GOFEX-Dozierenden zu dem Schluss, (a) dass Lehrpersonen an GOFEX-Tagen häufiger in Bezug auf den Ordnungsrahmen (z. B. Sitzhaltung, Lautstärke, Gruppenzugehörigkeit) und die Vermeidung von vermeintlichem ‚Unsinn‘ oder ‚Umwegen‘ eingreifen als die GOFEX-Dozierenden. Im Gegensatz dazu agieren GOFEX-Dozierende deutlich beobachtender bzw. zurückhaltender und weniger wertend. Sie fragen nach den Intentionen und Vorgehensweisen der Schülerinnen, signalisieren Wertschätzung für explorativen Handeln und lassen den Schüler*innen mehr Kontrolle über ihren Lernprozess.

Ein zentraler Unterschied in der Art der Intervention liegt (b) auch in der Art des Fragenstellens: GOFEX-Dozierende nutzen überwiegend offene, informationssuchende Fragen (z. B. „*Was fällt euch auf?*“, „*Was habt ihr beobachtet*?“). Diese Fragen regen die Schüler*innen zur Versprachlichung eigener Beobachtungen, zum Austausch darüber und zur kritischen Einordnung bzw. Reflexion an, ohne sofort zu bewerten oder ein bestimmtes ‚richtiges‘ Ergebnis vorwegzunehmen oder zu erwarten. Lehrpersonen stellen hingegen häufiger wis-

sensüberprüfende Pseudofragen („*Was passiert denn da*?“) oder ergebnisorientierte Fragen („*Klappt das bei euch*?“), die einen vordefinierten Effekt oder das schnelle Abarbeiten einer Aufgabe in den Vordergrund rücken und weniger den Experimentierprozess selbst.

Lehrpersonen treten (c) oft ergebnisorientiert auf und beanspruchen die Deutungshoheit über ‚korrekte‘ Beobachtungen. Sie bewerten Schüler*innen-Aussagen als ‚falsch‘, wenn sie nicht mit ihren eigenen Erwartungen übereinstimmen (oft nonverbal durch Stirnrunzeln, Augenrollen oder Seufzen). Lehrpersonen neigen m. E. außerdem dazu, solche divergenten Schüler*innen-Lösungen als ‚Unsinn‘, ‚Umweg‘ oder ‚Fehler‘ zu korrigieren. Sie unterbrechen vertiefte, wiederholende oder variierende Experimentierhandlungen, die nicht direkt auf ein bekanntes Ergebnis abzielen, und forcieren durch diese Unterbrechungen m. E. oftmals einen ‚Modus des schnellen Abarbeitens‘. Nach den Interventionen kontrollieren Lehrpersonen häufig, ob ihre Anweisung befolgt wird. Dies verstärkt in meinen Augen das Abhängigkeitsverhältnis zwischen Lehrenden und Lernenden und hemmt die Eigeninitiative der Schüler*innen, da sie lernen, dass ihre Handlungen ständig bewertet und korrigiert werden. GOFEX-Dozierende zeigen hier eine größere Toleranz gegenüber divergentem Handeln und suchen das Gespräch mit den Schülerinnen, um die Intentionen hinter scheinbar ‚chaotischem‘ oder ‚unsinnigem‘ Handeln und ‚Umwegen‘ zu verstehen. Obwohl auch GOFEX-Dozierende manchmal zur Konvergenz lenken, ziehen sie sich nach entsprechenden Interventionen oft zurück und überlassen den Schüler*innen die Entscheidung, ob und wie sie den Impuls umsetzen (z. B. wortloses Bereitstellen von Material).

Abschließend möchte ich, exkurs- und ausblicksartig, darauf eingehen, wie sich Interaktionen zwischen den GOFEX-Dozierenden und den Lehrpersonen auf die Aushandlung von Selbstbestimmung zwischen Lehrenden und Lernenden auswirken können.

Ausschnitt aus meinem Beobachtungsprotokoll vom 06.12.2018 („Willkommen“)

06.12.2018, Klasse 2, Luft, Modul 1, 09.00-12.30 Uhr, 25 Schüler*innen, erster GOFEX-Tag
GOFEX-Dozierende JD = LB#2, Lehrpersonen CG = LP#7

Die Schüler*innen sitzen gemeinsam mit LB#2 und LP#7 im Sitzkreis. Kurz zuvor wurden Namensschilder vor dem GOFEX-Raum geschrieben. Es ist relativ unruhig, einige Schüler*innen rutschen auf dem Sofa noch hin und her, teilweise ruscheln sie mit ihrer Kleidung, mit Armbändern oder ähnlichem. Zwei Schüler erheben sich von ihren Sitzplätzen, sie stehen vor dem Sofa, einer der Schüler läuft los – er steuert den anderen stehenden Schüler an. Vereinzelt unterhalten sich direkte Sitznachbar*innen flüsternd. *Vor dieser Geräuschkulisse* setzt LB#2 gerade an, um die Schüler*innen im GOFEX zu begrüßen: „Herzlich will...“ LP#7 unterbricht die Begrüßungsworte. Sie bleibt sitzen, spricht bestimmt, laut und klar: „Setz dich mal!“ Zwei nebeneinandersitzende Schülerinnen fangen an, sich gegenseitig zu kitzeln. LP#7 bleibt (immer noch) sitzen, dreht den Oberkörper zu den beiden Schülerinnen, hebt die Stimme, spricht lauter als eben, aber ebenso bestimmt und klar, etwas greller als zuvor: „Pssst [Interjektion]! Ihr arbeitet heute nicht zusammen!“ LB#2 setzt nun mit ihrer Begrüßung erneut an: „Herzlich willkommen im GOFEX“

In der beschriebenen Situation, noch vor der eigentlichen Begrüßung, offenbaren sich Unklarheiten in den Rollenansprüchen und Funktionen von LB#2 und LP#7, die sich m. E. auf die Selbstbestimmungsaushandlungsprozesse an dem GOFEX-Tag auswirken: LB#2 setzt an, um die Schüler*innen zu begrüßen („*Herzlich will…*"). LP#7 hingegen unterbricht – vermutlich ob der beschriebenen Unruhe der Schüler*innen (*auf dem Sofa hin- und herrutschen, ruscheln, aufstehen und herumlaufen, unterhalten*) – die Begrüßung der LB#2 abrupt und interveniert sofort mit lauten und bestimmten Befehlen: „*Setz dich mal*!" und „*Pssst! Ihr arbeitet heute nicht zusammen*!". Diese Interventionen zielen in meinen Augen auf Ordnung, Kontrolle und schnelle Disziplinierung ab. Die erhöhte Lautstärke und der grelle Ton der zweiten Intervention verstärken den kontrollierenden Charakter. Die physische Bewegungsfreiheit und die sozialen Interaktionen (Kitzeln, Flüstern) der Schüler*innen werden von LP#7 nicht geduldet. Der Befehl „*Ihr arbeitet heute nicht zusammen*!" unterbindet nicht nur die aktuelle Interaktion (Kitzeln), sondern trifft eine grundsätzliche Aussage über die erlaubte Sozialform (Partnerarbeit), noch bevor die Schüler*innen Gelegenheit hatten, sich mit der Situation und ihren Mitschüler*innen auseinanderzusetzen, eigene Gruppen zu bilden – und noch bevor die GOFEX-Dozierende etwas zu Gruppenbildung und Sozialform am GOFEX-Tag sagen konnte.

Die Lehrperson unterbricht die GOFEX-Dozierende in ihrer Begrüßung. Diese Unterbrechung der LB#2 durch LP#7 signalisiert den Schüler*innen möglicherweise, dass die Autorität und die Regeln der Lehrperson Vorrang haben, selbst vor der Einführung durch die GOFEX-Dozierende. Für die Schüler*innen (und auch für die GOFEX-Dozierende) entsteht hier möglicherweise der Eindruck, LP#7 müsse die unruhige Situation ‚retten' und ‚einspringen', um die (auch von mir als unruhig empfundende) Situation sofort zu kontrollieren. Sie lässt der GOFEX-Dozierenden keine Chance, *selbst* für den Ordnungsrahmen zu sorgen. Die Unterbrechung und sofortige Übernahme der Kontrolle durch LP#7 verdeutlicht eine klare Asymmetrie und Hierarchie in der Wahrnehmung der Rollen. Die Lehrperson signalisiert, dass sie die primäre Autorität im Raum ist, die GOFEX-Dozierende jederzeit unterbrechen darf (bzw. ‚retten' muss) und die Verantwortung für den Ordnungsrahmen bei ihr liegt: Mit der Unterbrechung und der Intervention hinsichtlich Sozialform und Gruppenbildung übernimmt LP#7 implizit die Rolle derjenigen, die das Sagen hat, und dies eventuell auch in den Experimentierphasen für sich behaupten wird. Diese Dominanz der Lehrperson kann die Botschaft senden, dass der neue Kontext (GOFEX) nicht automatisch mehr organisatorisch-methodische Freiheiten bedeutet, sondern weiterhin den gewohnten schulisch-unterrichtlichen Hierarchien unterliegt: Einerseits ist GOFEX als offener Experimentierraum konzipiert, andererseits de-

monstriert LP#7 sofort, dass die gewohnten schulischen Kontrollmechanismen weiterhin greifen und sogar Vorrang haben. Die prompte und direkte Disziplinierung durch LP#7, noch vor einer klaren Aufgabenstellung, der Orientierung hinsichtlich der Situation oder der Möglichkeit zur Selbstorganisation, kann die Bereitschaft der Schüler*innen zur Eigeninitiative und zu einem selbstbestimmten Vorgehen im Nachgang hemmen.

Dass LP#7 die Begrüßung von LB#2 unterbricht und ihre Anweisungen durchsetzt, etabliert sie unmissverständlich als die primäre Autoritätsperson am GOFEX-Tag. Der Fokus für die Schüler*innen wird sofort auf Konformität und das Einhalten von Verhaltensregeln verschoben. Die Aushandlung von Selbstbestimmung beginnt hier im Wesentlichen als Begrenzung von Freiräumen durch die Lehrperson. Eine dominante, kontrollorientierte Haltung der Lehrperson kann also selbst in einem grundsätzlich selbstbestimmungsfördernden Setting die Möglichkeiten der Lernenden, selbstbestimmt und explorativ vorzugehen, erheblich einschränken (vgl. auch Hartinger et al. 2006).

8.5 Situative Kontextbedingungen

Im letzten Teil dieses Kapitels beantworte ich meine Einzelfragestellung zu den situativen Kontextbedingungen des Offenen Experimentierens und damit die Frage, wie Ressourcen wie Materialien, Raum und Zeit auf Selbstbestimmungsaushandlungsprozesse zwischen den Schüler*innen, den GOFEX-Dozierenden und den Lehrpersonen wirken.

Einzelfragestellung		**ad hoc Hypothese/(vorläufige) Erkenntnisse**
Wie wirken Materialien, Raum und Zeit auf die Aushandlung von Selbstbestimmung zwischen Lehrenden und Lernenden?	3a	– *Das Material ist ein Element der Öffnung*: Zugänglichkeit und Mehrdeutigkeit der Materialien als Ermöglichungs- und Begrenzungsfaktor – *Der Raum ist ein Element der Öffnung:* Raum als Verhandlungsgegenstand zw. selbstbestimmter Aneignung und pädagogischer Kontrolle – *Die Zeit ist ein Element der Öffnung:* Zeit als Verhandlungsgegenstand zwischen Eigentempo und pädagogischer Taktung

Die Aushandlung von Selbstbestimmung im Kontext des Offenen Experimentierens ist ein komplexer, dynamischer Prozess. Sie ist eingebettet in ein Geflecht aus sozialen und materiellen Bedingungen, die die Handlungsmöglichkeiten und das selbstbestimmte Vorgehen der Schüler*innen beeinflussen. Besonders zentrale Wirkfaktoren in diesem Geflecht sind m. E. die räumlichen, materiellen und zeitlichen Strukturen, in denen sich die Interaktionen zwischen den Schüler*innen und den Lehrenden (Lehrpersonen, GOFEX-Dozierende) entfalten. Meine bisherigen und folgenden Interpretationen, ausgehend von Beobachtungen an verschiedenen GOFEX-Tagen, verdeutlichen eindrucksvoll, wie diese drei Aspekte – Materialien, Raum und Zeit – nicht nur Rahmenbedingungen darstellen, sondern wie v. a. die Umgangsweisen und Interaktionsmuster *mit ihnen* kumulativ auf die Aushandlung von Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren wirken.

8.5.1 Zugänglichkeit und Mehrdeutigkeit der Materialien als Ermöglichungs- und Begrenzungsfaktor

Materialien in Experimentiersituationen wirken nie ‚neutral'. Sie sind appellativ (Stieve 2008; Nohl 2011b) und affordant, d. h. sie haben einen Aufforderungscharakter: Sie strukturieren implizit die Handlungsmöglichkeiten der Schüler*innen, indem sie bestimmte Handlungen nahelegen. Materialien machen auf sich aufmerksam und lassen Schüler*innen aufmerksam werden. Materialien wirken im Kontext des Offenen Experimentierens als intervenierende Bedingungen, die die Handlungen und Interaktionen der Akteur*innen maßgeblich beeinflussen, ermöglichen und behindern. Sie treten dabei in komplexen Wechselwirkungen auf und können sowohl als Medium mit Potenzial für selbstbestimmtes Experimentieren als auch als Medium der Steuerung und Einschränkung fungieren. Die Aushandlung von Selbstbestimmung zeigt sich somit maßgeblich im Umgang mit den bereitgestellten Materialien, deren Affordanzen (Aufforderungscharakter) von Lehrenden und Lernenden unterschiedlich interpretiert und genutzt werden.

Besonders deutlich wird diese multifunktionale Vermittlung von Handlungsmöglichkeiten m. E. in der „**Dosentelefon**"-Situation (s. Kap. 7.1), in der das Experimentiermaterial ‚Dosentelefon' eine zentrale Rolle in der Aushandlung zwischen selbstbestimmtem Vorgehen der Schüler*innen und pädagogischer Kontrolle der GOFEX-Dozierenden spielt. Das Dosentelefon wirkt fortwährend als Impulsgeber mit Aufforderungscharakter: Es fordert die Lernenden m. E. zu unmittelbarem Handeln heraus, provoziert spielerische, experimentierende und auch grenzüberschreitende Nutzungen. Die Schnur wird zum Medium der Kommunikation, zur Stolperfalle, zum Spielobjekt, zur Grenze und zur Barriere – eine multifunktionale Nutzung. Diese dynamische Materialnutzung ermöglicht eine eigenwillige Aneignung durch die Kinder, die sich nicht an der Aufgabenstellung, sondern an den situativen Eigeninteressen und sozialen Dynamiken orientiert. Obwohl das Dosentelefon ursprünglich für die Kommunikation über eine Distanz hinweg konzipiert wurde und diese intendierte Funktion m. E. auch die primäre Affordanz darstellt, nutzen die Schüler*innen S#1 und S#2 seine physikalischen Eigenschaften frühzeitig auf unkonventionelle, kreative Weise. Anfänglich nutzen sie das Dosentelefon gemäß seiner intendierten Funktion, indem sie die Schnur gespannt halten und miteinander sprechen. Bemerkenswert ist dabei, dass sie die auf der Stationskarte formulierte Aufgabe „*Finde heraus, wie das Dosentelefon am besten funktioniert*!" nicht beachten. Für S#1 ist daher m. E. insbesondere das Material selbst der primäre Auslöser für seine Experimentierhandlungen, gestützt durch sein Vorwissen („*Das kenne ich! Ich weiß, wie das funktioniert*!"). Er delegiert Anweisungen an S#2, die eine Nutzung des Dosentelefons als Kom-

munikationsinstrument präsupponieren. Die unmittelbare haptische Interaktion mit dem Dosentelefon steht für S#1 im Vordergrund. Dies zeigt, wie der „Appell der Dinge“ und die Affordanzen des Experimentiermaterials direkt ein selbstbestimmtes (Experimentier-)Handeln ermöglichen, ohne dass eine explizite Aufgabenstellung rezipiert werden muss. Im weiteren Verlauf der Situation wird das Dosentelefon jedoch kreativ umgedeutet und als ‚Stolperfalle‘ oder ‚Wettziehtau‘ in einem körperbetonten Spiel zweckentfremdet. Die Schnur wird nicht mehr nur für die Schallübertragung genutzt, später nutzt S#1 die Dose selbst – also nicht mehr das Dosentelefon als Ganzes – als Resonanzverstärker für Flatulenzgeräusche. Selbst in dieser Phase der spielerischen Zweckentfremdung wendet S#1, wenn auch in meinen Augen unbewusst, physikalische Prinzipien an, die der eigentlichen Funktionsweise seines ‚Resonanzverstärkers für Flatulenzgeräusche‘ zugrunde liegen. Die Umdeutungen sind ein klarer Ausdruck selbstbestimmter Entgrenzungsbemühungen, bei denen das Material nicht durch die Aufgabenstellung fremdstrukturiert wird, sondern eigene Experimentierformen entwickelt werden.

Die Situation verdeutlicht, dass das Dosentelefon nicht passive Ressource ist, sondern *genutzt* und *gedeutet* wird, dabei Aneignung, Variation, Spiel, Widerstand und schließlich Subversion erlaubt. Die Vielfalt der Affordanzen des Materials ermöglicht den Schüler*innen eine Nutzung, die weit über die intendierte Aufgabenbearbeitung hinausgeht.

Ein weiteres Beispiel für die appellative Funktion der Experimentiermaterialien ist die Situation „**Balance of Power**“ (s. Kap. 7.4). Hier fungieren die Magnetkugeln in vergleichbarer Weise wie das Dosentelefon als affordanter Reiz: Ihre Materialität ruft bei den Kindern ein unmittelbares Interesse hervor. Schon das bloße Annähern der Magnetkugeln aneinander oder das vorsichtige Platzieren der Magnetkugeln auf der Spielunterlage erzeugt eine physikalisch-sinnliche Rückmeldung – Anziehung oder Abstoßung – und evoziert so vielfältige Auseinandersetzungen mit magnetischen Phänomenen.

Die Magnetkugeln lassen sich jedoch nicht nur im intendierten Spielsinn des „Balance of Power“ nutzen, sondern laden m. E. ebenso zum spielerischen Ausprobieren, Vergleichen und Austesten von magnetischen Wirkungen ein. Wie beim Dosentelefon entsteht hier ein weites Feld an Nutzungsmöglichkeiten, das nicht eindeutig durch eine Experimentieraufgabe vorgeprägt ist. Vielmehr liegt es an den Schüler*innen, welche Bedeutung sie den Magneten zuweisen: Die Schüler S#6 und S#7 beginnen zunächst intuitiv mit dem Spiel und legen zwei Magnetkugeln auf weit auseinanderliegende Löcher. Als eine dritte Kugel alle anderen abstößt, führt dies zu Überraschung, Lachen und einer gemeinsamen Reflexion über die Regeln des Spiels (*„Die müssen liegen bleiben“, „sind*

alles Magnete bestimmt!“). Sie entwickeln Strategien und Lösungswege auf Basis ihrer Erfahrungen und Beobachtungen. Dies zeigt ein selbstbestimmtes, problemlösendes Vorgehen, bei dem die Schüler ihren Lernprozess selbst strukturieren und dem Material Bedeutung verleihen. Nach einer Interaktion mit LP#5, die eine Normierung der Materialnutzung impliziert, obgleich im intendierten Spielsinn, den die Schüler ja ebenfalls bereits erschlossen haben, deuten S#6 und S#7 das Material radikal um. Sie nehmen alle Magnetkugeln vom Tisch, schieben das Spielfeld beiseite und formen ‚Magnetraupen‘. Diese kreative Zweckentfremdung ist ein Ausdruck ihrer eigenen Deutungshoheit über das Material und eine Art ‚Absage‘ an die von LP#5 nahegelegte Spielregel. Durch dieses animistische Spiel mit den Magnetraupen erfahren die Schüler magnetische Anziehung auf spielerische Weise. Später integriert S#6 eigenständig einen Hufeisenmagneten, der auf einem anderen Tisch liegt, in die Exploration. Diese selbstständige Materialauswahl und -beschaffung ist ein zentrales Element der Öffnung im GOFEX-Konzept.

Die systematische Untersuchung von Anziehung und Abstoßung mit dem Hufeisenmagneten und den Magnetraupen sowie später mit zwei Hufeisenmagneten, zeugt von einem kontinuierlichen, selbstbestimmten Erkenntnisprozess. Die flexible Handhabbarkeit und Kombinierbarkeit der Materialien ermöglicht es den Schülern, eigene implizite Hypothesen zu prüfen. Das Materialangebot fungiert somit als ermöglichende Ressource, die von den Schülern kreativ, eigenständig und funktionserweiternd genutzt wird. Nicht die Lehrperson, sondern die Schüler bestimmen – nach den Prinzipien des GOFEX – die Auswahl, den Verwendungszweck und den Erkenntniswert der Materialien.

Allerdings ist nicht nur das Material an sich handlungsleitend, sondern dessen soziale Einbettung: Die Art, wie Schüler*innen wie S#1 das Dosentelefon ergreifen, kommentieren („*Das kenne ich! Ich weiß, wie das funktioniert*!") und ihren Peers gegenüber inszenieren, zeigt, wie stark Materialien sich auf soziale Hierarchien auswirken. Die Materialübernahme durch S#1 geht mit einer sozialen Rollenzuweisung einher: S#2 wird die passive Rolle der Zuhörerin zugeschrieben, während S#1 sich als Wissender positioniert. Das Material wird dabei zur Bühne für soziale Dominanz, auch in Wettformen (Stolperfalle, Wettziehen). Diese Form der Aneignung ist ein prägnantes Beispiel dafür, wie mit Materialien auch soziale Positionierungen – wer darf bestimmen, wer folgt – ausgehandelt werden. Die weitere Zweckentfremdung des Dosentelefons – etwa durch Flatulenzgeräusche oder das Spannen der Schnur quer durch den Raum – verdeutlicht, wie ein ursprünglich sachbezogen intendiertes Material durch die Schüler*innen in ein soziales und körperliches Spiel überführt wird. Diese Transformation zeigt: Materialien sind nicht per se lehrziel- oder funktionsgebunden, sondern können unterschiedlich ge-

rahmt und umgedeutet werden. Die Kontrolle darüber, wie ein Material genutzt wird, ist damit immer auch ein Aushandlungsprozess zwischen Lernenden und Lehrenden. Das spätere taktile Eingreifen von LB#1 – das Umklammern der Schnur, die Aufforderung zum Ortswechsel, das Einziehen des Materials – steht stellvertretend für eine (Re-) Verfügung pädagogischer Autorität über das entgrenzte und umgedeutete Material.

In Situationen mit methodisch geöffneten Experimentieraufgaben, die nach den GOFEX-Konzepten prinzipiell freie Materialwahl ermöglichen, lenken Lehrende die Materialnutzung der Schüler*innen teilweise durch subtile Interventionen. In der „**Dreckwasser**"-Situation (s. Kap. 8.3.4) beginnen die Schüler S#31 und S#32 eigenständig damit, das ‚Dreckwasser' mit Sieben verschiedener Maschenweite zu reinigen. Als das Sieben nicht den gewünschten Erfolg bringt, legt LB#5 wortlos einen Kaffeefilter neben das Glas mit dem dreckigen Wasser, ohne Blickkontakt aufzunehmen oder eine verbale Anweisung zu geben. Diese nonverbale Geste ist hochwirksam als Aufforderung zur Materialmodifikation, obgleich LB#5 sich vom Experimentiertisch entfernt. Die Schüler hätten auch anders handeln können (s. Kap. 8.3.4), doch sie nehmen den Kaffeefilter und nutzen ihn zum Reinigen des ‚Dreckwassers'. LP#9, der die Schüler ebenfalls beobachtet, kommentiert die anfängliche, ungeeignete Nutzung des Kaffeefilters durch die Schüler („*Nein. So funktioniert das ja nicht. Aber probiert halt trotzdem mal aus*!"). Das kurze, spitze Lachen und Augenrollen verstärken die abwertende Botschaft.

Ein weiteres Beispiel für subtile Materiallenkung zeigt sich in der späteren Phase der „Dreckwasser"-Situation: Als die Schüler erfolgreich ein Geschirrtuch als Filter nutzen, reagiert LP#9 mit tiefem Einatmen, Ausatmen und Augenrollen. Ohne ein Wort zu sagen, platziert er eine Rolle Küchenpapier auf dem Tisch und schiebt diese immer näher an die Schüler heran. Dies ist eine perfide Intervention, die auf eine ‚bessere' oder ‚richtigere' Lösung hindeutet, ohne diese explizit zu benennen. Die Schüler verstehen die unausgesprochene Botschaft und wechseln zum Küchenpapier. Hier werden die Schüler von ihren eigenen Bearbeitungswegen abgelenkt, obwohl ihr Ansatz funktioniert. Die Materialwahl wird durch die Lehrperson eingeschränkt, ohne dass direktive Worte fallen.

Die Materialien der „**Flammensprung**"-Situation (Kap. 7.2) sind – in Bezug gesetzt zum Dosentelefon und den Magnetkugeln aus „Balance of Power" als intendiertem physikalischem Spiel(zeug) – Alltagsmaterialien (Kerze, Tonschale, Kerzenglocke, Streichhölzer), die einen hohen Aufforderungscharakter aufweisen und gleichzeitig reich an Phänomenen sind (z. B. Wachsdampf, Flammenfärbung, Abbrennen des Streichholzes). Obwohl die Experimentieraufgabe eine kleinschrittige Anleitung vorgibt, nutzen die Schülerin-

nen S#3 und S#4 die Materialien für eine vertiefte und selbstbestimmte Auseinandersetzung. Das abbrennende Streichholz, eigentlich nur Mittel zum Zweck, wird zu einem eigenen interessanten Phänomen, über das sie sich austauschen: „*Guck mal, wie es [das Feuer] sich immer weiter nach unten frisst*“. Sie entwickeln, ausgehend von ihren Beobachtungen im angeleiteten Umgang mit den Alltagsmaterialien zusätzliche Explorationsschritte und eigene Variationen, wie die veränderte (langsamere, schnellere, rettende) Bewegung der Kerzenglocke. Diese Variation ist ein typischer Ausdruck selbstbestimmten Vorgehens, das nicht explizit aus der Aufgabenstellung hervorgeht, sondern aus dem kreativen Umgang der Schülerinnen mit dem aufforderungsstarken, affordanten Alltagsmaterial entspringt. Sie erweitern die Aufgabe durch ihre eigenen Beobachtungen bzgl. Aufsteigen des Wachsdampfes und Brennen der Kerze („*Ich kann sie vor dem Ausgehen retten*“). Ihre detaillierten Beobachtungen des abbrennenden Streichholzes, der Kerzenflamme und des Wachsnebels sowie die Formulierung eigener Forschungsfragen („*wie schnell und wie lange sie das Streichholz in den Wachsnebel halten muss*“) sind Beispiele für selbstbestimmte Handlungen, die über die reine Befolgung der Anleitung hinausgehen. Die Materialien laden somit nicht nur zur intendierten Nutzung ein, sondern auch zu vielfältigen, explorativen Umgangsweisen. Der Appell der Dinge ist vieldeutig und ermöglicht es den Schülerinnen, eigene Schwerpunkte zu setzen.

Je mehr Handlungsmöglichkeiten ein Material eröffnet, desto stärker kann es als Ausgangspunkt selbstbestimmten Vorgehens fungieren. Diese Vieldeutigkeit erfordert jedoch auf Seiten der Lehrenden eine hohe Toleranz gegenüber divergenter Materialnutzung und die Bereitschaft, nicht jede Materialnutzung gleich zu bewerten oder zur intendierten Materialnutzung zurückzuführen, sondern Formen produktiver Zweckentfremdung ernst zu nehmen – eine Herausforderung, die insbesondere in der Situation „**Dosentelefon**“ zu erkennen ist: Die Intervention der LB#1, den Schüler*innen S#1 und S#2 das Dosentelefon abzunehmen und es für sie unzugänglich auf einem hohen Regal zu deponieren, stellt eine drastische Einschränkung der selbstbestimmten Materialnutzung dar, die sich wiederum auf das selbstbestimmte Vorgehen (hier: die Dose als Resonanzverstärker für Flatulenzgeräusche nutzen) auswirkt. Dieser Materialentzug durch LB#1 beendet die Aushandlung der Selbstbestimmung in Bezug auf das Experimentieren mit dem Dosentelefon. Die Lehrkraft entscheidet nicht nur über den Abbruch der Handlung, sondern auch darüber, dass die Schüler*innen nicht weiter mit diesem Material interagieren können: Die unzugängliche Platzierung signalisiert eine klare Grenzsetzung und beendet die Möglichkeit einer weiteren, möglicherweise abweichenden Nutzung. Das Material, das zuvor ein Werkzeug für vielfältige kindliche Explorationen war,

wird somit zu einem Mittel der pädagogischen Kontrolle. Die Macht und der Einfluss der LB#1 auf das selbstbestimmte Vorgehen der Schüler*innen werden deutlich.

Eine exemplarische Situation, in der die Materialzugänglichkeit für die Schüler*innen und damit die Möglichkeit zur eigenständigen Materialauswahl und -nutzung massiv eingeschränkt wird, stellt die „**Wasserläufer**"-Situation dar (Kap. 7.3). Obwohl Modulebene 5 freie Materialwahl und -zugänglichkeit vorsieht, erhält S#5 Materialien im Rahmen einer zugewiesenen Stationskarte auf Modulebene 1 vorgeschrieben. LP#3 liest der Schülerin sogar detailliert vor, welche Materialien sie benötigt und woher sie diese zu beschaffen hat. Diese direkte Vorgabe nimmt S#5 die Möglichkeit, eigene Entscheidungen im Hinblick auf die Experimentiermaterialien zu treffen und schließt eine mögliche eigene Materialauswahl aus. Die Materialien sind somit festgelegte Bestandteile eines fremdbestimmten Vorgehens. Selbst der Vorschlag der Schülerin, zusätzlich Zucker ins Wasser zu geben, was in der Experimentieraufgabe nicht vorgesehen ist, eröffnet nur ein kurzfristiges Fenster für eigenständige Materialbeschaffung und -nutzung sowie exploratives, selbstbestimmtes Vorgehen. Diese Eigeninitiative wird von LP#3 mimisch skeptisch begleitet und nach einmaliger Durchführung als „*Nix passiert, siehst du! Jetzt würde ich es mal mit normalem Wasser probieren*!" abgewertet und für beendet erklärt.

Auch die Einführung weiterer Materialien, wie der Reißzwecken und der Wasserschüssel, erfolgt nicht aus eigener Initiative der Schülerin, sondern wird von LP#4 als Alternative vorgeschlagen, um den von der Lehrkraft erwarteten Beobachtungseffekt zu erzielen. Die Materialien werden instrumentalisiert, um ein von der Lehrperson intendiertes Ergebnis zu erreichen. Diese Art und Weise, wie die Materialien vorgegeben und kontrolliert werden, schränkt dabei das selbstbestimmte Vorgehen der S#5 maßgeblich ein.

Der Zugang zu den Materialien zeigt als Gelingens- bzw. Verhinderungsbedingung für (Offenes) Experimentieren deutliche Auswirkungen auf die Handlungs- und Wahlmöglichkeiten im Hinblick auf Inhalte und Methoden (vgl. auch Müller-Naendrup 2013; Barrett et al. 2015; Lange 2017). „Ohne eine unterstützende Sammlungs- und Materialorganisation auf organisatorischer Ebene sind weitere Öffnungen auf inhaltlicher oder methodischer Ebene ineffektiv, da hier die basale Öffnung durch die Organisationsform schon deutlich einschränkend wirkt" (M. Peschel 2014: 77f.).

Das Dosentelefon und die Magnetkugeln aus „Balance of Power", aber auch die Alltagsmaterialien in der „Flammensprung"-Situation, sind in meinen Augen Beispiele dafür, wie Schüler*innen Materialien auf kreative und unkonventionelle Weise umdeuten und für ihre eigenen Zwecke nutzen, die über die ursprüngliche Intention hinausgehen. Die-

ser eigenwillige Umgang mit normiertem Experimentiermaterial ist in meinen Ausdruck eines selbstbestimmten Vorgehens und zeigt, dass die Schüler*innen die Freiheit im GOFEX nutzen, die ihnen das offene Materialangebot bietet, um eigene Interessen zu verfolgen und Phänomene auf ihre Weise, d. h. eben selbstbestimmt, zu erkunden.

Konflikte entstehen in meinen Augen erst dann, wenn die selbstbestimmten Umdeutungen der Schüler*innen angesichts der mehr- und vieldeutigen Material-Affordanzen mit den pädagogischen Intentionen und erwarteten Nutzungskontexten der Lehrenden kollidieren. Während die Materialien den Schüler*innen vielfältige Nutzungsmöglichkeiten eröffnen, sehen die Lehrenden diese oft nur im Rahmen bestimmter ‚Lehrzwecke'. Die Interventionen der Lehrenden zielen häufig darauf ab, die Schüler*innen zu diesen ‚intendierten' oder ‚richtigen' Nutzungswegen zurückzuführen, indem sie die abweichenden Umgangsweisen ‚stoppen', wie z. B. in der „Dreckwasser"-Situation (Kap. 8.3.4), der „Wasserläufer"-Situation (Kap. 7.3) oder der „Dosentelefon"-Situation (Kap. 7.1).

Das Material selbst wird somit zu einem Verhandlungsobjekt zwischen den Intentionen der Lehrperson und der selbstbestimmten Aneignung der Schüler*innen. Die materiellen Affordanzen und die flexible Materialzugänglichkeit, die die Schüler*innen zu selbstbestimmten Handlungen anregen und das selbstbestimmte Vorgehen unterstützen sollen, führen paradoxerweise zu Interventionen der (Klassen-)Lehrpersonen, die im Einklang mit ihrer Ergebnisorientierung bestimmte Nutzungsweisen der Materialien erwarten (‚Lehrzwecke') und deshalb das selbstbestimmte Vorgehen und unkonventionelle, zweckentfremdete oder umgedeutete Nutzungsweisen der Materialien einschränken.

Die Interpretation der Materialien als intervenierende Bedingung der Aushandlung von Selbstbestimmung verdeutlicht, dass ihre Wirkung weit über die bloße physische Beschaffenheit hinausgeht. Es ist nicht allein das Material an sich, sondern maßgeblich dessen Zugänglichkeit, Verfügbarkeit und die Art und Weise seiner Nutzung durch die Lernenden, die die Aushandlung von Selbstbestimmung intervenieren. Die intendierte Materialkonzeption des GOFEX, die durch umfassende Materialzugänglichkeit und ein offenes Materialangebot gekennzeichnet ist, zielt darauf ab, selbstbestimmtes Experimentieren zu ermöglichen: Materialien mit hohem Aufforderungscharakter und Vieldeutigkeit laden zu explorativem und spielerischem Handeln ein. Die Schüler*innen nutzen die Freiheiten in der Materialauswahl und -nutzung, indem sie die Materialien über ihre intendierte Zweckbestimmung hinaus umdeuten und funktional erweitern – sei es durch die Verwandlung des Dosentelefons in eine Stolperfalle und einen Resonanzkörper für Flatulenzgeräusche, die Konstruktion von Magnetraupen aus „Balance of Power"-Magnetkugeln oder den eigenständigen Einsatz alternativer Filtermaterialien im

„Dreckwasser“-Experiment. Diese eigenständige Materialaneignung und -modifikation ist in meinen Augen ein zentraler Ausdruck selbstbestimmten Handelns. Die nahezu unbegrenzte Verfügbarkeit und ausbleibende explizite Anleitung zur Materialnutzung ab Modulebene 2 katalysieren das *doing* AGENCY, da die Schüler*innen die Definitionsmacht über den Verwendungszweck der Materialien selbst beanspruchen (dürfen).

Gleichzeitig wird jedoch deutlich, dass diese Potenziale der Materialzugänglichkeit und -nutzung nicht bedingungslos zur Entfaltung kommen. Die pädagogische Rahmung mittels Interventionsmuster der Lehrenden spielt eine entscheidende Rolle bei der Aushandlung von Selbstbestimmung und kann die intendierte Offenheit des Materialkonzepts konterkarieren: Die Bewertung der Materialnutzung durch die Lehrenden und der teilweise subtil-aufdringliche Umgang der Lehrenden mit den Experimentiermaterialien wirken als Steuerungsmechanismen, die das selbstbestimmte Vorgehen der Schüler*innen auch massiv einschränken können. Dies zeigt sich beispielsweise im Schieben der Küchenpapierrolle *durch eine Lehrkraft* in der „Dreckwasser“-Situation (Kap. 8.3.4) oder in den Blockaden, mit denen Lehrpersonen den Schüler*innen ihre Materialnutzung in der „Schokolade“-Situation (Handgestik; Kap. 8.3.4) oder in „Balance of Power“ (Proxemik; Kap. 7.4) behindern. Allerdings signalisieren auch die subtilen, oft nonverbalen Lenkungen der Materialnutzung *durch GOFEX-Dozierende*, wie das wortlose Ablegen eines Kaffeefilters durch LB#5 oder der Entzug des Dosentelefons durch LB#1, den Schüler*innen präferierte Wege, auch wenn ihre eigenen Materialumdeutungen ggf. zielführend sind. Immer wieder gewinnen so Lehrkräfte und GOFEX-Dozierende die Kontrolle über das Material und damit über das Experimentieren der Schüler*innen zurück.

Solche impliziten Normierungen der Materialverwendung schränken die Handlungsmöglichkeiten der Schüler*innen ein und führen dazu, dass die Schüler*innen ihre kreativen und selbstbestimmten, oft explorativen Zugänge zugunsten der von der Lehrperson erwarteten Methoden aufgeben. Die Lehrpersonen (und teilweise auch die GOFEX-Dozierenden) beanspruchen Deutungshoheit über die ‚richtige‘ Materialnutzung und interveniert oft, wenn Material ‚zweckentfremdet‘ oder ‚unzulänglich‘ verwendet wird.

Das Potenzial offener Materialkonzepte entfaltet sich in meinen Augen nur dann vollständig, wenn Lehrende nicht nur die Zugänglichkeit der Experimentiermaterialien gewährleisten, sondern auch eine pädagogische Haltung einnehmen (persönliche Offenheit), die die Divergenzen und Affordanzen in der Materialnutzung zulässt und die Deutungshoheit über den Materialgebrauch bewusst bei den Lernenden belässt, anstatt sie durch direkte Vorgaben, subtile Lenkungen und pädagogische Kontrolle einzuschränken.

8.5.2 Raum als Verhandlungsgegenstand zwischen selbstbestimmter Aneignung und pädagogischer Kontrolle

Das GOFEX-Konzept ist explizit darauf ausgelegt, die Entwicklung individueller Lern- und Arbeitsgewohnheiten und eine freie Wahl des Arbeitsortes durch eine multifunktionale und offene räumliche Gestaltung zu ermöglichen (s. Kap. 5.4). Die tatsächliche Wirkung des Raumes hängt jedoch, so meine Erkenntnis, stark von den Interaktionen der Akteur*innen und der jeweiligen pädagogischen Rahmung ab: Wer über den Raum verfügt, kontrolliert auch, wann und wie selbstbestimmtes Vorgehen zugelassen oder begrenzt wird.

Die freie Wahl des Arbeitsortes innerhalb der flexiblen räumlichen Möglichkeiten des GOFEX wird von vielen Schüler*innen aktiv genutzt und wirkt somit als Möglichkeit zur Entfaltung eines selbstbestimmen Vorgehens. Meine Beobachtungen, z. B. in der „**Wasserläufer**"-Situation (s. Kap. 7.3), zeigen, wie schnell und selbstverständlich Schüler*innen den Raum für sich einnehmen, sich darin orientieren und individuelle Arbeitsorte suchen (S#5 bildet hier die Ausnahme, die eine ausführlichere Orientierungsphase benötigt, ihre Mitschüler*innen dagegen nehmen den Raum vergleichsweise schnell und selbstverständlich ein). Die Schüler*innen nutzen die verschiedenen Bereiche des GOFEX umfassend für ihre individuellen Vorhaben, was sich in der Vielfalt ihrer Arbeitsweisen widerspiegelt.

Ein Beispiel findet sich in der „**Balance of Power**"-Situation (Kap. 7.4). Zunächst setzen sich die Schüler S#6 und S#7 an einen freien Experimentiertisch, an dem das Spiel aufgebaut ist, ohne dass eine externe Anweisung oder Zuweisung bzgl. Arbeitsort erfolgt. Diese freie Wahl des Arbeitsortes ist vielmehr ein grundlegender Ausdruck organisatorischer Beteiligung der beiden Schüler. Der Experimentiertisch fungiert dabei zunächst als fokussierender Ort, der ihre Aufmerksamkeit auf ein spezifisches Material lenkt („Appell der Dinge", s. o.), aber keine Verpflichtung zur Interaktion impliziert; auch weil keine Experimentieranleitung oder geöffnete Experimentieraufgabe dort liegt. Die Schüler nutzen die räumlichen Möglichkeiten des GOFEX-Raumes, um ihr Vorgehen ihren Bedürfnissen anzupassen: Nachdem LP#5 den Schülern zugesichert hat, sie „*in Ruhe spielen*" zu lassen, schiebt S#6 das Spielfeld von „Balance of Power" an das „*andere Ende des Tisches*". Dies ist nicht nur eine pragmatische Anpassung, um mehr Platz für neue, eigene Experimentierhandlungen zu schaffen, sondern gleichzeitig auch ein symbolischer Akt der Abgrenzung von der durch LP#5 implizierten Spielanordnung (s. Kap. 7.4). Die Schüler kommunizieren also über die Nutzung ihres Arbeitsplatzes subversiv eine Distanzierung von der Intervention der LP#5. Diese bewusste ‚Reklamation' des Tisches für eigene Zwecke schafft den physischen Raum für die Entwicklung der „*Magnetraupen*" – einer neuen, selbstkreierten animistischen Experimentierhandlung, die von der intendierten

Nutzung der Magnetkugeln in „Balance of Power“ abweicht (s. Kap. 7.4.). Später holt S#6 „*eigenständig einen Hufeisenmagneten*“ von einem anderen Experimentiertisch und bringt diesen an ihren Experimentiertisch (gleich Arbeitsort). Diese flexible, selbstverständliche Bewegung zwischen verschiedenen Tischen und die eigenständige Materialbeschaffung unterstreichen die selbstständige, selbstverantwortliche räumliche Organisation der Schüler beim Offenen Experimentieren. Die physische Aneignung von Raumteilen und die flexible Verteilung der Materialien im Raum sind Ausdruck eines aktiven ‚Sich-den-Raum-zu-eigen-Machens‘. Die Bewegungen der Schüler im Raum entstehen aus den jeweiligen Bedürfnissen und individuellen Lernwegen der Schüler heraus, was die ermöglichende Wirkung des Raumes für selbstbestimmtes Handeln unterstreicht.

Die beiden folgenden Vignetten – der erste GOFEX-Tag einer ersten Klasse (17.01.2019) und der zweite GOFEX-Tag einer dritten Klasse (02.12.2019) – bieten kontrastreiche Einblicke, wie Schüler*innen einen ihnen noch unbekannten bzw. ihnen bereits vertrauten Raum ‚einnehmen‘ und welche Rolle die Präsenz und (Nicht-)Intervention der Lehrenden dabei spielen. Diese Art der Raumaneignung und -einnahme beeinflusst, als intervenierende Bedingung, die Aushandlung von Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren.

Ausschnitt aus meinem Beobachtungsprotokoll vom 17.01.2019 („Raumeinnahme 1“)

17.01.2019, Klasse 1, Sinne, Modul 2, 09.00-12.30 Uhr, 21 Schüler*innen, 1. GOFEX-Tag
GOFEX-Dozierende JD = LB#2 und SK = LB#1, Lehrperson EH = LP#1, schon mehrere GOFEX-Tage

Während LB#2 noch draußen ist und den Schüler*innen gemeinsam mit LP#1 dabei hilft, Jacken und Rucksäcke im Garderobenschrank zu verstauen, öffnet sich die große, grüne Tür zum GOFEX. Ich sitze mit meinem Forscherheft und einem Kugelschreiber bereits auf dem Sofa und blicke die ersten drei-vier Schüler*innen, die im Türspalt erscheinen freundlich lächelnd, grinsend an. Ich bin allein im Raum. Die Schüler*innen stocken für einen kurzen Moment und bleiben im Türspalt stehen. Vereinzelt lugen weitere Gesichter hervor; die ersten Schüler*innen, die in den Raum gekommen sind, bleiben jedoch nach 1-2 Schritten stehen. Noch immer blicken mich einige Augen weit aufgerissen und groß an. Niemand spricht. Niemand schaut sich im Raum um; die Blicke sind starr auf mich gerichtet. Es herrscht Schweigen im GOFEX – für einige Sekunden. *Die weit aufgerissenen Augen, das Schweigen und das Stehenbleiben wirken auf mich, als würden die Schüler*innen auf meine Reaktion warten. Währenddessen sind sie vorsichtig und zaghaft. Möglicherweise warten sie auch auf die Erlaubnis, ins GOFEX eintreten zu dürfen. In der Situation interpretiere ich das Warten der Schüler*innen, die mich mit großen Augen anschauen, jedenfalls so*. Ich nicke. Die drei-vier Schüler*innen, die bereits im Raum, hinter der Tür stehen, setzen sich als erstes hin. Nach und nach betreten nun weitere SuS zaghaft und vorsichtig, aber mit neugierigen, weit aufgerissenen Augen das GOFEX. Sie nehmen Blickkontakt zu ihren bereits sitzenden Mit-SuS auf, teilweise auch zu mir, dann setzen sie sich auf das Sofa. Die Schüler*innen schweigen, sie reden nicht miteinander. Sie schauen sich im Raum um, mustern die Plakate an der Wand. Teilweise klappt der Kiefer runter; teils wird der Mund geöffnet. Das Schweigen und das ehrfürchtige Umherblicken halten so lange an, bis alle Schüler*innen sitzen und LB#2 – kurze Zeit später gefolgt von der LP#1 – das GOFEX betritt.

Ausschnitt aus meinem Beobachtungsprotokoll vom 02.12.2019 („Raumeinnahme 2“)

02.12.2019, Klasse 3, Brücken, Modul 3, 09.00-12.30 Uhr, 22 Schüler*innen, zweiter GOFEX-Tag GOFEX-Dozierende SK = LB#1, MA = LB#4, Lehrpersonen TL = LP#8

Der GOFEX-Tag zum Thema „Brücken“ wird gleich beginnen. Die Gruppe, die heute kommt, wird zum zweiten Mal im GOFEX experimentieren. Diesmal auf Modulstufe 3 [...].

Ich sitze auf dem Sofa, als die große Tür zum GOFEX aufgeht. Der schmale Spalt zwischen Tür und Angel wird allmählich größer. Die Drittklässler*innen treten ein. Bei ihrem letzten Besuch kamen sie sehr zaghaft und fast tröpfchenweise in den Raum. Diesmal kommen sehr viele Schüler*innen auf einmal gleichzeitig durch den Türspalt. Sie rennen auf das Sofa zu. Eine Art Wettstreit. „Ich bin der erste“, „Lass mich vorbei“ usw. höre ich. Nachdem eine Hand voll Schüler*innen auf dem Sofa sitzt, kommt LP#8 in den Raum.

In der **ersten Situation (17.01.2019)** betreten die Erstklässler*innen das GOFEX zum allerersten Mal – und agieren dabei sehr vorsichtig und zaghaft: Die Tür öffnet sich, und die ersten drei bis vier Schüler*innen blicken durch den Türspalt in den Raum. Sie „*stocken für einen kurzen Moment und bleiben im Türspalt stehen*". Weitere lugen hervor, doch niemand betritt den Raum sofort entschlossen. Stattdessen sind ihre „*Blicke starr auf mich [den Beobachter/Forscher] gerichtet*", begleitet von „*weit aufgerissenen Augen*“. Diese Beobachtung deutet darauf hin, dass der Raum in diesem Moment für die Kinder noch keine sofortige Einladung zum Eintreten und zur Orientierung beinhaltet, sondern vielmehr zunächst eine (Tür-)Schwelle darstellt, die mit Unsicherheit und Abwarten verbunden ist.[277] Die Schüler*innen scheinen auf eine Erlaubnis oder ein Signal zum Betreten zu warten. Da ich in dieser Situation als einziger im GOFEX sitze, erwarten sie diese Erlaubnis vermutlich von mir. Erst nachdem ich nicke, setzen sich die ersten Schüler*innen hin, und die anderen folgen „z*aghaft und vorsichtig, aber mit neugierigen, weit aufgerissenen Augen*“. Das anschließende „*Schweigen*“ und „*ehrfürchtige Umherblicken*“ sowie das „*Mustern der Plakate an der Wand*“ mit heruntergeklapptem Kiefer oder geöffnetem Mund verdeutlichen eine Phase der intensiven Orientierung. Der Raum wird hier nicht sofort erobert, sondern respektvoll erkundet, fast schon bestaunt – ähnlich wie S#5 dies in der „Wasserläufer“-Situation macht. Die Schüler*innen dieser Situation hier (und S#5) nehmen den Raum GOFEX zunächst wahr und scheinen sich auf die neue Umgebung einzustellen. Dabei ist die physische Einnahme des Raumes zunächst durch ein ‚Sich-Setzen auf das Sofa‘ geprägt, was eine ausbremsende Form der Raumaneignung darstellt. Das Schweigen hält an, bis die GOFEX-Dozentin (LB#2) und später die Lehrperson (LP#1) den Raum betreten. Dies unterstreicht, dass die Atmosphäre und die Art der

[277] Vermutlich haben die Schüler*innen gelernt, dass. man nicht einfach so Türen öffnet und in Räume geht. Vielleicht hat LB#2 sie draußen aber auch gebeten, vor der Tür zu warten, um gemeinsam in den Raum zu gehen. Dass einzelne Schüler*innen bereits durch den schmalen Türspalt blicken, wäre dann Zeichen ihrer Ungeduld und Neugierde.

Raumaneignung stark von der (Nicht-)Präsenz von Autoritätspersonen beeinflusst werden. Die Abwesenheit bekannter Bezugspersonen mag die Unsicherheit zunächst verstärkt haben, während ihre Ankunft die Phase des ehrfürchtigen Wartens beendet.

Die **zweite Situation (02.12.2019)** mit der dritten Klasse zeigt eine entgegengesetzte Form der Raumaneignung: Im Gegensatz zum zaghaften und tröpfchenweisen Eintreten der Vergleichsklasse strömen diesmal „*sehr viele Schüler*innen auf einmal gleichzeitig durch den Türspalt*". Ihre Raumeinnahme ist ein spürbarer Wettstreit: „*Sie rennen auf das Sofa zu. 'Ich bin der erste', 'Lass mich vorbei' usw. höre ich*." Diese Beobachtung lässt auf eine grundlegend veränderte Beziehung der Schüler*innen zum Raum schließen: Der Raum ist nicht mehr unbekannt, sondern ein vertrautes Territorium, das ohne Zögern und ohne externe Erlaubnis betreten wird. „*Die Gruppe, die heute kommt, wird zum zweiten Mal im GOFEX experimentieren*." Die Schüler*innen wissen, was sie erwartet und fühlen sich offensichtlich sicher genug, um den Raum sofort einzunehmen. Dabei nehmen sie das GOFEX nicht zögerlich, zurückhaltend, wahrnehmungsintensiv und leise ‚in Besitz', sondern erobern den Raum sogleich aktiv und konkurrierend. Im Gegensatz zur ersten Klasse, die den Raum ehrfürchtig mustert, scheint hier keine initiale Orientierungsphase nötig zu sein. Der Fokus liegt auf der physischen Besetzung und Einnahme des Raumes. Dass die Lehrperson LP#8 „*erst jetzt, nachdem eine Hand voll Schüler*innen auf dem Sofa sitzt, in den Raum kommt*", unterstreicht die Selbstverständlichkeit der Raumnutzung durch die Schüler*innen in dieser Phase. Ihr Handeln ist nicht von der unmittelbaren Präsenz einer Autoritätsperson abhängig. Sie gestalten den Eintritt in den Raum und die Phase der Raumaneignung selbstständig, bevor die Lehrperson überhaupt eingreift.

Der Vergleich beider Situationen zeigt den Zusammenhang der Raumaneignung mit der Aushandlung von Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren: Der erste Besuch ist von Unsicherheit und einem Warten auf Eintrittserlaubnis geprägt. Der Raum wirkt imposant. Die Schüler*innen treten als ‚Neue' in den fremden, unbekannten Raum ein und müssen sich zunächst orientieren. Wie dies gelingt, exemplifiziert die erste Experimentierphase der „Dosentelefon"-Situation, die ich *am gleichen GOFEX-Tag* beobachtet habe:

Die „**Dosentelefon**"-Situation zeigt, wie der anfangs zögerlich und zaghaft eingenommene GOFEX-Raum zu einer Bühne kindlicher Performanz und kreativer Entgrenzung werden kann. Die Schüler*innen S#1 und S#2 begreifen den Raum m. E. selbstverständlich als ihren eigenen Raum, was ganz im Sinne des GOFEX-Konzeptes ist. Die Schnur des Dosentelefons, die „*mitten durch den GOFEX-Raum*" verläuft, wird zu einem raumgreifenden Element, das die Passierbarkeit des Raumes verändert, neue Grenzen schafft und

andere Schüler*innen beeinträchtigt. S#1 erkennt dies frühzeitig und nutzt die Wirkung der Schnur auf andere bewusst aus, indem er sie mit einem schelmischen Grinsen noch stärker spannt. Für die beiden Schüler*innen wird der Raum zu einem Aushandlungsort von Einflussmächtigkeit. Die selbstbestimmte Nutzung des Materials wirkt direkt in den Raum hinein und beeinflusst das Handeln anderer, wodurch die Nutzung bzw. der Bedarf des GOFEX-Raumes zwischen den Schüler*innen ausgehandelt werden muss.

Meine Beobachtungen verdeutlichen, dass das selbstbestimmte Vorgehen beim Offenen Experimentieren maßgeblich von der Vertrautheit und ‚Interaktionsgeschichte' der Schüler*innen mit dem Raum und den dort anwesenden Bezugspersonen abhängt. Ein Raum wird erst durch wiederholte, positive Erfahrungen zu einem ‚ermöglichenden Handlungsraum' im Sinne des selbstbestimmten Experimentierens. Die Entwicklung der Raumaneignung von ‚zaghaft' zu ‚stürmisch' illustriert einen Lernprozess der Schüler*innen hin zu einer stärkeren Selbstverständlichkeit und Selbstverantwortung im Umgang mit dem Raum. Die **zweite Situation (02.12.2019)** zeigt, dass die Vertrautheit mit dem Raum zu einer deutlich aktiveren, selbstbewussteren Raumaneignung führt. Die Schüler*innen haben gelernt, dass der Raum ‚ihnen gehört' und dass sie dort Handlungsspielräume haben.

Anhand der folgenden Vignette diskutiere ich, wie die Schüler*innen sich zu Beginn der Experimentierphase orientieren und wie sie Konflikte um Raum und Territorium lösen.

Ausschnitt aus meinem Beobachtungsprotokoll vom 05.12.2018 („Raumeinnahme 3")
05.12.2018, Klasse 2, Luft, Modul 1, 09.00-12.30 Uhr, 26 Schüler*innen, erster GOFEX-Tag
GOFEX-Dozierende JD = LB#2 und SK = LB#1, Lehrperson KM = LP#11, erster GOFEX-Tag
Kurz nachdem die Experimentierphase begonnen hat, laufen Schüler*innen über die Experimentierfläche, schauen sich immer wieder Anleitungen an, wechseln dann zu einem anderen Tisch, betrachten die dort liegende Anleitung usw. Alle Schüler*innen wechseln auf diese Weise von Tisch zu Tisch, halten sich zunächst nur kurz auf, wechseln dann weiter.
Eine Gruppe aus drei Schülerinnen sammelt sich an einem Tisch, sie betrachten dort die Anleitung. Währenddessen kommen zwei weitere Schülerinnen an den Tisch dazu. Sie setzen sich und blicken ebenfalls auf dieselbe Anleitung. Eine Schülerin der (ersten) Dreiergruppe schreit: „Nein. Das ist unsere Karte!" – eine Schülerin der (zweiten) Zweiergruppe entgegnet ruhiger und leiser: „Wir wollen das Experiment aber auch machen!" Die andere Schülerin der Zweiergruppe weint.
LP#11 kommt an den Tisch, streichelt die weinende Schülerin am Rücken. LP#11 schaut alle fünf Schülerinnen an und schickt schließlich die Dreiergruppe, die zuerst am Tisch war, weg: „Sucht euch doch eine andere Karte! Es gibt noch viel mehr zu tun!" Schweigend, aber mit grimmigem Gesichtsausdruck geht die Dreiergruppe gemeinsam an den Nachbartisch und liest sich die Anleitung durch, die dort liegt. Im weiteren Verlauf, beide Schülerinnengruppe wenden sich nun der Anleitung zu und lesen diese, koordiniert LP#11 auf der Experimentierfläche das Finden der Arbeitsplätze, indem sie einzelnen Paaren oder Gruppen immer wieder auf noch freie Tische mit Anleitungen aufmerksam macht: „Schaut mal, da ist noch was frei!"; „Geht doch hier hin!" (und ähnlich) – ihre Aussagen unterstützt sie handgestisch, indem sie in die entsprechende Richtung zeigt und den Schüler*innen den entsprechenden Platz sozusagen an- bzw. zuweist.

Unmittelbar nach Beginn der Experimentierphase zeigt sich ein charakteristisches Muster der räumlichen Orientierung, das beim Freien Explorieren und Experimentieren (FEE) auch von Köster (2006; 2018) oder von Schütte (2019) auf ähnliche Weise beschrieben wird: Die Schüler*innen agieren gewissermaßen zunächst wie ‚Nomaden' auf der Experimentierfläche. Sie „*laufen – teils allein, teils zu zweit, teils in Gruppen – über die Experimentierfläche, schauen sich immer wieder Anleitungen an, wechseln dann zu einem anderen Tisch, betrachten die dort liegende Anleitung*". Dieses nomadenhafte „*von Tisch zu Tisch*" Wandern und das jeweils nur kurze Aufhalten an den verschiedenen Tischen (gleich Stationen), bevor sie weiterwechseln oder ‚weiterziehen', ist ein typisches Handlungsmuster an GOFEX-Tagen, insbesondere auf Modulebene 1 (Angeleitetes Experimentieren an Stationen) und Modulebene 2 (Geöffnetes Experimentieren an Stationen).

Im Einklang mit den Interpretationen von Köster (2006; 2018) und Schütte (2019) erfüllt die ‚nomadische Orientierung' mehrere Funktionen für die Schüler*innen: Sie verschaffen sich einen Überblick über das Angebot an Experimentieraufgaben (Stationen) und Experimentiermaterialien. Sie ‚scannen' (überfliegen) die verschiedenen Stationen, um zu erfassen, welche Versuche und Experimente sie durchführen könnten. Durch dieses oberflächliche Betrachten der Experimentieraufgaben können sie potenzielle Interessenfelder identifizieren. Es gibt noch keine starke territoriale Bindung der Schüler*innen an einen bestimmten Tisch. Der Raum wird vielmehr als großes, unbesetztes Feld wahrgenommen, das es zu erkunden gilt. Diese initiale räumliche Orientierungsphase ist ein wichtiger Bestandteil des selbstbestimmten Experimentierens in offenen Settings. Sie ermöglicht den Schüler*innen, sich eigenständig in der Umgebung zu verorten und eine grundlegend informierte Entscheidung über weitere Handlungen zu treffen.

Die anfängliche ‚friedliche' nomadische Erkundung wird in der Situation „**Raumeinnahme 3**" durch einen Konflikt unterbrochen, der sich um die ‚Besetzung' eines Tisches entzündet. Eine „*Gruppe aus drei Schülerinnen*" sammelt sich an einem Tisch und betrachtet eine Anleitung, was ggf. als erstes Signal einer ‚territorialen' Aneignung gedeutet werden kann. Als „*zwei weitere Schülerinnen an den Tisch dazu[kommen], sich setzen und ebenfalls auf dieselbe Anleitung blicken*", entsteht ein Konflikt um den Zugang zur vermeintlich knappen Ressource ‚Station' (bzw. Experimentieranleitung am Experimentiertisch).

Der Konflikt eskaliert verbal und emotional: Eine Schülerin der ersten Gruppe „*schreit: 'Nein. Das ist unsere Karte*!'". Die Schülerin beansprucht nicht nur die Anleitung, sondern implizit auch den Tisch und damit den räumlichen Arbeitsbereich für ihre Gruppe. Die Antwort einer Schülerin der zweiten Gruppe spiegelt den Wunsch wider, das Experiment selbst auch durchzuführen, aber auch die Einsicht in die Knappheit der Ressource:

„*Wir wollen das Experiment aber auch machen*!“. Das Weinen der anderen Schülerin der Zweiergruppe verdeutlicht die emotionale Belastung und Frustration, die aus dem Territorialkonflikt resultiert. Der Konflikt zeigt, dass der einzelne Experimentiertisch in Einheit mit der dort liegenden Experimentieranleitung (gleich Station) von den Schüler*innen als exklusive, nicht teilbare, umkämpfte Ressource wahrgenommen wird.

Der Konflikt wird zunächst durch verbale Abgrenzung und Eskalation (Schreien) auf der einen Seite, und ruhigere Argumentation (Äußerung) sowie emotionale Reaktion (Weinen) auf der anderen Seite ausgetragen. Eine selbstständige, kooperative Konfliktlösung durch die Schüler*innen ist in dieser Situation zuerst nicht zu beobachten. Die Lehrperson (LP#11) interveniert direkt und ungefragt, um den Konflikt zu lösen. Ihr Handeln ist zunächst empathisch („*streichelt die weinende Schülerin am Rücken*“), wechselt dann aber schnell zu einer klaren, direktiven Steuerung der Raumnutzung. LP#11 schickt die zuerst anwesende Dreiergruppe weg: „*Sucht euch doch eine andere Karte! Es gibt noch viel mehr zu tun*!“[278] Diese Anweisung ist eindeutig eine räumliche Ab- und Zuweisung. Obwohl die Lehrerin die Freiräume betont („*Es gibt noch viel mehr zu tun*“), verlangt sie faktisch eine Verlagerung des Arbeitsortes. Die Dreiergruppe reagiert „*schweigend, aber mit grimmigem Gesichtsausdruck*“, was auf eine erzwungene Akzeptanz und möglicherweise Frustration über die verwehrte freie Wahl des Arbeitsortes hindeutet.

LP#11 entscheidet über die räumliche Verteilung der Gruppen, anstatt die Schüler*innen *ihren* Konflikt selbst lösen zu lassen. Die anfängliche offene Raumaneignung samt möglicher zu lösender territorialer Konflikte wird durch eine externe Raumzuweisung ersetzt. Die Freiheit der Schüler*innen, ihren Arbeitsort zu wählen, wird durch LP#11 massiv eingeschränkt. Obwohl die Intervention zu einer schnellen Deeskalation führt, verhindert sie zudem möglicherweise Lernprozesse und Beteiligung im Bereich der Konfliktlösung.

Obgleich die initiale (räumliche und soziale) Orientierungsphase ein wichtiger Bestandteil des selbstbestimmten Experimentierens in offenen Settings ist, da sie den Schüler*innen ermöglicht, sich eigenständig in der Umgebung zu verorten und eine grundlegend informierte Entscheidung über die weiteren Handlungen zu treffen, übernimmt die Lehrperson frühzeitig die Kontrolle über die räumliche Organisation. LP#11 weist Arbeitsplätze zu und macht „*einzelnen Paaren oder Gruppen immer wieder auf noch freie Tische mit Anleitungen aufmerksam [...]: 'Schaut mal, da ist noch was frei!'; 'Geht doch hier hin*!'“ Diese Aussagen unterstützt LP#11 „*handgestisch, indem sie in die entsprechende Richtung zeigt und den Schüler*innen den entsprechenden Platz sozusagen an- bzw. zuweist*“. Diese Zuweisung

[278] Diese Anweisung diskutiere ich hier nicht unter Kriterien der Gerechtigkeit im Hinblick darauf, dass die Lehrerin ausgerechnet die Gruppe wegschickt, die zuerst am Experimentiertisch gewesen ist.

orientiert sich aber eher an der Verfügbarkeit von Plätzen, als an den Interessen der Schüler*innen. Durch die verführte Platzzuweisung nimmt die LP#11 den Schüler*innen die Möglichkeiten der räumlichen Orientierung, des schnellen Überblicks und der darauf aufbauenden grundlegend informierten Entscheidung über die Wahl einer Station.

Die Lehrerin re-institutionalisiert die Kontrolle über den Raum und damit auch über die Arbeitsorganisation. Der Raum wird nicht mehr als frei wählbares Feld erfahrbar, sondern als ein Bereich, dessen Nutzung primär durch die Lehrperson geregelt und verantwortet wird. Die Art und Weise, wie Lehrende in Konflikte um territoriale Ressourcen eingreifen und den Raum re-organisieren, hat direkte Auswirkungen auf das selbstbestimme Vorgehen der Schüler*innen: Eine schnelle, direktive Konfliktlösung, die auf räumlicher Zuweisung basiert, kann zwar die Ordnung wiederherstellen, unterläuft aber gleichzeitig die Freiheit der Schüler*innen. Sie lehrt die Schüler*innen, dass letztlich die Lehrperson die Kontrolle über den Raum und damit über ihre Handlungsmöglichkeiten im Raum hat.

Trotz der prinzipiellen Offenheit des GOFEX-Raumes kann seine Begrenzung durch die Lehrenden zu einem Instrument der Steuerung und damit der Einschränkung eines selbstbestimmten Vorgehens der Schüler*innen werden. Dies geschieht oft durch Interventionen, räumliche Zuweisungen und durch die physische Präsenz der Lehrpersonen.

Die zunächst selbstbestimmte Nutzung des Dosentelefons durch S#1 und S#2 als ‚Stolperfalle' und ‚Wettziehobjekt' führt beispielsweise zur direkten Intervention der LB#1. Ihre Äußerung „*Macht das doch lieber draußen auf dem Flur! Da habt ihr mehr Platz! Und ihr verletzt niemanden*!" und das anschließende Vorweggehen auf den Flur markieren eine deutliche Einschränkung der räumlichen Entscheidungsfreiheiten der Schüler*innen. Die Verlagerung des Arbeitsortes ist eine bewusst regulierende Intervention der GOFEX-Dozentin, die m. E. primär auf Sicherheitsbedenken und die Wiederherstellung der Ordnung im GOFEX-Raum abzielt. Der Flur wird den Schüler*innen als neuer, definierter Raum zugewiesen, ohne dass eine Aussprache über den Raumwechsel oder die Raumnutzung stattfindet; die Anweisung ist vielmehr direktiv zu verstehen. Dies bricht mit der organisatorischen Offenheit des GOFEX in Bezug auf die Wahl des Arbeitsortes.

Obwohl der Flur mehr, entgrenzteren (physischen) Raum bietet, führt die räumliche Neu-Rahmung nicht zu einer (Re-)Fokussierung auf die seitens LB#1 intendierte Aufgabenbearbeitung, sondern zu einer Fortsetzung des abweichenden Handelns von S#1 im Umgang mit dem Dosentelefon (Artikulieren von Flatulenzgeräuschen). Der Flur, der in meinen Augen von LB#1 v. a. als neutralerer Raum ohne direkte Interferenz mit anderen Schüler*innen gewählt wurde, wird zum Schauplatz einer eskalierten spielerischen Interaktion, die aber die selbstbestimmte, explorative Aneignung des Dosentelefons, die

die Schüler*innen bereits im GOFEX-Raum praktizierten, aktualisiert. Die räumliche Isolation führt jedoch dazu, dass die Zweckentfremdung als ‚Stolperfalle' nicht mehr funktioniert, wonach S#1 eine neue Umdeutung des Materials vornimmt.

Die „**Dosentelefon**"-Situation (Kap. 7.1) exemplifiziert auch, wie eine GOFEX-Dozentin durch Verlagerung des Arbeitsortes der Schüler*innen deren methodisches Vorgehen beeinflusst: „Neben den räumlichen Aushandlungsprozessen (im GOFEX oder auf dem Flur) kann aus den Beobachtungen auch geschlossen werden, dass drinnen bzw. draußen ein anderes (fachliches) Lernen stattfindet" (Kihm & Peschel 2020: 95): Als S#1 im GOFEX mit dem Dosentelefon exploriert hat, hat er die Schnur wiederholt gespannt bzw. locker gelassen und mit S#2 ‚durch das Dosentelefon' kommuniziert. Draußen verändert S#1 abermals „den Spannungsgrad der Schnur, indem er anfängt diese aufzuwickeln und gleichzeitig weiter Geräusche artikuliert bzw. in die Metalldose hineinhört" (ebd.). Obwohl die Schüler*innen auch auf dem Flur versuchen, ihre Exploration fortzusetzen und das Material umzudeuten, fordert LB#1 sie mehrfach auf, zur intendierten Nutzung des Dosentelefons als Kommunikationsinstrument zurückzukehren. Verbunden mit dem Ortwechsel ist damit auch eine starke Lenkung der Schüler*innen hin zur intendierten Materialnutzung. Die GOFEX-Dozentin instruiert, wie und wo mit dem Material umzugehen ist, wobei das „Wo" der Nutzung sich auch auf das „Wie" der Nutzung auswirkt: Auf dem Flur sind die Schüler*innen mit LB#1 allein, sodass sie die Schnur des Dosentelefons nicht mehr als Stolperfalle nutzen (können) und sich ihre Aktivität daher verschiebt. Eine weitere Einschränkung des selbstbestimmten Vorgehens erfolgt schließlich durch die physische Entnahme des Materials. Die Modifikation des Arbeitsortes und der damit verbundenen Materialnutzung nimmt den Schüler*innen die Möglichkeit, ihren selbstgewählten explorativen Ansätzen nachzugehen, und zwingt sie in eine von der Lehrenden vorgegebene methodische Näherung an das Dosentelefon. Die anfänglich selbstbestimmte Nutzung des Raumes und des Materials wird durch LB#1 unterbunden.

Lehrende können den Raum nicht nur durch direkte Zuweisungen, sondern auch durch proxemisches Handeln (einschließlich anhaltender körperlicher, physischer Präsenz) dominieren und damit das selbstbestimmte Vorgehen der Schüler*innen einschränken.

In der „**Balance of Power**"-Situation kommt LP#6 an den Experimentiertisch, nachdem S#8 allein mit dem Spiel beginnt. Die Lehrerin stellt sich hinter die Schülerin und „*beugt sich über ihren Rücken*". Diese Positionierung und Körperhaltung habe ich in Kapitel 7.4 als dominant, dominierend und kontrollierend interpretiert. Das über-die-Schultern-Schauen dringt in den persönlichen Raum der S#8 ein und wird von ihr möglicherweise

als zu nahe und deshalb unangenehm empfunden. Dafür spricht, dass S#8 der Lehrerin zunächst nicht antwortet und sich auch nicht zu ihr dreht. Später beugt sich LP#6 soweit über das Spiel, verändert also ihre Positionierung, Körperhaltung und räumliche Ausrichtung, dass sie S#8 „*den Blick abschneidet*“, wodurch S#8 sich „*etwas umsetzen muss, um es wieder sehen zu können*“. Diese körperliche Blockade ist eine Machtdemonstration, die nicht nur den Materialumgang, sondern auch den physischen Raum der Schülerin, ihr Experimentierterritorium, dominiert: Der Experimentiertisch wird von einem prinzipiell verfügbaren Arbeitsort zu einem von LP#6 begrenzten, besetzten Ort. Durch diese räumlichen Einschränkungen werden auch die Handlungsmöglichkeiten der Schülerin erheblich begrenzt. Sie kann selbst nicht mehr spielen, sondern nur noch zuschauen. Ihre Reaktion – S#8 „*sackt mit Körper und Kopf etwas zusammen, schnauft bzw. seufzt leise hörbar und wirkt sichtlich enttäuscht*“ verdeutlicht m. E. ihre anwachsende Frustration über den Verlust der Kontrolle über den (Experimentier- und Lern-)Raum.

Ein weiteres Beispiel für eine solche räumliche Dominanz durch die Lehrperson findet sich in der „**Overheadprojektor**“-Situation (Kap. 8.3.4). LP#1 beobachtet S#33 und S#34 zunächst aus der Ferne, hastet dann aber zum Tisch, verringert also die räumliche Distanz, als S#33 vorschlägt, ein Trinkglas mit Wasser zu nutzen. LP#1 bleibt stehen und „*stützt sich mit beiden Händen auf dem Tisch ab*“. Diese Haltung beansprucht räumliche Dominanz. LP#1 drängt unangefragt in das (Experimentier-)Territorium der Schüler ein, signalisiert durch Mimik (gerunzelte Augenbrauen, gerümpfte Nase) und Atmung (tiefes Ein- und Ausatmen) Missbilligung des kreativen Vorschlags (Wasserglas) und unterbindet das weitere Experimentieren, sodass das selbstbestimmte Vorgehen der Schüler durch die verringerte räumliche Distanz und das Eindringen in das (Experimentier-)Territorium erheblich eingeschränkt wird. Die dominante physische Präsenz und die abstützende Haltung der Lehrperson werden hier zu einer Verhinderungskörpersprache, die die explorativen Ansätze und Vorschläge der Schüler S#33 und S#4 im Keim erstickt, auch wenn die Lehrperson verbal eine eher neutrale Botschaft („*Mhm. Okay*“) sendet. Die Schüler ziehen sich von der ursprünglich gewählten Experimentieraufgabe zurück, m. E. da der Raum für selbstbestimmtes Vorgehen durch die Lehrperson geschlossen wurde. Die Lehrperson nutzt ihre Proxemik, um die Schüler auf den von ihm als optimal erachteten Weg zu bringen, was die Beteiligung der Schüler untergräbt und den Prinzipien des Offenen Experimentierens daher widerspricht. Die Kombination aus räumlicher Enge und nonverbaler Abwertung führt zu einem schnellen Rückzug aus der selbstbestimmten Exploration.

Auch in der „**Flaschengeist**“-Situation (Kap. 8.1.2) oder „**Schokolade**“-Situation (Kap. 8.3.4) zeigt sich die räumliche Dominanz der beobachteten Lehrpersonen. Sie blei-

ben meist über längere Zeit am Tisch stehen und beobachten das Handeln der Gruppe. Dabei stützen sie sich mit beiden Händen auf dem Tisch ab. Ihr permanentes Verharren am Tisch und das proxemische Machtsignal (Abstützen des Körpers) verhindern ein selbstbestimmtes Vorgehen der Schüler*innen in den jeweiligen beobachteten Situation.

Die tatsächliche Wirkung des Raumes als intervenierende Bedingung wird also maßgeblich durch die pädagogische Rahmung und die interaktiven Praktiken der Lehrenden konstituiert. Die organisatorische Offenheit des GOFEX-Konzepts beinhaltet eine weitgehende Wahl des Arbeitsortes. Die Schüler*innen können den GOFEX-Raum nach ihren Bedürfnissen einnehmen. Mit seinen flexiblen Funktionsbereichen ist er konzeptionell darauf ausgerichtet, ein Umfeld für exploratives, interessengeleitetes Lernen zu schaffen. Dies zeigt sich beispielsweise darin, dass die Schüler S#6 und S#7 den GOFEX-Raum in der „**Balance of Power**"-Situation (Kap. 7.4) als offenes Explorationsfeld nutzen und einnehmen: Sie passen die Arbeitsfläche ihren Bedürfnissen an und holen Materialien von anderen Tischen. Die räumliche Flexibilität ermöglicht es ihnen, mit den Magnetkugeln selbstbestimmt und kreativ umzugehen. Die physische Aneignung von Raumteilen ist Ausdruck eines aktiven *sich den Raum zu eigen Machens*, was ein zentraler Aspekt des selbstbestimmten Agierens im GOFEX ist. Hier wird deutlich, dass der Raum – wenn er nicht durch Lehrpersonenvorgaben besetzt bzw. begrenzt und kontrolliert wird – eine Öffnung in den Lernwegen und Vorgehensweisen befördern kann. Die vergleichsweise zurückhaltende Haltung der LP#1 in dieser Interaktion ermöglicht diese Aneignung jedoch eigentlich erst.

Demgegenüber wird der Raum für S#8 in der gleichen Situation durch LP#6 zu einem besetzten, regulierten Ort (s. o.). Die Raumdominanz der LP#6, die sich direkt hinter die Schülerin stellt, sich über das Spiel beugt und ihr sogar die Sicht versperrt, schränkt den Handlungsraum der Schülerin massiv ein. LP#6 beansprucht die zentrale Position im Raumgeschehen und verdrängt die Schülerin an den Rand – sowohl physisch als auch im Hinblick auf ihre Handlungsmacht. Dies macht deutlich, dass der Raum nicht neutral ist, sondern ein Verhandlungsfeld von Kontrolle und Aneignung. Die räumliche Verlagerung auf den Flur in der „**Dosentelefon**"-Situation (Kap. 7.1) ist beispielsweise zunächst eine subtile Strategie, das Handeln der Schüler*innen zu lenken und die räumlichen Rahmenbedingungen für das Experimentieren der Schüler*innen neu zu definieren. Die abschließende Rückführung in den GOFEX-Raum und die unzugängliche Deponierung des Materials markieren dagegen eine endgültige Wiederherstellung der pädagogischen Kontrolle über die Raumnutzung. Der Raum wird in diesem Prozess mehrfach angeeignet, umdefiniert und schließlich zurückerobert. Das bedeutet in meinen Augen, dass nicht nur die Gestaltung des Raumes, sondern v. a. die Nutzung von großer Bedeutung ist.

Die Beobachtungen in der „**Wasserläufer**"-Situation (Kap. 7.3) unterstreichen, dass sich die Schüler*innen in dem offenen Raum zuerst orientieren müssen, was in meinen Augen pädagogisch zurückhaltend begleitet werden muss, damit der Raum nicht frühzeitig in Interaktionen begrenzt wird. Die Art und Weise, wie Lehrende den Raum nutzen und interpretieren – ob sie ‚*Raum geben oder Raum nehmen*' – bewirkt, ob der Raum ein selbstbestimmtes Vorgehen ermöglicht oder verhindert. Diese Interpretation lässt sich in meine zentrale Erkenntnis integrieren, dass Selbstbestimmung in offenen Lernsettings immer ein kontinuierlich auszuhandelnder Prozess ist, der stark vom sozialen Kontext und den Interaktionen zwischen Lehrenden und Lernenden beeinflusst wird, auch im Hinblick auf die Nutzung und Verfügung der intervenierenden Bedingungen.

8.5.3 Zeit als Verhandlungsgegenstand zwischen Eigentempo und pädagogischer Taktung

Die Schüler*innen können sich ihre Zeit während der Experimentierphasen an GOFEX-Tagen selbst einteilen. Trotzdem ist die (Gesamt-)Zeitplanung nicht in die Entscheidung der Lerngruppe gestellt, insofern Beginn und Ende der Experimentierphasen, aber auch Zeitpunkt und Dauer der Reflexionsphasen und Pausen für alle Schüler*innen der Klasse gleichermaßen und gleichzeitig gelten (s. Kap. 5.4). Dennoch ist die freie Einteilung der Zeit, wie lange Schüler*innen sich in der jeweiligen Experimentierphase mit einer Experimentieraufgabe beschäftigen, *ein* Aspekt der organisatorischen Öffnung des Experimentierens (vgl. M. Peschel 2009b). Bezüglich des Tempos, mit dem die Schüler*innen experimentieren, entsteht m. E. eine widersprüchliche Situation an GOFEX-Tagen: Schüler*innen, die eigentlich ‚in ihrem Tempo' experimentieren dürfen sollten, werden von ihren Lehrkräften angespornt in möglichst kurzer Zeit möglichst viele Versuche/Experimente abzuarbeiten, was ich als ‚Modus des schnellen Abarbeitens' rekonstruiert habe, der sich durch ein zeitökonomisches, pragmatisches Vorgehen auszeichnet (vgl. auch Breidenstein 2006).

In der „**Dosentelefon**"-Situation (Kap. 7.1) oder der „**Flammensprung**"-Situation (Kap. 7.2) ist Zeit als Strukturmerkmal zunächst ‚kaum spürbar' und die Schüler*innen teilen sich ihre Zeit zur Bearbeitung der Experimentieraufgabe selbst ein: Diese Zeitoffenheit ermöglicht es S#1 und S#2, sich intensiv mit dem Dosentelefon auseinanderzusetzen, die Schnurspannung zu variieren, die Schnur als Stolperfalle und Wettziehobjekt zu nutzen und Flatulenzgeräusche in eine Dose zu artikulieren. Sie *nutzen die Zeit* für selbstbestimmte Explorationen, die über die in der Experimentieraufgabe intendierten Ziele hinausgehen und die m. E. teilweise das Ausloten von Grenzen und Entgrenzen verfolgen. Die mehrfachen Wiederholungen und die intensive Beobachtung der Schülerinnen S#3 und S#4 (Flammen-

sprung) deuten auf ein Experimentieren im eigenen Tempo hin, das durch die Abwesenheit äußerer Zeitvorgaben zum Stationswechsel überhaupt ermöglicht wird. Die Schülerinnen verbringen viel Zeit damit, das Abbrennen des Streichholzes und das Aufsteigen des Wachsdampfes zu untersuchen, obwohl dies über die angeleiteten Schritte des ‚Flammensprungs' hinausgeht. Die Zeitoffenheit erlaubt ihnen, sich eigenständig auf diese Nebenphänomene einzulassen und eigene Beobachtungsschwerpunkte zu setzen.

Auch in der „**Balance of Power**"-Situation (Kap. 7.4) nutzen S#6 und S#7 eine längere, ununterbrochene Zeitspanne, um sich mit dem Spiel bzw. später explorativ den Magnetkugeln auseinanderzusetzen. Sie entscheiden selbst, wie lange sie mit den Magnetraupen und Hufeisenmagneten arbeiten wollen – und sie beenden die Situation „Balance of Power" selbstbestimmt („*Wollen wir noch woanders gucken?*"). Sie werden nicht durch externe Zeitstrukturen oder die Ungeduld der Lehrperson eingeschränkt (s. u.). Diese offene Zeitstruktur ermöglicht es ihnen, verschiedene Phasen intensiver Beschäftigung in ihrem eigenen Tempo zu durchlaufen: von der initialen Erkundung des Spiels über die Entwicklung der Magnetraupen bis hin zur Erweiterung durch Einbeziehung von Hufeisenmagneten. Selbst eine Phase des konzentrierten Nachdenkens konnte ich beobachten: „*Kurze Zeit betrachten die beiden das Spiel, schweigen dabei. Die Stirn jeweils in Falten gelegt und die Augen weit aufgerissen wirken beide sichtlich angestrengt auf mich und hochkonzentriert*". LP#5 unterstützt diese Zeitfreiheit explizit mit der Äußerung: „*Ich lasse euch mal in Ruhe spielen*!". Diese Gewährung einer individuellen, nötigen Zeiteinteilung ist eine entscheidende Bedingung für ein selbstbestimmtes, exploratives Vorgehen.

Die relativ freie Zeiteinteilung, als organisatorisches Kernmerkmal des Offenen Experimentierens, wird allerdings häufig durch pädagogische Interventionen eingeschränkt. Lehrende nutzen die Ressource Zeit(einteilung) als Instrument zur Steuerung des Lernprozesses, was das selbstbestimmte Vorgehen der Schüler*innen beeinflusst. Zum Beispiel üben insbesondere die Lehrpersonen häufig impliziten oder expliziten Zeitdruck auf das Vorgehen der Schüler*innen aus, der ihre selbstbestimmte Zeiteinteilung beeinträchtigt: In der „**Wasserläufer**"-Situation (Kap. 7.3) benötigt S#5, die zum ersten Mal im GOFEX ist (Modulebene 5), Zeit zur Orientierung. Obwohl LB#2 vorschlägt, ihr „*noch Zeit [zu] lassen, um selbst ein Thema zu finden*", drängt LP#3 auf die schnelle Zuweisung einer Aufgabe: „*Können Sie ihr nicht einfach eine Aufgabe geben? Sie ist so unsicher und kennt das hier ja nicht*!" Diese Ungeduld der LP#3 führt zu einer verfrühten Intervention und einer Aussetzung des Orientierungsprozesses, was die Möglichkeiten der Schülerin zur individuellen Orientierung und selbstbestimmten Themenfindung erheblich einschränkt. Auch später finden Ansätze einer längeren Auseinandersetzung mit bestimmten

Aspekten des Experiments, eigenen Fragestellungen und weiterführenden Experimenten in meinen Augen wenig Berücksichtigung: Nachdem die Büroklammern im Wasser untergehen, schlägt S#5 eine Variation vor: „*Vielleicht muss ja noch Zucker in das Wasser, damit es klappt*!". LP#3 lässt sie dies zwar genau einmal(!) ausprobieren, wertet das Ergebnis und somit die Initiative der Schülerin aber nach einmaliger Durchführung umgehend ab: „*Nix passiert, siehst du! Jetzt würde ich es mal mit normalem Wasser probieren*!" Auch hier blockiert LP#3 m. E. eine freie Zeiteinteilung der Schülerin für eigene Variationen und drängt sie stattdessen zum Modus des schnellen Abarbeitens des Versuchs.

Als LP#4 eine Reißzwecke erfolgreich auf dem Wasser treiben lässt und sofort beginnt, monologisierend eine Erklärung zu liefern (s. Kap. 7.3), versucht S#5 weiterhin, selbst „*Reizwecken auf die Wasseroberfläche zu legen"*. Ihre Reproduktionsversuche des beobachteten Phänomens (s. Kap. 3.1; vgl. Fischer & Peschel 2023) werden jedoch übergriffig von LP#4 gestoppt, die „*ihre Hand greift und die Handlung damit unterbindet*". S#5 wird die Möglichkeit genommen, das Phänomen in ihrem eigenen Tempo zu erforschen und ein eigenes Verständnis zu entwickeln. Selbst als S#5 trotz der Interventionen weiterhin Reißzwecken aufs Wasser setzt und beobachtet, wie sie mal treiben und mal untergehen, initiiert LP#4 einen Wettbewerb, bei dem es um das immer schnellere ‚zu Wasser Lassen' der Reißzwecken geht. Die Aufmerksamkeit der Schülerin wird von ihren eigenen, vertiefenden Beobachtungen abgelenkt, da auch sie nun „*so schnell wie möglich neue Reizwecken aufs Wasser legt*". Die ursprüngliche, vertiefte Beobachtung tritt zugunsten einer von außen definierten Beschleunigung der Experimentierhandlungen in den Hintergrund: Das individuelle Tempo der Schülerin, das von Ausprobieren, Beobachten und Wiederholen geprägt ist, steht im Kontrast zu dem von LP#4 forcierten, zügigen Ablauf, den ich zuvor als Ergebnisorientierung und Modus des schnellen Abarbeitens rekonstruiert habe (s. Kap. 7.3). Schlussendlich beendet allein LP#4 das Experiment: „*Jetzt sind wir fertig und können das nächste machen*!" Die Lehrerin entscheidet dies ohne Rücksprache oder Aushandlung und ‚über S#5 hinweg'. Die Schülerin wird fremdgesteuert, sowohl in der Verfügung der Ressource Zeit als auch in *ihrem eigenen* experimentierenden Vorgehen. Die daraufhin gestellte Frage der S#5: „*Ist das denn bei Wasserläufern auch so?*", die direkt aus *ihrem* Experimentieren und *ihren* Beobachtungen resultiert, wird von LP#4 nicht mehr aufgegriffen. Stattdessen wird S#5 zum Aufräumen angehalten: „*So. Komm, such dir jetzt was anderes aus*!" Das Interesse und die wiederholt geäußerten explorativen Impulse werden ignoriert, sobald das von der Lehrperson definierte Lehrziel als vermeintlich erreicht gilt. Die Entscheidung über die Dauer der Aufgabenbearbeitung liegt illegitimerweise ausschließlich bei der Lehrperson, nicht bei S#5.

Das Beispiel „Wasserläufer“ zeigt, dass die Ansätze einer vertieften Auseinandersetzung der S#5, ihre eigenen Fragestellungen und ihr individuelles Lerntempo konsequent zugunsten einer ergebnisorientierten, schnell getakteten und fremdbestimmten ‚Abwicklung‘ des Experiments, die von LP#4 gesteuert wird, zurückgestellt werden. Die externe Zeitstrukturierung durch LP#3 und LP#4 verhindert, dass S#5 ihren individuellen Lernprozess zeitlich selbst gestalten kann. Ihre Ansätze des Explorierens, Ausprobierens, Beobachtens und Fragens werden immer wieder verkürzt, beschleunigt oder beendet.

In der „**Flaschengeist**“-Situation (Kap. 8.1.2) verstärkt LP#7 den Zeitdruck auf die Schüler*innen bei der Bearbeitung der Experimentieraufgabe mit der Äußerung „*Wenn du auch holst, seid ihr schneller!*“ Die Lehrerin beeinflusst hier illegitimerweise die eigenständige Planungsphase bzw. Organisation der Materialbeschaffung durch die Schüler*innen und manipuliert die Zeiteinteilung bzw. Absprache der Gruppe, um auf eine schnellere Bearbeitung der Experimentieraufgabe hinzuwirken. Als die Schüler*innen später untereinander verabreden, die Glasflasche weiter zu kühlen, und dies auch entsprechend miteinander umsetzen, tippt LP#7 „*ungeduldig auf die Tischkante*“, was als permanente, subtile Lenkung des Schüler*innenhandelns m. E. den Eindruck vermittelt, dass die Kühlphase zu lange dauert oder im Hinblick auf das Fortkommen und Voranschreiten in der Experimentieranleitung ‚unnötig‘ ist. Die Lehrperson unterstützt damit einen Modus des schnellen Abarbeitens, entgegen der prozessorientierten Arbeitsweise der Schüler*innen und entgegen der GOFEX-Prinzipien und -Intentionen.

In der „**Dreckwasser**“-Situation (Kap. 8.3.4) unterbricht LP#9 das wiederholte Filtern der Schüler mit dem Kaffeefilter durch nonverbale Ungeduldssignale wie Fingertippen und Fußgetrappel und durch die rhetorische Frage „*Und jetzt*?“ Obwohl die Schüler ihr Vorgehen begründen („*Wir machen das noch mal, dann wird es immer sauberer*!“), wertet LP#9 das Vorgehen durch Augenverdrehen und tiefes, laut hörbares Ein- und Ausatmen m. E. nonverbal ab. Hieran wird in meiner Interpretation deutlich, dass LP#9 ein schnelles zum-Ziel-Kommen beim Experimentieren erwartet, im Sinne der Ergebnisorientierung.

In der „**Schokoladen**“-Situation (Kap. 8.3.4) konnte ich ebenfalls *expliziten* Zeitdruck durch eine Lehrperson beobachten: LP#9 unterbricht die wiederholten Experimentierhandlungen der Schüler, indem er seine Hand flach über das Glas hält und bemerkt: „*So, das habt ihr jetzt ja oft genug gemacht*". Dies ist eine explizite Begrenzung der eigentlich frei einteilbaren Bearbeitungszeit und signalisiert, dass die Lehrperson normativ definiert, wann ein Experiment oder eine Experimentierhandlung ausreichend oft durchgeführt wurde – ungeachtet möglicher weiterer Erkenntnisse oder Vertiefungen.

Die externe Taktung des GOFEX-Tages, insbesondere durch vorgeschriebene „Zwangspausen“ (Ramseger 1985: 224), kann selbstbestimmte Lernprozesse abrupt beenden. In der „**Flammensprung**“-Situation (Kap. 7.2) wirft S#3 die Frage auf, „*wie schnell und wie lange sie das Streichholz in den Wachsnebel halten muss*“. Diese Frage verweist auf ein eigenes, anhaltendes Erkenntnisinteresse der Schülerin, das durch die extern gesetzte Zeitstruktur und die organisatorische Intervention der LB#4 allerdings nicht mehr weiterverfolgt werden kann: LB#4 kündigt eine Pause für alle Schüler*innen an und trägt ihnen auf, ihre Arbeitsplätze vor dieser Pause aufzuräumen. Die geplante Variation wird nicht umgesetzt, und die Schülerinnen wenden sich nach der Pause einer anderen Aufgabe zu. Auch in der „**Dreckwasser**“-Situation (Kap. 8.3.4) beendet LB#2 das Experiment der Gruppe, indem sie „*mit einem Holzstab an eine Klangschale*“ schlägt, was den Schüler*innen zuvor als ‚Signal für das Ende der Experimentierphase‘ erklärt wurde.

In beiden Situationen wird die Pause unabhängig vom Fortschritt, dem Erkenntnisstand und der Motivation der Schüler*innen verordnet, was zum einen die freie Zeiteinteilung, zum anderen das selbstbestimmte Vorgehen erheblich einschränkt. Insbesondere der Umgang mit einer Weiterbeschäftigung mit Experimenten in den Pausenzeiten wird nicht als Aspekt der Klassenselbstverwaltung (soziale Dimension) ausgehandelt oder zur Disposition gestellt, sondern ‚von oben‘ vorgegeben: „Es gibt vorgeschriebene Zeiten, zu denen sich die Schülerinnen und Schüler für bestimmte Dinge zu interessieren haben. In Pausen dürfen sie nicht immer ohne weiteres am Thema bleiben“ (Hecht 2009: 262). Durch solche für alle gemeinsam geltenden Pausenregelungen bestimmen nicht „die Sache, die Motivation und die Leistungsfähigkeit der Kinder […] den Rhythmus, sondern Unterrichtsplanung und Unterrichtsdurchführung werden ihrerseits einem von vornherein feststehenden, starren Zeitschema angepaßt [sic!] und unterworfen“ (Benner & Ramseger 1981: 45). Im Hinblick auf die Aushandlung von Selbstbestimmung können z. B. Reflexionsphasen an GOFEX-Tagen deshalb unter zwei Gesichtspunkten diskutiert werden: Einerseits schränken sie die freie Zeiteinteilung der Schüler*innen ein, da sie zu einem bestimmten Zeitpunkt für alle Schüler*innen gleichzeitig verpflichtend einberufen werden (entgegen der organisatorischen Offenheit). Wie z. B. in der Vignette „**Flammensprung**“ (Kap. 7.2), wirkt diese zeitliche Unterbrechung der Experimentierphase auf das methodische Vorgehen und die inhaltliche Ausrichtung der Schüler*innen. Andererseits werden Reflexionsphasen im didaktischen GOFEX-Konzept als wichtiges Kernelement der „Wege zur (gemeinsamen) Erkenntnis“ (M. Peschel 2009c; Kihm et al. 2018; 2024b) erachtet und auch in aktuellen sachunterrichtsdidaktischen Positionen als relevant betont (vgl. z. B. Murmann et al. 2007; Dunker 2015; 2016; Krumbacher 2016).

Aus der Perspektive der Schüler*innen, die gerade mitten in einem Beobachtungsprozess sind oder eine (weitere) Durchführungsschlaufe vorbereiten usw., hat die einberufene Reflexionsrunde (*zu diesem speziellen, für alle gültigen Zeitpunkt!*) ggf. keinen erkennbaren Sinn. Eine Reflexionsrunde (mit allen) wird also sicherlich für einen Großteil der Schüler*innen den Sinn und Zweck verfehlen (vgl. auch Giest 2020). Es braucht hier ggf. individuellere Lösungen für Reflexionsphasen – und sei es nur, dass diese auf Freiwilligkeit beruhen und nicht mehr für alle verpflichtend zum selben Zeitpunkt liegen. Zu fragen wäre dann auch, warum alle Schüler*innen gleichzeitig Pause haben *müssen* und warum nicht jedes Kind Pause machen *kann*, wenn es eine Pause benötigt. Neben dem Einfluss der Räumlichkeiten zeigt sich auch im Einfluss des Aspektes Zeit (hier v. a. Pausen) die „Fernwirkung organisatorischer Entscheidungen [und Rahmenbedingungen] […] bis in nahezu sämtliche Unterrichtsvollzüge" (Ramseger 1985: 244; Anm. d. V.).

Die Zeit wird zu einem Verhandlungsgegenstand zwischen dem individuellen Tempo der Schüler*innen und den institutionellen Erwartungen und dem pädagogischen Takt der Lehrenden. Das GOFEX-Konzept sieht eine weitgehende Zeitfreiheit vor, die es S#6 und S#7 in „Balance of Power" (Kap. 7.4) ermöglicht, ihren Interessen und Vorerfahrungen zu folgen, und die es den Schülern S#1 und S#2 ermöglicht, das „Dosentelefon" (Kap. 7.1) auf vielfältige, auch zweckentfremdende Weise zu nutzen. Auch in der „Öl-Wasser-Situation" (Kap. 8.3.4) arbeiten die Schüler S#25, S#26 und S#27 zunächst in ihrem Tempo und ‚nehmen sich Zeit', um schweigend die Öl-Wasser-Emulsion zu beobachten und die Beobachtungspositionen zu wechseln. Diese immersive Beobachtungsphase ist Konsequenz der Möglichkeit einer freien Zeiteinteilung und Ausdruck ihres selbstbestimmten Vorgehens beim Offenen Experimentieren (Modulebene 2).

Die „**Balance of Power**"-Situation (Kap. 7.4) zeigt in meinen Augen einen interessanten Kontrast, da LP#5 die individuelle Zeiteinteilung der Schüler nach einer kurzen Intervention respektiert („*Ich lasse euch mal in Ruhe spielen*!"), was den Schülern ermöglicht, ihre Explorationsphasen zeitlich zu entfalten. Im Gegensatz dazu schränkt LP#6 die individuelle Zeiteinteilung der S#8 durch wiederholte Eingriffe massiv ein: Die hohe Frequenz und Intensität, mit der die Lehrerin LP#6 dabei interveniert (körperliche Dominanz, Materialmanipulation; s. Kap. 7.4), lässt S#8 kaum Zeit, eigene Strategien zu entwickeln und sich wirklich auf das Spiel einzulassen. Oft neigen die beobachteten Lehrpersonen dazu, Zeit im Sinne einer Ergebnisorientierung zu beschleunigen: Das selbstbestimmte Handeln der Schüler*innen wird durch implizite oder explizite ‚Taktgeber' unterbrochen. Die frei einteilbare und verfügbare Zeit wird durch eine solche pädagogischen Taktung ersetzt, die ein selbstbestimmtes Vorgehen systematisch einschränkt.

In der „**Wasserläufer**“-Situation (Kap. 7.3) resultiert die Ungeduld der Lehrpersonen in meiner Interpretation aus dem Wunsch nach sichtbarem Fortschritt bei der Durchführung von Experimenten. Die von S#5 vorgeschlagene Variation, eine Zuckerlösung anzusetzen, stellt demnach eine Abweichung vom kanonisierten Versuch dar, den LP#3 vermutlich kennt. Die Lehrerin nimmt diese Variation ggf. als Zeitverlust wahr, die nicht direkt zum erwarteten Ergebnis des kanonisierten Versuchs führt und beendet die Variation deshalb, um S#5 zum Versuch zurückzuführen: „*Nix passiert, siehst du! Jetzt würde ich es mal mit normalem Wasser probieren*!" LP#4 beendet das Experiment abrupt, sobald das Lehrziel (Oberflächenspannung als Erklärung für das Nichtuntergehen der Reißzwecke bzw. Büroklammer) aus Sicht der Lehrerin vermeintlich erreicht ist, auch wenn die Neugierde der S#5 noch vorhanden ist. Die wiederholten, zeitintensiven Beobachtungen werden von LP#4 als unnötig abgetan („*Wir haben ja nun alles gesehen*!“)

In der „**Flaschengeist**“-Situation (Kap. 8.1.2) kommuniziert LP#7 ihre Ungeduld, indem sie mit den Fingern auf dem Tisch tippt, während die Schüler*innen die Flasche kühlen. Die Lehrperson möchte, dass die Schüler*innen ein Ergebnis, das sie vermeintlich bereits kennt (das Klappern der Münze), möglichst schnell herstellen. Dies zeigt, wie die subjektive Beurteilung von ‚effektiver' und ‚ineffektiver' Zeitnutzung durch die Lehrperson direkt die Zeiteinteilung der Schüler*innen beeinflusst. Solche ‚Taktgeber' (Zeitdruck) können dazu führen, dass Lernende wichtige, selbstbestimmte Phasen der Exploration, der Beobachtung, der Variation und der Reflexion abbrechen.

Die „**Öl-Wasser**“-Situation (Kap. 8.3.4) zeigt, ähnlich wie die „Flammensprung“-Situation (Kap. 7.2), wie eine extern verordnete Pause ein aktuelles Experiment unabhängig vom Erkenntnisstand oder der Motivation der Schüler*innen beendet. In der „Öl-Wasser“-Situation kommt die Besonderheit hinzu, dass LB#2 eine Klangschale als Ritual nutzt, um die Pause für alle Schüler*innen anzuordnen (s. Kap. 8.2.2 zu solchen Ritualen). Das Ritual ‚Klangschale' und seine inkorporierte Bedeutung ‚Pause' grenzt die freie Zeiteinteilung der Schüler*innen ein und verhindert, bezogen auf die beobachtete Gruppe, dass die Schüler*innen ihre neue, divergente Idee (Hinzufügen von Tinte) weiterverfolgen.

Insgesamt zeigt sich, dass die intendierte Offenheit der Zeitgestaltung im GOFEX nicht automatisch auch zur individuellen Zeitnutzung durch die Schüler*innen führt. Wenn Lehrende die Eigenzeiten der Schüler*innen nicht respektieren, sondern diese durch Beschleunigungen und Zeitdruck überformen, wird ein selbstbestimmtes Vorgehen durch pädagogische Taktung systematisch eingeschränkt. Die Aushandlung von Selbstbestimmung ist deshalb immer auch eine Aushandlung zwischen individuellem Lerntempo und den institutionellen, oft ergebnisorientierten Zeiterwartungen der Lehrenden.

8.5.4 Kumulative Wirkung der intervenierenden, situativen Kontextbedingungen

Bislang habe ich die einzelnen intervenierenden Bedingungen – Materialien, Raum und Zeit – separat in ihrer jeweiligen Wirkungsweise auf die Aushandlung von Selbstbestimmung betrachtet. Dabei dürfte jedoch bereits deutlich geworden sein, dass diese Faktoren nicht isoliert voneinander wirken, sondern in einem komplexen, kumulativen Geflecht wechselseitiger Beziehungen stehen. Ihre Interdependenz und die Kommunikation ihrer Einschränkungen durch Lehrende sind entscheidend für das Ausmaß, in dem Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren tatsächlich ausgehandelt wird.

Die anfängliche Zeitoffenheit und der offene, flexibel nutzbare GOFEX-Raum ermöglichen es S#1 und S#2 in der „**Dosentelefon**"-Situation (Kap. 7.1) anfangs, das Dosentelefon, ein multifunktionaler Vermittler und Affordant von Handlungsmöglichkeiten, zweckentfremdet zu nutzen. Die raumgreifende Verwendung der Schnur als Stolperfalle zeigt, wie die Materialnutzung wiederum den Raum beeinflusst und ihn zu einer ‚Bühne kindlicher Performanz' macht. Die zeitliche Freiheit ermöglicht es den Schüler*innen, sich in diese Entgrenzung zu vertiefen. Als die raumgreifende Materialnutzung jedoch von Lehrenden als störend gerahmt wird, führt dies zu einer räumlichen Verlagerung auf den Flur, eine räumliche Intervention, die direkt an die bisherige Materialnutzung gekoppelt ist und wiederum Konsequenzen für das selbstbestimme Vorgehen der Schüler*innen hat: Die räumliche Intervention impliziert eine Beendigung der als störend gerahmten Handlung im GOFEX-Raum. Auf dem Flur wirkt das Material nun anders, da die ‚Stolperfalle' nicht mehr funktioniert. Die räumliche Verschiebung zwingt S#1 wiederum zu einer neuen Umdeutung des Materials. Die kumulativen Interventionen, die Material, Raum und Zeit betreffen, führen schließlich endgültig zum Materialentzug und zur Beendigung der Aktivität, was die ‚Räume' zur Aushandlung der Selbstbestimmung in Bezug auf das Experimentieren zwischen den Schüler*innen und den Lehrenden komplett schließt.

Die „**Wasserläufer**"-Situation (Kap. 7.3) verdeutlicht ebenso, wie die ungünstige kumulative Wechselwirkung der intervenierenden Bedingungen das selbstbestimmte Vorgehen einer Schülerin stark einschränken kann. Die verfrühte und übergriffige Intervention der LP#3, die S#5 eine Stationskarte zuweist, legt nicht nur das Material fest, sondern bindet S#5 auch an einen spezifischen Experimentiertisch und setzt sie unter Zeitdruck, indem sie ihr die offensichtlich notwendige Zeit zur Orientierung im GOFEX nimmt. Stattdessen bestimmt LP#3 über die Zeiteinteilung, indem sie der Schülerin eine spezifische Experimentieraufgabe zur Abarbeitung zuweist. Die Reduktion auf einen zugewiesenen Arbeitsbereich, die Vorgabe der Materialien und der implizite Zeitdruck verstärken sich gegenseitig und engen den Handlungsraum der S#5 kumulativ ein.

In der „**Dreckwasser**“-Situation (Kap. 8.3.4) wird die Materialwahl der Schüler zunächst durch das wortlose Ablegen eines Kaffeefilters von LB#5 subtil gelenkt. Kurz darauf wertet LP#9 das Vorgehen der Schüler, den Kaffeefilter geschlossen auf das Glas zu legen, direkt und autoritär ab: „*Nein. So funktioniert das ja nicht*“. Als die Schüler später eine funktionierende Methode mit einem Geschirrtuch entwickeln, reagiert LP#9 erneut mit nonverbaler Missbilligung (Augenrollen, Seufzen) und drängt ihnen subtil eine Küchenpapierrolle auf, die er immer näher in das Sichtfeld der Schüler schiebt, allerdings wort- und kommentarlos. Diese Kette von mehr oder weniger direkten Materiallenkungen und -vorgaben, gepaart mit einem implizitem Zeitdruck (durch LP#9) und abwertenden nonverbalen Signalen, führt dazu, dass die Schüler ihre eigenen Bearbeitungswege und Vorhaben letztlich einstellen. Die Summe der Interventionen, die die Materialwahl und Zeiteinteilung der Schüler sowie indirekt ihre Methode betreffen, führt schlussendlich zu einer umfassenden Einschränkung des selbstbestimmten Vorgehens der Schüler.

Das selbstbestimmte Vorgehen der Schüler*innen, das sich in Eigeninitiativen, Variationen und der Verfolgung eigener Interessen manifestiert (z. B. durch eigene Fragen), wird durch die kontinuierliche Einengung der Handlungsräume – sei es durch Vorgaben von Material und Raum oder durch expliziten bzw. impliziten Zeitdruck – in meinen Augen systematisch untergraben. Experimentiermaterialien können, im Sinne eines „Appelles der Dinge“ (Affordanzen), vielfältige, auch unkonventionelle Explorationsprozesse anstoßen (z. B. „Dosentelefon“, Kap. 7.1; „Balance of Power“, Kap. 7.4). Der GOFEX-Raum kann als ermöglichender Handlungsraum von Schüler*innen flexibel und selbstverantwortlich eingenommen werden (z. B. „Betreten des GOFEX-Raumes“, Kap. 8.5.2). Die Zeitoffenheit begünstigt Eigeninitiativen und das Arbeiten in einem eigenen Tempo bzw. die freie Zeiteinteilung („Flammensprung“, Kap. 7.2; „Öl-Wasser“, Kap. 8.3.4).

Die intervenierenden Bedingungen bieten also Potenziale für selbstbestimmtes Vorgehen, kreative Umdeutungen und tiefgehende, prozessorientierte Auseinandersetzungen mit Phänomenen. Jedoch werden diese intervenierenden Bedingungen in der Interaktion häufig modifiziert, begrenzt oder gar konterkariert. Die Lehrenden spielen eine dominante Rolle in diesem Aushandlungsprozess. Ihre Interventionen, oft getragen von einem ergebnisorientierten Experimentierverständnis und einem transmissiven Lernverständnis, zielen darauf ab, die Schüler*innen schnellstmöglich auf intendierte oder ‚richtige‘ Wege zu lenken und Abweichungen zu korrigieren. Dies geschieht durch:

(a) *direkte Lenkung*: z. B. explizite Anweisungen zu Materialnutzung und Vorgehen
(b) *subtile Lenkung*: z. B. nonverbale Signale wie Augenrollen, Seufzen, Fingertippen, suggestive Fragen oder das wortlose Anbieten von Materialien (s. a. Kap. 8.3)

(c) *räumliche und zeitliche Kontrolle:* z. B. Beendigung von Aktivitäten, räumliche Verdrängung und Verschiebung, physische Dominanz im Raum durch Proxemik bzw. Körperhaltung oder Zuweisung fester Arbeitsbereiche in einem eigentlich offenen Setting.

Die kumulativen Konsequenzen dieser Interventionen führen dazu, dass das selbstbestimmte Vorgehen der Schüler*innen an GOFEX-Tagen eingeschränkt wird. Ihre Eigeninitiative und Bereitschaft, eigene Ideen einzubringen, wird dadurch ggf. gemindert; die Schüler*innen entwickeln und habitualisieren einen Modus des schnellen Abarbeitens und einen Modus des Abwartens, wie von mir beobachtet und beschrieben, anstatt im Modus des Freien Explorierens, Experimentierens und Problemlösens zu agieren.

In der „**Balance of Power**"-Situation (Kap. 7.4) zeigt sich dagegen die positive Wechselwirkung der intervenierenden Bedingungen, wenn die entsprechenden Ressourcen ermöglichend wirken. Die methodisch-inhaltlich offen formulierte Experimentieraufgabe und die organisatorischen Freiheiten in Bezug auf Zeit und Raum (freie Wahl des Arbeitsortes, flexible Zeiteinteilung) ermöglichen S#1 und S#2 eine selbstbestimmte Auseinandersetzung mit dem Spiel- oder Materialset „Balance of Power". Die Magnetkugeln fungieren als affordanter Reiz: Obwohl es als Spiel mit eigenen Regeln konzipiert ist und nicht explizit für didaktische Zwecke konstruiert wurde, ermöglicht es durch die Manipulation der Magnetkugeln vielfältige Auseinandersetzungen mit magnetischen Kräften. Die bewusste Abwesenheit einer detaillierten Anleitungskarte oder ausformulierten (Experimentier-)Aufgabe unterstreicht diese Offenheit. Die flexible Raumnutzung (Tischverschiebung, Materialbeschaffung von anderen Tischen) und die längere, ununterbrochene Zeitspanne, die ihnen zugestanden wird, befördern die kreative Umdeutung des Materials und die m. E. vergleichsweise systematische Untersuchung magnetischer Phänomene der Anziehung und Abstoßung. Hier verstärken sich Material, Raum und Zeit gegenseitig als Ermöglichungsfaktoren für selbstbestimmtes Vorgehen, da LP#5 den Schülern eine individuelle, nötige Zeiteinteilung gewährt und sie den Raum für sich einnehmen lässt. Hier wirkt also insbesondere die *Abwesenheit* der LP#5 positiv auf das selbstbestimmte Vorgehen der beiden Schüler.

Wenn Schüler*innen aber, und v. a. durch den Einfluss der Lehrpersonen: auch an GOFEX-Tagen, lernen, dass nicht alle Formen von Aneignung erwünscht oder vorgesehen sind und dass ihrem selbstbestimmten Vorgehen Grenzen *gesetzt werden*, sobald Handlungen nicht den Erwartungen der Lehrperson entsprechen, dann führt dies nicht zu einem ‚echten' selbstbestimmten Offenen Experimentieren, sondern zu einer „kontrollierten Autonomie" (Baltruschat 2010), in der Schüler*innen sich an unausgesprochene Erwartungen anpassen und sich unterordnen, anstatt konsequent eigene Interessen zu artikulieren.

9 Fazit

Im abschließenden Kapitel möchte ich eine vorläufige Antwort auf meine Forschungsfrage „**Wie wird Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren ausgehandelt?“** geben. Diese Antwort erfolgt vor dem Hintergrund meines Grounded Theory-methodologischen Vorgehens (Kap. 2), ausgehend von meiner eigenen theoretischen Sensibilität (Kap. 3), angesichts meiner Auseinandersetzung mit dem bisherigen Forschungsstand zum Offenen Experimentieren (Kap. 4), im Lichte zweier Vorstudien, die ich zur Entwicklung meines methodischen Vorgehens und zur Generierung von ad hoc Hypothesen durchgeführt habe (Kap. 5) sowie im Lichte der Erkenntnisse, die ich in meiner Hauptstudie gewinnen konnte (Kap. 6). In meiner Hauptstudie habe ich Beobachtungsprotokolle von insgesamt vierzehn GOFEX-Tagen zunächst offen, dann axial und schließlich selektiv kodiert. Kernelement meiner Grounded Theory zur Aushandlung von Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren ist ein entsprechendes Kodierparadigma (Kap. 6; Tab. 37), das ich beispielhaft auf vier differente Offenen Experimentier-Lehr-Lern-Situationen angewandt habe (Kap. 7).

In diesem iterativen, interpretativen Prozess des Kodierens sowie Kategorisieren und auf dem Weg zum Kodierparadigma habe ich meine Einzelfragestellungen beantworten können und dabei die jeweilige Bedeutung der (1) Experimentieraufgaben mit modularer Öffnung, (2) der pädagogisch-didaktisch-fachlichen Interventionen der Lehrpersonen und GOFEX-Dozierenden und (3) der situativen Kontextbedingungen (Material, Raum, Zeit) für die Aushandlung von Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren skizziert (Kap. 8). Dazu habe ich Beobachtungsprotokolle als Vignetten genutzt, um meine Analysen und Interpretationen zu illustrieren und zu exemplifizieren. Jede Vignette ist dabei exemplarisch zu sehen, als ‚token of a type‘ – für jede Interpretation gibt es also weitere Belege.

Die detaillierte Analyse der Beobachtungssituationen im GOFEX hat bestätigt, dass die Aushandlung von Selbstbestimmung ein hochkomplexer, dynamischer Prozess im Spannungsfeld zwischen der konzeptionellen Offenheit des GOFEX und den tief verankerten schulischen Praktiken und Rollenhandlungsmustern der Lehrenden ist. Planung, Steuerung und Kontrolle sind Grundparameter des 7G-Experimentalunterrichts (Kap. 3.1). Wie gezeigt wurde, sind diese Grundparameter aber auch an GOFEX-Tagen weiterhin rekonstruierbar, was traditionelle Experimentiermuster letztlich zementiert (vgl. Häcker 2007: 57; Hartinger 2008).

Die **Experimentieraufgaben** im GOFEX sind modular aufgebaut und bieten unterschiedliche Öffnungsstufen, die von Experimentieranleitungen (Modulebene 1) über geöffnete Experimentieraufgaben (Modulebene 2) und offene Experimentieraufgaben (Modulebene 3) reichen. Auf Modulebene 5 entfällt jegliche Eingrenzung durch Experimentieraufgaben und die Leitfrage lautet: „*Was willst du herausfinden*?“ Während höhere Öffnungsstu-

fen programmatisch mehr methodisch-inhaltliche Freiheiten für die Schüler*innen vorsehen, zeigen meine Beobachtungen, dass diese methodisch-inhaltlichen Freiheiten im interaktionalen Geschehen häufig durch Lehrende modifiziert und eingeschränkt werden.

Als ein spezifisches Merkmal der Experimentieraufgaben habe ich den Verzicht auf vorwegnehmende Aufgabenelemente untersucht. In der Vorstudie konnte ich rekonstruieren, dass dieser Verzicht einen prozessorientierteren Austausch zwischen Schüler*innen evozieren kann und die Bedeutsamkeit *eigenen* Beobachtens für den Erkenntnisgang erhöht. Meine Beobachtungen aus der Vorstudie zeigt, dass auch der Verzicht auf vorwegnehmende Aufgabenelemente nicht per sé auf das Experimentierhandeln der Schüler*innen wirkt, sondern Lehrpersonen hier ggf. Einfluss nehmen können: In der „Flaschengeist"-Situation etwa, in der vorwegnehmende Elemente vermieden wurden, planen die Schüler*innen S#9, S#10, S#11 und S#12 zunächst eigene Wege der Durchführung. Doch LP#7 interveniert nonverbal (schnaufen, stöhnen, Augenrollen) und verbal („*Hier steht, was ihr tun sollt*!") und lenkt die Gruppe auf das reaktive Abarbeiten der Anleitung. Dies zeigt, dass die Aushandlung von Selbstbestimmung ein subtiler Prozess ist, bei dem die Lehrperson, auch ohne direkte Instruktion, durch Zeitdruck, Ergebnisorientierung und nonverbales Handeln einen Modus des schnellen Abarbeitens hervorrufen kann, trotz andersartiger, subjektorientierter und ggf. offener Experimentierausgangslage. Die Schüler*innen lernen, ihre Initiativen an den Erwartungen der Lehrperson abzugleichen, was ihre Freiheit zur Gestaltung des Lernprozesses stark einschränkt. Offene Aufgaben sind demnach eine notwendige, aber keine hinreichende Bedingung für die Entfaltung von Selbstbestimmung; ihre Wirkung wird maßgeblich durch die vielfältigen und oft nonverbalen Interaktionen zwischen Lehrenden und Lernenden vermittelt.

In der **Art der Interventionen** unterscheiden sich Lehrpersonen und GOFEX-Dozierende deutlich, insbesondere in der differenten Nutzung verbaler und nonverbaler Kommunikationsstrategien. Lehrpersonen tendieren zu einer hohen Kontroll- und Ergebnisorientierung. Sie nutzen häufig ‚known-information questions', die auf ein erwartetes Ergebnis abzielen, und unterbinden eigenständige, explorative Aktivitäten der Schüler*innen oft als ‚Umweg' oder ‚Unsinn', insbesondere wenn diese nicht direkt zum erwarteten Lehrziel führen. Ihre Interventionen sind häufig direktiv und zielen darauf ab, den Lernprozess zu beschleunigen und auf einen ‚richtigen' Weg zu lenken. Beispiele hierfür sind das Abbrechen von Experimenten, sobald ein aus Sicht der Lehrpersonen ‚ausreichendes' Ergebnis erzielt wurde, oder das Drängen auf präferierte Methoden. Lehrpersonen sehen sich m. E., auch im GOFEX, in der Verantwortung, den Lern- und Experimentierprozess zu steuern und abweichende Wege zu korrigieren, oft entgegen der Programmatik.

GOFEX-Dozierende hingegen zeigen eine höhere Bereitschaft zur Verantwortungs- und Kontrollabgabe an Schüler*innen und agieren m. E. wesentlich prozessorientierter. Sie stellen häufiger ‚information-seeking questions' nach den individuellen Vorgehensweisen, Handlungsgründen und Erkenntnisprozessen der Schüler*innen als die Lehrpersonen. Obwohl auch GOFEX-Dozierende gelegentlich lenken, beanspruchen sie seltener eine absolute Deutungshoheit über ‚richtige' Beobachtungen oder Lösungen. Ihre Interventionen beinhalten oftmals, die epistemische Autorität bei den Schüler*innen zu belassen und sie zum gegenseitigen Austausch anzuregen. Nach Interventionen ziehen sie sich oft zurück, um den Schüler*innen die Entscheidung über die Umsetzung zu überlassen.

Mein zentraler Befund ist die immense **Bedeutung der nonverbalen Kommunikation** der Lehrenden, die oft inkongruent zu verbalen Botschaften verläuft und die Aushandlung von Selbstbestimmung maßgeblich beeinflusst (vgl. Kihm & Peschel 2025): Lehrpersonen nutzen subtile nonverbale Signale, die Erwartungen, Ungeduld, Missbilligung und den Wunsch kommunizieren, Schüler*innenhandlungen zu stoppen oder umzulenken, selbst wenn die verbalen Äußerungen neutral oder sogar zustimmend sind (**Verhinderungskörpersprache**). Beispiele wie Augenrollen, Seufzen, Fingertippen, Fußtrampeln, Stirnrunzeln, skeptische Blicke, das physische Blockieren von Experimentiermaterialien oder das Aufstützen am Tisch sind m. E. wirkungsvolle Steuerungsmechanismus. In der „Overheadprojektor"-Situation beispielsweise reagiert LP#1 auf den Vorschlag, ein Wasserglas einzusetzen, mit gerunzelten Augenbrauen, gerümpfter Nase und tiefem Seufzen, bevor sie ein neutrales „*Mhm. Okay*" äußert. Die Schüler interpretieren die nonverbalen Signale m. E. als Ablehnung und geben ihre Idee auf. Diese Inkongruenzen, bei denen Schüler*innen die nonverbalen Botschaften stärker wahrnehmen als das Gesagte (vgl. Košinár 2009), führen dazu, dass die Schüler*innen ihre selbstbestimmten Ansätze (z. B. Variationen, vertiefte Beobachtungen) zugunsten der antizipierten Erwartungen der Lehrperson aufgeben. Sie lernen, dass ihr eigenes Vorgehen weniger wichtig ist als die Erwartungen der Lehrkraft, was die Entwicklung eines individuellen, selbstbestimmten Zugangs behindert.

Über die direkten verbalen Anweisungen und Verhinderungskörpersprache hinaus üben Lehrende subtile, aber wirksame Kontrolle durch ihre bloße physische Präsenz und ihr Blickverhalten aus. Das Aufstützen am Tisch, das Stehen hinter den Schüler*innen oder das Eindringen in deren Experimentierterritorium signalisiert Dominanz und schränkt den Handlungsraum der Schüler*innen ein. Die Körperhaltung und -positionierung vermittelt eine ständige Überwachung und die implizite Erwartung, dass die Schüler*innen sich an vorgegebene Normen halten sollen. Ebenso dienen Blicke als mächtiges Disziplinierungsinstrument. Fokussierte und fokussierende Blicke (vgl. Hecht 2009) können gezielt

Aufmerksamkeit einfordern oder als strafende Blicke der Sanktionierung dienen. Das ständige Wandern des Blickes der Lehrperson (z. B. LP#8 in „Brückencollage“) erzeugt eine Allgegenwärtigkeit (Panoptikum; Luhmann 1987), die Schüler*innen dazu veranlasst, ihr Verhalten anzupassen, selbst wenn keine direkte verbale Intervention erfolgt. Diese ‚schwebenden‘ Blicke wirken kontrollierend und signalisieren, dass das Experimentierhandeln der Schüler*innen stets unter Beobachtung steht und bei Abweichungen eingeschränkt wird.

Eine m. E. besonders perfide Form der Lenkung habe ich **Unterjubelungskörpersprache** genannt. Hierbei bieten Lehrende Materialien wortlos an oder schieben sie schrittweise näher an die Schüler*innen heran, um implizit eine ‚bessere‘ Lösung zu suggerieren, ohne diese explizit zu benennen oder zur Diskussion zu stellen. In der „Dreckwasser“-Situation legt LP#9 wortlos eine Rolle Küchenpapier auf den Tisch und schiebt diese immer näher an die Schüler heran. Dies ist eine subtile, aber unmissverständliche Aufforderung, das Material zu nutzen. Die Schüler verstehen die unausgesprochene Botschaft und wechseln ‚freiwillig‘ zum Küchenpapier, der von der Lehrperson präferierten Methode. LP#9 bleibt dabei die ganze Zeit am Tisch und beobachtet bzw. kontrolliert, ob die Schüler das Küchenpapier nutzen. Die Entscheidungsfreiheit der Schüler wird somit subtil, aber effektiv eingeschränkt. Diese Form der Beeinflussung zementiert eine verdeckte Hierarchie, in der die Lehrperson die Definitionsmacht und Kontrolle über ‚richtiges‘ Experimentieren behält.

Materialien, **Raum** und **Zeit** sind intervenierende Bedingungen, die die Aushandlung von Selbstbestimmung kumulativ beeinflussen. Ihre Wirkung entsteht im komplexen Zusammenspiel mit den Interaktionen der Lehrenden. Materialien wirken appellativ („Appell der Dinge“) und bieten durch ihre Zugänglichkeit und Mehrdeutigkeit großes Potenzial für selbstbestimmtes, kreatives und zweckentfremdendes Experimentieren (z. B. die Nutzung des Dosentelefons als Stolperfalle oder die Formung von Magnetraupen aus Magnetkugeln). Konflikte entstehen, wenn diese Umdeutungen mit den pädagogischen Intentionen der Lehrenden kollidieren, die oft eine normierte Materialnutzung erwarten. Materialentzug („Dosentelefon“-Situation) oder subtile Materiallenkung durch Lehrende (z. B. das wortlose Ablegen eines Kaffeefilters durch LB#5) können die Schüler*innen dabei massiv beeinflussen. Die paradoxe Erkenntnis ist, dass die Offenheit des Materialangebots oft zu ‚einkassierenden‘ Interventionen der Lehrpersonen führt, die bestimmte Nutzungsweisen erwarten und unkonventionelle Ansätze unterbinden.

Der GOFEX-Raum ist konzeptionell auf eine freie Wahl des Arbeitsortes und flexible Nutzung ausgelegt, um individuelle Lern- und Arbeitsgewohnheiten zu unterstützen. Schüler*innen nutzen diesen Raum oft selbstverantwortlich, was sich jedoch von einer ‚zaghaften‘ zur ‚stürmischen‘ Raumeinnahme über mehrere GOFEX-Tage hinweg entwickeln kann.

Doch Lehrpersonen können den Raum durch physische Präsenz, territoriale Beanspruchung und direkte Zuweisungen von Arbeitsorten (z. B. „Dosentelefon“-Situation) dominieren. Die ‚Lehrproxemik‘, oft durch das Abstützen auf Tischen, das Beugen und Blicken über die Schultern der Schüler*innen oder das Eindringen in den persönlichen Arbeitsbereich der Schüler*innen, schränkt die Schüler*innen ein. Der Raum wird von einem ermöglichenden Handlungsfeld zu einem von der Lehrperson kontrollierten Territorium.

Die intendierte Zeitoffenheit im GOFEX ermöglicht Schüler*innen, in ihrem eigenen Tempo zu experimentieren und sich intensiv mit Phänomenen auseinanderzusetzen. Diese Freiheit wird jedoch oft durch die ‚pädagogische Taktung‘ der Lehrenden eingeschränkt. Lehrpersonen üben Zeitdruck aus, unterbrechen vertiefende Beobachtungsphasen und beenden Experimente abrupt für Pausen oder Themenwechsel, unabhängig vom Erkenntnisstand der Schüler*innen. Dies fördert den Modus des schnellen Abarbeitens und ignoriert das individuelle Zeitbedürfnis und die Erkenntnisinteressen der Schüler*innen, wodurch die Zeit von einem Element der Öffnung zu einem Instrument der Kontrolle wird.

Die kumulativen Konsequenzen dieser Interventionen führen oft dazu, dass das selbstbestimmte Vorgehen der Schüler*innen an GOFEX-Tagen sukzessive eingeschränkt wird.

Entgegen der intendierten sozialen Öffnung des GOFEX werden **soziale Strukturen** – etwa Kommunikations-, Dokumentations- und Präsentationsformen sowie Verhaltensregeln – primär von den Lehrpersonen etabliert und kontrolliert. Eine echte Aushandlung dieser Strukturen mit den Schüler*innen oder eine konsequente Abstimmung zwischen Lehrpersonen und GOFEX-Dozierenden konnte ich nicht beobachten. Dies führt zu einer Diskrepanz zwischen dem konzeptionellen Anspruch und der gelebten Praxis.

Lehrpersonen legen zudem großen Wert auf die Dokumentation in Forscher*innenheften, oft im **Frage-Zeichnung-Antwort-Schema**. Dies widerspricht der Funktion des Forscher*innenhefts als individuelle Gedächtnisstütze und dem phänomenorientierten, explorativen Ansatz. Der Zwang zur Dokumentation dient den Lehrpersonen als Instrument zur ‚Sichtbarmachung‘ von Lernergebnissen und zur Selbstvergewisserung der Unterrichtspraxis, um mit der Unsicherheit und ‚Unsichtbarkeit‘ des Offenen Experimentierens umzugehen. Die Schüler*innen werden zu Produzenten von handfesten und unbezweifelbaren Produkten ‚gedrängt‘; die Form der Ergebnisdokumentation wird fremdbestimmt vorgegeben, anstatt gemeinsam ausgehandelt zu werden. In der Interaktion zwischen Lehrpersonen und Schüler*innen konnte ich ein analoges, ergebnisorientiertes und enggeführtes **Frage-Antwort-Bewertung-Muster** beobachten, das eine Kulmination in ‚**well known information questions**‘ und einer ‚**Osterhasenpädagogik**‘ findet.

Schulische Regeln und Rituale (z. B. Verbot eines Gruppenwechsels, Gebot zur Beteiligung eines Schülers, Sitzhaltung, Lautstärke, Klatschrhythmen) werden unausgesprochen und unabgesprochen auf das GOFEX-Setting übertragen und durchgesetzt. ‚Sachfremde Autoritätsrituale' dienen der Aufrechterhaltung eines von der Lehrperson verantworteten Ordnungsrahmens, der pädagogisch-erzieherische Gründe über fachlich-inhaltliche Interessen und die Selbstorganisation der Schüler*innen stellt. Rituale wie der Klatschrhythmus sind zudem verdeckte behavioristische Machtmittel, die eine homogene Reaktion erzwingen und Kontrolle über die Gruppe zurückgewinnen, ohne dass Einsicht in die Notwendigkeit seitens der Schüler*innen vorausgesetzt werden kann.

Obwohl als partizipatives Element eingeführt, habe ich die **Meldekette als Instrument einer verdeckten Hierarchie** entlarvt: Die Idee, dass Schüler*innen sich gegenseitig das Rederecht übergeben, suggeriert eine Aufweichung der üblichen autoritären ‚Turn Taking'-Organisation des Schulunterrichts. Doch die tatsächliche Dynamik der Kommunikation offenbart, wie diese partizipativ anmutende Form zu einem subtilen Instrument der Steuerung durch die Lehrenden wird. Lehrpersonen und GOFEX-Dozierende unterbrechen die Meldekette jederzeit, übernehmen die Rederechtsvergabe und lenken den Kommunikationsfluss, wodurch die Illusion von Beteiligung erzeugt, aber die tatsächliche Beteiligung der Schüler*innen an der Kommunikationsform eingeschränkt wird. Die Meldekette standardisiert den Kommunikationsfluss künstlich, führt zu Redundanzen und verhindert spontane Dialoge. Die asymmetrische Anwendung der Regeln – Lehrende dürfen jederzeit eingreifen, ohne sich an die Kette zu halten – unterstreicht, dass die Meldekette ein Machtinstrument ist, das die Kontrolle über die soziale Interaktion der Schüler*innen sichert, während es ihnen augenscheinlich ein Maß an Beteiligung ‚zugesteht'. In Schröders Modell wäre dies die fremdbestimmte zweite Stufe: die Dekoration.

Für das unterrichtliche Handeln der Lehrperson bzw. der GOFEX-Dozierenden an GOFEX-Tagen und – in Ableitung – im Kontext eines schulischen Offenen Experimentierens empfiehlt sich dabei in meinen Augen ein **responsives Handeln** (vgl. Hammer et al. 2012; Maskiewicz & Winters 2012): Zunächst abwarten und beobachten, wie die Schüler*innen handeln. Bei Unklarheiten nachfragen, was die Schüler*innen machen und was sie damit bezwecken, was sie herausfinden möchten. Dabei das Vorgehen und die Erkenntnisse der Schüler*innen nicht werten und urteilen, sondern den Schüler*innen bei einer kritischen Selbsteinschätzung des Vorgehens und der Erkenntnisse helfen.[279] Schüler*innen unterstützen, wenn Hilfe angefragt wird (die Schüler*innen sollen dabei auch lernen, ihr Be-

[279] „Responding to students by repeating and paraphrasing what they have said without praising or criticizing (to encourage students to think for themselves, and to stop looking to the teacher for validation)" (Colburn 2000: 44).

dürfnis nach Unterstützung zunächst selbst zu artikulieren).[280] Möglichst keine Antworten auf Fragen der Schüler*innen geben, sondern die Fragen an die Schüler*innen zurückgeben und den Beantwortungsprozess unterstützen. Auf das eingehen, was die Schüler*innen ansprechen und vorschlagen (so wie es sich *in der jeweiligen Klasse und Situation* entfaltet und nicht streng nach vorab festgelegtem Plan). Unterstützung soweit reduzieren, dass die Schüler*innen den Erkenntnisweg trotzdem weitgehend allein gehen können. Dabei keine konkreten Beobachtungsaspekte vorgeben, sondern eigene Beobachtungen der Schüler*innen fordern und fördern und Beobachtungsprozesse, die vermeintlich in „Sackgassen" oder auf andere, ggf. weiterführende Ideen führen, nicht verkürzen, sondern zulassen und moderieren (vgl. M. Peschel 2016: 123; Kelkel et al. 2025: 518f.).

Die „Frage des didaktischen Eingriffes" (Häcker 2007: 307) gilt als „didaktische Kernfrage offener Lernsettings" (ebd.): Wie soll man verfahren, „wenn ein Schüler einen Weg beschritten hatte, der gar nicht zum Ziel führen kann, aber noch nicht so weit [ist], dass er das erkennen konnte" (Schönwald 2001: 396). Wie ist mit Um- und Irrwegen umzugehen (vgl. Wedekind 2012)? Wer sagt wem wann und wie, was ‚richtig' (bzw. ‚viabel') ist? Was passiert bei Erkenntnissen, die so nicht mit dem (immer vorläufigen) Wissenschaftsverständnis der Fachwissenschaften übereinstimmen (vgl. Höttecke 2008)?

Im Sinne des GOFEX agieren Lehrende in der Rolle Lernbegleitung „(möglichst) nicht wissensstand- und lehrzielorientiert, sondern unterstütz[en] eigene Erkenntnisprozesse der Lernenden durch Beobachtungen und Kommunikation" (Kelkel et al. 2025: 519).

> „Ein beständiger Dialog zwischen Lehrer und Schüler über das Vorgehen und die Teilergebnisse selbstständiger Arbeit während des Lernprozesses kann der Gefahr zu enger Interventionen einerseits, die die Selbstständigkeit deutlich beschränken, und zu großer Zurückhaltung andererseits, die auf Zwischenevaluationen des Lernprozesses und auf Hilfestellungen durch die Lehrerin verzichtet, entgegen wirken" (Bräu 2008: 191).

Die häufigen Reflexionsrunden an GOFEX-Tagen haben genau diese konzeptionelle Funktion, neben dem individuellen Beobachten in den Experimentierphasen das gemeinsame Kommunizieren zu betonen und ‚hochzuhalten' (vgl. Kihm et al. 2024b).

Gleichzeitig gehört es nämlich m. E. zur „Aufgabe der Lehrpersonen, Schülerinnen und Schüler auf Probleme zu stoßen, sie mit Unerwartetem zu konfrontieren, sie in Staunen zu versetzen, um damit Selbsttätigkeit und eigene Lösungssuche anzuregen" (Hecht 2009: 66). Entscheidend ist dabei in meinen Augen die „Transparenz der unterrichtsre-

[280] Eine Lehrerin aus der Studie von Köster (s. Kap. 4.3) reflektiert die Reaktion der Schüler*innen auf unangefragte Interventionen: „Beide Male hatten die Kinder dann plötzlich irgendwie keine Lust mehr, weiterzumachen [...]. Tim, den ich gefragt hatte, ob er mir seinen nicht funktionierenden Stromkreis erklären könne, baute an dem Versuch nicht mehr weiter" (Köster 2006: 52). Die Rolle Lernbegleitung geht dagegen m. E. von dem Verständnis aus, dass „der Schüler zum Lehrer [kommt], weil er der Meinung ist, er benötige diesen zur Bewältigung seiner Lernaufgabe. Der Lehrer übernimmt damit Verantwortung, den Lernprozess zu fördern" (Gruschka 2011: 408).

levanten Entscheidungsprozesse“ (Ramseger 1985: 29; vgl. auch Bohl et al. 2013) und zugrundeliegenden Lehrendenintentionen (einschließlich Lehrziele, Lehrpläne usw.).

> „Angesichts z. B. von Rahmenplänen in Schulen […] ist hier ohnehin oft genügend Spielraum, mit Lernenden stets zu diskutieren und zu vereinbaren, was die derzeitigen Setzungen von anderen für uns bedeuten sollen und können […]. Vielmehr wird aus der Sicht der Lernenden gefragt, was der Sinn hinter der (vorausgesetzten) Intention ist oder sein könnte: Was, wenn dieser Inhalt oder dieses Ziel für uns gesetzt sind, können wir damit anfangen? Welcher mögliche Sinn ergibt sich für uns? Welche Regeln gelten für uns? Macht es Sinn, Regeln zu übernehmen oder eigene zu erfinden?“ (Reich 2012: 95).

Zudem besteht für Schüler*innen in meinen Augen beim Offenen Experimentieren unbedingt ein „Recht zur Abgrenzung und zum ‚Nicht-Mitmachen’“ (Bohl et al. 2013: 284), das sich m. E. aus der inhaltlichen und politisch-partizipativen (also sozialen) Offenheit ergibt. Ramseger (1985: 33) fordert ein „Recht [...], Unterrichtsvorgaben und -angebote abzulehnen“. Die Schüler*innen sollten die Möglichkeit haben, Ideen und Angebote der Lehrkraft bzw. der GOFEX-Dozierenden abzulehnen (vgl. Schäfer 2014: 136). Gemeinsam wird ausgehandelt, was, wie und warum gelernt wird. Dies evoziert einen Modellwechsel – von einem Modell, „das anzugeben versucht, wie Lehrende was mit welchen Mitteln und in welcher Situation [...] vermitteln“ (Reich 2012: 121), zu einem Modell, „das alle konstruktiven Elemente im didaktischen Prozess an das Wechselspiel zwischen Lernern und Lehrenden zurückgibt. Sie haben dialogisch auszuhandeln, welche konstruktiven Möglichkeiten ihnen als Ressourcen bereit stehen und welche Lösungen sie hierbei ausprobieren wollen“ (ebd.: 121). Es wäre allerdings m. E. falsch verstandene Offenheit, wenn man die Schüler*innen nicht auch mit Handlungsmöglichkeiten vertraut machen würde, die sie in ihren Familien nicht kennenlernen können und die daher „(noch) nicht in der Denkwelt der Kinder [existieren]“ (Hartinger 1997: 222; vgl. auch Grygier & Hartinger 2013). Auch hier zeigt sich die bedeutende Rolle der Lernbegleitung, mit der ich mich auch klar gegen das Missverständnis von Offenheit, die Kinder völlig auf sich allein gestellt lernen zu lassen, positioniere (subjektwissenschaftlich erörtert die Funktion der Lernbegleitung, den Schüler*innen neue Handlungsmöglichkeiten aufzuzeigen, Holzkamp 1995; kulturhistorisch Giest 2020; und kulturwissenschaftlich Nießeler 2020).

„Wenn Lehrerinnen und Lehrer ihren Unterricht öffnen und Schüler*innen [...] frei von direkter Steuerung der Lehrkraft ihre Arbeit leisten, so müssten sich die Interaktionsstrukturen zwischen allen an diesem Prozess Beteiligten verändern“ (Heusinger 2002: 112). Dies betrifft z. B. auch Regeln, die „nicht als äußere, statistische, unantastbare Realitäten verkörpert und durchgesetzt, sondern [...] unter den Teilnehmer/innen verhandelt“ (Mick 2012b: 290) werden. Dabei können bestimmte Regeln auch von der Lehrkraft bzw. im GOFEX von den GOFEX-Dozierenden eingebracht werden. Die Lerngemein-

schaft entscheidet aber selbst, „welche davon für die gemeinsame Interaktion [...] relevant sind“ (ebd.: 290) und welche nicht. An die Stelle einer lehrkraftgesteuerten Klassen*führung* und Klassen*fremd*verwaltung (Regelsysteme setzen, Disziplinstörungen regeln) treten „Strukturen wechselseitiger Verantwortung“ (Heusinger 2002: 112; vgl. Stefanou et al. 2004: 108) im Sinne einer Klassen*selbst*verwaltung – als Verpflichtung *aller* Akteur*innen auf basisdemokratische, sozial verursachte Aushandlungsprozesse.

doing AGENCY stellt „den dynamischen Aspekt der Offenheit in den Vordergrund – als permanent zu klärendes und konstruktiv aufzulösendes Merkmal“ (Bohl & Kucharz 2010: 17) Offenen Experimentierens. Das Offene beim Offenen Experimentieren (M. Peschel 2009a; Priemer 2011) ist situativ auszuhandeln – zwischen verschiedenen Akteur*innen (hier Schüler*innen, Lehrpersonen, GOFEX-Dozierende) und multidimensional, also auch bzgl. Aspekten der Raum-, Material- und Zeit*nutzung* und im Hinblick auf verschiedene Phänomene, Methoden etc. Diese Aushandlung von Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren ist ein kontinuierliches Ringen zwischen der Neugier und Eigeninitiative der Schüler*innen und den externen Steuerungsversuchen der Lehrenden. Die konzeptionelle Offenheit des GOFEX bietet zwar m. E. ein ideales Umfeld für selbstbestimmtes Lernen, doch die tatsächliche Umsetzung wird maßgeblich durch die Interaktionsmuster der Lehrenden geprägt.

Insbesondere die subtilen, oft nonverbalen Interventionen, die sich als Verhinderungskörpersprache (z. B. Augenrollen, Seufzen, Fingertippen, physisches Blockieren von Materialien), Unterjubelungskörpersprache (z. B. wortloses Heranschieben von präferierten Materialien, Fingerzeige) und territoriale Kontrollkörpersprache bzw. ‚Lehrproxemik‘ (z. B. Abstützen, ‚schwebende‘ Blicke) manifestieren, aber auch die Osterhasenpädagogik und das Frage-Antwort-Bewertungs-Muster, wirken als mächtige Steuerungsmechanismen und erzeugen eine ‚kontrollierte Autonomie‘ oder ‚Scheinoffenheit‘, bei der die Freiheitsgrade des Offenen Experimentierens interaktiv reduziert werden. Für eine Chance auf selbstbestimmtes Vorgehen ist es daher entscheidend, dass Lehrende nicht nur die formalen Rahmenbedingungen der Offenheit schaffen, sondern auch eine pädagogische offene Haltung entwickeln, damit die Schüler*innen nicht nur tun, was sie tun sollen, sondern das tun, was sie tun wollen und selbst als sinnvoll erachten.

10 Literaturverzeichnis

Adamina, M. & Hild, P. (2019). Mit Lernaufgaben Kompetenzen fördern. In: P. Labudde & S. Metzger (Hrsg.), *Fachdidaktik Naturwissenschaft.* (S. 119–134). Bern: Haupt.

Aebli, H. (1993). *Denken: Das Ordnen des Tuns: Kognitive Aspekte der Handlungstheorie*. Stuttgart: Klett-Cotta.

Aissen-Crewett, M. (1998). *Grundriß der ästhetisch-aisthetischen Erziehung*. Universität Potsdam: Institut für Grundschulpädagogik.

Alderson, P. & Yoshida, T. (2016). Meanings of children's agency: When and where does agency begin and end? In: F. Esser, M. S. Baader, T. Betz & B. Hungerland (Hrsg.), *Reconceptualising agency and childhood: New perspectives in childhood studies* (S. 75–88). London/New York: Routledge.

Alt, C. & Lange, A. (2011). „Agency" in der mittleren Kindheit. Feldspezifik und Konsequenzen. In: C. Sedmak (Hrsg.), *Der Capability-Approach in sozialwissenschaftlichen Kontexten: Überlegungen zur Anschlussfähigkeit eines entwicklungspolitischen Konzepts* (S. 169–185). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Altenburger, P. (2014). *Mehrebenenregressionsanalysen zum Physiklernen im Sachunterricht der Primarstufe: Ergebnisse einer Evaluationsstudie*. Berlin: Logos.

AG Begriffsbestimmung NeHle e. V. (2025). Definition und Glossar zum Begriff Hochschullernwerkstatt. In: U. Stadler-Altmann, F. Herrmann, P. Kihm & A. Schulte-Buskase (Hrsg.), *Atlas der Hochschullernwerkstätten. Ein (un-)vollständiges Kompendium* (S. 40-53). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Amann, K. (2008). Wie wissen Wissenschaftler? In: H. Giest & J. Wiesemann (Hrsg.), *Kind und Wissenschaft: Welches Wissenschaftsverständnis hat der Sachunterricht?* (S. 19–34). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

American Association for the Advancement of Science (AAAS) (1994). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.

Ammann, E. S. & van Holten, K. (2017). Mit allen Sinnen ins Feld – Teilnehmende Beobachtung als Methode. *Journal für qualitative Forschung in Pflege- und Gesundheitswissenschaft, 4*(1), 6–14.

Ansari, S. (2013). *Rettet die Neugier! Gegen die Akademisierung der Kindheit*. Frankfurt am Main: Fischer.

Arendt, H. (2006). The crisis in culture: Its social and its political significance. In: H. Arendt (Hrsg.), *Between past and future* (S. 194–222). Middlesex: Penguin Books.

Argyle, M. (2013). *Körpersprache & Kommunikation: Nonverbaler Ausdruck und soziale Interaktion*. Paderborn: Junfermann.

Arnold, N. (2012). *Naturwissenschaft und Innovation: Zehn Thesen zur Wissen(schaft)sgesellschaft*. Sankt Augustin/Berlin: Konrad-Adenauer-Stiftung.

Artayasa, I. P., Susilo, H., Lestari, U. & Indriwati, S. E. (2018). The effect of three levels of inquiry on the improvement of science concept understanding of elementary school teacher candidates. *International Journal of Instruction, 11*(2), 235–248.

Asbrand, B., Martens, M. & Petersen, D. (2013). Die Rolle der Dinge in schulischen Lehr-Lernprozessen. In: A.-M. Nohl & C. Wulf (Hrsg.), *Mensch und Ding: Die Materialität pädagogischer Prozesse* (S. 171–188). Weinheim: Beltz Juventa.

Audehm, K., Corsten, M., Frei, P. & Hauenschild, K. (2016). Resonanz als Individualisierung von Unterricht? In: F. Heinzel & K. Koch (Hrsg.), *Individualisierung im Grundschulunterricht: Anspruch, Realisierung und Risiken* (S. 199–203). Wiesbaden: Springer-Verlag.

Aufschnaiter, S. v., & Aufschnaiter, C. v. (2001). Eine neue Aufgabenkultur für den Physikunterricht: Was fachdidaktische Lernprozess-Forschung zur Entwicklung von Aufgaben beitragen kann. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht, 54*(7), 409–416.

Ayres, A. J. (2016). *Bausteine der kindlichen Entwicklung: Sensorische Integration verstehen und anwenden*. Berlin: Springer.

Baar, R. & Schönknecht, G. (2018). *Außerschulische Lernorte: Didaktische und methodische Grundlagen*. Weinheim: Beltz.

Baltruschat, A. (2010). *Die Dekoration der Institution Schule: Filminterpretationen nach der dokumentarischen Methode*. Wiesbaden: Springer.

Banchi, H. & Bell, R. (2008). The many levels of inquiry. *Science and Children, 46*(2), 26–29.

Banilower, E. R., Smith, P. S., Weiss, I. R., Malzahn, K. A., Campbell, K. M. & Weis, A. M. (2013). *Report of the 2012 National Survey of Science and Mathematics Education*. Chapel Hill, NC: Horizon Research.

Bannach, M. (2002). *Selbstbestimmtes Lernen*. Baltmannsweiler: Schneider.

Barrett, P., Davies, F., Zhang, Y. & Barrett, L. (2015). The impact of classroom design on pupils' learning: Final results of a holistic, multi-level analysis. *Building and Environment, 89*, 118–133.

Barzel, B., Reinhoffer, B. & Schenk, M. (2012). Das Experimentieren im Unterricht. In: W. Rieß, M. A. Wirtz, B. Barzel & A. Schulz (Hrsg.), *Experimentieren im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht – Theoretische Fundierung und empirische Befunde* (S. 103–129). Münster: Waxmann.

Baur, A., Hummel, E., Emden, M. & Schröter, E. (2020). Wie offen sollte offenes Experimentieren sein? Ein Plädoyer für das geöffnete Experimentieren. *MNU Journal, 73*(2), 125–128.

Becker-Mrotzek, M., & Vogt, R. (2009). *Unterrichtskommunikation: Linguistische Analysemethoden und Forschungsergebnisse*. Tübingen: Niemeyer.

Bell, R. L., Smetana, L. & Binns, I. (2005). Simplifying Inquiry Instruction: Assessing the Inquiry Level of Classroom Activities. *Science Teacher, 72(7), 30–33.*

Benner, D. (2015). *Allgemeine Pädagogik: Eine systematisch-problemgeschichtliche Einführung in die Grundstruktur pädagogischen Denkens und Handelns*. Weinheim: Beltz.

Benner, D. & Ramseger, J. (1981). *Wenn die Schule sich öffnet: Erfahrungen aus dem Grundschulprojekt Gievenbeck*. Weinheim: Beltz.

Berthold, C., Binzer, D., Braam, G. & Haubrich, J. (2017). *Physikalische Freihandexperimente. Band 2: Akustik, Wärme, Elektrizität, Magnetismus, Optik*. Seelze: Aulis.

Berthold, C., Binzer, D., Braam, G. & Haubrich, J. (2022). *Physikalische Freihandexperimente. Band 1: Mechanik*. Seelze: Aulis.

Betz, T., & Eßer, F. (2016). Kinder als Akteure – forschungsbezogene Implikationen des erfolgreichen Agency-Konzepts. *Diskurs Kindheits- und Jugendforschung, 11*(3), 301–315.

Bewersdorff, A., Baur, A. & Emden, M. (2020). Analyse von Unterrichtskonzepten zum Experimentieren hinsichtlich theoretisch begründeter Unterrichtsprinzipien. *Zeitschrift für Didaktik der Biologie (ZDB) – Biologie Lehren und Lernen, 24*, 108–130.

Beywl, W., Künzli David, C., Messmer, R. & Streit, C. (2015). Forschungsverständnis pädagogischer Hochschulen – ein Diskussionsbeitrag. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung, 33*(1), 134–151.

Biesta, G. & Tedder, M. (2006). *How is agency possible? Towards an ecological understanding of agency-as-achievement*. Exeter: Teaching and Learning Research Programme.

Biesta, G. & Tedder, M. (2007). Agency and learning in the lifecourse: Towards an ecological perspective. *Studies in the Education of Adults, 39*(2), 132–149.

Bjønness, B. & Kolstø, S. D. (2015). Scaffolding open inquiry: How a teacher provides students with structure and space. *Nordic Studies in Science Education, 11*(3), 223–237.

Blankertz, H. (2000). *Theorien und Modelle der Didaktik*. Weinheim: Juvent.

Blaseio, B. (2004). *Entwicklungstendenzen der Inhalte des Sachunterrichts: eine Analyse von Lehrwerken von 1970 bis 2000*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Blickensdörfer, P. (2010). *Der Erkenntnis-Widerspruch: eine Denkschrift*. Gelnhausen: Wagner.

Blumberg, E. (2008). *Multikriteriale Zielerreichung im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht der Grundschule. Eine Studie zum Einfluss von Strukturierung in schülerorientierten Lehr-Lernumgebungen auf das Erreichen kognitiver, motivationaler und selbstbezogener Zielsetzungen*. Inaugural-Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades des Doktors in den Erziehungswissenschaften an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster.

Blumberg, E., Möller, K. & Hardy, I. (2004). Erreichen motivationaler und selbstbezogener Zielsetzungen in einem schülerorientierten naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht – Bestehen Unterschiede in Abhängigkeit von der Leistungsstärke? In: W. Bos (Hrsg.), *Heterogenität: Eine Herausforderung an die empirische Bildungsforschung* (S. 41–55). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Blumer, H. (1973). Der methodologische Standort des Symbolischen Interaktionismus. In: J. Strübing & B. Schnettler (Hrsg.), *Methodologie interpretativer Sozialforschung: Klassische Grundlagentexte* (S. 429–553). Konstanz: UVK Verlagsgesellschaft.

de Boer, H. (2008). Der Klassenrat im Spannungsfeld von schulischer Autorität und Handlungsautonomie. In: G. Breidenstein & F. Schütze (Hrsg.), *Paradoxien in der Reform der Schule* (S. 127–140). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Bohl, T., Kohler, B. & Kucharz, D. (2013). Offener Unterricht: Theorie, Empirie und praktische Konsequenzen. In: L. Haag, S. Rahm, J. Apel & W. Sacher (Hrsg.), *Studienbuch Schulpädagogik* (S. 282-303). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Bohl, T. & Kucharz, D. (2010). *Offener Unterricht heute: Konzeptionelle und didaktische Weiterentwicklung*. Weinheim: Beltz.

Böhm, A. (2015). Theoretisches Codieren: Textanalyse in der Grounded Theory. In: U. Flick, E. von Kardorff & I. Steinke (Hrsg.), *Qualitative Forschung. Ein Handbuch* (S. 475–485). Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag.

Böhm, W. & Seichter, S. (2018). *Wörterbuch der Pädagogik*. Paderborn: Schöningh.

Böhnisch, L. (2019). *Soziale Theorie der Schule*. Bad Heilbrunn: UTB.

Bollig, S. & Kelle, H. (2016). Children as participants in practices: The challenges which practice theories pose to an actor-centred sociology of childhood. In: F. Esser, M. S. Baader, T. Betz & B. Hungerland (Hrsg.), *Reconceptualising agency and childhood: New perspectives in childhood studies* (S. 34-47). London/New York: Routledge.

Bolte, C. & Streller, S. (2007). „Unverhofft kommt oft!" – Wenn Grundschullehrerinnen und -lehrer Naturwissenschaften für ihre Unterrichtspraxis entdecken (müssen). In: R. Lauterbach, A. Hartinger, B. Feige & C. Diethard (Hrsg.), *Kompetenzerwerb im Sachunterricht fördern und erfassen* (S. 139–150). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Bouchama, N. (2017). Kritik der reinen Autonomie im schulischen DaF-Unterricht. *TRANS Internet-Zeitschrift für Kulturwissenschaften, 22*, 1–15.

Bourdieu, P. (1987). *Die feinen Unterschiede. Kritik der gesellschaftlichen Urteilskraft*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.

Brack, L. (2019). Aufgaben aus Lernmaterialien im Unterricht als Fälle der Grundschullehrerbildung. *Zeitschrift für Grundschulforschung*, 12(1), 67–82.

Branden, K. van den (2006). *Task-based Language Education: From Theory to Practice*. Cambridge: Cambridge University Press.

Bräu, K. (2008). Die Betreuung selbstständigen Lernens – vom Umgang mit Antinomien und Dilemmata. In: G. Breidenstein & F. Schütze (Hrsg.), *Paradoxien in der Reform der Schule* (S. 179-199). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Braun, T. & Backhaus, U. (2007). Offenes Experimentieren in der Lehramtsausbildung. Auf der CD zur *DPG-Frühjahrstagung Didaktik der Physik Regensburg 2007*. Berlin: Lehmanns Media Verlag.

Breidenstein, G. (2006). *Teilnahme am Unterricht: Ethnographische Studien zum Schülerjob*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Breidenstein, G. (2008). Reformpädagogik und Qualitative Schulforschung: Anwendungsgebiete, Risiken und Nebenwirkungen. In: G. Breidenstein & F. Schütze (Hrsg.), *Paradoxien in der Reform der Schule* (S. 27–42). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Breidenstein, G. (2010). Überlegungen zu einer Theorie des Unterrichts. *Zeitschrift für Pädagogik, 56*(6), 869–887.

Breidenstein, G. (2012). Ethnographisches Beobachten. In: H. de Boer & S. Reh (Hrsg.), *Beobachtung in der Schule. Beobachten lernen. Lehrbuch* (S. 27–44). Wiesbaden: Springer VS.

Breidenstein, G. (2014). Die Individualisierung des Lernens unter den Bedingungen der Institution Schule. In: B. Kopp, S. Martschinke, M. Munser-Kiefer, M. Haider, E.-M. Kirschhock, G. Ranger & G. Renner (Hrsg.), *Individuelle Förderung und Lernen in der Gemeinschaft* (S. 35–50). Wiesbaden: Springer VS.

Breidenstein, G., Hirschauer, S., Kalthoff, H. & Nieswand, B. (2015). *Ethnografie: Die Praxis der Feldforschung*. Konstanz: UKV-Verlag.

Breil, R. (2011). *Die Grundlagen der Naturwissenschaft: zu Begriff und Geschichte der Wissenschaftstheorie*. Würzburg: Königshausen & Neumann.

Breuer, F. (2010). *Reflexive Grounded Theory: Eine Einführung für die Forschungspraxis*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Brügelmann, H. (2008). Wirkungen einer Öffnung des Unterrichts. Befunde und Probleme der empirischen Forschung – revisited 2008. In: H. Brügelmann & E. Brinkmann (Hrsg.), *Öffnung des Anfangsunterrichts: Theoretische Begründung, unterrichtspraktische Ideen und empirische Befunde* (S. 216–286). Siegen: Arbeitsgruppe Primarstufe, Universität Siegen.

Brügelmann, H. (2015). *Vermessene Schulen – standardisierte Schüler: Zu Risiken und Nebenwirkungen von PISA, Hattie, VerA & Co.* Weinheim: Beltz.

Brumlik, M. (2014). Interaktion und Kommunikation. In: C. Wulf & J. Zirfas (Hrsg.), *Handbuch Pädagogische Anthropologie* (S. 215–225). Wiesbaden: Springer Fachmedien.

Bungard, W., & Lück, H. E. (1995). Nichtreaktive Verfahren. In: U. Flick, E. von Kardorff, H. Keupp, L. von Rosenstiel & S. Wolff (Hrsg.), *Handbuch qualitative Sozialforschung: Grundlagen, Konzepte, Methoden und Anwendungen* (S. 198–203). Weinheim: Beltz.

Capps, D. K., & Crawford, B. A. (2013). Inquiry-based instruction and teaching about nature of science: Are they happening? *Journal of Science Teacher Education, 24*(3), 497–526.

Carle, U., & Košinàr, J. (2012). Die gute Aufgabe gibt es nicht. Zur Relationalität von Aufgabenqualität. In: U. Carle & J. Košinàr (Hrsg.), *Aufgabenqualität in der Grundschule* (S. 239–245). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Charmaz, K. C. (2011). Den Standpunkt verändern: Methoden der konstruktivistischen Grounded Theory. In: G. Mey & K. Mruck (Hrsg.), *Grounded Theory Reader* (S. 181–205). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Chen, Z., & Klahr, D. (1999). All other things being equal: Acquisition and transfer of the control of variables strategy. *Child Development, 70*(5), 1098–1120.

Claußen, B. (2008). Autorität. In: A. Kaiser (Hrsg.), *Lexikon Sachunterricht* (S. 16). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Claussen, C. (1996). Freies Experimentieren. *Grundschule*, 28(12), 20–23.

Coelen, T. (2009). (Vor-)Politische Sozialisation. Partizipation und Demokratiebildung im Kindes- und Jugendalter. In: I. Behnken & J. Mikota(Hrsg.), *Sozialisation, Biografie und Lebenslauf. Eine Einführung* (S. 121–139). Weinheim: Juventa.

Colburn, A. (1997). How to make lab activities more open ended. *CSTA Journal* 4–6.

Colburn, A. (2000). An Inquiry Primer. *Science Scope* 23(6), 42–44.

Colburn, A. (2008). The Prepared Practitioner: Making Inquiry Successful. *The Science Teacher* 75(9), 12.

Combe, A. & Kolbe, F.-U. (2008). Lehrerprofessionalität: Wissen, Können, Handeln. In: W. Helsper & J. Böhme (Hrsg.), *Handbuch der Schulforschung* (S. 857–875). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Corbin, J. M. (2011). Grounded Theory. In: R. Bohnsack, W. Marotzki & M. Meuser (Hrsg.), *Hauptbegriffe qualitativer Sozialforschung* (S. 70–75). Opladen/Farmington Hills: Verlag Barbara Budrich.

Corbin, J., & Strauss, A. (1990). Grounded theory research: Procedures, canons and evaluative criteria. *Zeitschrift für Soziologie, 19*(6), 418–427.

Crawford, B. A. (2014). From inquiry to scientific practices in the science classroom. In: N. G. Lederman & S. K. Abell (Hrsg.), *Handbook of Research on Science Education* (S. 515-541). London: Routledge.

Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1993). Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. *Zeitschrift für Pädagogik* 39(2), 223–238.

Deci, E. L. & Ryan, R. M. (2003). *Intrinsic Motivation Inventory (ISM)*. Online verfügbar unter: https://selfdeterminationtheory.org/intrinsic-motivation-inventory. Zuletzt abgerufen am 03.07.2025.

Decristan, J., Hondrich, A. L., Büttner, G., Hertel, S., Klieme, E., Kunter, M., Lühken, A., Adl-Amini, K., Djakovic, S.-K., Mannel, S., Naumann, A. & Hardy, I. (2015). Impact of additional guidance in science education on primary students' conceptual understanding. *The Journal of Educational Research, 108*(5), 358–370.

Decristan, J., Hess, M., Holzberger, D. & Praetorius, A.-K. (2020). Oberflächen- und Tiefenmerkmale: Eine Reflexion zweier prominenter Begriffe der Unterrichtsforschung. In: A.-K. Praetorius, J. Grünkorn & E. Klieme (Hrsg.), *Empirische Forschung zu Unterrichtsqualität: Theoretische Grundfragen und quantitative Modellierungen* (S. 102–116). Wiesbaden: Springer VS.

Deleuze, G. (1993). Postskriptum über die Kontrollgesellschaften. In: Ders.: *Unterhandlungen 1972-1990* (S. 254-262). Frankfurt am Main: Suhrkamp.

Demuth, R. & Kahlert, J. (2010). Themenfeld Luft. In: J. Kahlert & R. Demuth (Hrsg.), *Wir experimentieren in der Grundschule. Einfache Versuche zum Verständnis physikalischer und chemischer Zusammenhänge. Teil 1* (S. 10-48). Hallbergmoos: Aulis.

Derecik, A., Goutin, M.-C. & Michel, J. (2017). *Partizipationsförderung in Ganztagsschulen: Innovative Theorien und komplexe Praxishinweise*. Wiesbaden: Springer-Verlag.

Dettmann, M.-A. (2017). *Partizipation und Ressourcenorientierung in der Sozialen Arbeit - eine Analyse zur Begriffssicherheit und theoretischen Fundierung.* Hamburg: Staats- und Universitätsbibliothek Hamburg.

Diederich, J. (1988). *Didaktisches Denken: Eine Einführung in Anspruch und Aufgabe, Möglichkeiten und Grenzen der Allgemeinen Didaktik*. Weinheim: Juventa.

Diener, J. & Peschel, M. (2019). Lehrerhandeln im Grundschullabor für Offenes Experimentieren. In: M. Peschel & U. Carle (Hrsg.), *Praxisforschung Sachunterricht* (S. 11-34). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Dinkelaker, J. & Herrle, M. (2009). *Erziehungswissenschaftliche Videographie: Eine Einführung*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Dörner, D. (1979). *Problemlösen als Informationsverarbeitung*. Stuttgart: Kohlhammer.

Dörpinghaus, A. (2009). Bildung. Plädoyer wider die Verdummung. *Forschung & Lehre*, 16(9), 3–14.

Dresing, T. & Pehl, T. (2018). *Praxisbuch Interview, Transkription & Analyse. Anleitungen und Regelsysteme für qualitativ Forschende.* Marburg: dr. dresing & pehl GmbH.

DTS (Deutsche Telekomstiftung) & DKJ (Deutsche Kinder- und Jugendstiftung) (2011). *Wie gute naturwissenschaftliche Bildung an Grundschulen gelingt. Ergebnisse und Erfahrungen aus prima(r)forscher*. Berlin: Deutsche Kinder- und Jugendstiftung.

Dunker, N. (2015). Berufsbezogene und epistemologische Beliefs von Grundschullehrkräften zum Experimentieren im Sachunterricht: Eine qualitative Längsschnittstudie. *Zeitschrift für Grundschulforschung, 8*(1), 53–64.

Dunker, N. (2016). Überzeugungen von Sachunterrichtslehrkräften zum Experimentieren im Unterricht. In: H. Giest, T. Goll & A. Hartinger (Hrsg.), *Sachunterricht – zwischen Kompetenzorientierung, Persönlichkeitsentwicklung, Lebenswelt und Fachbezug* (S. 107–115). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Duus, P. (2001). *Neurologisch-topische Diagnostik*. Stuttgart: Thieme.

Eckermann, T. & Heinzel, F. (2016). Children as social actors and addressees? Reflections on the constitution of actors and (student) subjects in elementary school peer cultures. In: F. Esser, M. S. Baader, T. Betz & B. Hungerland (Hrsg.), *Reconceptualising agency and childhood: New perspectives in childhood studies* (S. 256-270). London/New York: Routledge.

Emerson, R. M., Fretz, R. I., & Shaw, L. L. (2011). *Writing ethnographic fieldnotes*. Chicago: University of Chicago Press.

Esser, F. (2009). *Kinderwelten – Gegenwelten? Pädagogische Impulse aus der neuen Kindheitsforschung.* Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Esser, F. (2014). Agency revisited: Relationale Perspektiven auf Kinder und ihre Handlungsfähigkeit. *Zeitschrift für Soziologie der Erziehung und Sozialisation, 34*(3), 233–246.

Esser, H. (2000). *Soziologie. Spezielle Grundlagen. Band 5: Institutionen*. Frankfurt a. M.: Campus Verlag.

Euler, M. (2005). Schülerinnen und Schüler als Forscher: Informelles Lernen im Schülerlabor. *Naturwissenschaften im Unterricht. Physik*, 16(90), 4–12.

Faulstich, P. (2008). Lernen. In: H. Faulstich-Wieland & P. Faulstich (Hrsg.), *Erziehungswissenschaft. Ein Grundkurs* (S. 33–58). Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.

Felger-Pärsch, A. (2002). Freiarbeit – Ergebnisse von Befragungen. In: U. Drews & W. Wallrabenstein (Hrsg.), *Freiarbeit in der Grundschule: Offener Unterricht in Theorie, Forschung und Praxis* (S. 100–111). Frankfurt am Main: Grundschulverband – Arbeitskreis Grundschule.

Fischer, H. E., & Draxler, D. (2007). Konstruktion und Bewertung von Physikaufgaben. In: E. Kircher, R. Girwitz & P. Häußler (Hrsg.), *Physikdidaktik. Theorie und Praxis* (S. 639–655). Berlin: Springer.

Fischer, M., Kneis, S. & Peschel, M. (2023). Offenes Experimentieren mit der Plattform *kidipedia* digital einbetten. In: N. Tramwosky, J. Meßinger-Koppelt & T. Irion (Hrsg.), *Naturwissenschaftlicher Sachunterricht digital. Toolbox für den Unterricht* (S. 36-39). Hamburg: Joachim Herz Stiftung.

Fischer, M., Kunz, C., Liebig, M., Weber, A. & Peschel, M. (2022): (Lebens-)Welt als Ausgangspunkt und Zieldimension des Sachunterrichts und des Anfangsunterrichts. In: M. Gutzmann & U. Carle (Hrsg.), *Anfangsunterricht – Willkommen in der Schule!* (S. 248-263). Frankfurt am Main: Grundschulverband e. V.

Fischer, M. & Peschel, M. (2022). Fachliche Konzepte zum Thema „Schwimmen und Sinken" im Sachunterricht. In: J. Diederich, F. Schröer & T. Goll (Hrsg.), *GDSU-Journal. März 2022* (S. 53-56). Berlin: GDSU e. V.

Fischer, M. & Peschel, M. (2023). Phänomenbasiertes Experimentieren in (Hochschul-)Lern-werkstätten. In: P. Kihm, M. Kelkel & M. Peschel (Hrsg.), *Interaktionen und Kommunikationen in Hochschullernwerkstätten* (S. 102-119). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Flick, U. (2016). *Qualitative Sozialforschung: Eine Einführung*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.

Flick, U., Kardoff, E. von & Steinke, I. (2015). Was ist qualitative Forschung? Einleitung und Überblick. In: U. Flick, E. von Kardoff & I. Steinke (Hrsg.), *Qualitative Forschung. Ein Handbuch* (S. 1-30). Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.

Friebertshäuser, B., & Langer, A. (2013). Interviewformen und Interviewpraxis. In: B. Friebertshäuser, A. Langer, & A. Prengel (Hrsg.), *Handbuch Qualitative Forschungsmethoden in der Erziehungswissenschaft* (S. 437–456). Weinheim, Basel: Beltz Juventa.

Friedrich, H. F. & Mandl, H. (1997). Analyse und Förderung selbstgesteuerten Lernens. In: F. E. Weinert (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie. Themenbereich D: Praxisgebiete. Serie 1: Pädagogische Psychologie. Bd. 4: Psychologie der Erwachsenenbildung* (S. 237–293). Göttingen u. a.: Hogrefe.

Frischknecht-Tobler, U. & Labudde, P. (2013). Beobachten und Experimentieren. In: P. Labudde (Hrsg.), *Fachdidaktik Naturwissenschaft* (S. 133-148). Bern: Haupt.

Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H. & Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. *Review of Educational Research, 82*(3), 300–329.

Furtner, M. (2016). *Kinderaussagen zu naturwissenschaftlichen Phänomenen*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Garfinkel, H. & Sacks, H. (1970). On formal structures of practical action. In: J. C. McKinney & E. A. Tiryakian (Hrsg.), *Theoretical Sociology: Perspectives and Developments* (S. 338-366). New York: Appleton-Century-Crofts.

GDSU (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts) (2013). *Perspektivrahmen Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

GDSU (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts) (2019). *Qualitätsrahmen Lehrerbildung Sachunterricht und seine Didaktik: im Kontext der universitären Ausbildungsphase*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Gebauer, M. & Herbst, A. (2020). Die Analyse von Cultural Scripts als Beitrag zur Qualitätsentwicklung von akademischer Lehrer*innen-Bildung und Schulentwicklung. *www.widerstreit-sachunterricht.de,* 25.

Geiger, D. (2016). *Handlungsfähigkeit von geduldeten Flüchtlingen: Eine empirische Studie auf der Grundlage des Agency-Konzeptes*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Geiss, R. & Schumann, S. (2014). Erschließungsprozesse im Sachunterricht - Ansprüche, Konzepte, Praxis. Oder: Wie kann Unterricht die Entwicklung eines Forscherhabitus unterstützen? *www.widerstreit-sachunterricht.de*, 20.

Gerhardt, V. (2006). Selbstbestimmung: Zur Aktualität eines Begriffs. *fiph-Journal* 8, 1–7.

Gernert, W. (1993). Zur Beteiligung der Betroffenen in der Jugendhilfe. *Zentralblatt für Jugendrecht* 3, 116–125.

Gervé, F. (2002). Qualitätssicherung Freier Arbeit durch Aus- und Fortbildung. In: U. Drews & W. Wallrabenstein (Hrsg.), *Freiarbeit in der Grundschule. Offener Unterricht in Theorie, Forschung und Praxis. Beiträge zur Reform der Grundschule* (S. 178–192). Frankfurt am Main: Grundschulverband e. V.

Giddens, A. (1997). *Die Konstitution der Gesellschaft. Grundzüge einer Theorie der Strukturierung.* Frankfurt am Main: Campus.

Giest, H. (2019). Methodologische Probleme empirischer Forschung zur Didaktik des Sachunterrichts. In: H. Giest, E. Gläser, & A. Hartinger (Hrsg.), *Methodologien der Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts* (S. 15–45). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Giest, H. (2020). *Vorlesungen über Didaktik des Sachunterrichts: Ein Beitrag zur Konkretisierung kulturhistorischer Didaktik.* Berlin: Lehmanns Media.

Giest, H. & Koch, H. (2010). „Und immer schön die Lücken ausfüllen!“ Das Arbeitsblatt als Unterrichtsmittel. *Grundschulunterricht/Sachunterricht*, 4, 31–35.

Glaser, B. G. & Strauss, A. L. (2010). *Grounded theory: Strategien qualitativer Forschung*. Bern: Huber.

Glasersfeld, E. v. (1997). *Radikaler Konstruktivismus: Ideen, Ergebnisse, Probleme*. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.

Glöckel, H. (2003). *Vom Unterricht: Lehrbuch der allgemeinen Didaktik*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Goerigk, P., Weiser-Zurmühlen, K., Erichsen, G. & Wild, K. (2021). Zur Einschätzung von Reaktanz und Invasivität in videografischen Daten. Ein kontextsensibler Ansatz zur Beurteilung der Kamerarolle in Aufnahmesituationen. *Forum: Qualitative Sozialforschung*, 22(2).

Goffman, E. (1989). On Fieldwork. *Journal of Contemporary Ethnography*, 18, 123–132.

Göhlich, M. (2009). Schulraum und Schulentwicklung: Ein historischer Abriss. In: J. Böhme (Hrsg.), *Schularchitektur im interdisziplinären Diskurs: Territorialisierungskrise und Gestaltungsperspektiven des schulischen Bildungsraums* (S. 89–102). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Gottwald, A. (2016). *Sprachförderndes Experimentieren im Sachunterricht. Wie naturwissenschaftliches Arbeiten die Sprache von Grundschulkindern fördern kann.* Wiesbaden: Springer VS.

Götz, M., Kahlert, J., Fölling-Albers, M., Hartinger, A., Miller, S., Wittkowske, S. & Reeken, D. von (2022). Didaktik des Sachunterrichts als bildungswissenschaftliche Disziplin. In: J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz, A. Hartinger, S. Miller & S. Wittkowske (Hrsg.), *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts* (S. 15-28). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Gray, H. M. & Ambady, N. (2006). Methods for the study of nonverbal communication. In: M. L. Patterson & V. L. Manusov (Hrsg.), *The SAGE Handbook of Nonverbal Communication* (S. 41–58). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Grell, J. & Grell, M. (2010). *Unterrichtsrezepte*. Weinheim, Basel: Beltz.

Greve, W. & Wentura, D. (1997). *Wissenschaftliche Beobachtung: eine Einführung*. Weinheim: Psychologie Verlags Union.

Grewe, O., & Möller, K. (2020). Die professionelle Unterrichtswahrnehmung von sprachsensiblen Maßnahmen im Sachunterricht der Grundschule fördern – ein video- und praxisbasiertes Seminar im Master of Education. *Herausforderung Lehrer*innenbildung – Zeitschrift zur Konzeption, Gestaltung und Diskussion*, 3(1), 323–359.

Gröschner, A. (2007). Körpersprache im Unterricht. Perspektiven einer kommunikationsorientierten Bildungsforschung mithilfe von Unterrichtsvideos. *Bildungsforschung*, 4(2), 1-21.

Gröschner, A. & Sandbothe, M. (2010). Kreativität fördern durch körperbasiertes Lernen. Pragmatische Perspektiven für den Unterricht in Schule und Universität. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*. Online verfügbar unter: https://www.medienpaed.com/issue/view/58. Zuletzt abgerufen am 03.07.2025.

Gruhn, A. (2021). *Doing Lernbegleitung. Hochschullernwerkstätten als Orte der Generationenvermittlung*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Gruschka, A. (2007). „Was ist guter Unterricht?“ Über neue Allgemein-Modellierungen aus dem Geiste der empirischen Unterrichtsforschung. *Pädagogische Korrespondenz, 36*, 10–43.

Gruschka, A. (2008). Bildungstheoretische Reflexionen zum Offenen Unterricht. In: G. Patzner, M. Rittberger & M. Sertl (Hrsg.), *Offen und frei? Beiträge zur Diskussion Offener Lernformen* (S. 9–29). Innsbruck/Wien/Bozen: Studien Verlag.

Gruschka, A. (2011). *Didaktik. Das Kreuz mit der Vermittlung; Elf Einsprüche gegen den didaktischen Betrieb.* Wetzlar: Büchse der Pandora Verlag.

Grygier, P. & Hartinger, A. (2013). *Gute Aufgaben Sachunterricht*. Berlin: Cornelsen.

Gudjons, H. (2011). *Frontalunterricht – neu entdeckt: Integration in offene Unterrichtsformen*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Gudjons, H. & Traub, S. (2016). *Pädagogisches Grundwissen: Überblick - Kompendium - Studienbuch*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Gutwerk, S. (2022). Sachunterricht in den USA. In: J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz, A. Hartinger, S. Miller & S. Wittkowske (Hrsg.), *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts* (S. 313-318). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Gyllenpalm, J. & Wickman, P.-O. (2011). “Experiments” and the inquiry emphasis conflation in science teacher education. *Science Education*, 95(5), 908–926.

Haase, J. (2018). *Selbstbestimmtes Lernen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht: eine empirische Interventionsstudie mit Fokus auf Feedback und Kompetenzerleben*. Berlin: Logos.

Häcker, T. (2006). Selbstbestimmte Lernverträge als konstitutiver Teil von Portfolioarbeit: Lern-Lehr-Vorhaben jenseits von Belehrung und Angebot. In: T. Rihm (Hrsg.), *Schulentwicklung: Vom Subjektstandpunkt ausgehen* (S. 287–301). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Häcker, T. (2007). *Portfolio: ein Entwicklungsinstrument für selbstbestimmtes Lernen: Eine explorative Studie zur Arbeit mit Portfolios in der Sekundarstufe I*. Baltmannsweiler: Schneider Hohengehren.

Hacking, I. (1996). *Einführung in die Philosophie der Naturwissenschaften*. Stuttgart: Reclam.

Hackl, B. (2006). Ohne Worte. Über Sinn, Sprache und Domestizierung des Körpers. *Pädagogische Korrespondenz*, 35, 66–79.

Hagstedt, H. (1992). Offene Unterrichtsformen. Methodische Modelle und ihre Planbarkeit. In: U. Hameyer, R. Lauterbach & J. Wiechmann (Hrsg.), *Innovationsprozesse in der Grundschule. Fallstudien, Analysen und Vorschläge zum Sachunterricht* (S. 367-382). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Haider, M. & Munser-Kiefer, M. (2019). Elaborierende Strategien – Hypothesen bilden und prüfen. *Praxis Grundschule*, 4, 28–35.

Hammann, M., Thi, T. H. P. & Ehmer, M. (2006). Fehlerfrei Experimentieren. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 59(5), 292–299.

Hammer, D., Goldberg, F. & Fargason, S. (2012). Responsive teaching and the beginnings of energy in a third grade classroom. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 6(1), 51–72.

Hammersley, M. & Atkinson, P. (1995). *Ethnography: Principles in Practice*. New York, London: Routledge.

Hanke, P. (2005). *Öffnung des Unterrichts in der Grundschule. Lehr-Lernkulturen und orthographische Lernprozesse im Grundschulbereich*. Münster u. a.: Waxmann.

Hardy, I., Jonen, A., Möller, K. & Stern, E. (2006). Effects of instructional support within constructivist learning environments for elementary school students’ understanding of „floating and sinking“ *Journal of Educational Psychology*, 98(2), 307–326.

Hartinger, A. (1997). *Interessenförderung. Eine Studie zum Sachunterricht.* Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Hartinger, A. (2001). Das Empfinden von Selbstbestimmung im Unterricht. In: M. Fölling-Albers, S. Richter, H. Brügelmann & A. Speck-Hamdan (Hrsg.), *Jahrbuch Grundschule III: Fragen der Praxis – Befunde der Forschung* (S. 177-179). Seelze: Kallmeyer.

Hartinger, A. (2005). Verschiedene Formen der Öffnung von Unterricht und ihre Auswirkung auf das Selbstbestimmungsempfinden von Grundschulkindern. *Zeitschrift für Pädagogik*, 51(3), 397–414.

Hartinger, A. (2006). Interesse durch Öffnung des Unterrichts - wodurch? *Unterrichtswissenschaft*, 34, 272–288.

Hartinger, A. (2008). Öffnung von Unterricht als Element einer demokratischen Grundschule. In: A. Backhaus, S. Knorre, H. Brügelmann & E. Schiemann (Hrsg.), *Demokratische Grundschule. Mitbestimmung von Kindern über ihr Leben und Lernen* (S. 188-192). Siegen: Universität, Arbeitsgruppe Primarstufe.

Hartinger, A. (2015). Experimente und Versuche. In: D. von Reeken (Hrsg.), *Handbuch Methoden im Sachunterricht* (S. 68-75). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Hartinger, A., Grygier, P., Tretter, T. & Ziegler, F. (2013). *Lernumgebungen zum naturwissenschaftlichen Experimentieren. Handreichungen des Programms SINUS an Grundschulen*. Kiel: IPN.

Hartinger, A. & Hawelka, B. (2005). Öffnung und Strukturierung von Unterricht. Widerspruch oder Ergänzung? *Die deutsche Schule*, 97(3), 329–341.

Hartinger, A., Kleickmann, T. & Hawelka, B. (2006). Der Einfluss von Lehrervorstellungen zum Lernen und Lehren auf die Gestaltung des Unterrichts und auf motivationale Schülervariablen. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(1), 110–126.

Haupt, O. J., Domjahn, J., Martin, U., Skiebe-Corrette, P., Vorst, S., Zehren, W. & Hempelmann, R. (2013). Schülerlabor - Begriffsschärfung und Kategorisierung. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 66(6), 324–330.

Hays, S. (1994). Structure and Agency and the Sticky Problem of Culture. *Sociological Theory*, 12(1), 57–72.

Hecht, M. (2009). *Selbsttätigkeit im Unterricht - Empirische Untersuchungen in Deutschland und Kanada zur Paradoxie pädagogischen Handelns*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Heering, P. & Höttecke, D. (2014). Historical-Investigative Approaches in Science Teaching. In: M. R. Matthews (Hrsg.), *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (S. 1473-1502). Dordrecht: Springer.

Heidelberger, M. (2005). Freiheit und Wissenschaft! Metaphysische Zumutungen von Verächtern der Willensfreiheit. In: M. Engels & E. Hildt (Hrsg.), *Neurowissenschaften und Menschenbild* (S. 195-219). Paderborn: Mentis.

Heinicke, S. (2012). *Aus Fehlern Wird Man Klug: Eine Genetisch-Didaktische Rekonstruktion des Messfehlers*. Berlin: Logos.

Helfferich, C. (2012). Einleitung: Von roten Heringen, Gräben und Brücken – Versuche einer Kartierung von Agency-Konzepten. In: S. Bethmann, C. Helfferich, H. Hoffmann & D. Niermann (Hrsg.), *Agency: Qualitative Rekonstruktionen und gesellschaftstheoretische Bezüge von Handlungsmächtigkeit* (S. 9-39). Weinheim: Beltz Juventa.

Helfferich, C. (2013). Messen, Rekonstruieren, Verstehen. Begründungen und Reichweite von Forschungsmethoden. In: A. Heuser, C. Hoffmann, & T. Walther (Hrsg.), *Erfassen, Deuten, Urteilen. Empirische Zugänge zur Religionsforschung* (S. 73-85). Zürich: Theologischer Verlag Zürich TVZ.

Hellmer, J. (2007). *Schule und Betrieb. Lernen in der Kooperation*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Hellmich, F. & Höntges, J. (2013). Wissenschaftliches Denken in der Grundschule. In: H. Köster, F. Hellmich, & V. Nordmeier (Hrsg.), *Handbuch Experimentieren* (S. 69-82). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Helmke, A., Helmke, T., Heyne, N., Hosenfeld, A., Kleinbub, I., Schrader, F.-W. & Wagner, W. (2007). Erfassung, Bewertung und Verbesserung des Grundschulunterrichts: Forschungsstand, Probleme und Perspektiven. In: K. Möller, P. Hanke, C. Beinbrech, A. K. Hein, T. Kleickmann & R. Schages (Hrsg.), *Qualität von Grundschulunterricht: entwickeln, erfassen und bewerten* (S. 17-34). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Helmke, A. (2013). Individualisierung: Hintergrund, Missverständnisse, Perspektiven. *Pädagogik*, 65(2), 34–37.

Helmke, A. & Weinert, F. E. (1997). *Die Münchner Grundschulstudie Scholastik wissenschaftliche Grundlagen, Zielsetzungen, Realisierungsbedingungen und Ergebnisperspektiven*. München: Max-Planck-Institut für Psychologische Forschung.

Hempel, M. (2001). „Forschendes Studieren" zum subjektorientierten Lernen und Lehren in der Grundschule. In: H.-G. Roßbach, K. Nölle, & K. Czerwenka (Hrsg.), *Forschungen zu Lehr- und Lernkonzepten für die Grundschule* (S. 108-115). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Heran-Dörr, E. (2006). *Entwicklung und Evaluation einer Lehrerfortbildung zur Förderung der physikdidaktischen Kompetenz von Sachunterrichtslehrkräften. Eine explorative Studie*. Berlin: Logos.

Herrmann, F. & Kihm, P. (2024). Rollen, Materialien und Lernen in Hochschullernwerkstätten – zum Stand der Diskussion im Rahmen der AG Begriffsbestimmung. In: V. S. Franz, J. K. Langhof, J. Simon & E.-K. Franz (Hrsg.), *Demokratie und Partizipation in Hochschullernwerkstätten* (S. 221-234). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Herron, M. D. (1971). The Nature of Scientific Enquiry. *The School Review*, 79(2), 171–212.

Heseker, H., Dankers, R. & Hirsch, J. (2019). *Ernährungsbezogene Bildungsarbeit in Kitas und Schulen (ErnBildung). Schlussbericht für das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (Förderkennzeichen 2816HS006).* Paderborn: Institut für Ernährung, Konsum und Gesundheit.

Heusinger, R. (2002). Zum Umgang mit Regeln des Miteinanders in der Freiarbeit. In: U. Drews & W. Wallrabenstein (Hrsg.), *Freiarbeit in der Grundschule. Offener Unterricht in Theorie, Forschung und Praxis. Beiträge zur Reform der Grundschule* (S. 111-124). Frankfurt am Main: Grundschulverband e. V.

Hirschauer, S. (2001). Ethnografisches Schreiben und die Schweigsamkeit des Sozialen: Zu einer Methodologie der Beschreibung. *Zeitschrift für Soziologie* 30(6), 429–451.

Hirschauer, S. (2015). Praktiken und ihre Körper. Über materielle Partizipanden des Tuns. In: K. H. Hörning & J. Reuter (Hrsg.), *Doing Culture. Neue Positionen zum Verhältnis von Kultur und sozialer Praxis* (S. 73-91). Bielefeld: transcript.

Hirschauer, S. & Ammann, K. (Hrsg.) (1997). *Die Befremdung der eigenen Kultur. Zur ethnographischen Herausforderung soziologischer Empirie*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.

Hodson, D. (1998). *Teaching and Learning Science*. Philadelphia: Open University Press.

Hoenecke, C. (2004). *Lehrerheft zur Experimentierbox. Stromkreise.* Berlin: Cornelsen.

Hoffmann-Riem, C. (1980). Die Sozialforschung einer interpretativen Soziologie. Der Datengewinn. *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, 32(2), 339–372.

Högström, P., Ottander, C. & Benckert, S. (2010). Lab Work and Learning in Secondary School Chemistry: The Importance of Teacher and Student Interaction. *Research in Science Education*, 40(4), 505–523.

Holzkamp, K. (1991). Lehren als Lernbehinderung? *Forum Kritische Psychologie* 27, 5–22.

Holzkamp, K. (1995). *Lernen. Subjektwissenschaftliche Grundlegung.* Frankfurt: Campus.

Homfeldt, H. G., Schröer, W. & Schweppe, C. (2008). Vom Adressaten zum Akteur – eine Einführung. In: H. G. Homfeldt, W. Schröer, & C. Schweppe (Hrsg.), *Vom Adressaten zum Akteur: Soziale Arbeit und Agency* (S. 7-17). Opladen, Farmington Hills: Verlag Barbara Budrich.

Hopf, C. (2015). Qualitative Interviews – ein Überblick. In: U. Flick, E. von Kardoff & I. Steinke (Hrsg.), *Qualitative Forschung. Ein Handbuch* (S. 349-359). Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.

Höttecke, D. (2008). Fachliche Klärung des Experimentierens. In: D. Höttecke (Hrsg.), *Kompetenzen, Kompetenzmodelle, Kompetenzentwicklung* (S. 293-295). Münster: LIT-Verlag.

Höttecke, D. (2010). Forschend-entdeckender Physikunterricht. Ein Überblick zu Hintergründen, Chancen und Umsetzungsmöglichkeiten entsprechender Unterrichtskonzeptionen. *Naturwissenschaften im Unterricht. Physik*, 21(119), 4–12.

Höttecke, D. & Rieß, F. (2015). Naturwissenschaftliches Experimentieren im Lichte der jüngeren Wissenschaftsforschung – Auf der Suche nach einem authentischen Experimentbegriff der Fachdidaktik. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 21(1), 127–139.

Huber, L. (2004). Forschendes Lernen. 10 Thesen zum Verhältnis von Forschung und Lehre aus der Perspektive des Studiums. *Die Hochschule: Journal für Wissenschaft und Bildung* 13(2), 29-49.

Huf, C. (2008). Ein befremdender Blick auf die Wochenplanarbeit – Lernprozesse im Anfangsunterricht aus der Perspektive von SchulanfängerInnen. In: G. Breidenstein & F. Schütze (Hrsg.), *Paradoxien in der Reform der Schule. Ergebnisse qualitativer Sozialforschung* (S. 113-125). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Hüpping, B. (2016). *Migrationsbedingte Heterogenität: Pädagogische Professionalität von Grundschullehrkräften im Umgang mit Vielfalt*. Wiesbaden: Springer VS.

Jakob, G. & Wensierski, H.-J. von (Hrsg.) (1997). *Rekonstruktive Sozialpädagogik. Konzepte und Methoden sozialpädagogischen Verstehens in Forschung und Praxis*. Weinheim: Juventa.

James, A. & James, A. L. (2004). *Constructing childhood. Theory, policy, and social practice.* Houndmills, Basingstoke, Hampshire: Palgrave Macmillan.

James, A. & Prout, A. (1997). *Constructing and Reconstructing Childhood: Contemporary Issues in the Sociological Study of Childhood*. London: Routledge.

Joas, H. (1996). *Die Kreativität des Handelns*. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.

Jonen, A., Möller, K. & Hardy, I. (2003). Lernen als Veränderung von Konzepten – am Beispiel einer Untersuchung zum naturwissenschaftlichen Lernen in der Grundschule. In: D. Cech & H.-J. Schwier (Hrsg.), *Lernwege und Aneignungsformen im Sachunterricht* (S. 93-108). Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.

Jung, J. (2019). *Stimmungen weben: Eine unterrichtswissenschaftliche Studie zur Gestaltung von Atmosphären*. Wiesbaden: Springer.

Kahl, R. (2005). *Treibhäuser der Zukunft. Wie Schulen in Deutschland gelingen*. Online verfügbar unter: https://www.youtube.com/watch?v=foxcULxYcUs. Zuletzt abgerufen am 04.07.2025.

Kahlert, J. (2022). *Der Sachunterricht und seine Didaktik*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Kaiser, A. (2014). *Neue Einführung in die Didaktik des Sachunterrichts*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Kalthoff, H. (2010). Beobachtung und Komplexität. Überlegungen zum Problem der Triangulation. *Sozialer Sinn* 11(2), 353–365.

Kardorff, E. von (1995). Qualitative Sozialforschung – Versuch einer Standortbestimmung. In: U. Flick, E. von Kardorff, H. Keupp, L. von Rosenstiel & S. Wolff (Hrsg.), *Handbuch qualitative Sozialforschung: Grundlagen, Konzepte, Methoden und Anwendungen* (S. 3-11). Weinheim: Beltz.

Kastl, J. M. (1999). Sequenz, Kategorie, Typus. Zur neueren Diskussion der Integration der Methoden in der qualitativen Sozialforschung. Online verfügbar unter: https://shorturl.at/uh9wJ. Zuletzt abgerufen am 03.07.2025.

Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer, H. & Komorek, M. (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 3(3), 3–18.

Katz, I. & Assor, A. (2007). When choice motivates and when it does not. *Educational Psychology Review* 19(4), 429–442.

Kehrbaum, T. (2009). *Innovation als sozialer Prozess: Die Grounded Theory als Methodologie und Praxis der Innovationsforschung*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Kekeritz, M. (2017). *Didaktische Interaktionen im Übergang zur Grundschule: Zum Wechselspiel von Kontinuität und Neubeginn*. Wiesbaden: Springer VS.

Kelkel, M., Kihm, P., Fischer, M. & Peschel, M. (2025). Grundschullabor für Offenes Experimentieren (GOFEX). In: U. Stadler-Altmann, F. Herrmann, P. Kihm & A. Schulte-Buskase (Hrsg.), *Atlas der Hochschullernwerkstätten. Ein (un-)vollständiges Kompendium* (S. 512-525). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Kelkel, M. & Peschel, M. (2018). Fachlichkeit in Lernwerkstätten. Berücksichtigung von fachlichen Grundlagen beim pädagogischen Handeln in Lernwerkstätten als Chance der Erweiterung bisheriger Lernwerkstätten-Konzeptionen. In: M. Peschel & M. Kelkel (Hrsg.), *Fachlichkeit in Lernwerkstätten. Kind und Sache in Lernwerkstätten* (S. 15–34). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Kelkel, M. & Peschel, M. (2019). Lernwerkstätten und Schülerlabore – Unterschiedliche Konzepte, ein Verbund. Kooperation zwischen GOFEX und NanoBioLab im Rahmen des GOFEX-Projektpraktikums als Beispiel für kooperatives Lernen. In: R. Baar, A. Feindt, & S. Trostmann (Hrsg.), *Struktur und Handlung in Lernwerkstätten: Hochschuldidaktische Räume zwischen Einschränkung und Ermöglichung* (S. 185-189). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Kelkel, M. & Peschel, M. (2020). Professionalisierung von Lehramtsstudierenden im GOFEX_Projektpraktikum durch Studierenden-Co-Reflexion. In: U. Stadler-Altmann, S. Schumacher, E. A. Emili & E. Dalla Torre (Hrsg.), *Spielen, Lernen, Arbeiten in Lernwerkstätten. Facetten der Kooperation und Kollaboration* (S. 64-77). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Kelle, U. & Kluge, S. (2010). *Vom Einzelfall zum Typus: Fallvergleich und Fallkontrastierung in der qualitativen Sozialforschung*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Kiel, E. (2019). Aufgabenkultur in der (Grund-)Schule. *Zeitschrift für Grundschulforschung*, 12(1), 117–133.

Kieselhorst, M., Brée, S. & Neuß, N. (2013). Grundlegende Begriffe. In: M. Kieselhorst, S. Brée, & N. Neuß (Hrsg.), *Beobachtung kindlicher Selbstbildungsprozesse: Deutungskompetenzen frühpädagogischer Fachkräfte* (S. 17-50). Wiesbaden: Springer.

Kihm, P. (2023a). Tiefenstrukturen von Interaktions- und Kommunikationsprozessen in Hochschullernwerkstätten. In: P. Kihm, M. Kelkel & M. Peschel (Hrsg.), *Interaktionen und Kommunikationen in Hochschullernwerkstätten. Theorien, Praktiken, Utopien* (S. 24-45). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Kihm, P. (2023b). Aushandlung und Mitbestimmung individueller Pausenzeiten. *Grundschule aktuell*, 163, 5-8.

Kihm, P., Fischer, M. & Peschel, M. (2024a). „Forschen im Kreis?!" – wie Forschungskreise verhindern, dass Kinder beobachten, staunen und forschen. *Grundschule aktuell*, 168, 5–7.

Kihm, P., Büscher, K. & Peschel, M. (2024b). Offene Experimentierumgebungen vs. „Experimentierkoffer". Material als Element der Öffnung. In: A. Flügel, A. Gruhn, I. Landrock, J. Lange, B. Müller-Naendrup, J. Wiesemann, P. Büker & A. Rank (Hrsg.), *Grundschulforschung meets Kindheitsforschung reloaded* (S. 571-575). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Kihm, P., Diener, J. & Peschel, M. (2018). Kinder forschen – Wege zur (gemeinsamen) Erkenntnis. In: M. Peschel & M. Kelkel (Hrsg.), *Fachlichkeit in Lernwerkstätten – Kind und Sache in Lernwerkstätten* (S. 66-84). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Kihm, P., Diener, J. & Peschel, M. (2020). Qualifizierungsprozesse und Qualifikationsarbeiten in Hochschullernwerkstätten – Forschende Entwicklung einer innovativen Didaktik. In: K. Kramer, D. Rumpf, M. Schöps & S. Winter (Hrsg.), *Hochschullernwerkstätten – Elemente von Hochschulentwicklung? Ein Rückblick auf 15 Jahre Hochschullernwerkstatt in Halle und andernorts* (S. 321-335). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Kihm, P., Peifer, P. & Peschel, M. (2023). Nonvokalitäten und Lehr-Lern-Prozesse – Eine (Sekundär-)Analyse von Unterrichtsvideos zu Kommunikationseinflüssen beim Experimentieren in Lernwerkstätten, Schülerlaboren und im Schulunterricht. In: P. Kihm, M. Kelkel & M. Peschel (Hrsg.), *Interaktionen und Kommunikationen in Hochschullernwerkstätten. Theorien, Praktiken, Utopien* (S. 71-88). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Kihm, P. & Peschel, M. (2017). Interaktion und Kommunikation beim Experimentieren von Kindern – Eine Untersuchung über interaktions- und kommunikationsförderliche Aufgabenformate. In: M. Peschel & U. Carle (Hrsg.), *Forschung für die Praxis* (S. 66-80). Frankfurt am Main: Grundschulverband e. V.

Kihm, P. & Peschel, M. (2019). *doing* AGENCY – der Transfer von AGENCY-Elementen in Lernwerkstätten am Beispiel des Grundschullabors für Offenes Experimentieren. In: S. Tänzer, M. Godau, M. Berger & G. Mannhaupt (Hrsg.), *Perspektiven auf Hochschullernwerkstätten. Wechselspiele zwischen Individuum, Gemeinschaft, Ding und Raum* (S. 184-188). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Kihm, P. & Peschel, M. (2020a). Lehr-Lern-Handeln an außerschulischen Lernorten (AL) – am Beispiel des Grundschullabors für Offenes Experimentieren (GOFEX). In: L. Beyer, C. Gorr, C. Kather, M. Komorek, P. Röben & S. Selle (Hrsg.), *Orte und Prozesse außerschulischen Lernens erforschen und weiterentwickeln* (S. 111-119). Berlin: LIT Verlag.

Kihm, P. & Peschel, M. (2020b). Einflüsse von Aushandlungs- und Interaktionsprozessen auf Lernwerkstattarbeit. In: U. Stadler-Altmann, S. Schumacher, E. A. Emili & E. Dalla Torre (Hrsg.), *Spielen, Lernen, Arbeiten in Lernwerkstätten. Facetten der Kooperation und Kollaboration* (S. 87-99). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Kihm, P. & Peschel, M. (2021a). Demokratielernen durch Experimentieren?! – Aushandlung eines selbstbestimmten Vorgehens beim Offenen Experimentieren im Sachunterricht. In: T. Simon (Hrsg.), *Demokratie im Sachunterricht – Sachunterricht in der Demokratie* (S. 197-207).

Kihm, P. & Peschel, M. (2021b). „Komplexität wagen!“ – Methoden zur Beforschung von offenen Lehr-Lern-Prozessen in Hochschullernwerkstätten. In: B. Holub, K. Himpsl-Gutermann, K. Mittlböck, M. Musilek-Hofer, A. Varelija-Gerber & N. Grünberger (Hrsg.), *lern.medien.werk.statt. Hochschullernwerkstätten in der Digitalität* (S. 70-87). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Kihm, P. & Peschel, M. (2021c). „Das habt ihr jetzt ja oft genug gemacht!“ – Einfluss von „Nonverbalitäten“ in der Lehrer*innen-Schüler*innen-Interaktion auf die Aushandlung von Selbstbestimmung beim Experimentieren. *GDSU-Journal*, 11, 24-39.

Kihm, P. & Peschel, M. (2021d). Aufgaben und Kulturen des Lernens. In: M. Peschel (Hrsg.), *Didaktik der Lernkulturen* (S. 12-34). Frankfurt am Main: Grundschulverband e. V.

Kihm, P. & Peschel, M. (2022). Gute Aufgaben 2.0 – Aufgaben und Aufgabenkulturen im Rahmen der Digitalisierung. In: A. Becher, E. Blumberg, T. Goll, K. Michalik & C. Tenberge (Hrsg.)., *Sachunterricht in der Informationsgesellschaft* (S. 89-95). Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 89–95.

Kihm, P. & Peschel, M. (2024). „(Hochschul-)Lernwerkstätten als Orte demokratischer Entscheidungsprozesse?!“ Ein kritischer Blick auf Kommunikationen und Interaktionen in (Hochschul-)Lernwerkstätten. In: V. S. Franz, J. K. Langhof, J. Simon & E.-K. Franz (Hrsg.), *Demokratie und Partizipation in Hochschullernwerkstätten* (S. 308-324). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Kihm, P. & Peschel, M. (2025). Wider die Worte. Die Bedeutung von Nonverbalitäten für die Aushandlung von Selbstbestimmung beim Offenen Experimentieren. *Zeitschrift für Grundschulforschung*, 18(2).

Kizil, A. & Kattmann, U. (2015). Experimentieren – Unterricht und Vorstellungen von Biologielehrkräften. In: S. Bernholt (Hrsg.), *Heterogenität und Diversität – Vielfalt der Voraussetzungen im naturwissenschaftlichen Unterricht* (S. 462–464). Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik.

Klahr, D. & Nigam, M. (2004). The Equivalence of Learning Paths in Early Science Instruction: Effects of Direct Instruction and Discovery Learning. *Psychological Science*, 15(10), 661-667.

Klauß, T. (2003). Selbstbestimmung als Leitidee der Pädagogik für Menschen mit geistiger Behinderung. In: E. Fischer (Hrsg.), *Pädagogik für Menschen mit geistiger Behinderung. Sichtweisen. Theorien. Aktuelle Herausforderungen* (S. 83-127). Oberhausen: Athena-Verlag.

Kleemann, F., Krähnke, U. & Matuschek, I. (2013). *Interpretative Sozialforschung. Eine praxisorientierte Einführung.* Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Kleinknecht, M. (2019). Aufgaben und Aufgabenkultur. *Zeitschrift für Grundschulforschung*, 12(1), 1–14.

Klewitz, E. (1989). *Zur Didaktik des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts: eine Untersuchung von Unterrichtsmodellen am Beispiel von „Schwimmen und Sinken" vor dem Hintergrund der genetischen Erkenntnistheorie Piagets*. Essen: Westarp.

Kobarg, M., Prenzel, M. & Schwindt, K. (2015). Stand der empirischen Unterrichtsforschung zum Unterrichtsgespräch im naturwissenschaftlichen Unterricht. In: M. Becker-Mrotzek (Hrsg.), *Unterrichtskommunikation und Gesprächsdidaktik* (S. 408-426). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Koch, S., Krell, M. & Krüger, D. (2015). Förderung von Modellkompetenz durch den Einsatz einer Blackbox. *Erkenntnisweg Biologiedidaktik*, 14, 93–108.

Kohlhauf, L., Rutke, U. & Neuhaus, B. (2011). Entwicklung eines Kompetenzmodells zum biologischen Beobachten ab dem Vorschulalter. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 17, 203–222.

Köhnlein, W. (2012). *Sachunterricht und Bildung*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Köhnlein, W. & Spreckelsen, K. (1992). Werkstatt „Experimentieren". In: U. Hameyer, R. Lauterbach, & J. Wiechmann (Hrsg.), *Innovationsprozesse in der Grundschule. Fallstudien, Analysen und Vorschläge zum Sachunterricht* (S. 156-168). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Koller, H.-C. (2011). Hermeneutik. In: R. Bohnsack, W. Marotzki, & M. Meuser (Hrsg.), *Hauptbegriffe Qualitativer Sozialforschung* (S. 83-85). Opladen, Farmington Hills: Verlag Barbara Budrich.

Konrad, K. (2008). *Erfolgreich selbstgesteuert lernen: theoretische Grundlagen, Forschungsergebnisse, Impulse für die Praxis*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Konrad, K. (2023). *Selbstgesteuertes Lernen ermöglichen.* Stuttgart: Reclam.

Konrad, K. & Traub, S. (2009). *Selbstgesteuertes Lernen: Grundwissen und Tipps für die Praxis*. Baltmannsweiler: Schneider-Verlag Hohengehren.

Košinàr, J. (2009). *Körperkompetenzen und Interaktion in pädagogischen Berufen. Konzepte – Training – Praxis*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Košinàr, J. (2006). Körperverhalten: Selbstwahrnehmung, Innen- und Außenwirkung und ihre gegenseitige Beeinflussung im Spiegel interpersoneller Kommunikation. In: M. Heinrich & U. Greiner Ulrike (Hrsg.), *Schauen, was 'rauskommt. Kompetenzförderung, Evaluation und Systemsteuerung im Bildungswesen* (S. 257-266). Wien: LIT Verlag.

Kosler, T. (2016). *Naturwissenschaftliche Bildung im Elementar- und Primarbereich. Zum naturwissenschaftlichen Denken mit Kindern im Kontext einer nachhaltigen Entwicklung*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Köster, H. (2006). Freies Explorieren und Experimentieren mit physikalischen Phänomenen im Sachunterricht. In G. Lück & H. Köster (Hrsg.), *Physik und Chemie im Sachunterricht* (S. 43–56). Braunschweig: Westermann.

Köster, H. (2010). Planung offenen Unterrichts – Vorschläge zur graduellen Einführung individualisierten Lernens im Sachunterricht. In S. Tänzer & R. Lauterbach (Hrsg.), *Sachunterricht begründet planen: Bedingungen, Entscheidungen, Modelle* (S. 249–262). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Köster, H. (2013). Zur Rolle des Experimentierens im Sachunterricht. In H. Köster, F. Hellmich & V. Nordmeier (Hrsg.), *Handbuch Experimentieren* (S. 49–68). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Köster, H. (2018). *Freies Explorieren und Experimentieren – Eine Untersuchung zur selbstbestimmten Gewinnung von Erfahrungen mit physikalischen Phänomenen im Sachunterricht.* Berlin: Logos.

Köster, H. & Balluseck, H. von (2009). *Die Förderung von Selbstbildung im Bereich der Naturwissenschaften in der Grundschule*. Online verfügbar unter: https://www.erzieherin.de/die-foerderung-von-selbstbildung.html. Zuletzt abgerufen am 04.07.2025.

Köster, H. & Galow, P. (2014). Forschendes Lernen initiieren. Hintergründe und Modelle offenen Experimentierens. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 25(144), 24–26.

Köster, H. & Gonzalez, C. (2007). Was tun Kinder, wenn man sie lässt? Freies Explorieren und Experimentieren (FEE) im Sachunterricht. *Grundschulunterricht*, 54(12), 12–17.

Köster, H. & Mehrtens, T. (2020). Naturwissenschafts- und technikbezogene Potenziale bei Grundschulkindern aufdecken, diagnostizieren und fördern. In C. Fischer, C. Fischer-Ontrop, F. Käpnick, N. Neuber, C. Solzbacher & P. Zwitserlood (Hrsg.), *Begabungsförderung, Leistungsentwicklung, Bildungsgerechtigkeit – für alle!* (S. 117–128). Münster: Waxmann.

Köster, H., Mehrtens, T. & Müller, F. (2022). Merkmale naturwissenschaftlicher Begabung bei Kindern im Kita- und Grundschulalter. In G. Weigand, C. Fischer, F. Käpnick, C. Perleth, F. Preckel, M. Vock & H.-W. Wollersheim (Hrsg.), *Dimensionen der Begabungs- und Begabtenförderung in der Schule* (S. 235–248). Bielefeld: WBV.

Köster, H., Waldenmaier, C. & Schiemann, N. (2011). Zur Engagiertheit von Kindern im naturwissenschaftsbezogenen Grundschulunterricht. *PhyDid B, Didaktik der Physik, Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung 2011*. Online verfügbar unter: https://ojs.dpg-physik.de/index.php/phydid-b/article/view/319. Zuletzt abgerufen am 04.07.2025.

Köster, H., Mehrtens, T., Steger, J. & Galow, P. (2015). Inquiry Based Science Learning: Design-based Research zur didaktischen Weiterentwicklung klassischer Experimentiermaterialien. *PhyDid B, Didaktik der Physik, Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung 2015.* Online verfügbar unter: https://ojs.dpg-physik.de/index.php/phydid-b/article/view/659. Zuletzt abgerufen am 04.07.2025.

Kowal, S. & O'Connell, D. (2015). Zur Transkription von Gesprächen. In: U. Flick, E. von Kardoff & I. Steinke (Hrsg.), *Qualitative Forschung. Ein Handbuch* (S. 437-447). Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.

Krapp, A. & Prenzel, M. (1992). *Interesse, Lernen, Leistung. Neuere Ansätze der pädagogisch-psychologischen Interessenforschung.* Münster: Aschendorff.

Krapp, A. & Ryan, R. M. (2002). Selbstwirksamkeit und Lernmotivation. Eine kritische Betrachtung der Theorie von Bandura aus der Sicht der Selbstbestimmungstheorie und der pädagogisch-psychologischen Interessentheorie. *Zeitschrift für Pädagogik, Beiheft 44*, 54–82.

Krawcyzk, A. (2021). Lernkultur und Raum. In: M. Peschel (Hrsg.), *Didaktik der Lernkulturen*. Frankfurt am Main: Grundschulverband e. V., 179–200.

Krinninger, D. (2019). Pragmatismus. In: G. Weiß & J. Zirfas (Hrsg.), *Handbuch Bildungs- und Erziehungsphilosophie*. Springer Fachmedien Wiesbaden, 653–662.

Krull, W. (2014). Sehen – Erkennen – Vermitteln: Ein Plädoyer für mehr Kreativität in Forschung und Lehre. In: C. Behrmann, M. Bruhn & S. Trinks (Hrsg.), *Intuition und Institution: Kursbuch Horst Bredekamp.* Berlin: Akademie Verlag, 265–282.

Krumbacher, C. (2016). *Die Relevanz lernprozessorientierter Sequenzierung im physikbezogenen Sachunterricht - eine Videostudie zur Berücksichtigung von Tiefenstrukturen beim Experimentieren*. Duisburg; Essen: Universitätsbibliothek Duisburg-Essen.

Kruse, N. (1996). *Lernen im Anfangsunterricht. Ansätze zu einer subjektwissenschaftlichen Grundlegung.* Hamburg: Ergebnisse Verlag.

Kruse, N. (1998). Eine subjektwissenschaftliche Sicht auf das Schriftlernen. In: H. Giest & J. Lompscher (Hrsg.), *Jahrbuch der Grundschulforschung. Tagungsband zur 6. Tagung der AG Grundschulforschung in Potsdam 1997.* Weinheim: Deutscher Studien-Verlag.

Kruse, N. (2006). Schreiben und Schreibnorm—Überlegungen zu einer subjektwissenschaftlichen Perspektive beim Textschreiben und Rechtschreiben in der Schule. In: T. Rihm (Hrsg.), *Schulentwicklung: Vom Subjektstandpunkt ausgehen* (S. 331–347). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Kuckartz, U. (2007). *Einführung in die computergestützte Analyse qualitativer Daten.* Wiesbaden: Springer VS.

Kühlmeyer, K., Muckel, P. & Breuer, F. (2020). Qualitative Inhaltsanalysen und Grounded-Theory-Methodologien im Vergleich: Varianten und Profile der „Instruktionalität" qualitativer Auswertungsverfahren. *Forum Qualitative Sozialforschung,* 21(1).

Kunter, M. & Trautwein, U. (2013). *Psychologie des Unterrichts*. Paderborn: UTB GmbH.

Labudde, P. (1993). *Erlebniswelt Physik*. Frankfurt: Dümmler.

Laevers, F. & Vandenbussche, E. (2009). *Beobachtung und Begleitung von Kindern: Arbeitsbuch zur Leuvener Engagiertheitsskala*. Erkelenz: Berufskolleg, Fachschule für Sozialpädagogik.

Lamnek, S. & Krell, C. (2016). *Qualitative Sozialforschung.* Weinheim, Basel: Beltz.

Lange, J. (2017). *Schulische Materialität. Empirische Studien zur Bildungswirtschaft.* Berlin: De Gruyter Oldenbourg.

Lange, J. (2020a). Bedingungen und Bedeutungen der Dinge. In: S. Tänzer, R. Lauterbach, E. Blumberg, F. Grittner, J. Lange & C. Schomaker (Hrsg.), *Sachunterricht begründet planen. Das Prozessmodell Generativer Unterrichtsplanung Sachunterricht (GUS) und seine Grundlagen* (S. 109-129). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Lange, J. (2020b). Medien auswählen und einbinden. In: S. Tänzer, R. Lauterbach, E. Blumberg, F. Grittner, J. Lange & C. Schomaker (Hrsg.), *Sachunterricht begründet planen. Das Prozessmodell Generativer Unterrichtsplanung Sachunterricht (GUS) und seine Grundlagen* (S. 215-227). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Lange, K., Ohle, A., Kleickmann, T., Kauertz, A., Möller., K. & Fischer, H. E. (2015). Zur Bedeutung von Fachwissen und fachdidaktischem Wissen für Lernfortschritte von Grundschülerinnen und Grundschülern im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. *Zeitschrift für Grundschulforschung*, 8(1), 23–38.

Latour, B. (2010). *Eine neue Soziologie für eine neue Gesellschaft: Einführung in die Akteur-Netzwerk-Theorie*. Berlin: Suhrkamp.

Lauterbach, R. (2020). Bedingungen und Voraussetzungen der Sache. In: S. Tänzer, R. Lauterbach, E. Blumberg, F. Grittner, J. Lange & C. Schomaker (Hrsg.), *Sachunterricht begründet planen. Das Prozessmodell Generativer Unterrichtsplanung Sachunterricht (GUS) und seine Grundlagen* (S. 59-77). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Lazonder, A. W. & Harmsen, R. (2016). Meta-Analysis of Inquiry-Based Learning: Effects of Guidance. *Review of Educational Research*, 86(3), 681–718.

Legewie, H. & Schervier-Legewie, B. (2004). „Forschung ist harte Arbeit, es ist immer ein Stück Leiden damit verbunden. Deshalb muss es auf der anderen Seite Spaß machen": Anselm Strauss im Interview mit Heiner Legewie und Barbara Schervier-Legewie. *Forum Qualitative Sozialforschung*, 5(3).

Leschinsky, A. (2008). Die Ausdifferenzierung und Weiterentwicklung der Schulforschung seit den 1970er Jahren. In: W. Helsper & J. Böhme (Hrsg.), *Handbuch der Schulforschung* (S. 69-88). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Leutner, D. & Leopold, C. (2003). Selbstreguliertes Lernen. Lehr-/lerntheoretische Grundlagen. In: U. Witthaus (Hrsg.), *Selbst gesteuertes Lernen. Theoretische und praktische Zugänge* (S. 43–67). Bielefeld: Bertelsmann.

Lind, G. (2014). *Effektstärken: Statistische, praktische und theoretische Bedeutsamkeit empirischer Befunde*. Online verfügbar unter: https://d-nb.info/1096762226/34. Zuletzt abgerufen am 04.07.2025.

Lind, G. (2013). Meta-Analysen als Wegweiser? Zur Rezeption der Studie von John Hattie in der Politik. *Lehren & lernen*, 39(7), 23–26.

Lind, G. (2019). *Moral ist lehrbar! Wie man moralisch-demokratische Fähigkeiten fördern und damit Gewalt, Betrug und Macht mindern kann.* Berlin: Logos.

Lipowsky, F. (2002). Zur Qualität offener Lernsituationen im Spiegel empirischer Forschungen. Auf die Mikroebene kommt es an. In U. Drews & W. Wallrabenstein (Hrsg.), *Freiarbeit in der Grundschule. Offener Unterricht in Theorie, Forschung und Praxis* (S. 126-159). Frankfurt am Main: Grundschulverband e. V.

Lipowsky, F. & Lotz, M. (2015). Ist Individualisierung der Königsweg zum erfolgreichen Lernen? Eine Auseinandersetzung mit Theorien, Konzepten und empirischen Befunden. In: G. Mehlhorn, K. Schöppe & F. Schulz (Hrsg.), *Begabungen entwickeln & Kreativität fördern* (S. 155–219). München: kopaed.

Lück, G. (2007). *Forschen mit Fred: Naturwissenschaften im Kindergarten. Handbuch*. Oberursel: Finken.

Lüders, C. (2011). Teilnehmende Beobachtung. In: R. Bohnsack, W. Marotzki & M. Meuser (Hrsg.), *Hauptbegriffe Qualitativer Sozialforschung* (S. 151-153). Opladen, Farmington Hills: Verlag Barbara Budrich.

Lüders, C. (2015). Beobachten im Feld und Ethnographie. In: U. Flick, E. von Kardoff & I. Steinke (Hrsg.), *Qualitative Forschung. Ein Handbuch* (S. 384-402). Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.

Lüders, M. & Rauin, U. (2008). Unterrichts- und Lehr-Lern-Forschung. In: W. Helsper & J. Böhme (Hrsg.), *Handbuch der Schulforschung* (S. 717-745). Wiesbaden: VS Springer.

Luhmann, N. (1987). *Soziale Systeme: Grundriß einer allgemeinen Theorie*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.

Mach, E. (2004). *Erkenntnis und Irrtum: Skizzen zur Psychologie der Forschung*. Leipzig: Adamant Media Corporation.

Marquardt-Mau, B. (2011). Der Forschungskreislauf: Was bedeutet forschen im Sachunterricht. Fachblick von Prof. Dr. Brunhilde Marquardt-Mau. In: DTS (Deutsche Telekomstiftung) & DKJ (Deutsche Kinder- und Jugendstiftung) (Hrsg.), *Wie gute naturwissenschaftliche Bildung an Grundschulen gelingt. Ergebnisse und Erfahrungen aus prima(r)forscher* (S. 32-38). Berlin: Deutsche Kinder- und Jugendstiftung.

Martens, M. & Asbrand, B. (2021). „Schülerjob" revisited: Zur Passung von Lehr- und Lernhabitus im Unterricht. *Zeitschrift für Bildungsforschung*, 11(1), 55–73.

Martschinke, S. & Hartinger, A. (2022). Öffnung von Unterricht. In: J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz, A. Hartinger, S. Miller & S. Wittkowske (Hrsg.), *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts* (S. 434-439). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Maskiewicz, A. C. & Winters, V. A. (2012). Understanding the co-construction of inquiry practices: A case study of a responsive teaching environment. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(4), 429–464.

Maslow, A. H. (1991). *Motivation und Persönlichkeit*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.

Mayer, J. & Ziemek, H.-P. (2006). Offenes Experimentieren – Forschendes Lernen im Biologieunterricht. *Unterricht Biologie*, 30(317), 4–12.

Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken*. Weinheim, Basel: Beltz.

Mayring, P. (2016). *Einführung in die qualitative Sozialforschung*. Weinheim, Basel: Beltz.

Mayring, P. & Brunner, E. (2013). Qualitative Inhaltsanalyse. In: B. Friebertshäuser, A. Langer & A. Prengel (Hrsg.), *Handbuch. Qualitative Forschungsmethoden in der Erziehungswissenschaft* (S. 323-333). Weinheim, Basel: Beltz.

McCroskey, J. C., Richmond, V. P. & McCroskey, L. L. (2006). Nonverbal communication in instructional contexts. In: M. L. Patterson & V. L. Manusov (Hrsg.), *The SAGE Handbook of Nonverbal Communication* (S. 421-436). Thousand Oaks, California: Sage Publications.

Mead, G. H. (1978). *Geist, Identität und Gesellschaft aus der Sicht des Sozialbehaviorismus*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.

Mehan, H. (1979). *Learning lessons*. Cambridge: Harvard University Press.

Messner, R. (2009). Forschendes Lernen aus pädagogischer Sicht. In R. Messner (Hrsg.), *Schule forscht. Ansätze und Methoden zum forschenden Lernen* (S. 15-30). Hamburg: Körber-Stiftung.

Meuser, M. (2011). Rekonstruktive Sozialforschung. In: R. Bohnsack, W. Marotzki & M. Meuser (Hrsg.), *Hauptbegriffe Qualitativer Sozialforschung* (S. 140-142). Opladen, Farmington Hills: Verlag Barbara Budrich.

Meyer-Drawe, K. (2001). *Illusionen von Autonomie: Diesseits von Ohnmacht und Allmacht des Ich*. München: Kirchheim.

Meyer-Drawe, K. (2012). Vorwort. In: M. Schratz, J. F. Schwarz & T. Westfall-Greiter (Hrsg.), *Lernen als bildende Erfahrung: Vignetten in der Praxisforschung* (S. 11-17). Innsbruck: Studien Verlag.

Michalik, K. (2010). Didaktische Konzepte für die naturwissenschaftliche Grundbildung von Kindern im Elementarbereich. In: H.-J. Fischer, P. Gansen & K. Michalik (Hrsg.), *Sachunterricht und frühe Bildung. Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts* (S. 93-108). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Michel, B. & Wittpoth, J. (2006). Habitus at Work. Sinnbildungsprozesse beim Betrachten von Fotografien. In: B. Friebertshäuser, M. Rieger-Ladich & L. Wigger (Hrsg.), *Reflexive Erziehungswissenschaft: Forschungsperspektiven im Anschluss an Pierre Bourdieu* (S. 81-100). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Mick, Carola (2012a). Das Agency-Paradigma. In: U. Bauer, U. H. Bittlingmayer & A. Scherr (Hrsg.), *Handbuch Bildungs- und Erziehungssoziologie. Bildung und Gesellschaft* (S. 527–544). Wiesbaden: Springer VS.

Mick, Carola (2012b). Performativität und Handlungsmächtigkeit im institutionellen Kontext. Identitätskonstruktion von Lernenden einer luxemburgischen Grundschule. In: S. Bethmann, C. Helfferich, H. Hoffmann & D. Niermann (Hrsg.), *Agency: Qualitative Rekonstruktionen und gesellschaftstheoretische Bezüge von Handlungsmächtigkeit* (S. 269–297). Weinheim: Beltz Juventa.

Miller, S. & Schroeder, R. (2017). Werkstattunterricht und Stationenlernen. In: D. von Reeken (Hrsg.), *Handbuch Methoden im Sachunterricht* (S. 283-295). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Minner, D. D., Levy, A. J. & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction – what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474–496.

Möller, K. (1987). *Lernen durch Tun: Handlungsintensives Lernen im Sachunterricht der Grundschule*. Frankfurt am Main u. a.: Peter Lang.

Möller, K. (2007). „Primary Science" – Ein internationaler Überblick. In: D. Höttecke (Hrsg.), *Naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich* (S. 98–120). Münster: LIT Verlag.

Möller, K. (2016). Bedingungen und Effekte qualitätsvollen Unterrichts – Ein Beitrag aus fachdidaktischer Perspektive. In: N. McElvany, W. Bos, H. G. Holtappels, M. M. Gebauer & F. Schwabe (Hrsg.), *Bedingungen und Effekte guten Unterrichts. Dortmunder Symposium der Empirischen Bildungsforschung* (S. 43–64). Münster; New York: Waxmann.

Möller, K., Hardy, I. & Jonen, A. (2006). Naturwissenschaften in der Primarstufe. Zur Förderung konzeptuellen Verständnisses durch Unterricht und zur Wirksamkeit von Lehrerfortbildung. In: M. Prenzel & L. Allolio-Näcke (Hrsg.), *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms* (S. 161–193). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Möller, K. & Steffensky, M. (2010). Naturwissenschaftliches Lernen im Unterricht mit 4- bis 8-jährigen Kindern. In: M. Leuchter (Hrsg.), *Didaktik für die ersten Bildungsjahre. Unterricht mit 4- bis 8-jährigen Kindern* (S. 163–178). Seelze: Friedrich Verlag.

Möller, K. & Wyssen, H.-P. (2017). *Spiralcurriculum Schwimmen und Sinken. Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen – Band 2: Primarbereich*. Bonn: Deutsche Telekom Stiftung.

Möller, K., Doll, J. & Prenzel, M. (2002). Die Förderung von naturwissenschaftlichem Verständnis bei Grundschulkindern durch Strukturierung der Lernumgebung. In M. Prenzel & J. Doll (Hrsg.), *Bildungsqualität von Schule: Schulische und außerschulische Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen* (S. 176–191). Weinheim: Beltz.

Möller, K., Baumann, S., Henry, W. & Nachtigäller, I. (2007). *Klasse(n)kisten für den Sachunterricht. Luft und Luftdruck*. Essen: Spectra.

Montero-Pau, J. T. & Tuzon, S. P. (2017). Are pre-service Primary School teachers prepared to teach science by inquiry? *Proceedings of the 3rd International Conference on Higher Education Advances*, 1294–1301.

Muckel, P. (2007). Die Entwicklung von Kategorien mit der Methode der Grounded Theory. *Historical Social Research, Supplement*, 19, 211–231.

Muckel, P., Maschwitz, A. & Vogt, S. (2017). *Was ist Grounded Theory*? Online verfügbar unter: https://oops.uni-oldenburg.de/3205/1/Grounded%20Theory_Muckel-Maschwitz-Vogt.pdf. Zuletzt abgerufen am 04.07.2025.

Muckenfuß, H. (2013). Experimentieren und Versuche machen. Erkenntnistheoretische Aspekte der Sachbegegnung im naturwissenschaftlichen Unterricht. In: H. Köster, F. Hellmich & V. Nordmeier (Hrsg.), *Handbuch Experimentieren* (S. 19-45). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Müller, F. H., Hanfstingl, B. & Andreitz, I. (2007). *Skalen zur motivationalen Regulation beim Lernen von Schülerinnen und Schülern: Adaptierte und ergänzte Version des Academic Self-Regulation Questionnaire (SRQ-A) nach Ryan & Connell*. Klagenfurt: Alpen-Adria-Universität.

Müller, W. (2016). *Gibt es einen „7. Sinn"? Außergewöhnliche Wahrnehmungen und unglaubliche Fähigkeiten von Menschen und Tieren aus der Sicht der heutigen Lebenswissenschaften*. Berlin: Springer.

Müller-Naendrup, B. (2013). Lernwerkstätten als „Dritte Pädagogen": Räumliche Botschaften von Lernwerkstätten an Hochschulen. In: H. Coelen & B. Müller-Naendrup (Hrsg.), *Studieren in Lernwerkstätten* (S. 193-206). Wiesbaden: Springer-Verlag.

Müller-Naendrup, B. (2008). Was bringen offene Lernsituationen? Forschungsbefunde zur Öffnung des Unterrichts – und ihre Probleme. In: G. Patzner, M. Rittberger & M. Sertl (Hrsg.), *Offen und frei? Beiträge zur Diskussion Offener Lernformen* (S. 52-70). Innsbruck/Wien/Bozen: Studien Verlag.

Murmann, L. (2007). „Da probiert man Sachen aus, um etwas herauszufinden" – zum Experimentieren mit Kindern. In: S. Pfeiffer (Hrsg.), *Innovative Perspektiven auf Sachunterricht* (S. 83–94). Oldenburg: Geschäftsstelle des Diz.

Murmann, L. (2004). Phänomene erschließen kann Physiklernen bedeuten. Perspektiven einer wissenschaftlichen Sachunterrichtsdidaktik am Beispiel der Lernforschung zu Phänomenen der unbelebten Natur. *www.widerstreit-sachunterricht.de*, 3.

Murmann, L. (2008). Exploring natural phenomena. *Paper presented at EARLI, Special Interest Group Phenomenography and variation theory, SIG 9 Workshop.*

Murmann, L. (2013). Dreierlei Kategorienbildung zu Schülervorstellungen im Sachunterricht? Text, Theorie und Variation – Ein Versuch, methodische Parallelen und Herausforderungen bei der Erschließung von Schülervorstellungen aus Interviewdaten zu erfassen. *www.widerstreit-sachunterricht.de*, 19.

Murmann, L. (2009). Motive und Bereitschaften von GrundschülerInnen Phänomene zu erschließen. In: D. Höttecke (Hrsg.), *Chemie- und Physikdidaktik für die Lehramtsausbildung* (S. 220-222). Münster: LIT Verlag.

Murmann, L. & Krumbacher, C. (2007). Mit Kindern experimentieren. In: D. Höttecke (Hrsg.), *Naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich* (S. 292-294). Münster: LIT Verlag.

Murmann, L. & Krumbacher, C. (2008). Intuitive Strategien der praktisch-experimentellen Erkenntnisgewinnung. In: D. Höttecke (Hrsg.), *Kompetenzen, Kompetenzmodelle, Kompetenzentwicklung* (S. 299-301). Münster: LIT Verlag.

Murmann, L., Steffensky, M. & Gebhard, U. (2007). Wie experimentieren Kinder und was denken sie sich dabei? In: R. Lauterbach, A. Hartinger, B. Feige & C. Diethard (Hrsg.), *Kompetenzerwerb im Sachunterricht fördern und erfassen* (S. 81–91). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

National Research Council (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.

Naujok, N., Brandt, B. & Krummheuer, G. (2008). Interaktionen im Unterricht. In: W. Helsper & J. Böhme (Hrsg.), *Handbuch der Schulforschung* (S. 779-799). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Nentwig-Gesemann, I., Wedekind, H., Gerstenberg, F. & Tengler, M. (2012). Die vielen Facetten des „Forschens". Eine ethnografische Studie zu Praktiken von Kindern und Pädagoginnen im Rahmen eines naturwissenschaftlichen Bildungsangebots. In: K. Fröhlich-Gildhoff (Hrsg.), *Forschung in der Frühpädagogik. 5. Schwerpunkt: Naturwissenschaftliche Bildung – Begegnungen mit Dingen und Phänomenen* (S. 33-64). Freiburg im Breisgau: FEL-Verlag.

Neubert, S., Reich, K. & Voß, R. (2001). Lernen als konstruktiver Prozess. In: T. Hug (Hrsg.), *Wie kommt Wissenschaft zu Wissen* (S. 253-265). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Newman, W. J., Abell, S. K., Hubbard, P. D., McDonald, J., Otaala, J. & Martini, M. (2004). Dilemmas of Teaching Inquiry in Elementary Science Methods. *Journal of Science Teacher Education*, 15(4), 257–279.

Niermann, A. (2016). *Professionswissen von Lehrerinnen und Lehrern des Mathematik- und Sachunterrichts*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Nießeler, A. (2020). *Kulturen des Sachunterrichts: Bildungstheoretische Grundlagen und Perspektiven der Didaktik*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Nohl, A.-M. (2011a). Komparative Analyse. In: R. Bohnsack, W. Marotzki & M. Meuser (Hrsg.), *Hauptbegriffe Qualitativer Sozialforschung* (S. 100–101). Opladen; Farmington Hills: Verlag Barbara Budrich.

Nohl, A.-M. (2011b). *Pädagogik der Dinge*. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.

Nohl, A.-M. (2013). Sachen und Bildung – Perspektiven einer Pädagogik der Dinge. In: H.-J. Fischer, H. Giest & D. Pech (Hrsg.), *Der Sachunterricht und seine Didaktik. Bestände prüfen und Perspektiven entwickeln* (S. 48–63). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Oelkers, J. (2010). Lehrmittel. Rückgrat des Unterrichts. *Folio (Berufsbildung Schweiz)*, 135(1), 18–21.

Oevermann, U. (2000). Die Methode der Fallrekonstruktion in der Grundlagenforschung sowie der klinischen und pädagogischen Praxis. In: K. Kraimer (Hrsg), *Die Fallrekonstruktion: Sinnverstehen in der sozialwissenschaftlichen Forschung* (S. 58–156). Frankfurt am Main: Suhrkamp.

Ohle, A. (2010). *Primary School Teachers' Content Knowledge in Physics and its Impact on Teaching and Students' Achievement*. Berlin: Logos.

Ohle, A., Fischer, H. E. & Kauertz, A. (2011). Der Einfluss des physikalischen Fachwissens von Primarstufenlehrkräften auf Unterrichtsgestaltung und Schülerleistung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 17, 357–389.

Osborne, J. (2014). Scientific Practices and Inquiry in the Science Classroom. In: N. G. Lederman & S. K. Abell (Hrsg.), *Handbook of Research on Science Education* (S. 579-599). London: Routledge.

Oser, F. & Patry, J.-L. (1990). *Choreographien unterrichtlichen Lernens. Basismodelle des Unterrichts*. Freiburg, Schweiz: Pädagogisches Institut der Universität Freiburg.

Paseka, A., Schratz, M. & Schrittesser, I. (2011). Professionstheoretische Grundlagen und thematische Annäherung. Eine Einführung. In: M. Schratz, A. Paseka & I. Schrittesser (Hrsg.), *Pädagogische Professionalität quer denken – umdenken – neu denken* (S. 9-45). Wien: facultas.

Pauli, C. & Reusser, K. (2000). Zur Rolle der Lehrperson beim kooperativen Lernen. *Schweizerische Zeitschrift für Bildungswissenschaften*, 22(3), 421–442.

Pernkopf, E. (2006). *Unerwartetes erwarten: Zur Rolle des Experimentierens in naturwissenschaftlicher Forschung*. Würzburg: Königshausen u. Neumann.

Perrez, M., Huber, G. L. & Geißler, K. A. (2006). Psychologie der pädagogischen Interaktion. In: A. Kapp & B. Weidenmann (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (S. 357-421). Weinheim: Beltz.

Peschel, F. (2002). Qualitätsmaßstäbe – Hilfen zur Beurteilung der Offenheit von Unterricht. In: U. Drews & W. Wallrabenstein (Hrsg.), *Freiarbeit in der Grundschule. Offener Unterricht in Theorie, Forschung und Praxis* (S. 160–177). Frankfurt am Main: Grundschulverband e.V.

Peschel, F. (2012). *Offener Unterricht. Idee, Realität, Perspektive und ein praxiserprobtes Konzept in der Evaluation* (Bd. 1). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Peschel, F. (2019). *Offener Unterricht. Idee, Realität, Perspektive und ein praxiserprobtes Konzept zur Diskussion. Band 1: Allgemeindidaktische Überlegungen*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Peschel, M. (2006). Sachunterricht und Lautorientierter Schriftspracherwerb. In: R. Hinz & B. Schumacher (Hrsg.), *Auf den Anfang kommt es an: Kompetenzen entwickeln – Kompetenzen stärken* (S. 67–76). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Peschel, M. (2009a). Der Begriff der Offenheit beim Offenen Experimentieren. In: D. Höttecke (Hrsg.), *Chemie- und Physikdidaktik für die Lehramtsausbildung* (S. 268–270). Münster: LIT.

Peschel, M. (2009b). Grundschullabor für Offenes Experimentieren – Grundlegende Konzeption. In: R. Lauterbach, H. Giest & B. Marquardt-Mau (Hrsg.), *Lernen und kindliche Entwicklung. Elementarbildung und Sachunterricht* (S. 229–236). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Peschel, M. (2009c). Alleine geht es gut, zusammen manchmal besser! Kooperationen im Sachunterricht beim Experimentieren. *Sache-Wort-Zahl,* 37(101), 23–27.

Peschel, M. (2009d). Naturwissenschaftliche Aus- und Fortbildung für den Sachunterricht – Ergebnisse aus dem Projekt SUN zum physikbezogenen Sachunterricht. In D. Höttecke (Hrsg.), *Chemie- und Physikdidaktik für die Lehramtsausbildung* (S. 143–145). Berlin: LIT.

Peschel, M. (2010). Grundschullabor für Offenes Experimentieren – Grundschultransfer. In: H. Giest & D. Pech (Hrsg.), *Anschlussfähige Bildung im Sachunterricht* (S. 49–57). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Peschel, M. (2011). Wege zum Offenen Experimentieren. In: K. Scheler (Hrsg.), *Wissenschaft trifft Praxis. Bericht von der Expertentagung zur frühen naturwissenschaftlichen Bildung* (S. 48–55). Heidelberg: Forscherstation.

Peschel, M. (2012). Gute Aufgaben im Sachunterricht – Offene Werkstätten = Gute Aufgaben? In: U. Carle & J. Košinàr (Hrsg.), *Aufgabenqualität in der Grundschule* (S. 161–172). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Peschel, M. (2013a). GOFEX – Ort des Lehrens und Lernens. In: E. Wannack, S. Bosshart, A. Eichenberger, M. Fuchs, E. Hardegger & S. Marti (Hrsg.), *4- bis 12-Jährige. Ihre schulischen und außerschulischen Lern- und Lebenswelten* (S. 260–268). Münster u.a.: Waxmann.

Peschel, M. (2013b). Gute Aufgaben für forschendes Lernen im experimentierenden Sachunterricht. In: S. Bernholt (Hrsg.), *Inquiry-based learning – Forschendes Lernen. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung Hannover 2012* (S. 128–130). Kiel: IPN.

Peschel, M. (2014). Vom instruierten zum Freien Forschen – Selbstbestimmungskonzepte im GOFEX. In: E. Hildebrandt, M. Peschel & M. Weißhaupt (Hrsg.), *Lernen zwischen freiem und instruiertem Tätigsein. Lernen und Studieren in Lernwerkstätten* (S. 67–79). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Peschel, M. (2016). Offenes Experimentieren – Individuelles Lernen. Aufgaben in Lernwerkstätten. In: H. Hahn, I. Esslinger-Hinz & A. Panagiotopoulou (Hrsg.), *Paradigmen und Paradigmenwechsel in der Grundschulpädagogik* (S. 120–129). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Peschel, M. (2020a). Welterschließung als sachunterrichtliches Lernen mit und über digitale Medien. In: M. Thumel, R. Kammerl & T. Irion (Hrsg.), *Digitale Bildung im Grundschulalter. Grundsatzfragen zum Primat des Pädagogischen* (S. 341–355). München: kopaed.

Peschel, M. (2020b). Sprache und Sache. Sprachunterricht ist auch Fachunterricht. In: U. Hecker, M. Lassek & J. Ramseger (Hrsg.), *Kinder lernen Zukunft. Über die Fächer hinaus – Prinzipien und Perspektiven. Beiträge zur Reform der Grundschule* (S. 125–136). Frankfurt am Main: Grundschulverband e. V.

Peschel, M. (2021). Lernkulturen und Didaktik. Etablierung einer Lernorientierten Didaktik über den Lern- und Kulturbegriff. In: M. Peschel (Hrsg.), *Didaktik der Lernkulturen* (S. 7–30). Frankfurt am Main: Grundschulverband e.V.

Peschel, M. & Carell, S. (2010). Die Materialsammlung im Grundschullabor für Offenes Experimentieren. In: D. Höttecke (Hrsg.), *Entwicklung naturwissenschaftlichen Denkens zwischen Phänomen und Systematik* (S. 461–463). Berlin: LIT.

Peschel, M. & Herrmann, C. (2010). Materialaspekt im Sachunterricht – Einflüsse des Materials auf die physikalischen Anteile des Sachunterrichts. In: D. Höttecke (Hrsg.), *Entwicklung naturwissenschaftlichen Denkens zwischen Phänomen und Systematik* (S. 455-457). Münster: LIT.

Peschel, M. & Kihm, P. (2019a). Fachliche Kompetenz der Lernbegleitung in Lernwerkstätten. In R. Baar, A. Feindt & S. Trostmann (Hrsg.), *Struktur und Handlung in Lernwerkstätten: Hochschuldidaktische Räume zwischen Einschränkung und Ermöglichung* (S. 84–95). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Peschel, M. & Kihm, P. (2019b). Naturwissenschaftliche Phänomene im Grundschullabor für Offenes Experimentieren (GOFEX) entdecken. *Erziehung und Wissenschaft im Saarland,* 65*(*2), 14–15.

Peschel, M. & Kihm, P. (2020). Hochschullernwerkstätten – Rollen, Rollenverständnisse und Rollenaushandlungen. In K. Kramer, D. Rumpf, M. Schöps & S. Winter (Hrsg.), *Hochschullernwerkstätten – Elemente von Hochschulentwicklung?* (S. 296–309). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Peschel, M. & Mammes, I. (2022). Der Sachunterricht und die Didaktik des Sachunterrichts als besondere Herausforderung für die Professionalisierung von Grundschullehrkräften. In: I. Mammes & C. Rotter (Hrsg.), *Professionalisierung von Grundschullehrkräften. Kontext, Bedingungen und Herausforderungen* (S. 188–203). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Peschel, M. & Schumacher, A. (2013). Grundschullabor für Offenes Experimentieren – Lehr- und Lernort für Schülerinnen und Schüler, Studierende und Lehrpersonen. In: H. Coelen & B. Müller-Naendrup (Hrsg.), *Studieren in Lernwerkstätten* (S. 85–91). Wiesbaden: Springer.

Peschel, M. & Struzyna, S. (2010a). Konzeption eines Grundschullabors für Offenes Experimentieren (GOFEX) – Der Raum als Element der Öffnung. In: D. Höttecke (Hrsg.), *Entwicklung naturwissenschaftlichen Denkens zwischen Phänomen und Systematik* (S. 458–460). Münster: LIT.

Peschel, M. & Struzyna, S. (2010b). GOFEX – Grundschullabor für Offenes Experimentieren: Entwicklung eines Raumkonzeptes als Element der Öffnung. In: K.-H. Arnold, K. Hauenschild, B. Schmidt & B. Ziegenmeyer (Hrsg.), *Zwischen Fachdidaktik und Stufendidaktik. Perspektiven für die Grundschulforschung. Jahrbuch Grundschulforschung* (S. 197–200). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Pietsch, S. (2010). *Begleiten und begleitet werden. Praxisnahe Fallarbeit. Ein Beitrag zur Professionalisierung in der universitären Lehrerbildung*. Kassel: kassel university press.

Plappert, D. (2012). „Alles klar! Der Sauerstoff verschwindet, das Wasser steigt!" Irrwege und Wege der naturwissenschaftlichen Bildung vom Kindergarten – bis ins Erwachsenalter. *Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule* 61(4), 40–49.

Plaßmann, W. (2013). Messtechnik. In: W. Plaßmann & D. Schulz (Hrsg.), *Handbuch Elektrotechnik* (S. 717-792). Wiesbaden: Springer.

Polanyi, M. (1985). *Implizites Wissen*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.

Pongratz, L. A. (2004). Freiwillige Selbstkontrolle. Schule zwischen Disziplinar- und Kontrollgesellschaft. In: N. Ricken & M. Rieger-Ladich (Hrsg.), *Michel Foucault: Pädagogische Lektüren* (S. 243-259). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Popper, K. R. (2009). *Vermutungen und Widerlegungen: das Wachstum der wissenschaftlichen Erkenntnis*. Tübingen: Mohr Siebeck.

Porpora, D. V. (1989). Four Concepts of Social Structure. *Journal for the Theory of Social Behaviour*, 19(2), 195–211.

Pratolo, B. W. (2019). Integrating Body Language into Classroom Interaction: The Key to Achieving Effective English Language Teaching. *Humanities & Social Sciences Reviews*, 7(3), 121–129.

Priemer, B. (2011). Was ist das Offene beim offenen Experimentieren? *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 17, 315–337.

Proske, M. (2009). Das soziale Gedächtnis des Unterrichts: Eine Antwort auf das Wirkungsproblem der Erziehung? *Zeitschrift für Pädagogik*, 55(5), 796–814.

Proske, M. (2015.) Unterricht als kommunikative Ordnung. Eine kontingenzgewärtige Beschreibung. In: A. Niessen & J. Knigge (Hrsg.), *Theoretische Rahmung und Theoriebildung in der musikpädagogischen Forschung* (S. 15–31). Münster; New York: Waxmann.

Przyborski, A. & Wohlrab-Sahr, M. (2013). *Qualitative Sozialforschung: Ein Arbeitsbuch*. Berlin; Boston: Walter de Gruyter.

Quenzel, G., Beck, M. & Jungkunz, Sebastian (Hrsg.) (2023). *Bildung und Partizipation. Mitbestimmung von Schülerinnen und Schülern in Deutschland, Österreich und der Schweiz*. Opladen; Berlin; Toronto: Verlag Barbara Budrich.

Rädiker, S. & Kuckartz, U. (2018). *Analyse qualitativer Daten mit MAXQDA: Text, Audio und Video*. Wiesbaden: Springer VS.

Raitelhuber, E. (2012). Ein relationales Verständnis von Agency. Sozialtheoretische Überlegungen und Konsequenzen für empirische Analysen. In: S. Bethmann, C. Helfferich, H. Hoffmann & D. Niermann (Hrsg.), *Agency: Qualitative Rekonstruktionen und gesellschaftstheoretische Bezüge von Handlungsmächtigkeit* (S. 122-154). Weinheim: Beltz Juventa.

Raitelhuber, E. (2013). *Extending agency. Sozialtheoretische und sozialanthropologische Bezüge*. Online verfügbar unter: https://www.plus.ac.at/wp-content/uploads/2021/02/Raithelhuber__Extending_Agency__2013-09-26.pdf. Zuletzt abgerufen am 04.07.2025.

Raitelhuber, E. (2016). Extending agency: The merit of relational approaches for Childhood Studies. In: F. Esser, M. S. Baader, T. Betz & B. Hungerland (Hrsg.), *Reconceptualising agency and childhood: New perspectives in childhood studies* (S. 89-102). London/New York: Routledge.

Ralle, B., Prediger, S., Hammann, M. & Rothgangel, M. (2014). Einleitung. In: B. Ralle, S. Prediger, M. Hammann & M. Rothgangel (Hrsg.), *Lernaufgaben entwickeln, bearbeiten und überprüfen. Ergebnisse und Perspektiven der fachdidaktischen Forschung* (S. 9-12). Münster: Waxmann.

Ramseger, J. (1985). *Offener Unterricht in der Erprobung. Erfahrungen mit einem didaktischen Modell*. Weinheim, Basel: Beltz Juventa.

Ramseger, J. (2009). Experimente, Experimente! Was lernen Kinder im naturwissenschaftlichen Unterricht? *Die Grundschulzeitschrift*, 23(225–226), 14–20.

Ramseger, J. (2010). *Was heißt „naturwissenschaftliche Bildung" im Kindesalter? Eine kritisch-konstruktive Sichtung von Naturwissenschaftsangeboten für den Elementar- und Primarbereich*. Online verfügbar unter: https://www.kmk.org/fileadmin/pdf/Bildung/AllgBildung/Fachtagung_MINT_2010/009_Vortrag_Prof_Ramseger.pdf. Zuletzt abgerufen am 04.07.2025.

Rauterberg, M. (1999). Überlegungen zur faktischen Ignorierung des Kindes und zu einer subjekt- und prozeßorientierten Forschungsfrage in der Didaktik des Sachunterrichts. *www.widerstreit-sachunterricht.de*, 0.

Rauterberg, M. (2007). Sachunterricht und Konstruktivismus – Analyse eines Verhältnisses – Otfried Hoppe, der mir konstruktivistisches Denken zugänglich machte, zum 71. Geburtstag. *www.widerstreit-sachunterricht.de*, 8.

Rauterberg, M. (2013). Naturbildung in der Frühpädagogik: Umgangsweisen mit Natur(en). *www.widerstreit-sachunterricht.de*, *Beiheft*, 9, 33–46.

Reeken, D. von (2017). Beobachtung. In: D. von Reeken (Hrsg.), *Handbuch Methoden im Sachunterricht* (S. 53-63). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Reh, S. (2014). Die Kamera und der Dritte. Videographie als Methode kulturwissenschaftlich orientierter Bildungsforschung. In: C. Thompson, K. Jergus & G. Breidenstein (Hrsg.), *Interferenzen. Perspektiven kulturwissenschaftlicher Bildungsforschung* (S. 30–50). Weilerswist: Velbrück Wissenschaft.

Reich, K. (2012). *Konstruktivistische Didaktik:* Weinheim: Beltz.

Reichen, J. (1991). *Sachunterricht und Sachbegegnung*. Zürich: Sabe.

Reichenbach, R. (2007). Kaschierte Dominanz – leichte Unterwerfung. Bemerkungen zur Subtilisierung der pädagogischen Autorität. *Zeitschrift für Pädagogik*, 53(5), 651–659.

Reichertz, J. (2011). Abduktion. In: R. Bohnsack, W. Marotzki & M. Meuser (Hrsg.), *Hauptbegriffe Qualitativer Sozialforschung* (S. 11-14). Opladen, Farmington Hills: Verlag Barbara Budrich.

Reichertz, J. (2016). *Qualitative und interpretative Sozialforschung.* Wiesbaden: Springer.

Reinhold, P. (1996). *Offenes Experimentieren und Physiklernen.* Kiel: Christian-Albrechts-Universität zu Kiel/Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften.

Reitinger, J. (2013). *Forschendes Lernen. Theorie, Evaluation und Praxis in naturwissenschaftlichen Lernarrangements*. Immenhausen: Prolog-Verlag.

Reusser, K. (2008). Empirisch fundierte Didaktik – didaktisch fundierte Unterrichtsforschung. Eine Perspektive zur Neuorientierung der Allgemeinen Didaktik. In: M. A. Meyer, M. Prenzel & S. Hellekamps (Hrsg.), *Perspektiven der Didaktik* (S. 219–237). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Reusser, K. (2009a). Unterricht. In: S. Andresen, R. Casale, T. Gabriel, R. Horlacher, S. Larcher Klee & J. Oelkers (Hrsg.), *Handwörterbuch Erziehungswissenschaft* (S. 881–896). Weinheim: Beltz.

Reusser, K. (2009b). Von der Bildungs- und Unterrichtsforschung zur Unterrichtsentwicklung – Probleme, Strategien, Werkzeuge und Bedingungen. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 27(3), 295–312.

Reusser, K. (2012). Fehler bieten der Lehrperson Fenster ins Denken der Schüler. *Schulblatt des Kantons Zürich, 12*(1), 12–14.

Rheinberger, H.-J. (2019). Etwas über Kulturen des Experimentierens. In: S. Marguin, H. Rabe, W. Schäffner & F. Schmidgall et al. (Hrsg.), *Experimentieren. Einblicke in Praktiken und Versuchsaufbauten zwischen Wissenschaft und Gestaltung* (S. 25-36) Bielefeld: Transcript.

Rheinberger, H.-J. (2006). *Experimentalsysteme und epistemische Dinge: Eine Geschichte der Proteinsynthese im Reagenzglas*. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.

Rieck, K. (2005). *Gute Aufgaben*. Kiel: IPN.

Riedl, A. (2010). *Grundlagen der Didaktik*. Stuttgart: Steiner.

Röhl, T. (2015). Die Objektivierung der Dinge. Wissenspraktiken im mathematisch-naturwissenschaftlichen Schulunterricht. *Zeitschrift für Soziologie*, 44(3), 162–179.

Röhl, T. (2013). *Dinge des Wissens. Schulunterricht als sozio-materielle Praxis*. Stuttgart: Lucius & Lucius.

Rosenbusch, H. (1995). Nonverbale Kommunikation im Unterricht – Die stille Sprache im Klassenzimmer. In: H. Rosenbusch & O. Schober (Hrsg.), *Körpersprache in der schulischen Erziehung. Pädagogische und fachdidaktische Aspekte nonverbaler Kommunikation* (S. 166-206). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Rosendahl, J. (2010). *Selbstreguliertes Lernen in der dualen Ausbildung: Lerntypen und Bedingungen*. Bielefeld: Bertelsmann.

Roth, K. (2014). Elementary Science Teaching. In: N. G. Lederman & S. K. Abell (Hrsg.), *Handbook of Research on Science Education* (S. 361-394). London: Routledge.

Roychoudhury, A. & Roth, W.-M. (1996). Interactions in an open-inquiry physics laboratory. *International Journal of Science Education*, 18(4), 423–445.

Ruf, U., Hofer, ,R., Keller, S. & Winter, F. (2008). Didaktik und Unterricht. In: H. Faulstich-Wieland & P. Faulstich (Hrsg.), *Erziehungswissenschaft. Ein Grundkurs* (S. 130–157). Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.

Ruf, U. & Gallin, P. (2005). *Dialogisches Lernen in Sprache und Mathematik. Band 1. Austausch unter Ungleichen.* Seelze: Kallmeyer Klett.

Rumann, S. (2005). *Kooperatives Experimentieren im Chemieunterricht. Entwicklung und Evaluation einer Interventionsstudie zur Säure-Base-Thematik*. Duisburg; Essen: Universitätsbibliothek Duisburg-Essen.

Ryan, R. M. & Deci, E. L. (2017). *Self-Determination Theory: Basic Psychological Needs in Motivation, Development, and Wellness*. New York: Guilford Publications.

Salinger, S. (2013). *Ein Rahmenwerk für die qualitative Analyse der Paarprogrammierung*. Berlin: Freie Universität Berlin.

Saulus, P. (2015). *Führen ohne Leiden: Die 7 häufigsten Klagen im Führungsalltag und was Sie dagegen tun können*. Wiesbaden: Springer.

Schäfer, G. E. (2001). *Prozesse frühkindlicher Bildung*. Köln: typoskript.

Schäfer, G. E. (2014). *Was ist frühkindliche Bildung? Kindlicher Anfängergeist in einer Kultur des Lernens*. Weinheim: Beltz Juventa.

Schaub, H. & Zenke, K. G. (2007). *Wörterbuch Pädagogik*. München: Deutscher Taschenbuch-Verlag.

Scheerer-Neumann, G. (2020). *Schreiben lernen nach Gehör? Freies Schreiben contra Rechtschreiben von Anfang an*. Seelze: Klett/Kallmeyer.

Scherr, A. (2012). Soziale Bedingungen von ‚Agency'. Soziologische Eingrenzungen einer sozialtheoretisch nicht auflösbaren Paradoxie. In: S. Bethmann, C. Helfferich, H. Hoffmann & D. Niermann (Hrsg.), *Agency: Qualitative Rekonstruktionen und gesellschaftstheoretische Bezüge von Handlungsmächtigkeit* (S. 99-121). Weinheim: Beltz Juventa.

Scherr, A. (2013). Agency – ein Theorie- und Forschungsprogramm für die Soziale Arbeit? In: G. Graßhoff (Hrsg.), *Adressaten, Nutzer, Agency*. *Akteursbezogene Forschungsperspektiven in der sozialen Arbeit* (S. 229-242). Wiesbaden: Springer V.

Schiefele, U. & Pekrun, R. (1996). Psychologische Modelle des fremdgesteuerten und selbstgesteuerten Lernens. In: F. E. Weinert (Hrsg.), *Psychologie des Lernens und der Instruktion* (S. 249–278). Hildesheim: Hogrefe.

Schiefele, U. & Wild, K.-P. (2000). *Interesse und Lernmotivation: Untersuchungen zu Entwicklung, Förderung und Wirkung*. Münster; Westfalen u. a.: Waxmann.

Schlömerkemper, J. (2010). *Konzepte pädagogischer Forschung: Eine Einführung in Hermeneutik und Empirie*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Schmenk, B. (2010). Bildungsphilosophischer Idealismus, erfahrungsgesättigte Praxisorientierung, didaktischer Hiphop? Eine kleine Geschichte der Lernerautonomie. *Profil. Würzburger Zeitschrift für den universitären Fremdsprachenunterricht*, 2, 11–26.

Schmenk, B. (2012). Von Autonomie zu Aufgaben und zurück. Oder: Wie muss ein Autonomiekonzept aussehen, das uns hilft, didaktisch-methodische Entscheidungen für das aufgabenorientierte Lernen zu treffen? In: K. Biebighäuser, M. Zibelius & T. Schmidt (Hrsg.), *Aufgaben 2.0 – Konzepte, Materialien und Methoden für das Fremdsprachenlehren und -lernen mit digitalen Medien* (S. 57-89). Tübingen: Narr.

Schomaker, C. (2013). Zur Bedeutsamkeit von Dingen in Sachlernprozessen. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 16(2), 139–151.

Schomaker, C. & Tänzer, S. (2020). Lernaufgaben konstruieren. In: S. Tänzer, R. Lauterbach, E. Blumberg, F. Grittner, J. Lange & C. Schomaker (Hrsg.), *Sachunterricht begründet planen. Das Prozessmodell Generativer Unterrichtsplanung Sachunterricht (GUS) und seine Grundlagen* (S. 241-263). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Schönwald, H. G. (2001). Wollen wir wirklich offene und anwendungsorientierte Aufgaben? Bemerkungen zu einer Beispielaufgabe. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht* 54(7), 394–398.

Schratz, M., Schwarz, J. F. & Westfall-Greiter, T. (Hrsg.)(2012). *Lernen als bildende Erfahrung: Vignetten in der Praxisforschung.* Innsbruck: Studien Verlag.

Schreiber, B. (1998). *Selbstreguliertes Lernen. Entwicklung und Evaluation von Trainingsansätzen für Berufstätige*. Münster u. a.: Waxmann.

Schreier, M. (2014). Varianten qualitativer Inhaltsanalyse: ein Wegweiser im Dickicht der Begrifflichkeiten. *Forum Qualitative Sozialforschung*, 15(1).

Schröder, R. (2001). Teilhabe und Mitwirkung als Kinderrecht. In: Regiestelle E&C der Stiftung SPI (Sozialpädagogisches Institut Berlin) (Hrsg)., *Chancen und Möglichkeiten der Beteiligung von Kindern und Jugendlichen im Rahmen des Quartiersmanagements* (S. 6-21). Berlin: Regiestelle E&C der Stiftung SPI.

Schrödter, M. (2011). Subjekt und Autonomie. In: H.-U. Otto & H. Thiersch (Hrsg.), *Handbuch Soziale Arbeit: Grundlagen der Sozialarbeit und Sozialpädagogik* (S. 1586-1595). München: Reinhardt.

Schroeder, R. (2022). *Ungestört bei der Sache? Eine Befragung von Lehrkräften an Grund- und Förderschulen zur Sachunterrichtspraxis unter Bedingungen des Förderschwerpunktes emotionale und soziale Entwicklung*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Schubert, H.-J. (2009). Pragmatismus und Symbolischer Interaktionismus. In: G. Kneer & M. Schroer (Hrsg.), *Handbuch Soziologische Theorien* (S. 345-367). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Schultheis, K. (1999). Die pädagogische Situation. Überlegungen zu einem Grundbegriff der Allgemeinen Pädagogik. In: T. Fuhr (Hrsg.), *Zur Sache der Pädagogik. Untersuchungen zum Gegenstand der allgemeinen Erziehungswissenschaft* (S. 303–317). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Schulz, A., Wirtz, M. & Starauschek, E. (2012). Das Experiment in den Naturwissenschaften. In: W. Rieß, M. A. Wirtz, B. Barzel & A. Schulz (Hrsg.), *Experimentieren im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht: Schüler lernen wissenschaftlich denken und arbeiten* (S. 15-39). Münster, New York, München, Berlin: Waxmann.

Schulz von Thun, F. (2010). Miteinander reden. 1. Störungen und Klärungen. Reinbeck bei Hamburg: Rowohlt.

Schumacher, A. & Peschel, M. (2013). Forschendes Lernen im Grundschullabor für Offenes Experimentieren (GOFEX). In: S. Bernholt (Hrsg.), *Inquiry-based Learning – Forschendes Lernen* (S. 545-547). Kiel: IPN.

Schumann, S. (2013). Desiderata der Forschung zur Naturerfahrung in der Frühpädagogik. *www.widerstreit-sachunterricht.de*, *Beiheft*, 9, 47–70.

Schumann, S. (2018). Herausforderungen bei der Erforschung primärer Naturerfahrung. In: L. Chvartsmann, R. Fuhrmann, & M. Robischon (Hrsg.), *Symposium Green Education* (S. 33-50). Berlin: Humboldt Universität.

Schumann, S. (2019). Inhaltsanalyse und Objektive Hermeneutik. Zur Analyse der Bedeutung sozialer Interaktion für Bildungsprozesse. *Sozialer Sinn*, 20(1), 153–195.

Schürmann, A. & Bolte, C. (2014). Elemente des Dialogischen Lernens in den Naturwissenschaften – Erfahrungen aus der Umsetzung des Konzepts mit Grundschulkindern. In: H.-J. Fischer, H. Giest & M. Peschel (Hrsg.), *Lernsituationen und Aufgabenkultur im Sachunterricht* (S. 139-146). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Schütte, F. (2019). *Freies Explorieren zum Thema elektrischer Stromkreis. Eine Suchraumrekonstruktion nach der dokumentarischen Methode*. Wiesbaden: Springer.

Schütze, F. (2020). Situation. In: U. Ammon, N. Dittmar & K. J. Mattheier (Hrsg.), *Sociolinguistics / Soziolinguistik* (S. 157-164). Berlin, New York: Walter de Gruyter.

Schwab, J. J. (1964). The Teaching of Science as Enquiry. In: J. J. Schwab & P. Brandwein (Hrsg.), *The Teaching of Science* (S. 1-103). Cambridge.: Harvard University Press.

Seidel, T. (2014). Lehrerhandeln im Unterricht. In: E. Terhart, H. Bennewitz & M. Rothland (Hrsg.), *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf* (S. 781-806). Münster: Waxmann.

Seligman, M. E. P. (1979). *Erlernte Hilflosigkeit*. München u. a.: Urban und Schwarzenberg.

Selter, C. (1995). Eigenproduktionen im Arithmetikunterricht. In: G. N. Müller & E. Chr. Wittmann (Hrsg.), *Mit Kindern rechnen* (S. 138-150). Frankfurt: Grundschulverband - Arbeitskreis Grundschule.

Shimada, S. (1997). *The Open-Ended Approach: A New Proposal for Teaching Mathematics*. Reston: National Council of Teachers of Mathematics.

Simon, T. & Peschel, M. (2023). Demokratielernen in der Primarstufe. Herausforderungen der Digitalität für die Demokratie. In: T. Irion, M. Peschel & D. Schmeinck (Hrsg.), *Grundschule und Digitalität. Grundlagen, Herausforderungen, Praxisbeispiele* (S. 143-156). Frankfurt am Main: Grundschulverband e. V.

Singer, W. (2002). *Der Beobachter im Gehirn: Essays zur Hirnforschung*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.

Soeffner, H. G. (2004). *Auslegung des Alltags – Der Alltag der Auslegung: Zur wissenssoziologischen Konzeption einer sozialwissenschaftlichen Hermeneutik*. Konstanz: UTB.

Soostmeyer, M. (1978). *Problemorientiertes Lernen im Sachunterricht: entdeckendes und forschendes Lernen im naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht*. Paderborn, München, Wien, Zürich: Schöningh.

Spitta, G. (1989). Schreibkonferenzen. *Die Grundschulzeitschrift*, 30, 4-9.

Spradley, J. P. (2016). *Participant Observation*. Long Grove, Illinois: Waveland Press.

Spyrou, S. (2011). The Limits of Children's Voices: From Authenticity to Critical, Reflexive Representation. *Childhood: A Global Journal of Child Research* 18(2), 151–165.

Spyrou, S. (2018). *Disclosing Childhoods: Research and Knowledge Production for a Critical Childhood Studies*. London: Springer.

Stadler-Altmann, U. (2013). Lehren und Lernen in der gebauten Umgebung. Anmerkungen zur medialen Nutzung des Klassenraums im Unterricht. In: K. Westphal & B. Jörissen (Hrsg.), *Mediale Erfahrungen: Vom Straßenkind zum Medienkind. Pädagogische Raum- und Medienforschung im 21. Jahrhundert* (S. 176–196). Weinheim/München: Juventa.

Stadler-Altmann, U. (2016a). Gebaute Umgebung als Lernumgebung: Haben Schulgebäude und Klassenzimmer Einfluss auf Lehren und Lernen? In: U. Stadler-Altmann (Hrsg.), *Lernumgebungen. Erziehungswissenschaftliche Perspektiven auf Schulgebäude und Klassenzimmer* (S. 49–69). Opladen/Berlin/Toronto: Barbara Budrich.

Stadler-Altmann, U. (2016b). Lernumgebungen. Erziehungswissenschaftliche und architekturkritische Perspektiven auf Schulgebäude und Klassenzimmer. In: U. Stadler-Altmann (Hrsg.), *Lernumgebungen. Erziehungswissenschaftliche Perspektiven auf Schulgebäude und Klassenzimmer* (S. 7–17). Opladen/Berlin/Toronto: Barbara Budrich.

Stadler-Altmann, U. & Lang, A. (2023). Interaktion und Heterotopie als Denkfiguren für (Hochschul-)Lernwerkstätten – Zur Bedeutung von Körper und Raum in der pädagogischen Werkstattarbeit. In: P. Kihm, M. Kelkel & M. Peschel (Hrsg.), *Interaktionen und Kommunikationen in Hochschullernwerkstätten* (S. 186–207). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Stefanou, C. R., Perencevich, K. C., DiCintio, M. & Turner, J. C. (2004). Supporting Autonomy in the Classroom: Ways Teachers Encourage Student Decision Making and Ownership. *Educational Psychologist*, 39(2), 97–110.

Steindorf, G. (2000). *Grundbegriffe des Lehrens und Lernens*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Steinig, W. & Huneke, H.-W. (2015). *Sprachdidaktik Deutsch: Eine Einführung*. Berlin: Erich Schmidt Verlag.

Steinle, F. (2002). Experiments in history and philosophy of science. *Perspectives on Science, 10*(4), 408–432.

Steinle, F. (2004). Exploratives Experimentieren. Charley Dufay und die Entdeckung der zwei Elektrizitäten. *Physik Journal, 3*(6), 47–52.

Steinle, F. (2006). „Das Nächste ans Nächste reihen": Goethe, Newton und das Experiment. In: J. Grebe-Ellis & F. Theilmann (Hrsg.), *Open Eyes 2005. Ansätze und Perspektiven der phänomenologischen Optik* (S. 179–202). Berlin: Logos.

Stieve, C. (2008). *Von den Dingen lernen: Die Gegenstände unserer Kindheit*. Paderborn: Fink.

Stiftung Kinder forschen (2024). *Forschungskreis*. Online verfügbar unter: https://shorturl.at/QJyjN. Zuletzt abgerufen am 04.07.2025.

Strauss, A. L. (1991). *Grundlagen qualitativer Sozialforschung: Datenanalyse und Theoriebildung in der empirischen soziologischen Forschung*. Paderborn: Fink.

Strauss, A. L. (1978). *Negotiations: Varieties, Contexts, Processes, and Social Order*. San Francisco: Jossey-Bass.

Strauss, A. L. & Corbin, J. M. (1996). *Grounded theory: Grundlagen qualitativer Sozialforschung*. Weinheim: Beltz.

Strübing, J. (2014). *Grounded Theory: Zur sozialtheoretischen und epistemologischen Fundierung eines pragmatistischen Forschungsstils*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Suduc, A.-M., Bizoi, M. & Gorghiu, G. (2015). Inquiry Based Science Learning in Primary Education. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 205, 474–479.

Suhr, W. (2013). Experimentieren - Erwartungsvolles Suchen nach dem Verlässlichen. In: H. Köster, F. Hellmich & V. Nordmeier (Hrsg.), *Handbuch Experimentieren* (S. 3-17). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Sundermann, B. & Selter, C. (2000). Quattro Stagioni. Nachdenkliches zum Stationenlernen aus mathematikdidaktischer Perspektive. *Friedrich Jahresheft: Üben und Wiederholen*, 110–113.

Sutter, T. (1994). Entwicklung durch Handeln in Sinnstrukturen: die sozialkognitive Entwicklung aus der Perspektive eines interaktionistischen Konstruktivismus. In: T. Sutter & M. Charlton (Hrsg.), *Soziale Kognition und Sinnstruktur* (S. 23-112). Oldenburg: BIS, Bibliotheks- und Informationssystem der Universität.

Tajmel, T. (2013). Möglichkeiten der sprachlichen Sensibilisierung von Lehrkräften naturwissenschaftlicher Fächer. In: C. Röhner & B. Hövelbrinks (Hrsg.), *Fachbezogene Sprachförderung in Deutsch als Zweitsprache: Theoretische Konzepte und empirische Befunde zum Erwerb bildungssprachlicher Kompetenzen* (S. 198-212). Weinheim: Juventa.

Tenorth, H.-E. (2014). Evidenzbasierte Bildungsforschung vs. Pädagogik als Kulturwissenschaft – Über einen neuerlichen Paradigmenstreit in der wissenschaftlichen Pädagogik. *Nevelestudomany*, 3, 5–21.

Tesch, M. & Duit, R. (2002). Zur Rolle des Experiments im Physikanfangsunterricht. Auf der *CD zur DPG-Frühjahrstagung Didaktik der Physik Leipzig 2002.* Berlin: Lehmanns Media Verlag.

Tesch, M. & Duit, R. (2004). Experimentieren im Physikunterricht – Ergebnisse einer Videostudie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften,* 10, 51–69.

Theilmann, F., Buck, P., Murmann, L., Østergaard, E., Hugo, A., Dahlin, B., Aeschlimann, U. & Rittersbacher, C. (2013). Phänomenologische Naturwissenschaftsdidaktik. Erkenntnis- und wissenschaftstheoretische Positionierung und erziehungswissenschaftliche Folgerungen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 19*, 397–416.

Theunissen, G. (2013). *Empowerment und Inklusion behinderter Menschen: Eine Einführung in Heilpädagogik und Soziale Arbeit.* Freiburg: Lambertus-Verlag.

Toohey, K. & Norton, B. (2003). Learner Autonomy as Agency in Sociocultural Settings. In D. Palfreyman & R. C. Smith (Hrsg.), *Learner Autonomy across Cultures: Language Education Perspectives* (S. 58–72). London: Palgrave Macmillan UK.

Uhlmann, S., Wienemann, N., & Priemer, B. (2010). Offenes Experimentieren mit der Plasmakugel – eine explorative Einführung in die Plasmaphysik. *PhyDid B, Didaktik der Physik, Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung 2010*. Online verfügbar unter: https://core.ac.uk/download/pdf/228860014.pdf Zuletzt abgerufen am 04.07.2025.

Ullrich, C. G. (2019). *Das Diskursive Interview*. Wiesbaden: Springer.

Unglaube, H. (2015). Arbeitsmittel. In: J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz, A. Hartinger, S. Miller & S. Wittkowske (Hrsg.), *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts* (S. 434-439). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Verbund europäischer Lernwerkstätten (VeLW) (2009). *Positionspapier des Verbundes europäischer Lernwerkstätten*. Bad Urach.

Wagener, A. L. (2013). *Partizipation von Kindern an (Ganztags-)Grundschulen. Ziele, Möglichkeiten und Bedingungen aus Sicht verschiedener Akteure.* Weinheim u.a.: Beltz Juventa.

Wagenschein, M. (1977). Rettet die Phänomene! Der Vorrang des Unmittelbaren. *Der Mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht*, 30(3), 129–137.

Wahl, D. (2013). *Lernumgebungen erfolgreich gestalten: Vom trägen Wissen zum kompetenten Handeln*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Waldenmaier, C., Köster, H., Müller, B. & Nicht, J. (2013a). Zur Engagiertheit von Kindern beim Experimentieren. In: S. Bernholt (Hrsg.), *Inquiry-based Learning Forschendes Lernen* (S. 551-553). Kiel: IPN.

Waldenmaier, C., Köster, H. & Müller, B. (2013b). Unterschiede bezüglich der Engagiertheit von Kindergruppen bei geöffneten und geschlossenen Experimentierangeboten im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht. In: H.-J. Fischer, H. Giest & D. Pech (Hrsg.), *Der Sachunterricht und seine Didaktik. Bestände prüfen und Perspektiven entwickeln* (S. 137-146). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Waldenmaier, C., Müller, B., Köster, H. & Körner, H.-D. (2015). Engagiertheit und Motivation in unterschiedlichen Experimentiersituationen im Sachunterricht. In: H.-J. Fischer, H. Giest & K. Michalik (Hrsg.), *Bildung im und durch Sachunterricht* (S. 87-92). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Waldschmidt, A. (2011). *Selbstbestimmung als Konstruktion: Alltagstheorien behinderter Frauen und Männer*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Walther, G. (2004). *Gute Aufgaben.* Kiel: IPN.

Watson, J. R., Swain, J. R. L. & McRobbie, C. (1999). The interaction between teaching styles and pupil autonomy in practical science investigations – a case-study. In J. Leach & A. Paulsen (Hrsg.), *Practical Work in Science Education: Recent Research Studies* (S. 148-159). Frederiksberg, Denmark: Roskilde University Press.

Weber, M. (1984). *Soziologische Grundbegriffe*. Tübingen: Mohr.

Weber, S. & Hoenecke, C. (2012). *Lehrerhandreichung „Luft" zum Experimentieren mit Luft an Stationen*. Berlin: Cornelsen.

Wedekind, H. (2012). Einführung: Naturwissenschaftlich-technische Bildung im Elementarbereich – Der Versuch eines Überblicks. In: K. Fröhlich-Gildhoff (Hrsg.), *Forschung in der Frühpädagogik. 5. Schwerpunkt: Naturwissenschaftliche Bildung – Begegnungen mit Dingen und Phänomenen* (S. 13-31). Freiburg im Breisgau: FEL-Verlag.

Wedekind, H. (2013). Lernwerkstätten in Hochschulen – Orte für forschendes Lernen, die Theorie fragwürdig und Praxis erleb- und theoretisch hinterfragbar machen. In: H. Coelen & B. Müller-Naendrup (Hrsg.), *Studieren in Lernwerkstätten: Potentiale und Herausforderungen für die Lehrerbildung* (S. 21–29). Wiesbaden: Springer.

Wedekind, H. (2016). Das Kinderforscherzentrum HELLEUM. Eine Lernwerkstatt für naturwissenschaftlich-technische Bildung in der frühen Kindheit. In: S. Schude, D. Bosse & J. Klusmeyer (Hrsg.), *Studienwerkstätten in der Lehrerbildung. Theoriebasierte Praxislernorte an der Hochschule* (S. 205–219). Wiesbaden: Springer.

Wedekind, H. (2018). *Handreichung zur Experimentierbox „Naturphänomene unter der Lupe".* Online verfügbar unter: https://shorturl.at/IDu9T. Zuletzt abgerufen am 04.07.2025.

Wedekind, H., Theisselmann, O. & Haas, H. (2020). Experimentieren zu Hause. *Grundschule aktuell*, 152, 26–29.

Weinert, F. E. (2001). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In: F. E. Weinert (Hrsg.), *Leistungsmessungen in Schulen* (S. 17–31). Weinheim, Basel: Beltz.

Weiss, I. R., Pasley, J. D., Smith, P. S., Banilower, E. R. & Heck, D. J. (2003). *Looking Inside the Classroom: A Study of K-12 Mathematics and Science Education in the United States*. Chapel Hill, NC: Horizon Research.

Wheeler, L. & Bell, R. (2012). Open-Ended Inquiry. *Science Teacher*, 79(6), 32–39.

Wiebel, K. H. (2000). „Laborieren" als Weg zum Experimentieren im Sachunterricht. *Die Grundschulzeitschrift*, 14(139), 44–47.

Wiesemann, J. (2008). Was ist schulisches Lernen? In: G. Breidenstein & F. Schütze (Hrsg.), *Paradoxien in der Reform der Schule: Ergebnisse qualitativer Sozialforschung* (S. 161-176). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Wiesemann, J. & Lange, J. (2015). „Education in a Box". Die Herstellung schulischer Artefakte in der Lehr-Lernmittelindustrie. *ZISU – Zeitschrift für interpretative Schul- und Unterrichtsforschung*, 4(1), 80–91.

Wilde, M., Bätz, K., Kovaleva, A. & Urhahne, D. (2009). Überprüfung einer Kurzskala intrinsischer Motivation (KIM). *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 15, 31–45.

Wittmann, E. & Müller, G. (1990). *Handbuch produktiver Rechenübungen I: Vom Einspluseins zum Einmaleins*. Seelze: Kallmeyer.

Wodzinski, R. (2006). Experimentieren im Sachunterricht. In: A. Kaiser & D. Pech (Hrsg.), *Unterrichtsplanung und Methoden* (S. 124-130). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Wolff, S. (2015). Wege ins Feld und ihre Varianten. In: U. Flick, E. von Kardorff & I. Steinke (Hrsg.), *Qualitative Forschung. Ein Handbuch* (S. 334-349). Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.

Wollny, A. & Marx, G. (2009(. Qualitative Sozialforschung – Ausgangspunkte und Ansätze für eine forschende Allgemeinmedizin: Teil 2: Qualitative Inhaltsanalyse vs. Grounded Theory. *Zeitschrift für Allgemeinmedizin*, 11, 467–476.

Zion, M. & Mendelovici, R. (2012). Moving from structured to open inquiry: Challenges and limits. *Science Education International*, 23(4), 383–399.

11 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Interpretieren als Modus des deutenden Verstehens (selbst erstellt) 13

Tabelle 2: Intersubjektive Nachvollziehbarkeit – Diskussion meines Forschungsvorhabens und meiner Ergebnisse gegenüber Critical Friends im Rahmen von Fachtagungen, Methodenworkshops und Forschungswerkstätten (selbst erstellt) 30

Tabelle 3: Variablen eines Phänomens in einem naturwissenschaftlichen Experiment (selbst erstellt) 40

Tabelle 4: „Formate des naturwissenschaftlichen Experimentierens" (Hartinger et al. 2013: 7) 46

Tabelle 5: Bezeichnungen der Schritte im Forschungskreislauf und im Forschungskreis im Vergleich (selbst erstellt) 55

Tabelle 6: Experimentieren – Handlungsziele (Murmann 2009: 221) und Didaktische Ziele (Fischer & Peschel 2023: 108f.) 63

Tabelle 7: Nuancierungen von alltäglichem und wissenschaftlichem Beobachten (orientiert an Kohlhauf et al. 2011: 219) 70

Tabelle 8: Dimensionen von Offenheit bzw. Dimensionen Offenen Unterrichts (selbst erstellt) 76

Tabelle 9: Matrixmodell zur Skalierung der Dimensionen Offenen Unterrichts (aus F. Peschel 2019: 79f.) 77

Tabelle 10: „Levels of Inquiry"-Kontinuum (nach Colburn, 1997, 2000, 2008; Banchi & Bell, 2008; Wheeler & Bell, 2012) 96

Tabelle 11: Dimensionen „Offenen Experimentierens" (selbst erstellt; nach M. Peschel 2014; Köster 2018; Schütte 2019) 117

Tabelle 12: Elemente der Aufgabenqualität (selbst erstellt; nach M. Peschel 2012, 2016) 124

Tabelle 13: Etymologische und semantische Analysen (selbst erstellt) 136

Tabelle 14: Dichotomien sozialwissenschaftlicher Theoriebildung in der „structure-agency-Debatte" (selbst erstellt) 143

Tabelle 15: Sequenzierung der Unterrichtseinheit der Bedingung „Unterricht MIT" in Teilaspekte und Teilfragen (selbst erstellt; vgl. auch Möller et al. 2006; Blumberg 2008) 160

Tabelle 16: Verbalitäten und Nonvokalitäten aus dem videographierten Unterrichtsbeispiel der BiQua-Teilstudie (selbst erstellt; bereits in Kihm et al. 2023: 78f. publiziert) 173

Tabelle 17: Kontinuum der Selbstbestimmung (selbst erstellt, nach Deci & Ryan 1993) 179

Tabelle 18: Phasenmodell der Erfahrungsgewinnung beim Freien Explorieren und Experimentieren (nach Köster 2018) 190

Tabelle 19: Angeleitete versus geöffnete Experimentierangebote in der Studie von Waldenmaier et al. (2013a/b; 2015) 198

Tabelle 20: Auftretenshäufigkeiten verschiedener „Formen der Öffnung" im Sachunterricht (Hartinger 2005: 407f.) 230

Tabelle 21: Akteur*innen, Rollen und Funktionen im GOFEX (nach Peschel & Kihm 2020; Kihm et al. 2020) 235

Tabelle 22: Rolle der Wissensvermittlung im 7G-Experimentalunterricht vs. Rolle der Lernbegleitung im GOFEX (selbst erstellt) 242

Tabelle 23: Funktionsbereiche bzw. -flächen im GOFEX-Raum (selbst erstellt) 250

Tabelle 24: Teilzielsetzungen und Einzelfragestellungen (selbst erstellt) 252

Tabelle 25: Offenes Kodieren in Vorstudie 1 („Der Flaschengeist“, Ausschnitt 00:01:41-00:04:17; selbst erstellt) 264

Tabelle 26: Kernkategorie „Formen der Fremdstrukturierung“ (selbst erstellt) 267

Tabelle 27: Kernkategorie „Formen der Selbststrukturierung“ (selbst erstellt) 268

Tabelle 28: Induktive Kategorienbildung am Beispiel eines Ausschnittes aus einem Beobachtungsprotokoll (selbst erstellt) 304

Tabelle 29: Hauptkategorien der Qualitativen Inhaltsanalyse (selbst erstellt) 305

Tabelle 30: Übersicht aller erhobenen GOFEX-Tage (selbst erstellt) 344

Tabelle 31: Oberkategorie „S experimentieren“ (selbst erstellt) 367

Tabelle 32: Oberkategorie „L experimentieren“ (selbst erstellt) 371

Tabelle 33: Oberkategorie „L und S interagieren“ (selbst erstellt) 374

Tabelle 34: Oberkategorien „S und S interagieren“ und „L und L interagieren“ (selbst erstellt) 376

Tabelle 35: Aufgaben als Mittler (selbst erstellt) 378

Tabelle 36: Situative Kontextbedingungen: räumliche, materiale, zeitliche Einflüsse (selbst erstellt) 382

Tabelle 37: Anordnung der Oberkategorien im Sinne des Kodierparadigmas (selbst erstellt) 386

Tabelle 38: Anordnung der Sprechakte als Frage-Antwort-Bewertung (selbst erstellt) 541

12 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Grounded Theory Methodologie – Erkenntnisspirale (selbst erstellt) 11

Abbildung 2: Beispielhaftes Memo zum Einfluss des nonverbalen Lehrendenhandelns (selbst erstellt) 28

Abbildung 3: Funktionen des Experimentierens aus naturwissenschaftlicher Sicht (modifiziert nach Tesch & Duit 2002) 38

Abbildung 4: Forschungskreislauf von Marquardt-Mau (2011); „prima(r)forscher“ (DTS & DKJ 2011: 37) 52

Abbildung 5: Forschungskreis der Stiftung „Kinder forschen“ (2024; online) 54

Abbildung 6: Wege zur (gemeinsamen) Erkenntnis (selbst erstellt in Anlehnung an M. Peschel 2009c: 27) 65

Abbildung 7: Dimensionierung und Gradierung des Offenen Experimentierens (Abbildung aus Priemer 2011: 325) 104

Abbildung 8: Öffnungsstufen beim Experimentieren nach M. Peschel (aus Kelkel et al. 2025: 515) 119

Abbildung 9a: „Der Flaschengeist“ (Demuth & Kahlert 2010: 39) 127

Abbildung 9b: Experimentieranleitung Modul 1 (GOFEX) 127

Abbildung 10a: Experimentieraufgabe Modul 2 (GOFEX) 128

Abbildung 10b: Experimentieraufgabe Modul 2 (Gofex) 128

Abbildung 11: Stufenmodell der Beteiligung in Anlehnung an Gernert (aus Schröder 2001: 13) 133

Abbildung 12: GOFEX-(Teil-)Konzepte im Überblick (aus Kelkel et al. 2025: 513) 238

Abbildung 13: Didaktisches Konzept – Öffnungsstufen vom angeleiteten Experimentieren an Stationen über das freie Explorieren, Experimentieren und Problemlösen bis hin zum Offenen Experimentieren (nach Kelkel et al. 2025: 515) 240

Abbildung 14: Material- und Ordnungskonzept (GOFEX-Haus, selbst erstellt) 247

Abbildung 15: Kodierverfahren der GT in systematisierter Anordnung (nach Breuer 2010: 76) 262

Abbildung 16: Phasen zunehmend fokussierter teilnehmender Beobachtung (nach Spradley 2016; selbst erstellt) 343

Abbildung 17: Ausschnitt aus Feldnotizen vom 17.01.2019 (Klasse 1, Sinne) 353

Abbildung 18: Einblick in das offene Kodieren der Dosentelefon-Situation, gestützt durch MAXqda-Software 361

13 Anhang

Anhang 1: Excel-Datei zur Vorstudie 1, online verfügbar unter:
https://cloud.hiz-saarland.de/s/gmJcdmbKgNBN3D6

Anhang 2: MAXqda-Datei zur Vorstudie 2, online verfügbar unter:
https://cloud.hiz-saarland.de/s/FS6bH83HbE6qmZN

Anhang 3: Einverständniserklärung zur Hauptstudie, online verfügbar unter:
https://cloud.hiz-saarland.de/s/H8a7W5qysxEsCMd

Anhang 4: MAXqda-Datei zur Hauptstudie, online verfügbar unter:
https://cloud.hiz-saarland.de/s/NEYD8CcbaG29wD8