

Arbeiten aus dem Geographischen Institut
der Universität des Saarlandes

Band 34

Dietrich Fliedner

Umriss einer Theorie des Raumes
Eine Untersuchung aus
historisch-geographischem Blickwinkel

ISBN: 3—924525—34—X

86
1335 rücken 1984
(2.Ex.)

Arbeiten aus dem Geographischen Institut
der Universität des Saarlandes

Herausgegeben von:
W. Brücher, D. Fliedner, P. Müller, H. Quasten,
C. Rathjens, D. Soyez

Schriftleitung:
D. Soyez

Band 34

Dietrich Fliedner

Umriss einer Theorie des Raumes
Eine Untersuchung aus
historisch-geographischem Blickwinkel

Selbstverlag des Geographischen Instituts
der Universität des Saarlandes

Saarbrücken 1984

Er 21.

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Fliedner, Dietrich:

Umriss einer Theorie des Raumes: e. Unters. aus histor.-geograph.

Blickwinkel / Dietrich Fliedner. — Saarbrücken:

Geograph. Inst. d. Univ. d. Saarlandes, 1984.

(Arbeiten aus dem Geographischen Institut der Universität des Saarlandes; Bd. 34)

ISBN: 3—924525—34—X

NE: Geographisches Institut «Saarbrücken»: Arbeiten aus dem Geographischen Institut der Universität des Saarlandes

Josef Schmithüsen zum Gedächtnis

86 - 1335 (2. Ex.)

Universitätsbibliothek
Saarbrücken

ISSN: 0563—1491

ISBN: 3—924525—34—X

Gedruckt mit Unterstützung der Universität des Saarlandes

Alle Rechte vorbehalten

© Universität des Saarlandes 1984

Imprimé en Allemagne

Printed in Germany

Gesamtherstellung: Union Druck GmbH, Saarbrücken

R

VORWORT

Es gibt in jeder Wissenschaft Begriffe, die für sie eine zentrale Bedeutung besitzen. In der Geographie ist "Raum" ein solcher Kernbegriff. Es gibt kaum eine Abhandlung, in der er nicht verwendet würde, häufig gedankenlos und in unterschiedlicher Bedeutung. In dieser Arbeit soll nun versucht werden, zu klareren Einsichten zu gelangen. Dabei soll den Begriffen System und Ordnung eine Schlüsselrolle zukommen; sie gehören in anderen Disziplinen schon seit langem zu den viel diskutierten Kernbegriffen, während sie in der Geographie nur sehr zögernd Eingang finden.

In verschiedenen, seit etwa einem Jahrzehnt durchgeführten Arbeiten bemühe ich mich, diesen Problemkreis anzugehen, aufgrund gewonnener Erkenntnisse und aus historisch-geographischem Blickwinkel. Den Ausgang der Überlegungen stellen Untersuchungen einzelner Populationen in ihren Umwelten dar, als Träger von Prozessen, und schließlich als ³räumlich (= dreidimensional räumlich) und zeitlich begrenzbare Einheiten oder Systeme. Im Verlaufe des wissenschaftlichen Klärungsprozesses versuchte ich, zu allgemeineren Einsichten zu gelangen und eine Theorie aufzubauen, die mathematisch formalisierbar ist. Sie schließt eine Zahl von bewährten Modellen ein, die aus verschiedenen Blickwinkeln erarbeitet wurden und Teilaspekte des Raumes beschreiben. So konnte ich mich auf Vorarbeiten u.a. in der Ökologie, der Demographie und Innovationsforschung stützen. In der Systemforschung ist das Problem der Rückkopplung bereits ausführlich, z.B. anhand von Biosystemen und ökonomischen Systemen, bearbeitet worden. Ein weiteres Eindringen in die Problematik machte eine Beschäftigung mit der Informationstheorie, verschiedenen physikalischen Theorien sowie der Wahrscheinlichkeitsrechnung erforderlich.

Bekanntlich setzt sich auch die komplizierteste Theorie aus einfachen Bausteinen zusammen. In diesem Sinne sollen einige Zusammenhänge durch eine größere Zahl von aufeinander bezogenen Gleichungen beschrieben werden. Dabei wird keineswegs Vollständigkeit angestrebt; vielmehr soll ein Rahmen geschaffen werden, der sich durch weitere Arbeiten nach und nach ausfüllen läßt.

Es kommt hierbei darauf an, ein Modell des Raumes zu entwickeln, das überprüfbar ist. Mir scheint, daß - vielleicht weltanschaulich fundierte -

Überzeugungen oder mehr oder weniger geistvolle, im Qualitativen begründete Erklärungen zwar den Leser emotional oder auch intellektuell erwärmen können; doch sollte die in den Naturwissenschaften geübte Methode, die Sachverhalte selbst und ihre Verknüpfungen formell exakt anzusprechen, möglichst auch den Sozialwissenschaften und damit der Historischen Geographie und darüber hinaus der Anthropogeographie als Beispiel dienen. Mit Worten allein läßt sich viel vernebeln, manche Unschärfe überspielen.

Andererseits sehe ich die Schwierigkeiten eines solchen Unterfangens. So kann man einwenden, daß Menschen denkende Wesen sind, selbst entscheiden können. Die geistige Welt kann einem eigenen Seinsbereich zugeordnet werden. Die Erforschung von Kultur und Geschichte erfordert so spezielle Forschungsansätze. Aber auch Menschen unterliegen unbestreitbar in ihrer Existenz und in ihren Handlungen Naturgesetzlichkeiten, im weitesten Sinne räumlichen Zwängen. Bekanntlich ist ja zwischen inhaltlichen und strukturellen Aussagen zu unterscheiden; letztere sind hier gemeint. Es ist klar, daß der Stil einer Kathedrale, die Besonderheit einer Institution, eines Landes oder einer Periode nur sehr schwer quantitativ faßbar sind; als konstituierende Bestandteile von Systemen können sie aber typisierbar werden, strukturelle Aspekte aufhellen und so formal interpretierbar werden. Dies gilt auch für historische Abläufe; geschichtliche Ereignisse sind inhaltlich sicher nicht vorhersehbar, doch wird man sie auch im Rahmen prozessualer Abläufe beurteilen können, die ihrerseits formalisierbar sind. Einige Zusammenhänge zwischen Struktur und Inhalt sollen am Schluß der Abhandlung erörtert werden (Kap. 5.3.).

Den Leser erwartet keine philosophische Abhandlung, sondern der nüchterne Versuch, ein - dem ersten Anschein zufolge - vielleicht komplizierteres Modell begreifbar zu machen. Aus diesem Grunde wurde auch nur wenig Literatur zitiert, eigentlich nur die, die zum Verständnis nötig erschien.

Die Herren Dr. Werner Flacke, cand.phil. Gert Körner und cand.phil. Peter Dörrenbächer haben die Arbeit durch ihre kritischen Fragen sehr gefördert. Herr Dr. Flacke hat insbesondere die mathematischen Abschnitte überprüft und eine Reihe wertvoller Anregungen gegeben. Ich bin dafür sehr dankbar. Auf der anderen Seite übernehme ich natürlich selbst für den Inhalt dieses Manuskripts die Verantwortung, insbesondere auch

für eventuelle Unzulänglichkeiten.

Meine Sekretärin, Frau Commer, und ihre Vorgängerin, Frau Schichtel, führten mit viel Engagement und Umsicht die Schreibebeiten durch. Die kartographischen Arbeiten lagen wiederum in den bewährten Händen von Herrn Paulus, die Photoarbeiten besorgte Frau Scholl. Allen meinen herzlichen Dank!

INHALT

1. EINLEITUNG	15
1.0. DIE BEGRIFFE RAUM, ZEIT UND UMWELT, SYSTEM UND PROZESS	15
1.1. DIE KOMPONENTEN UND ERSCHEINUNGS- FORMEN DES RAUMES	21
1.2. DIE DEN RAUM GESTALTENDEN PROZESSE	26
1.2.0. Einleitung	26
1.2.1. Prozeßablauf im vertikalen Spannungsfeld	28
1.2.2. Prozeßablauf im horizontalen Spannungsfeld	33
2. BINDUNGSEBENEN	35
2.0. EINLEITUNG: KENNZEICHNUNG DER PROZESSE UND BINDUNGS- EBENEN	35
2.1. EINFACHBINDUNG: ERHÖHUNG DER PRODUKTENDICHTE (HAUPTSTADIEN; S - V)	36
2.1.0. Einleitung	36
2.1.1. Induktionsprozeß	37
2.1.2. Reaktionsprozeß	38
2.2. ZWEIFACHBINDUNG: ERHÖHUNG DER LEISTUNG (AUFGABENSTADIEN; SS - SV)	40
2.3. DREIFACHBINDUNG: VERMEHRUNG DER ANGEREGTEN ELEMENTE (KONTROLLSTADIEN; SSS - SVV)	42
2.4. VIERFACHBINDUNG: EXPANSION DES SYSTEMS (ELEMENTARSTADIEN; SUSS - SUVV)	46

3. FORMALISIERUNG	49
3.0. EINLEITUNG	49
3.1. ERSTES AUFGABENSTADIUM: STARKE DER STIMULANZ (SS)	51
3.1.0. Einleitung	51
3.1.1. Elemente für sich (SSS)	52
3.1.2. Merkmalsgruppen (SST)	53
3.1.3. Gleichgewichtssysteme (SSU)	54
3.1.4. Nichtgleichgewichtssysteme (SSV)	56
3.2. ZWEITES AUFGABENSTADIUM: VERTEILUNG DER STIMULANZ AUF DIE ELEMENTE (ST)	57
3.2.0. Einleitung	57
3.2.1. Elemente für sich (STS)	58
3.2.2. Merkmalsgruppen (STT)	59
3.2.3. Gleichgewichtssysteme (STU)	59
3.2.4. Nichtgleichgewichtssysteme (STV)	60
3.3. DRITTES AUFGABENSTADIUM: VERGRÖßERUNG DER ADOPTORENMENGE (SU)	62
3.3.0. Einleitung	62
3.3.1. Elemente für sich (SUS)	62
3.3.1.0. Elementarstadien (Einleitung)	64
3.3.1.1. Entwicklung der Dichte (Adoptionseinheiten Informations- seite) (SUSS)	64
3.3.1.2. Entwicklung der Leistung (Adoptionseinheiten Materieseite) (SUST)	65
3.3.1.3. Entwicklung der Menge (Adoptionseinheiten Materieseite) (SUSU)	66
3.3.1.4. Entwicklung des ³ Raumes (Adoptionseinheiten Materieseite) (SUSV)	66
3.3.2. Merkmalsgruppen (SUT)	67
3.3.2.0. Elementarstadien (Einleitung)	68

3.3.2.1. Entwicklung der Dichte (Adoptionseinheiten Informations- seite) (SUTS)	68
3.3.2.2. Entwicklung der Leistung (Adoptionseinheiten Materieseite) (SUTT)	69
3.3.2.3. Entwicklung der Menge (Adoptionseinheiten Materieseite) (SUTU)	69
3.3.2.4. Entwicklung des ³ Raumes (Adoptionseinheiten Materieseite) (SUTV)	70
3.3.3. Gleichgewichtssysteme (SUU)	70
3.3.3.0. Elementarstadien (Einleitung)	71
3.3.3.1. Entwicklung der Dichte (Adoptionseinheiten Informations- seite) (SUUS)	72
3.3.3.2. Entwicklung der Leistung (Adoptionseinheiten Materieseite) (SUUT)	72
3.3.3.3. Entwicklung der Menge (Adoptionseinheiten Materieseite) (SUUU)	73
3.3.3.4. Entwicklung des ³ Raumes (Adoptionseinheiten Materieseite) (SUUV)	73
3.3.4. Nichtgleichgewichtssysteme (SUV)	74
3.3.4.0. Elementarstadien (Einleitung)	75
3.3.4.1. Entwicklung der Dichte (Adoptionseinheiten Informations- seite) (SUVS)	75
3.3.4.2. Entwicklung der Leistung (Adoptionseinheiten Materieseite) (SUVT)	76
3.3.4.3. Entwicklung der Menge (Adoptionseinheiten Materieseite) (SUVU)	76
3.3.4.4. Entwicklung des ³ Raumes (Adoptionseinheiten Materieseite) (SUVV)	77

3.4. VIERTES AUFGABENSTADIUM: UBERGABE DER STIMULANZ AN DIE PRODU- ZENTEN (SV)	77
3.4.0. Einleitung	77
3.4.1. Elemente für sich (SVS)	78
3.4.2. Merkmalsgruppen (SVT)	79
3.4.3. Gleichgewichtssysteme (SVU)	80
3.4.4. Nichtgleichgewichtssysteme (SVV)	80
4. ZUM AUFBAU SOZIALER SYSTEME	82
4.0. EINLEITUNG	82
4.1. AUFGABENSEQUENZEN	82
4.2. HIERARCHIEN	86
4.3. RINGSTRUKTUREN	88
4.4. KOMPLEXE STRUKTUREN	90
5. DER ⁴ RAUM ALS UNTERSUCHUNGSOBJEKT	94
5.0. EINLEITUNG	94
5.1. ZUR FRAGE DER QUANTITATIVEN DEFINIER- BARKEIT DES ⁴ RAUMES	95
5.2. ZUR FRAGE DER EINDEUTIGKEIT DER WERTE	95
5.3. ZUR FRAGE DES INHALTLICHEN EINES ⁴ RAUMES	97
5.4. ZUR FRAGE DER BETRACHTUNG DES UNTER- SUCHUNGSOBJEKTES	100
LITERATUR	103

1. EINLEITUNG

1.0. DIE BEGRIFFE RAUM, ZEIT UND UMWELT, SYSTEM UND PROZESS

Die Vorstellung von Raum hat sich seit etwa einem Jahrhundert stark gewandelt. Die methodologischen Turbulenzen, die die Geographie in diesem Zeitraum erlebte (H. OVERBECK 1954; D. BARTELS 1968; E. THOMALE 1972; G. HARD 1973; E. WIRTH 1979), scheinen mir zu einem nicht geringen Teil darin die Ursache zu haben. So liegt es nahe, einleitend einige Gedanken vorzubringen, die - obwohl unvollständig - helfen mögen, den begrifflichen Rahmen zu klären.

Im "absoluten Raum" befinden sich zu einem bestimmten Zeitpunkt die Gegenstände in beliebiger Anordnung. Der Raum besteht als solcher, er ist gleichsam der Behälter (M. JAMMER 1954/60). Zu einem anderen Zeitpunkt enthält er andere Gegenstände oder die vorgegebenen Gegenstände sind auswechselbar; der Raum bleibt mit seinen Distanzen erhalten. Dieses Konzept entstand in der Renaissance. In der bildenden Kunst wird es deutlich: Sollen die Gegenstände dieses Raumes auf einer Fläche abgebildet werden, so müssen die vom Betrachter aus weiter entfernten Partien perspektivisch verkürzt dargestellt werden. Der Betrachter sieht die Gegenstände gleichsam durch ein Fenster, dessen Rahmen mit dem Bilderahmen identisch ist. Die Bewegungen erscheinen wie gefroren. Die Zeit existiert für sich, dem absoluten Raum steht die absolute Zeit gegenüber, in der sich beliebige Ereignisse vollziehen. Die Gegenstände bewegen sich in Raum und Zeit.

Wissenschaftlich hat I. NEWTON (1686/1687) den absoluten Raum und die absolute Zeit seinen physikalischen Gesetzen zugrunde gelegt.

Natürlich läßt sich dieses Konzept "Raum als Behälter" auch in der Geographie nachweisen. Betrachten wir zum Beispiel ein Land in seinen gesetzten Grenzen; innerhalb der Grenzen werden die Sachverhalte wie Oberflächenformen, Klima, Pflanzen, Siedlungen, Wirtschaft, Verkehr usw. untersucht, nach sachlichen Gesichtspunkten. Carl RITTER (1852, S. 103 bzw. 152 f.) sprach von "irdisch erfüllten Räumen" oder "irdisch erfüllten Zeitverhältnissen eines Schauplatzes".

Dem "absoluten" steht der "relative Raum" gegenüber (M. JAMMER 1954/

60). Er wird durch die Gegenstände gestaltet sowie durch die Beziehungen zwischen ihnen. Damit tritt das Gefüge in den Blick, die "ordo coexistendi" (G. HARD 1973, S. 184). Die Gegenstände wechseln, unterliegen einem Entstehungs- und Alterungsprozeß. Nur durch sie kann man den Raum wahrnehmen, nur durch ihre Veränderung wird Zeit erkennbar.

In der bildenden Kunst zeigt sich der Wandel in der Raumschauung, etwa seit der Jahrhundertwende. Wurden früher die Gegenstände gleichsam von außen gesehen, so versucht nun der Künstler, sich selbst und damit den Betrachter in das Geschehen und somit in den Raum einzubeziehen. Dabei werden die Akzente ganz unterschiedlich gesetzt. Die Perspektive des absoluten Raumes wird häufig nebensächlich, die Fakten werden so dargestellt, wie sie Bedeutung für den Künstler haben. Die Gegenstände selbst definieren den Raum.

In der Physik ist die Mechanik von der Thermodynamik zu unterscheiden (I. PRIGOGINE 1979; I. PRIGOGINE und I. STENGERS 1981). Während die Mechanik die Bewegung der Gegenstände im Raum behandelt, befaßt sich die Thermodynamik mit dem durch die Materie sich konstituierenden und dadurch sich verändernden Raum selbst. Hierin werden zwei Sichtweisen erkennbar:

1. Der Raum wird von den ihn zusammensetzenden Gegenständen (oder Elementen) aus betrachtet, wobei die individuellen Gegenstände und ihr Schicksal das Forschungsobjekt sind; der Raum erscheint als Umwelt.
2. Der Raum wird als Ganzheit gesehen, die Gegenstände sind Teile, Elemente von ihm und ordnen sich nach bestimmten Gesetzen oder doch Regelmäßigkeiten an, die zu untersuchen sind.

Diese zwei Sichtweisen sind in der Sache selbst begründet und lassen sich bis heute, auch außerhalb der Physik, erkennen. Sie berühren ebenso das Verständnis der Zeit (aus geographischer Sicht D. KLINGBEIL 1980).

Zunächst zum 1. Ansatz: In der physikalischen Diskussion um die Jahrhundertwende setzte sich die Einsicht durch, daß Raum und Zeit nicht, wie NEWTON annahm, getrennt zu betrachtende, jeweils in sich ruhende Gebilde sind. Vor allem brachte die Notwendigkeit, begrenzende Konstan-

ten zu berücksichtigen, Schwierigkeiten (M.v. LAUE 1947; J. MEURERS 1976). Die Geschwindigkeit, in der ja Zeit und Raum (Distanz) kombiniert werden, kann nicht nur einen Minimalwert annehmen, sondern erhält in der Lichtgeschwindigkeit auch einen Maximalwert. Das war der Ausgangspunkt für die Spezielle Relativitätstheorie A. EINSTEINs (1905/74). Als eine weitere Konstante setzte das PLANCK'sche Wirkungsquantum als kleinste rechnerische Energie-Einheit der Erkenntnis Grenzen; in dieser Größenordnung verlieren Aussagen an Eindeutigkeit.

Nun liegen Lichtgeschwindigkeit und Wirkungsquantum jeweils weit jenseits unserer täglichen Erfahrung und der dem Menschen angemessenen Größenordnung, so daß sich Geographen, Geschichts- und Sozialwissenschaftler, auch Biologen, von diesen Ergebnissen nicht angesprochen fühlen mußten. Dennoch gewann die Sichtweise, in der der Raum als Umwelt interpretiert wird, immer mehr Gewicht. In der Verhaltensforschung bildete sich eine Disziplin, die individuelles Eingebundensein in eine Umwelt untersucht (J.v. UEXKULL 1909; K. LORENZ 1974; I. EIBL-EIBESFELDT 1978). In der Soziologie und Psychologie gewann die Handlungstheorie an Bedeutung (z.B. T. PARSONS und E. SHILS, Hg., 1954). Die Geographie näherte sich nur sehr zögernd solchen Fragen (z.B. P. SEDLACEK 1982; B. BUTZIN 1982). Die Begriffe Raum und Zeit gelangten durch J.D. NYSTUEN (1970) und F.S. CHAPIN (1978) in die Diskussion; vor allem die von T. HÄGERSTRAND und seiner Schule (K. ELLEGÅRD, T. HÄGERSTRAND und B. LENNTORP 1977; N. THRIFT 1977; A. PRED 1977; TIMING SPACE 1978; T. CARLSTEIN 1982; außerdem T. KASTER 1979; D. KLINGBEIL 1980) entwickelte "Zeitgeographie" bietet die Möglichkeit, die individuellen Handlungen zu formalisieren und im Rahmen gegebener Zwänge (Constraints) zu untersuchen. Freilich bleibt anzumerken, daß der präzisen Untersuchung des individuellen Lebensweges die nur unscharfe Erfassung und Typisierung der "Zwänge" gegenüberstehen. Gerade die in ihnen zum Ausdruck kommenden Beziehungen sind Bestandteil des Raumgefüges.

Dieser erste Ansatz soll hier nicht näher behandelt werden, vielmehr erscheint zunächst der 2. Ansatz wichtiger, gerade um die Unklarheiten zu mindern, die die Zeitgeographie behindern. Auch er hat weit zurückführende Wurzeln, und zwar in der Thermodynamik:

R.E. CLAUSIUS definierte Mitte des vorigen Jahrhunderts die Entropie,

in der Zustand und Veränderung von Gasen kombiniert erscheinen; L. BOLTZMANN (1905, S. 25 f.) sah die Bedeutung dieses Begriffes, als Möglichkeit, Wahrscheinlichkeit und Ordnung zu definieren. Insbesondere erklärte er, daß Strukturen altern, daß eine Tendenz von der Ordnung zur Unordnung besteht und daß diese Tendenz untrennbar mit dem Zeitbegriff verknüpft ist.

In jüngerer Zeit wurden die Probleme Raum und Zeit wieder aufgegriffen; die Zusammenhänge von Materie, Ordnungsstrukturen, Zeitentwicklung und Raum rückten ins Zentrum der Betrachtung, in Zusammenhang mit den Begriffen System, Prozeß und interne Zeit (I. PRIGOGINE 1979; I. PRIGOGINE und I. STENGERS 1981; H. HAKEN 1983).

Außerhalb der exakten Naturwissenschaften sind Biologie, Wirtschaftswissenschaft und Soziologie zu nennen. In der Biologie besann man sich auf E. HAECKEL (1866, II., S. 286) und entwickelte die Ökosystemforschung (H. ELLENBERG 1973; P. MÜLLER 1981). Quantitative Methoden zur Aufhellung der Systemstruktur führte in der Biologie insbesondere L.v. BERTALANFFY ein (L.v. BERTALANFFY, W. BEIER und R. LAUE 1977). J.W. FORRESTER (1968) entwickelte neue Methoden zur quantitativen Erfassung ökonomischer Systeme.

In der Geographie setzte sich in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts die Erkenntnis durch, daß Gesteinswelt, Klima oder Vegetation, Siedlungen, Wirtschaft und Verkehr nicht unabhängig voneinander zu begreifen sind, sondern daß sie sich in ihrer Gestalt und Ausprägung gegenseitig bedingen. Räumliche Beziehungen traten nach wichtigen Ansätzen im vorigen Jahrhundert (J.H.v. THUNEN 1826/75/1966; J.G. KOHL 1841) in der "funktionalen Periode" der Geographie (H. OVERBECK 1954) mit H. BOBEK (1928), L. WAIBEL (1932) und W. CHRISTALLER (1933) mehr und mehr in den Vordergrund.

Aus diesem Konzept heraus entwickelte sich die Landschaftskunde, die ihre moderne theoretische Basis vor allem von Josef SCHMITHÜSEN (zusammenfassend 1976) erhielt. Die Landschaften werden aus ihren Merkmalen heraus erkannt, sie lassen sich abgrenzen und interpretieren, als Systeme. Jedes Merkmal hängt vom anderen ab. Man kann die Beziehungen anhand des Energieflusses vom Boden über die Pflanzen und Tiere zum Konsumenten definieren oder anhand des Informationsflusses (z.B.

der Nachfrage), der vom Konsumenten ausgehen mag und z.B. die wirtschaftlichen Aktivitäten beeinflusst. Landschaften werden so zu Geosystemen. Sie sind in sich homogen oder doch quasihomogen, von unterschiedlicher Größe und verschiedenartig konturiert (vgl. auch O. FRANZLE 1971; J. LANGTON 1972; P. WEICHHARDT 1975; D. HARVEY 1969/1973; R.J. BENNETT und R.J. CHORLEY 1978; E. WIRTH 1979; H. KLUG und R. LANG 1983; H. HAMBLOCH 1983).

Daneben gewann, durch Erneuerung der Gedanken von J.H.v. THUNEN (1826/75/1966), die Erforschung zentral-peripher angeordneter Systeme an Bedeutung. In ihnen lassen sich Ringe unterschiedlicher Intensität der Beziehungen zum Zentrum erkennen. Die Ringe setzen sich aus in sich homogen gestalteten "Landschaften" zusammen. Ändert sich das Zentrum, z.B. eine Stadt, ändern sich Form und Inhalt der Ringe im Umland und umgekehrt. Auch hier kann man die Intensität der Beziehungen messen. Der Begriff Umland könnte durch den Begriff Umwelt ersetzt werden. Zentrum und Umwelt sind in ihrer Existenz aufeinander angewiesen. Wird das Zentrum von einem Lebewesen oder einer Population (z.B. einer Stadtbevölkerung oder einem Volk) eingenommen, so ist die Umwelt gleichbedeutend mit Lebensraum. Dieser 2. Systemtyp ermöglicht das Verständnis von zeitlichen Veränderungen. Er ist zielgerichtet.

Unter der der NEWTON'schen Raumkonzeption entspringenden Vorstellung, die Geographie sei eine Gegenwartswissenschaft, die die Werke des Menschen, nicht aber den Menschen selbst zu untersuchen habe, wurde dies lange Zeit nicht erkannt. Auch die Historische Geographie (O. SCHLUTER 1919; H. JÄGER 1969) war vornehmlich siedlungsgeographisch ausgerichtet und untersuchte die Entwicklung der Kulturlandschaft.

In den letzten Jahrzehnten hat sich jedoch ein Wandel vollzogen. Die Sozialgeographie stellt den Menschen und seine Gruppierungen in den Vordergrund (R. BUSCH-ZANTNER 1937; H. BOBEK 1948; H. HARTKE 1953; H. HAHN 1957). Wenn sich zunächst auch hier der Blick nicht auf den zeitlichen Ablauf sondern die gegenwärtige Struktur richtete - entsprechend dem landschaftskundlichen Ansatz - so war doch jetzt der Weg zur Untersuchung von Veränderungen und Prozessen frei, auch in der Geographie.

Der Prozeß wird als raumzeitliche Ganzheit verstanden. Der Untersuchende

geht von einer zu beschreibenden Situation in der Vergangenheit aus und begleitet den Prozeß, der sich als ausbreitende Erneuerung, als Innovation erkennen läßt, bis zum Ende. Die Historische Geographie erhält von hierher einen weiteren Auftrag.

Volkskunde, Archäologie, Wirtschafts- und Kunstgeschichte, Linguistik, Kulturanthropologie und andere Kultur- und Sozialwissenschaften beschäftigten sich schon immer mit Vorgängen, die eine Übertragung von Kultur-
gütern, von Stilen und Techniken zum Gegenstand haben. C.O. SAUER (1952) nahm diese Idee in die Geographie auf. T. HÄGERSTRAND (1952; 1953/67) kann man als ersten Geographen ansehen, der die Prozesse als Raum-Zeit-Gebilde verstand und ihnen eine formelle Basis gab. Die Innovationsforschung, die sich in verschiedenen Wissenschaften etablierte, trug viel Material herbei und gab diesem Wissenszweig eine gute induktive und deduktive Basis. Unsere Gesellschaft und Kulturlandschaft werden geprägt von diesen Prozessen, dabei stehen Mensch und Umwelt in Wechselbeziehung zueinander (PH.L. WAGNER 1972).

Träger dieser Prozesse in der Menschheit sind Populationen, die sich aber auch ihrerseits mit den Prozessen ändern. So erhalten historische Abläufe ihre innere Kinetik; es bilden sich neue Zusammenhänge, Konstellationen, alte werden verdrängt oder ersetzt. So demonstrierte A.J. TOYNBEE (1949), wie Kulturen entstehen, einen Höhepunkt erreichen und dann verfallen (vgl. auch H. SCHMITTHENNER 1938/51). Dies kann sich langsam vollziehen, es können aber auch Kriege oder Revolutionen neue Perioden im historischen Geschehen einleiten. Populationen bilden sich vielfach durch Kolonisationen. In ihrem Verlauf entstehen Sequenzen von Siedlungsformtypen (Vorformen - Hochformen - Spätformen; W. CZAJKA 1964; M. BORN 1977).

Wie bereits hervorgehoben, können wir Zeit nur dadurch wahrnehmen, daß sich Materielles verändert. Alles Gegenständliche verändert sich, es entsteht, erhält eine spezifische Gestalt und verfällt wieder oder wird zerstört. Das gilt, wie gezeigt, für biotische und soziale Systeme; aber auch in der physischen Geographie sind zielgerichtete Systeme und Prozesse definierbar. Es entstehen Gebirge und werden wieder abgetragen. Diese Vorgänge vollziehen sich natürlich nicht im Sinne von biologischem Wachstum und Sterben, wie die Zyklenlehre von W.M. DAVIS (1899) sugge-

riert, wohl aber als ein Ausdruck generellen Kommens und Gehens. Lineare gleichbleibende Entwicklungstendenzen über lange Zeitspannen sind ganz unwahrscheinlich. Ein Zustand wird verändert, in einen neuen überführt und dann beendet, wenn dieser neue Zustand seinerseits verändert wird. Durch die gegebene Reihenfolge besteht auch eine Beziehung zwischen bestimmten Zuständen, der folgende Schritt baut auf dem vorhergehenden auf. Umgekehrt muß nicht ein Schritt notwendig dem anderen folgen; die Abläufe können jederzeit durch äußere Einwirkungen unterbrochen oder beendet werden.

Dem zentral-peripheren System im räumlichen Zusammenhang entspricht der Prozeß im zeitlichen Zusammenhang. Beide sind zusammenzuführen, um ein besseres Verständnis von Raum, Zeit und Umwelt zu erhalten. Diese Zusammenhänge sollen im Folgenden näher betrachtet werden.

1.1. DIE KOMPONENTEN UND ERSCHEINUNGSFORMEN DES RAUMES

Aus den vorhergehenden Ausführungen dürfte folgendes deutlich geworden sein: In einem absoluten Raum gibt es drei Dimensionen: Länge, Breite, Höhe, die sich in einem Koordinatensystem darstellen lassen. In dem vierdimensionalen Raum sind die Bezüge wesentlich schwieriger zu formalisieren. Man kann nicht einfach eine vierte, die Zeitdimension, hinzufügen, denn dann bliebe man im Grundkonzept des absoluten Raumes. Ich möchte auch nicht die zahlreichen Spielarten mathematisch denkbarer Räume hier vorstellen; sie führen in eine abstrakte Welt und lassen sich in geographischem Rahmen kaum verifizieren. Es bietet sich vielmehr an, ausgehend vom Systemmodell, den durch die Materie definierten Raum und die ihn konstituierenden Komponenten herauszustellen.

Unter System sei eine Menge von Elementen verstanden, die in ihrer Anordnung und Zuordnung zueinander den Raum bilden. Elemente sind materielle Einheiten mit bestimmten Eigenschaften und bestimmten Funktionen für andere Elemente. Im übergeordneten Vergleichszusammenhang sind sie Bestandteile von Merkmalsgruppen, d.h. sie sind typologisch Klassen zuzuordnen, brauchen in dieser Eigenschaft aber nicht räumlich vergesellschaftet zu sein. Beispiele von Merkmalsgruppen sind Berufs-

gruppen; die Arbeit von Menschen gleichen Berufstyps ist im Sinne der Fragestellung gleich. Aber auch Betriebe gleicher Art sind hier zu nennen.

Elemente befinden sich darüber hinaus in einem Energiefluß und beeinflussen sich dabei gegenseitig; dadurch bilden sie eine geordnete Ganzheit, ein Gleichgewichtssystem. Energie kann nur in materieller Form verwertet werden. Im Energiefluß wird die Materie von den Elementen in Produkte umgewandelt, die von den folgenden Elementen aufgenommen werden können, d.h. die Gestalt der Produkte ist der Position im Energiefluß angepaßt. Die Elemente bilden im Rahmen eines Systems also dessen Bausteine. Sie zeichnen sich im einfachsten Fall durch Gleichartigkeit aus und befinden sich (als Konkurrenten) in gleicher Position im Energiefluß. Nehmen wir an, eine ländliche Gemeinde werde als System interpretiert. In ihm lassen sich die bäuerlichen Betriebe als Elemente sehen, wobei der Einfachheit halber angenommen wird, daß alle Betriebe dieselbe Größe besitzen. Der Energiefluß hat seinen Ursprung im Boden (Rohstoffe), gelangt durch die Arbeitskräfte (untergeordnete Umwelt) und die Betriebe (Elemente) zur Gemeinde (System) und von dort zu den Verbrauchern (übergeordnete Umwelt), die die Menschen dieser Gemeinde sein können, aber nicht müssen.

Elemente produzieren potentiell mit festgelegter, gleicher Geschwindigkeit oder Leistung, können also nur eine bestimmte Menge an Materie aufnehmen und umsetzen. So ist auch der Energie- (Materie-)zufluß je Element konstant. Andererseits sind die Elemente selbst kleine (untergeordnete) Systeme und können auf kleinere Störungen ausgleichend reagieren (Kap. 1.2.), besitzen also eine gewisse Elastizität. Eine stärkere Belastung des Systems (z.B. durch erhöhte Nachfrage) kann dagegen nicht dauerhaft von den Elementen aufgefangen werden (Kap. 1.2.1.). So kommt es zu einer zeitweiligen Überlastung. Wir unterscheiden also zwischen Elementen im Grundzustand und solchen im (überlasteten oder) angeregten Zustand. Letzterer läßt sich quantitativ durch die potentielle Erhöhung der Zahl der Einheiten im Grundzustand erfassen. Der angeregte Zustand kann nur vorübergehend aufrecht erhalten werden; er wird im Prozeßverlauf durch eine höhere Anzahl von Elementen ersetzt (Kap. 2.1.2.). Bei unserem Beispiel bedeutet dies, daß die überkommenen Betriebe der Gemeinde eine Zeitlang die nachgefragte höhere Leistung er-

bringen können, aber nicht auf Dauer. Dann sind neue Betriebe zu gründen, d.h. die Gemeinde ist zu vergrößern (von neuen Techniken oder einer Vergrößerung der Betriebe sei hier abgesehen; vgl. Kap. 4.1.).

Um den Energiefluß ordnen zu können, ist Nachfrage nötig, die als Information eingegeben wird. Energiefluß durch das System hindurch wird durch Kontakte der Elemente untereinander ermöglicht. Dichte und Anordnung der Elemente sind somit für die Stärke des Energieflusses entscheidend. Information heißt so konkret "in Form bringen", d.h. die Elemente in eine bestimmte Ordnung zueinander setzen. Diese Ordnung gibt dem System seine Eigenart als Ganzheit.

Ordnung und Energiefluß bedingen einander; der Durchfluß von Energie durch die Elemente ist zur Aufrechterhaltung der Systemordnung notwendig, denn die Elemente ordnen sich so an, daß die Produkte der im Energiefluß jeweils vorhergehenden Elemente den Rohstoff für die nachfolgenden Elemente bilden. Würde der Energiefluß unterbrochen, entfielen eine solche Hintereinanderschaltung, d.h. die Elemente verlören ihre Position im System. Das würde Zunahme von Entropie im System bedeuten. Das System würde also zerfallen, wenn seine Ordnung nicht durch eine ständige Nachfrage und im Gefolge davon ein ständiges Angebot an Energie aufrechterhalten würde. Insofern sind die Informationen für den Energiefluß zwischen den Elementen und andererseits die Umwandlung von Energie zu Produkten in den Elementen aufeinander angewiesen. In unserem Beispiel: Die Betriebe einer Gemeinde verlieren ihre Existenzmöglichkeiten, wenn sie keine Rohstoffe oder keine Aufträge erhalten.

Informations- und Energiefluß vollziehen sich im Gleichgewichtssystem. Gleichartige Elemente bilden im Gleichgewichtssystem Aggregate. Sie sind gegenüber anderen begrenzt. Anders als bei den Elementen kann ihre Größe, d.h. die Zahl der zugehörigen Elemente, variieren. Obwohl die Elemente verschiedener Aggregate im Gleichgewichtssystem verschiedene Positionen im Energiefluß besitzen, können sie ³räumlich miteinander vermischt sein; in jedem Fall müssen sie aber untereinander in Kontakt kommen können, um den Energiefluß zu garantieren. Je größer die Dichte der Elemente, um so größer ist die Wahrscheinlichkeit, daß Kontakte mit Elementen von im Energiefluß vor- bzw. nachgeschalteten Aggregaten zustande kommen. So wird die Geschwindigkeit des Energieflusses oder

die Leistung des Gleichgewichtssystems durch die Dichte der Elemente steuerbar.

Das vielleicht augenfälligste Gleichgewichtssystem ist das Ökosystem; die Lebewesen sind in ihm die Elemente; der Energiefluß wird von der Nahrungskette repräsentiert. Ähnlich ist in Sozialsystemen der Markt zu interpretieren. Ein geographisches Beispiel ist, wie bereits erwähnt (Kap. 1.0.), die Landschaft, ein Geosystem (J. SCHMITHUSEN 1976; H. LESER 1976; P. MÜLLER 1981; H. KLUGE u. R. LANG 1983).

Informations- und Energiefluß gehen von einer (Energie oder Materie) nachfragenden und einer (Energie oder Materie) anbietenden Aggregat-Umwelt aus als der über- bzw. untergeordneten Umwelt. Beide Umwelten bestehen ebenfalls aus Elementen; von der nachfragenden Umwelt kommt die den Energiefluß regelnde Information, während aus der Materie anbietenden oder liefernden Umwelt die Energie in Form von Produkten ins Aggregat gelangt, die für dessen Elemente als Rohstoff verwertbar sind. Der Energiefluß erfolgt also von unten nach oben durch Aggregate und Elemente - wie bereits oben am Beispiel der ländlichen Gemeinde angedeutet -, während die Information von oben nach unten weitergegeben wird. So erhalten Systeme und Elemente eine Ober- (= Informations-) und eine Unter- (= Materie-)seite mit den jeweiligen Ein- und Ausgängen.

Nachfrage und Angebot bedeuten aber auch Stimulanz und Antwort; durch die Produktion wird die Nachfrage befriedigt. Auf diese Weise wird ein Rückkoppelungsmechanismus erkennbar, der es erst ermöglicht, daß Gleichgewicht und Nichtgleichgewicht unterscheidbar werden. Wenn nun eine Gruppe von Elementen eines Aggregats gerade soviel produziert, wie im übergeordneten (nachfragenden) Aggregat benötigt wird, und von den Elementen aus der untergeordneten Umwelt soviel Materie zugeliefert erhält, wie sie zu dieser Produktion benötigt, so befindet sich das System mit seinen Aggregat-Umwelten im Gleichgewicht. Wir bezeichnen dies als Fließgleichgewicht. Diese strukturserhaltenden Prozesse sind, wie betont, erforderlich, um der wachsenden Entropie entgegenzuwirken.

Tritt nun aber eine erhöhte Nachfrage nach Energie seitens der übergeordneten Aggregat-Umwelt auf, so bedeutet dies eine Störung des Gleichgewichts. Eine größere und dauerhaft erhöhte Nachfrage hat zur Folge, daß sich das Gleichgewichtssystem nicht mehr im Gleichgewicht halten

kann; die Aggregate werden veranlaßt, neue Elemente zu bilden. Dies ist ein strukturverändernder Prozeß.

Strukturverändernde Prozesse im Aggregat erfordern neue abgegrenzte, in sich spezifisch strukturierte Gebilde, die Nichtgleichgewichtssysteme. Die Elemente der Gleichgewichtssysteme sind gleichzeitig Angehörige von Nichtgleichgewichtssystemen; auch auf sie wurde bereits eingangs hingewiesen (Kap. 1.0.). Diese Systeme sind zielgerichtet, sie versuchen, sich aktiv in ihrer Umwelt zu behaupten, diese optimal zu nutzen. Die Elemente, z.B. die Individuen mit ihren Rollen innerhalb von Populationen, dienen der Erhaltung des Ganzen. Nichtgleichgewichtssysteme sind zentral-peripher strukturiert und in ihrer Größe nicht beliebig. Die Aggregate können aus einer Mehrzahl solcher Systeme bestehen. Ein Teil der Energiemenge wird in diese Systeme umgelenkt und zum Aufbau neuer Elemente verwendet. Mit der Aktivierung dieser Systeme wird die Funktion der Elemente als Katalysator bei der Bildung von ihresgleichen belebt. Solche Nichtgleichgewichtssysteme sind z.B. die Tierarten im Ökosystem, Siedlungspopulationen oder Völker in Sozialsystemen. Die Tierpopulationen sind z.B. für die Vermehrung ihrer Art zuständig. Andererseits gibt es eine ganze Menge von Tierarten, die einander in der ökologischen Nische Konkurrenz machen, also in einem Niveau (Aggregat) des Ökosystems sich befinden. Die Elemente sind dieselben, nämlich die Tiere. Auch Gemeinden sind Nichtgleichgewichtssysteme. In unserem Beispiel gehört die o.a. Erhöhung der Anzahl der Betriebe in diesen Zusammenhang. Im Globalzusammenhang ist auch die Menschheit in dieser Doppelfunktion zu sehen; sie hat einerseits ihre Position im Ökosystem der Erde, ist also Glied einer Nahrungskette und gehört dem Gleichgewichtssystem an, andererseits ist sie eine biotische Einheit, die Art homo sapiens, die sich fortpflanzt und so ein Nichtgleichgewichtssystem darstellt.

Auch Nichtgleichgewichtssysteme regulieren sich selbst. Ihre Elemente altern, sie sind als Nichtgleichgewichtssysteme niederer Ordnung zu interpretieren (z.B. die Betriebe der ländlichen Siedlungen). Gehen Elemente ab, so sind sie zu ergänzen, wenn das Nichtgleichgewichtssystem sich im Gleichgewicht mit der Umwelt halten will oder soll. Käme keine Energie hinzu, würde dieser Reproduktionsprozeß vereitelt, das System würde zerfallen. Nichtgleichgewichtssysteme setzen also Gleichgewichtssysteme voraus. Im einfachsten Fall bestehen Gleichgewichts- und Nichtgleichge-

wichtssysteme aus denselben Element-Trägern. Zum Beispiel ist das bei einer selbstgenügsam wirtschaftenden Gemeinde-Population der Fall. Familienbetriebe als die Elemente beschaffen die nötige Nahrung; die zu ihnen gehörenden Individuen konsumieren sie (Gleichgewichtssystem); dieselben Individuen als Angehörige der Familien pflanzen sich fort und trachten danach, die Bevölkerungszahl dem Nahrungsangebot entsprechend zu halten (Nichtgleichgewichtssystem). Gelingt dies, halten sich also Gleichgewichts- und Nichtgleichgewichtssystem im Gleichgewicht, so sprechen wir von strukturerhaltenden Prozessen. Vergrößert oder verkleinert sich dagegen die Population, haben wir einen strukturverändernden Prozeß vor uns. Gleichgewicht in einem Nichtgleichgewichtssystem ist kein Fließgleichgewicht; vielmehr bedeutet es, daß gleichviel Elemente gebildet werden wie abgehen. So gibt es Gleichgewicht und Nichtgleichgewicht, in entsprechender Weise strukturerhaltende und strukturverändernde Prozesse, sowohl in Gleichgewichts- als auch in Nichtgleichgewichtssystemen.

1.2. DIE DEN RAUM GESTALTENDEN PROZESSE

1.2.0. Einleitung

Strukturerhaltende Prozesse bewirken, daß der Entropie durch Zufuhr von Energie (im Gleichgewichtssystem) entgegengewirkt wird und abgehende Elemente durch Reproduktion (im Nichtgleichgewichtssystem) ersetzt werden, so daß die Zuordnung, also die Struktur, erhalten bleibt. Um eine Formalisierung zu ermöglichen, müssen wir uns vorstellen, daß ein strukturverändernder Prozeß, d.h. eine Störung auftritt.

Aus dem schon Gesagten kann der Grundgedanke entwickelt werden: Eine Menge von Elementen bildet ein Aggregat im Energiefluß; in diesem Gleichgewichtssystem tritt von jener Seite her, die die Energie empfängt, eine deutlich erhöhte Nachfrage auf. Es wird also eine Information in das Aggregat eingegeben mit dem Ziel, den Energiefluß zu erhöhen. Unterstellt man, daß die Stärke des Energieflusses durch die Häufigkeit von Kontakten zwischen den Elementen der jeweils vor- und nachgeordneten

Aggregate bestimmt wird, so bedeutet dies die Notwendigkeit, neue Elemente einzuschalten. Hier kommt nun zum Tragen, daß jedes Element Angehöriger sowohl eines Gleichgewichtssystems ist, und zwar in seiner Funktion als Mittler von Information und Energie, als auch eines Nichtgleichgewichtssystems, und zwar in seiner Funktion als Katalysator bei der Bildung von seinesgleichen. Es bildet sich eine Diskontinuität, die eine Gruppe von Elementen (mit gleichartiger Position im Energiefluß) anregt, die zweite Funktion zu aktivieren, d.h. miteinander zu interagieren, um neue Elemente zu bilden. Dies bedeutet, daß bei einer Störung des Energieflusses (im Gleichgewichtssystem) das Nichtgleichgewichtssystem aktiviert wird. In unserem Beispiel würde dies heißen, daß durch Nahrungsmangel die Population angeregt würde, zunächst von den gegebenen Betrieben aus die Anbaufläche zu vergrößern (Gleichgewichtssystem) und dann neue Betriebe zu gründen. Im Ökosystem entspricht dies einer Änderung der Reproduktionsrate, wenn eine Störung im Energiefluß in der Nahrungskette eintritt. Wir wollen hier nur die Erhöhung der Leistung, also den Aufbau von Ordnung betrachten.

Will man die Vorgänge im Gleichgewichts- und Nichtgleichgewichtssystem verstehen, muß man zwei Spannungsfelder berücksichtigen:

1. Zwischen der übergeordneten und der untergeordneten Umwelt eine Polarität zwischen nicht vorhandener und vorhandener Energie (was mit Materie gleichbedeutend ist); dies entspricht der Polarität zwischen Energie nachfragender bzw. Energie anbietender Umwelt im Gleichgewichtssystem. In diesem vertikalen Spannungsfeld werden die Produkte geformt, die für die nachfragende Umwelt erforderlich sind, von ihr aufgenommen werden können.
2. Zwischen der zeitlich vorgeschalteten und der nachgeschalteten Umwelt ein Gegensatz zwischen Altem und Neuem, Ist- und Sollzustand des Systems. In diesem horizontalen Spannungsfeld wird das eventuell verlangte Mehr an Produkten zunächst durch eine Erhöhung der Produktion der Elemente und dann durch ein Mehr an Elementen hergestellt, d.h. es erfolgt hier eine Veränderung des Energieflusses, den durch die Störung hervorgerufenen Erfordernissen entsprechend.

Durch eine erhöhte Nachfrage entsteht also nicht nur ein Gefälle, ein Gradient, sondern auch eine Polarisierung. Dadurch kommen überhaupt

erst strukturverändernde Prozesse zustande. Sie haben einen Anfang und ein Ende, eine Übernahme der Information und eine Übergabe der Mehrproduktion. Dies bedingt eine qualitative Überbrückung, die eine Anzahl von Teilprozessen und Subsystemen erforderlich macht. Dabei haben die gegebenen Elemente verschiedene Einzelaufgaben zu verschiedenen Zeitpunkten zu absolvieren. Jeder Prozeß führt durch jeweils einen Eingang in das System bzw. in das Subsystem hinein und verändert dieses, so daß die Werte am Ausgang andere sind. Diese Veränderungen lösen die jeweils nachfolgenden Teilprozesse aus, so daß Prozeßsequenzen entstehen. Durch die doppelte Polarisierung führen die strukturverändernden Prozesse in vertikaler Richtung aus der übergeordneten Umwelt durch die Systeme mit ihren Elementen in die untergeordnete Umwelt und gleichzeitig in horizontaler Richtung aus der vorgeschalteten in die nachfolgende Umwelt (Abb. 1).

1.2.1. Prozeßablauf im vertikalen Spannungsfeld

Innerhalb eines Gleichgewichtssystems werden in der übergeordneten Umwelt eines Aggregats Produkte benötigt. Diese Information wird im vertikalen Spannungsfeld, zwischen über- und untergeordneter Umwelt, mit Hilfe von Kontakten durch das Aggregat geführt. Die untergeordnete Umwelt ist, wie gesagt (Kap. 1.1.), die Materieressource. Da Systeme und Elemente jeweils ihre Ein- und Ausgänge besitzen - im vertikalen Spannungsfeld an der Ober- bzw. Unterseite - lassen sich folgende vier Niveaus erkennen, in denen sich die Kontakte vollziehen:

- Übergeordnete Umwelt - System Oberseite (= Ganzheit)
- System Oberseite (= Ganzheit) - System Unterseite (= Summe der Elemente)
- System Unterseite (= Summe der Elemente) - Element Oberseite
- Element Oberseite - Element Unterseite (= Ausgang zur untergeordneten Umwelt)

Dies sind die vier Bindungsebenen. Ein Beispiel: Der Markt erfordert ein erhöhtes Angebot an agrarischen Produkten; eine ländliche Gemeinde er-

291

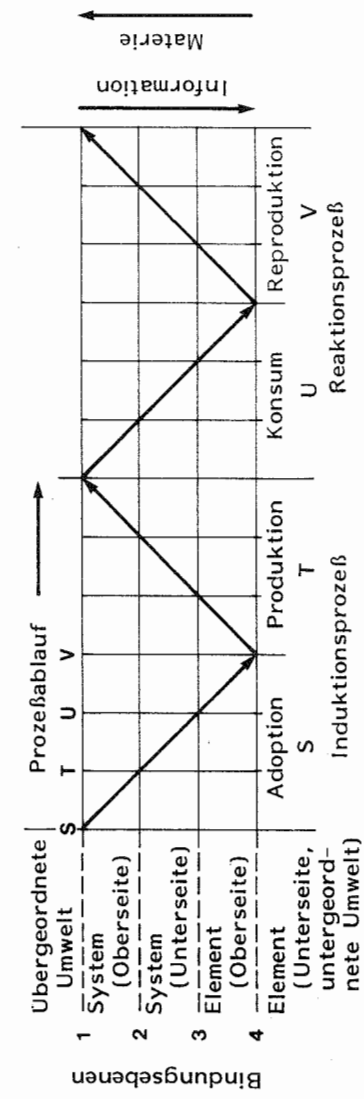


Abb. 1: Strukturdiagramm der Prozesstypen und Bindungsebenen

hält diese Information. Diese Information wird auf die Betriebe (= Elemente) verteilt. Sie benötigen für die Herstellung der zusätzlichen Produkte eine Erhöhung der Rohstoffproduktion, d.h. der Boden als die untergeordnete Umwelt muß - über die Arbeitskräfte - mehr Energie liefern. Da die Information von oben nach unten führt, impliziert die jeweils tiefere Ebene die Daten aus den jeweils übergeordneten Ebenen; d.h. je tiefer die Ebene, um so mehr Bindungen sind zu berücksichtigen, um so höher ist die Bindungsdichte. Wir kennzeichnen daher die Ebenen durch die Zahl der Bindungen (Einfach-, Zweifach-, Dreifach- und Vierfachbindung).

Diese Bindungsebenen bezeichnen also bestimmte Struktureigenschaften, die auf der verschiedenen Position in der innersystemischen Hierarchie beruhen. Den vier Bindungsebenen entsprechen folgende Prozesse, wobei wir die Strukturhaltung oder Strukturveränderung (durch Erhöhung der Systemleistung) ansprechen wollen (Tab. 1; Abb. 1):

1. Das Aggregatsystem wird als Ganzheit (= Oberseite) an die übergeordnete Umwelt angebunden. In der Umwelt besteht zur Erhaltung oder zur Veränderung der Struktur ein Defizit an energetisch verwertbarer Materie (= Produkte); die Information wird in der 1. Bindungsebene (Einfachbindung) in das System eingebracht. Ein strukturhaltender oder strukturverändernder Prozeß wird in Gang gesetzt und endet mit dem Angebot. Als Ergebnis bleibt die Energiedichte in der Umwelt erhalten bzw. wird erhöht. Konkret stehen sich also Nachfrager und Anbieter gegenüber.
2. Das Aggregatsystem (= Unterseite), d.h. die Summe der Elemente, muß dem System als Ganzheit angepaßt werden, d.h. es wird an die Oberseite angebunden. Um die Erhaltung oder Erhöhung der Energie- (oder Produkten-)dichte zu ermöglichen, muß in der 2. Bindungsebene (Zweifachbindung) die gegebene Menge der Elemente veranlaßt werden, ihre Produktionsgeschwindigkeit, also ihre Leistung zu halten bzw. zu erhöhen. Die Nachfrage ist aufzunehmen und evtl. durch Mehrproduktion zu beantworten. Konkret stehen sich also Adoptoren und Produzenten gegenüber (im Induktionsprozeß, Kap. 2.1.1.).
3. Die Elemente werden strukturell an das System (Unterseite) angebunden; um eine Erhaltung oder eine Erhöhung der Produktionsgeschwindigkeit (oder Leistung) des Systems zu ermöglichen, müssen in der

Bindungsebenen	Struktureller Aspekt	Prozessualer Aspekt - soweit in Arbeit dargestellt -	Symbole der Prozesse	Bezeichnung der Teilprozesse (Stadien)
Einfachbindung	Übergeordnete Umwelt/ System (Oberseite)	Nachfrager/Anbieter	S, T, U, V	Hauptstadien
Zweifachbindung	System (Oberseite)/ System (Unterseite)	adoptierende/produzierende Anbieter (kurz: Adoptoren/ Produzenten)	SS - SV	Aufgabenstadien
Dreifachbindung	System (Unterseite)/ Element (Oberseite)	anregende/anzuregende Adoptoren	SSS - SVV	Kontrollstadien
Vierfachbindung	Element (Oberseite)/ Element (Unterseite)	angeregte Adoptoren (Informationsseite)/angeregte Adoptoren (Materie-seite)	SUSS - SUVV	Elementarstadien

Tab. 1 Die Bindungsebenen und die sie konstituierenden vertikalen Übergänge (soweit in der Arbeit beschrieben)

3. Bindungsebene (Dreifachbindung) die Elemente (Oberseite) in ihrer Leistung erhalten bleiben bzw. erhöht werden. Das heißt, daß die Elemente die Verpflichtung zu höherer Leistung übernehmen; dadurch werden sie überlastet oder angeregt. Der Grad dieser zusätzlichen Belastung oder Anregung läßt sich, wie gesagt (Kap. 1.1.), im Verhältnis zum Grundzustand des Elements definieren (z.B. beim Adoptor in Adoptionseinheiten, beim Produzenten in Produktionseinheiten etc.). Konkret stehen sich auf dieser Bindungsebene anregende und anzuregende Elemente gegenüber.

4. In der 4. Bindungsebene (Vierfachbindung) wird die die untergeordnete Umwelt im Gleichgewichtssystem erschließende Unterseite der Elemente an deren Oberseite angebunden; dies heißt, daß der aus der 3. Bindungsebene übernommene Grad der Belastung als Diskrepanz zwischen dem Bedarf der Informationsseite und der Kapazität auf der Materieseite der Elemente zu betrachten ist. Dies bedeutet bei starker Störung eine Erhöhung der Materiezufuhr (im Induktionsprozeß; Kap. 2.1.1.) und eine Erhöhung der Elementzahl (im Reaktionsprozeß; Kap. 2.1.2.), also einen strukturverändernden Prozeß. Befindet sich das System im Gleichgewicht, so genügt ein struktur-erhaltender Prozeß, um der wachsenden Entropie zu begegnen. In jedem Fall wird auf dieser Bindungsebene der Kontakt zur untergeordneten, Materie liefernden Umwelt hergestellt. Die Elemente (Unterseite) werden veranlaßt, den materiell erfüllten ³Raum zu halten oder zu vergrößern. Konkret stehen sich also Elemente (Informationsseite) und Elemente (Materieseite) gegenüber.

Im Überblick betrachtet dürfte deutlich geworden sein, daß die Bindungsebenen einander hierarchisch zugeordnet sind. In dem hier geschilderten Informationsweg setzen die jeweiligen Bindungsebenen die in der Sequenz folgenden voraus. Die Nachfrage löst dadurch den materiellen Prozeß, die Produktion, aus, der in umgekehrter Richtung, von unten nach oben, verläuft (Kap. 1.1.). Die strukturverändernden Prozesse führen nicht nur durch die vier Ebenen und lösen dadurch die Veränderungen der Eigenschaften des Systems aus; sie lösen darüber hinaus auch in den die Aggregate aufbauenden Nichtgleichgewichtssystemen Veränderungen aus, im horizontalen Spannungsfeld:

1.2.2. Prozeßablauf im horizontalen Spannungsfeld

Die Prozesse im horizontalen Spannungsfeld verlaufen auf jeder der Bindungsebenen von dem vorgegebenen zum neuen Zustand. Der Prozeß führt also entlang der Zeitachse und verändert (oder erhält) das System. Die die strukturverändernden Prozesse anregenden Defizite erscheinen als Unterschiede zwischen Ist- und Sollwerten; sie werden im Gefolge des jeweils vorhergehenden Prozesses eingebracht, so daß die Änderungen in Stadien durch das System geführt werden (Abb. 1).

Dies vollzieht sich nach folgendem Schema:

1. Der Sollwert wird eingebracht und mit dem Istwert konfrontiert. Dies heißt: Aufnahme der Nachfrage nach Produkten im System für die übergeordnete Umwelt.
2. Dieser Wert dient als Basis für die Erhöhung der Produktionsgeschwindigkeit oder Leistung des Systems vom Ist- zum Sollwert.
3. Dieser neue Wert der Leistung dient als Basis für die potentielle Erhöhung der Elementzahl im System, gemessen in Grundeinheiten (= Elemente im Grundzustand; Kap. 1.1.).
4. Dieser neue Wert dient als Basis für die Erhöhung des Produktangebotes bzw. des Energieflusses aus der untergeordneten in die übergeordnete Umwelt.

Als Beispiel diene wieder eine agrarische Gemeinde; sie wird mit erhöhter Nachfrage nach Produkten konfrontiert. Die Produktionsleistung der Gemeinde ist zu erhöhen, d.h. die zur Gemeinde gehörigen Betriebe müssen mehr und schneller arbeiten oder neue Betriebe anfügen. Dann können mehr Produkte dem Markt zugeliefert werden, so daß die Nachfrage sich vermindert.

Auch hier ist zunächst der die Nachfrage (Information) einführende Prozeß, dann der umgekehrt verlaufende Prozeß, der das Angebot (Energie-, Produktenfluß) in das System einbringt, zu behandeln. Der strukturverändernde Prozeß führt also zweimal im horizontalen Spannungsfeld durch die vier Bindungsebenen des vertikalen Spannungsfeldes, wobei aber das

System als Ganzheit in allen Subprozessen den Bezugsrahmen darstellt. Dies bedeutet, daß mit jedem Schritt nicht nur die Zahl der vertikalen, sondern auch die der horizontalen Bindungen zunimmt; die erworbenen Werte werden als Erfahrung in das jeweils folgende Stadium eingebracht. Am Anfang der Prozeßstadien ist jeweils die Diskrepanz zwischen Soll- und Istwert, am Ende hat sich der Istwert dem Sollwert genähert.

2. BINDUNGSEBENEN

2.0. EINLEITUNG:

KENNZEICHNUNG DER PROZESSE UND BINDUNGSEBENEN

Wir wollen uns nun den Details der Verknüpfungen im vertikalen und horizontalen Spannungsfeld nähern, indem wir die einzelnen Bindungsebenen und in ihnen die strukturverändernden Prozesse beschreiben (Abb. 2 und 3). Zur Illustration des Gesagten wollen wir wieder eine agrarische Gemeinde wählen, d.h. ein System, dessen Elemente die Betriebe sind.

Die vier Stadien in jedem der horizontal verlaufenden Prozesse erhalten die Kennbuchstaben S, T, U und V.¹⁾ Die vier Bindungsebenen lassen sich durch die Zahl dieser Kennbuchstaben definieren, d.h. ein Kennbuchstabe bezeichnet die Einfachbindung, zwei Kennbuchstaben die Zweifachbindung usw. So kommt auch optisch zum Ausdruck, daß jeweils die folgende Bindungsebene hierarchisch gegenüber der vorhergehenden untergeordnet ist. Die Formeln können so genau in ihrer Position im System bzw. Prozeß definiert werden.

Es sei insbesondere darauf hingewiesen, daß Strukturveränderung hier grundsätzlich eine Erhöhung der Systemleistung beinhaltet. Es ist selbstverständlich, daß in ganz entsprechender Weise sich Erniedrigung der Systemleistung und Zerfall der Ordnung darstellen lassen. Solche Entwicklungen sind genau so häufig anzutreffen wie die hier beschriebene. Dies müßte noch erarbeitet werden.

1) Die in einer früheren Veröffentlichung (D. FLIEDNER 1981 b) gebrauchte Folge X, T, Y, Z (der Buchstabe T beinhaltet die Zeitangabe) sollte man wegen der Inkonsequenz in der alphabetischen Reihenfolge fallenlassen.

2.1. EINFACHBINDUNG:

ERHÖHUNG DER PRODUKTENDICHTE (HAUPTSTADIEN; S - V)

2.1.0. Einleitung

Einfachbindung meint die Verknüpfung der übergeordneten Umwelt mit dem System als Ganzheit. Eine Gemeinde erhalte aus der übergeordneten Umwelt, d.h. dem Markt, die Information, daß mehr Produkte benötigt werden. Die Gesamtheit der Betriebe nimmt daraufhin mehr Rohstoffe auf, die Gesamtheit der Arbeitskräfte als die untergeordnete Umwelt und die Gesamtheit der Betriebe werden zur Erhöhung der Leistung veranlaßt. Die zusätzlichen Produkte werden der nachfragenden (im vertikalen Spannungsfeld) bzw. nachgeschalteten (im horizontalen Spannungsfeld) Umwelt, also dem Markt, angeboten. Damit soll dort die Dichte der Produkte erhöht, die Nachfrage befriedigt werden. Die Nachfrage wird als Sollwert eingegeben, das Angebot als Istwert ist zu erhöhen. Dies ist der Grundprozeß, der alle anderen Prozesse einschließt (Abb. 1):

Die Richtung des Prozesses ist durch die Unterschiede der Produktdichte bzw. der Wahrscheinlichkeit, mit der Elemente im System auftreten, gegeben, wobei sich die Nachfrage nach und das Angebot an Produkten gegenüberstehen. Horizontales und vertikales Spannungsfeld bilden den Rahmen.

Im vertikalen Spannungsfeld führt der Prozeß also durch die Bindungsebenen von der Informations- zur Materieseite, von oben nach unten und wieder zurück. Die Information, d.h. die erhöhte Nachfrage, führt von oben nach unten zu den Elementen. Diese beziehen mehr Rohstoffe (von der untergeordneten, d.h. zuliefernden Umwelt), überlasten sich, d.h. produzieren über den üblichen Umfang hinaus und geben die Mehrprodukte wieder nach oben, wo sie in den Markt gelangen können. Ist die Nachfrage dauerhaft erhöht, muß sich die Gemeinde vergrößern, d.h. die Zahl der Betriebe ist zu erhöhen (wenn nicht technische Neuerungen übernommen werden können); es müssen neue Beschäftigte eingestellt werden, die Rohstoffbasis muß vergrößert werden. Mit den vorgegebenen Informationen wird in einem zweiten Durchgang die Zahl der Elemente erhöht. Die deutliche Erhöhung der Nachfrage löst also einen

strukturverändernden Prozeß aus (Kap. 1.2.).

Im horizontalen Spannungsfeld müssen die Bindungsebenen also zweimal in beiden Vertikalrichtungen durchlaufen werden, um die nachgefragte Materie zu beschaffen und dies für die folgende Umwelt dauerhaft zu sichern, d.h. die Elementzahl zu erhöhen. Auf dieser 1. Bindungsebene werden die Grundtendenzen der Prozeßabläufe festgelegt, es werden die vier Prozeßtypen gebildet, deren erste zwei der Produktvermehrung (im Gleichgewichtssystem) dienen und als Induktionsprozeß bezeichnet werden können, die übrigen zwei, die der Elementvermehrung (im Nichtgleichgewichtssystem) dienen, als Reaktionsprozeß. Insgesamt sind also vier Stadien erkennbar, die wir als Hauptstadien bezeichnen wollen.

2.1.1. Induktionsprozeß

Beim 1. Hauptstadium (S) wird die Nachfrage als eine den Sollzustand beschreibende Information in das System mit seinen Elementen eingebracht, d.h. es werden die im Istzustand vorgegebenen Elemente bei dem strukturverändernden Prozeß stimuliert, sich zum Sollzustand zu ändern. Wir nennen diesen Vorgang Adoption. In der Gemeinde oder größeren Population, z.B. Völkern, kann eine erhöhte Nachfrage oder können Ideen als Innovationen aufgenommen und auf die Elemente verbreitet werden. Die diese Vorgänge beschreibenden Formeln demonstrieren eine im Grundzug positive Tendenz. Die Graphen sind im wesentlichen auf den rechten oberen Quadranten im Koordinatensystem beschränkt und verlaufen von links nach rechts (Abb. 2 und 3). Durch Aufnahme der Information entsteht eine Spannung, durch die das System zur Produktion angeregt werden soll. Die Adoption vollzieht sich in vier Aufgabenstadien. Dies soll hier nicht näher ausgeführt werden, da der Adoptionsprozeß in den folgenden Kapiteln, die sich auch mit der Formalisierung befassen, bevorzugt zugrundegelegt wird (Kap. 3.).

Beim 2. Hauptstadium (T) wird die Materie - bei einem Betrieb der Rohstoff - aus der untergeordneten Umwelt hereingenommen, durch die Elemente nach oben geführt und dabei neu geformt; Information und

Materie werden also zusammengebracht. Dies ist die Produktion. Die Entnahme der Rohstoffe aus der untergeordneten Umwelt hat im Wirtschaftsablauf letztlich die Umgestaltung der natürlichen Umwelt zur Folge. Dabei werden wieder andere Systeme stimuliert, insbesondere die Populationen der Lebewesen im Rahmen der Ökosysteme. Das Ergebnis des Prozesses im hier behandelten System ist das Produkt, das systemintern für weitere Elemente verwertbar ist. Beim Produktionsprozeß werden also die Stadien des Adoptionsprozesses wieder durchlaufen, nun aber - vertikal betrachtet - in umgekehrter Reihenfolge.

Berücksichtigt man, daß auch der Produktionsprozeß aus vier Aufgabenstadien besteht, so gelangen wir zu insgesamt acht Aufgabenstadien, von denen sich jeweils zwei komplementär entsprechen. In der Sequenz beinhaltet aber das vierte Glied des Adoptions- und das erste Glied des Produktionsprozesses die eigentliche Umkehrung, d.h. zwei Glieder werden im selben Zeitabschnitt miteinander verknüpft. Insgesamt werden so sieben Aufgabenstadien erkennbar (Abb. 1; Kap. 2.2.). Im Koordinatensystem erscheint also die Reihenfolge der vier die Produktionssequenz markierenden Aufgabenstadien gegenüber der des Adoptionsprozesses umgekehrt. Die Graphen der einzelnen Aufgabenstadien sind außerdem an der Abszisse des Koordinatensystems zu spiegeln. Die Überlastung der Elemente bei der Adoption bzw. Produktion läßt sich durch Adoptions- bzw. Produktionseinheiten darstellen (Kap. 1.1.).

2.1.2. Reaktionsprozeß

Im Induktionsprozeß wird also die Information in das Gleichgewichtssystem geführt und dabei zum Produkt stabilisiert; der Reaktionsprozeß meint den Energiefluß in das Nichtgleichgewichtssystem und ermöglicht dessen Wachstum. Im Beispiel der Gemeinde bedeutet dies, daß die Überlastung der Elemente, also der Betriebe, in eine Erhöhung der Anzahl der Betriebe umgesetzt wird. Es ist dies die eigentliche Strukturveränderung des Systems. Die Induktionsprozesse, die zur Überlastung der Elemente führen, werden, wenn die Elemente ihre Kapazitätsgrenze signalisieren, abgebremst. Damit wird der Reaktionsprozeß

in Gang gesetzt. Auf dem Markt wird der Ausgleich zwischen Angebot und Nachfrage dadurch verstetigt, die Produktionsausweitung, die durch die Innovation angeregt wurde, wird gestoppt; die Produktion selbst, nun auf höherem Niveau, wird beibehalten. Damit entsteht auf Dauer ein erhöhter Energiefluß durch das System, d.h. hier die Gemeinde.

Im 3. Hauptstadium (U) des Gesamtprozesses werden die Produkte konsumiert. Damit wird die Existenz der Elemente gesichert und die Basis für die Bildung neuer Elemente gelegt, potentieller neuer Produzenten. So besitzen die bestehenden Elemente die Funktion oder die Wirkung von Katalysatoren. Dieses Stadium bezeichnen wir als Konsum.

Es folgt das 4. Hauptstadium (V). Der Prozeß geht - wie die Produktion - von der unteren (Materie liefernden) Umwelt aus. Durch die Vermehrung der Elemente weitet sich das System nun auch als Ganzheit aus. Wir bezeichnen dieses Stadium als Reproduktion. Elemente (wie alle Nichtgleichgewichtssysteme) reproduzieren sich also nur im Rahmen übergeordneter Nichtgleichgewichtssysteme. Die erneute Einbeziehung der Materieumwelt erlaubt einen erhöhten Ausstoß an Produkten für die nachfragende Umwelt. Das bedeutet eine Stabilisierung des Systems in der Umwelt. Der Prozeß ist beendet.

Demnach werden die die Prozeßtypen 1 und 2 charakterisierenden Graphen (Induktionsprozeß; Kap. 2.1.1.) anscheinend beim Reaktionsprozeß wiederum reflektiert, sowohl an einer der Ordinate parallelen Achse als auch an der Abszisse. Wie dies im einzelnen geschieht, muß noch erarbeitet werden.

Die Reaktionsprozesse enthalten die Information aus den Induktionsprozessen, sie bauen auf diesen auf. Nach dem 4. Hauptstadium erfolgt die Rückmeldung an den Eingang des Systems. Denn nun hat sich der Produktausstoß bleibend verändert, und Nachfrage und Angebot treffen sich in derselben, der übergeordneten Umwelt. Der Gesamtprozeß beschreibt so eine Feedback-Schleife. Dies ist die Basis für das weitere Verhalten des Systems. Schwingungen sind kennzeichnend.

Das 1. Hauptstadium, also die Adoption, wird, wie oben schon angedeutet, in den folgenden Kapiteln, die sich mit der Formalisierung der Vorgänge im Detail befassen, bevorzugt zugrunde gelegt. Wir sprechen

daher von Adoptoren oder adoptierenden Elementen sowie von ihrem Kontakt mit den Produzenten, bei dem das 1. an das 2. Hauptstadium angekoppelt wird.

2.2. ZWEIFACHBINDUNG:

ERHÖHUNG DER LEISTUNG (AUFGABENSTADIEN; SS - SV)

Stehen sich auf der 1. Bindungsebene Nachfrage und Angebot, d.h. nachfragende und anbietende Elemente gegenüber, so auf der 2. Bindungsebene adoptierende anbietende Elemente oder kurz Adoptoren und produzierende anbietende Elemente, kurz Produzenten (Tab. 1). Strukturell wird das System aufgegliedert; Systemober- und Systemunterseite, d.h. das System als Ganzheit und das System als Elementmenge, werden zueinander in Beziehung gebracht. Es werden also zwei Werte - Ist und Soll (oder Alt und Neu) - in derselben Größenordnung verknüpft. Sieht man die Elemente als Träger einer bestimmten Leistung an, so wird deutlich, daß die Erhöhung der Adoptionsleistung des Systems vom Ist- zum Sollwert zur Frage steht (Kap. 1.2.2.). In unserem Beispiel muß der Nachfragewert, der auf die Gemeinde insgesamt entfällt, mit der Gesamtzahl der Betriebe (und deren vorgegebener Kapazität) in Verbindung gebracht werden.

Die Umstellungen, die mit einer Veränderung der Produktion in einer Gemeinde und ihren Betrieben einhergehen, setzen im Einzelnen verschiedene Aktivitäten voraus. Im festgelegten Rahmen des Systems bedeutet dies eine Überbrückung des qualitativen Hiatus und somit die Strukturierung des Prozeßablaufes selbst; es wird festgelegt, was in den einzelnen Stadien geschehen soll. Mit anderen Worten: Es wird im Nacheinander der Prozeßstadien nach den Aufgaben gefragt, sie bestimmen jeweils das, was in den Zeitabschnitten geschieht oder geschehen sollte; hier erfolgt die qualitative "Dimensionierung". Deshalb sprechen wir von Aufgabenstadien. Die Richtungen des Ablaufs - und damit die Aufgabenstellung - variieren von Hauptstadium zu Hauptstadium (Kap. 2.1.). Hier betrachten wir nur den Adoptionsprozeß: Die Adoption der Anregung zu erhöhter Produktion beginnt mit der Stimulanz, die Eingabe der

Information, der Nachfrage also, mit einem bestimmten Gehalt; sie wird von den Elementen aufgenommen und endet mit einem erhöhten Wert, der in den Produktionsprozeß (2. Hauptstadium) weitergegeben wird.

Eine Gemeinde z.B. nimmt die Höhe der Nachfrage wahr, danach richtet sich die Anstrengung, die unternommen werden muß, um dieser Nachfrage nachkommen zu können. Diese Stimulanzstärke ist auf die einzelnen Betriebe zu verteilen, die ja die Produktion (im 2. Hauptstadium) durchführen müssen. Die Betriebe treffen Vorbereitungen, um diese Produktion durchführen zu können, sie verbessern ihre Produktivität. Schließlich offerieren sie sich mit der verbesserten Planung, so daß die Produktion beginnen kann. Generell formuliert ergeben sich im Zuge des Adoptionsstadiums (S) folgende Aufgabenstadien (Abb. 2), wobei von den zur Kennzeichnung vorgesehenen zwei Buchstaben nur der jeweils letzte angegeben werden soll:

Das 1. Aufgabenstadium (S)

beinhaltet die Höhe der Nachfrage und damit die intendierte Erhöhung der Leistung, d.h. die Stärke der Stimulanz. Sie wird durch den Informationsgehalt dargestellt und ergibt sich aus der Wahrscheinlichkeit, daß Produzenten auftreten. Je seltener sie sind, um so stärker die Stimulanz. Das Ergebnis ist ein Absolutwert.

Das 2. Aufgabenstadium (T)

wird durch die Transponierung des Stimulanzwertes in das System gekennzeichnet. Dazu bedarf es einer Umwertung, einer Umsetzung auf die Zahl der vorgegebenen Elemente mit einer jeweils bestimmten Adoptionsleistung, also eine Anpassung an die systeminterne Adoptionsleistung. Die Leistung definiert sich als Geschwindigkeit, mit der die Information weitergegeben wird. Damit wird der Begriff Distanz, der in der Geschwindigkeit enthalten ist, verallgemeinert (vgl. die Verwendung des Begriffs Leistung in der Informationstheorie). Das Ergebnis ist ein Relativwert (Leistungsrelation), d.h. je Adopter gerechnet (Mittelwert).

Das 3. Aufgabenstadium (U)

ist dadurch gekennzeichnet, daß diese auf die Adoptoren bezogene Änderungsstärke auf die gegebene Adoptorenmenge übertragen wird (Mengenentwicklung); dies ist die eigentliche Adoption der Anregung,

die Diffusion. Sie wird in Adoptionseinheiten (Kap. 1.1.) gemessen. Das Ergebnis ist also wiederum ein Absolutwert.

Im 4. Aufgabenstadium (V)

wird diese erhöhte Menge von Adoptionseinheiten der folgenden Umwelt, d.h. den Produzenten dargeboten (Übergabe). Welcher Anteil tatsächlich für die Produktion (2. Hauptstadium; Kap. 2.1.) übernommen wird, ist eine Zufallsgröße und hängt von der Wahrscheinlichkeit von Kontakten zwischen Adoptoren und Produzenten ab. Das Ergebnis ist also ein Relativwert.

Zusammenfassend kann man konstatieren, daß mit jedem Aufgabenstadium eine neue Eigenschaft eingebracht wird; es wechseln Extensivwerte (Stärke der Stimulanz bzw. Zahl der stimulierten Adoptionseinheiten) und Intensivwerte (Leistungsrelation bzw. Übergabe). Wie bereits oben angedeutet (Kap. 2.1.), fügen sich die Aufgabenstadien der Adoption und der Produktion zu einer siebengliedrigen Sequenz (Induktionsprozeß). Es wird später darauf zurückzukommen sein (Kap. 4.1.).

2.3. DREIFACHBINDUNG:

VERMEHRUNG DER ANGEREGTEN ELEMENTE (KONTROLLSTADIEN; SSS - SVV)

Wurde im Rahmen der Zweifachbindung die intendierte Leistungserhöhung des Systems, die Gliederung des Adoptionsablaufs ermittelt, so erfolgt im Rahmen der Dreifachbindung die Ermittlung des Adoptionsvorganges selbst, die Anregung der einzelnen Adoptoren. Entsprechend der unterschiedlichen Systemstruktur erfolgt die Verteilung der Information nicht einheitlich; die Adoptoren sind in unterschiedlicher Weise untereinander verknüpft. Dies hat zur Folge, daß die Anregung in verschiedener Weise von ihnen aufgenommen wird. Es stehen sich anregende Adoptoren und anzuregende Adoptoren gegenüber (Tab. 1). Wie schon oben hervorgehoben, erfolgt die reale Erhöhung der Zahl der Adoptoren erst im Reaktionsprozeß (3. und 4. Hauptstadium, Kap. 2.1.2.). In dem hier behandelten 1. Hauptstadium, der Adoption, gibt

es nur eine Überlastung oder Anregung der gegebenen Elemente. Die Berechnung des Überlastungsumfanges erfolgt wieder durch Adoptionseinheiten, wobei eine Einheit der Kapazität eines Adoptors im Grundzustand entspricht (Kap. 1.1.).

Aus struktureller Sicht (Tab. 1) läßt sich konstatieren, daß die Beziehungen zwischen dem die Anregung abgebenden System (Unterseite) und den aufnehmenden Elementen (Oberseite) geregelt werden. Damit wird das Übereinander charakterisiert, d.h. die einzelnen Elemente erscheinen an das Ganze gebunden, im Prozeßablauf von oben gelenkt; man kann hier von Kontrolle sprechen. Wir bezeichnen die Teilprozesse daher als Kontrollstadien.

Mit fortschreitendem Prozeß erscheint die Menge der Elemente immer stärker zu einem Ganzen verknüpft, d.h. die Anregung (Nachfrage) wird nicht nur aufgenommen, sondern auch weitergegeben. Jedes Kontrollstadium dokumentiert eine andere Verknüpfungs- (System-)struktur. Zunächst werden die Elemente, also z.B. die Betriebe in einer Gemeinde, für sich gesehen. Dann erscheinen sie durch ein gemeinsames Merkmal verbunden, z.B. dadurch, daß es sich um agrarische Betriebe handelt. Die Adoption erfaßt also nur diese Betriebe. Im 3. Stadium stehen diese Betriebe im Energiefluß, sind also Konkurrenten untereinander. Die Betriebe können nur das an Nachfrage aufnehmen, was sie weitergeben können. Schließlich sind sie untereinander verknüpft; Aufnahme der Nachfrage (Anregungen) und Abgabe stehen in Wechselbeziehung miteinander, d.h. die Betriebe sind voneinander abhängig in ihrer Existenz.

Generell betrachtet ergibt sich folgende Darstellung für die einzelnen Kontrollstadien (wobei wieder nur die letzten der drei Kennbuchstaben eingesetzt werden sollen) (Abb. 2):

Das 1. Kontrollstadium (S)

beinhaltet die Aufnahme der intendierten Leistungssteigerung als Anregung in die Adoptoren; dabei wird die Fähigkeit der Adoptoren ermittelt, zusätzliche Anregung aufzunehmen. Dies bleibt auf die Elemente beschränkt, es erfolgt also keine Einwirkung durch eine Begrenzung der übergeordneten Systemstruktur auf die einzelnen Schritte innerhalb der Aufgabenstadien, sondern nur durch die Kapazität der Adoptoren selbst. Die Adoptoren sind durch positive Rückkoppelung miteinander

verknüpft. Erst im letzten Aufgabenstadium, bei der Übergabe an die Produzenten, wird eine Obergrenze der beteiligten Elemente erkennbar.

Im 2. Kontrollstadium (T)

wird die Zahl der Adoptoren durch Begrenzung auf ein Merkmal limitiert; die stimulierende Innovation würde immer weiter die Elemente durchziehen und schließlich zerstörerisch wirken, wenn sie nicht auf gewissem Niveau aufgefangen würde. Dadurch werden die Umriss einer eigenen Systemstruktur sichtbar. Die Anregung wird von den Adoptoren passiv aufgenommen und so die intendierte Leistung gesteigert. Nach einem einmal erfolgten Kontakt bleiben die Adoptoren angeregt, so daß sich akkumulativ die Zahl der Adoptionseinheiten (und damit die Leistung) bis zu einem Grenzwert erhöht. Ein Zustand des Systems wird durch einen zweiten ersetzt. Es kommt hier die Kapazität des Systems ins Spiel, diese Grenze wirkt zurück auf den ganzen Prozeß, durch eine zusätzliche negative Rückkoppelung. Das Ergebnis ist ein gegenüber vorher zwar verstärkter, aber doch auf höherem Niveau gebremster Informationsdurchfluß.

Im 3. Kontrollstadium (U)

nehmen die Adoptoren die Anregung nicht nur passiv auf; vielmehr wird diese aus der übergeordneten Umwelt aufgenommen und zu den Elementen des folgenden Aggregats weitergegeben. Die Adoptoren des betrachteten Aggregats A werden nun auch von den abnehmenden Elementen des folgenden Aggregats B direkt beeinflusst; deren Kapazität entscheidet darüber, wieviel Anregung die Adoptoren des betrachteten Aggregats A aufnehmen können. Dadurch wird nicht nur eine Steigerung des Informationsflusses bis zu einer Sättigung dargelegt, wie beim 2. Stadium (positive und negative Rückkoppelung); vielmehr wird die Menge der Anregung selbst (dargestellt durch die Menge der zusätzlichen Adoptionseinheiten) sichtbar. Anregende Adoptoren A und anzuregende Adoptoren B stehen als Partner einander gegenüber; je mehr die anzuregenden Adoptoren übernehmen, um so mehr können die anregenden Adoptoren aufnehmen, Übernahme und Übergabe der Anregung erfolgt wie auf dem Markt. So läßt sich konstatieren: Indem Anregung hinzugefügt und wieder abgezogen wird, haben wir ein Gleichgewichtssystem (Aggregat) vor uns. Die Adoptoren eines Aggregats sind Konkurrenten untereinander; sie haben dieselbe Aufgabe oder

Funktion im Rahmen des Systems, bilden also auch Merkmalsgruppen, sind darüber hinaus aber in ihrer Existenz vom folgenden Partner abhängig.

Im 4. Kontrollstadium (V)

erfolgt die Weitergabe der Anregung an das in der Prozeßsequenz folgende Aggregat B. Durch diese Weitergabe und das Anwachsen der Zahl der angeregten Adoptionseinheiten im betrachteten Aggregat A kommt es zur Beeinflussung der Umwelt (Aggregat B) und umgekehrt der Elemente des Aggregats A; denn nicht nur bei dem hier betrachteten, sondern auch bei dem empfangenden Aggregat geht die Aufnahme der Anregung mit einem Wachstum, die Abgabe mit einem Schrumpfen der Adoptionseinheiten einher. Es treten dadurch die Aggregate A und B in Wechselwirkung; sie beeinflussen sich gegenseitig nicht nur im Wachstum, sondern auch in ihrer Existenz selbst. Die anregenden Adoptoren und anzuregenden Elemente sind sowohl durch positive als auch durch negative Rückkoppelung miteinander verbunden. Dadurch schwankt bei dem anzuregenden Aggregat B die Empfangskapazität, bei dem anregenden Aggregat A der Umfang der Anregung. Dies äußert sich in Schwingungen, der Prozeß wiederholt sich; damit wird die Veränderung als solche verstetigt. Die Information oder Nachfrage wird quantenweise weitergegeben. Das System stellt sich mit seinen Adoptoren als eine Einheit nach oben und unten dar. Ein Nichtgleichgewichtssystem als ein sich selbst kontrollierendes Feedback-System ist entstanden.

Insgesamt betrachtet wird im Verlauf der vier Kontrollstadien der Aufbau einer Systemstruktur demonstriert, durch sukzessiven Einbezug einer "Gegenstruktur". Sehen wir die Adoption als Nachfrage nach einer erhöhten Leistung des Systems, so tritt der Umfang der Erhöhung im Verlauf des Prozesses immer deutlicher hervor, d.h. die Menge der angeregten Adoptionseinheiten.

2.4. VIERFACHBINDUNG: EXPANSION DES SYSTEMS (ELEMENTARSTADIEN; SUSS - SUVV)

Im Rahmen der Dreifachbindung wurde die Zahl der angeregten Adoptionseinheiten erhöht, in den Prozeß einbezogen. Die Ausbreitung der Adoption ist aber mit der Übernahme der Anregung durch die Adoptoren noch nicht beendet; vielmehr ist die die Materie erschließende Seite der Elemente an die die Information empfangende Seite anzugleichen. Die Anregung wird also von der Informationsseite zur Materieseite der Adoptoren weitergegeben. Es stehen sich angeregte Adoptoren (Informationsseite) und angeregte Adoptoren (Materieseite) gegenüber (Tab.1). Die Informationsseite ist strukturell betrachtet die Oberseite, die Materieseite die Unterseite.

Wiederum sei als Beispiel eine Gemeinde angeführt: Die die Innovation, die Stimulanz aufnehmenden Betriebe in einer Gemeinde müssen die Anforderung und die Möglichkeit ihrer materiellen Erfüllung in ihrer Planung in Übereinstimmung bringen. Dieser in den einzelnen Teilprozessen sich vollziehende Anschluß der Materieseite an die Informationsseite in den Betrieben wird über das System (Gemeinde) verbreitet, vom Ist zum Soll, Schritt für Schritt. Die Teilprozesse auf der Ebene der Vierfachbindung können wir als Elementarstadien bezeichnen. Da jedes Element eine bestimmte ³Raumeinheit benötigt, wird im Rahmen der Elementarstadien der ³Raum des Systems vergrößert, auf Kosten der untergeordneten Umwelt. Der Prozeß führt von innen nach außen, d.h. er verläuft zentral-peripher.

Mit der Einbeziehung der Adoptoren (Materieseite) wird die untergeordnete Umwelt ihrerseits inspiriert, sich umzugestalten, da nun das Defizit im Energiefluß bis zur Grenze zwischen dem Aggregat A, zu dem das hier behandelte System gehört, und der untergeordneten Umwelt, d.h. dem im Energiefluß vorgeschalteten Aggregat B, vorgedrungen ist. So kann dann die Materie als Rohstoff von unten in das System gelangen, der Prozeß schreitet von oben nach unten weiter.

Zur Illustration der Zusammenhänge sollen, wie schon gesagt, wieder die Adoptoren gewählt werden, und zwar für jedes Kontrollstadium

(Dreifachbindung, Kap. 2.3.3.) anhand des 3. Aufgabenstadiums (Zweifachbindung, Kap. 2.3.2.), d.h. es werden die Elementarstadien der Teilprozesse SUS, SUT, SUU und SUV analysiert (Abb. 2). Konkret heißt dies, daß der Vorgang der Ausbreitung der Innovation (der Nachfrage) in jeweils vier Elementarstadien zerlegt wird (Tab. 1). In den vier Kontrollstadien erfolgt in unterschiedlichem Maße eine Weitergabe an das in der Prozeßsequenz folgende Aggregat B, d.h. in nicht begrenzten Elementmengen, in begrenzten Merkmalsgruppen, in Gleichgewichts- und in Nichtgleichgewichtssystemen. Die Elementarstadien werden, wie oben dargelegt (Kap. 2.0.), mit einer viergliedrigen Buchstabenfolge gekennzeichnet (hier soll wiederum nur der letzte Buchstabe angegeben werden) (Abb. 3):

Im 1. Elementarstadium (S) erfolgt die Aufnahme der Information (Nachfrage). Der Prozeß geht von der im Prozeßablauf vorgegebenen Anzahl der Adoptionseinheiten als Sollwert aus. Dieser Sollwert wird von den vorgegebenen Adoptoren (Informationsseite) (im vorgegebenen ³Raum des Systems) angestrebt, die damit ihre Kapazität erhöhen (überlasten). In diesem Elementarstadium wird also die Dichte der Adoptionseinheiten (Informationsseite) im System erhöht oder doch - betrachtet man die Einbindung in das System entsprechend den Kontrollstadien - vom Ist- zum Sollwert verändert.

Das 2. Elementarstadium (T) beinhaltet die Erhöhung oder Verminderung der intendierten Leistung. Mit der Erhöhung der Dichte der Adoptionseinheiten (Informationsseite) ist eine Erhöhung der (intendierten) Leistung im System verbunden. Im 2. Elementarstadium wird die Leistung der Adoptoren (Materieseite) je Schritt an die neue erhöhte Leistung der Adoptoren (Informationsseite), d.h. den Sollwert, herangeführt. Je nach der Verknüpfung der Adoptoren im System kann damit auch eine negative Entwicklung, d.h. eine Verminderung der Leistung der Adoptoren verbunden sein.

Im 3. Elementarstadium (U) findet die Erhöhung (oder Verminderung) der Zahl der Adoptionseinheiten statt. Die Erhöhung (oder Verminderung) der Leistung je Adopter (Materieseite) wird in eine Erhöhung (oder Verminderung) der Zahl der Adoptionseinheiten (Materieseite) umgesetzt. Dies ist der eigentliche

Prozeß der Ausbreitung der Information von Element zu Element im System. Auch hier kommt es zur Aufnahme und teilweise wieder Abgabe der Information, je nach der Art der Kontrollverknüpfung im System.

Das 4. Elementarstadium (V)

ist durch die Vergrößerung des beanspruchten ³Raumes gekennzeichnet. Die Erhöhung der Zahl der Adoptionseinheiten (Materieseite) führt zu einer Vergrößerung des Raumes (auf der Fläche oder im Volumen). Parallel zur Entwicklung im 3. Elementarstadium kann es auch zur Verkleinerung des beanspruchten ³Raumes kommen.

Umgesetzt auf unser Beispiel der Gemeinde bedeutet dies, daß die einzelnen Adoptionsstadien in jedem Betrieb (Aufnahme der Idee, Planung des Arbeitsablaufs, Anweisungen, Zugriff auf den Ressourcenbedarf) über die Gemeinde hinweg verbreitet wird, dabei macht es jeweils einen Unterschied, ob die Betriebe für sich, als Teile einer begrenzten Merkmalsgruppe, als Wirtschaftseinheiten im Fließgleichgewicht der Gemeinde insgesamt oder in einem Aggregat als Partner von Betrieben eines anderen Aggregats im übergeordneten Nichtgleichgewichtssystem betrachtet werden.

Diese Zusammenhänge wurden als vorläufiger Bericht bereits dargestellt (D. FLIEDNER 1981 b), werden jedoch hier in einzelnen Punkten - aufgrund der mit dieser Arbeit gewonnenen Einsichten - berichtet.

3. FORMALISIERUNG

3.0. EINLEITUNG

Nach diesen Erörterungen soll nun der Weg in eine formale Betrachtung des ⁴Raumes aufgezeigt werden. Es können nicht alle Beziehungen zur Darstellung gelangen, es würden über dreihundert sein. Deshalb sollen nur einige Prozesse des 1. Hauptstadiums, der Adoption (S), dargestellt werden. Eine Vervollständigung muß der Zukunft vorbehalten bleiben. Wie bereits ausgeführt wurde, entwickeln sich die Adoptionsprozesse im wesentlichen in positiver Richtung, sowohl auf der Abszisse als auch auf der Ordinate im Koordinatensystem.

Die Darstellung der Formeln wird in der Weise vorgenommen, daß die Aufgaben (2. Bindungsebene) im Mittelpunkt stehen, d.h.

SS - die Stärke der Stimulanz

ST - die Leistungsrelation

SU - die Mengenentwicklung

SV - die Übergabe der adoptierten Information an die Produktion.

Innerhalb der einzelnen Aufgaben werden die Kontrollstufen (3. Bindungsebene) vorgestellt (Abb. 2). Endlich erfolgt im Rahmen der 3. Aufgabe (Entwicklung der Mengen) beispielhaft eine Formalisierung der Beziehungen und Vorgänge in der 4. Bindungsebene, d.h. der Elementarstadien (Abb. 3).

Die einzelnen in den Formeln verwendeten Symbole gelten nur für die betreffenden Gleichungen selbst. Die Verknüpfung der Formeln untereinander kann hier nur angedeutet werden; weitere theoretische sowie empirische Arbeiten sind notwendig, um genauere Aussagen machen zu können.

Aufgabenstadien

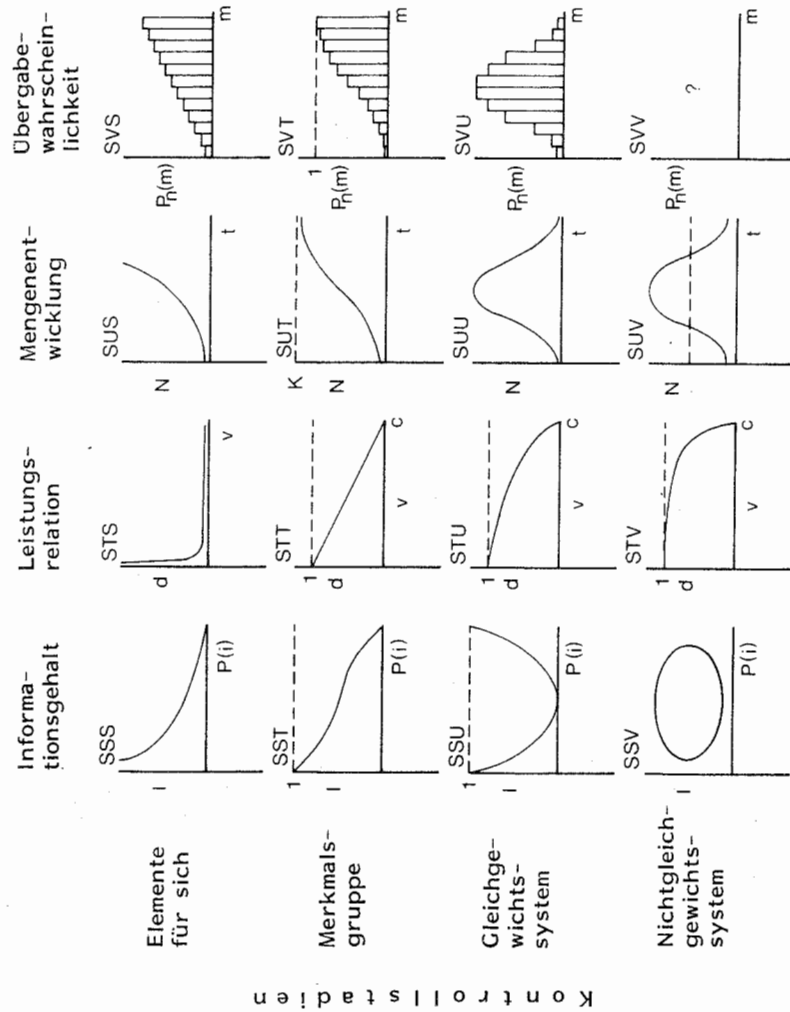


Abb. 2: Aufgabenstadien und Kontrollstadien im Rahmen der Adoption

3.1. ERSTES AUFGABENSTADIUM:
STÄRKE DER STIMULANZ (SS)

3.1.0. Einleitung

Wie oben (Kap. 2.1.) dargestellt, wird ein Prozeß durch die Diskrepanz zwischen Ist und Soll in der Energieversorgung ausgelöst. In der 2. Bindungsebene wird der Prozeßablauf strukturiert. Am Anfang steht die Ermittlung der Stimulanzstärke als Ausdruck des Ausmaßes der Diskrepanz zwischen gegebener und intendierter Energie- (Produkten-)dichte. Nimmt man an, daß die Elemente potentiell gleich viel Energie als Rohstoff aufnehmen, dann umsetzen und schließlich verändert (als Produkt) wieder abgeben, so wird die Menge an Energie durch die Menge der Elemente beschrieben. Die hier gefragte Höhe des Energieflusses beruht auf den Kontaktmöglichkeiten zwischen angeregten Adoptoren und Produzenten. Sie wird durch die Wahrscheinlichkeit $P(i)$, mit der Kontakte eintreten, quantitativ umschrieben. Dieser Wert ist das Ergebnis des vorhergehenden Reaktionsprozesses (Kap. 2.1.2.), sachlich parallelisierbar mit der Wahrscheinlichkeit $P_n(m)$ des 4. Aufgabenstadiums (SV). Beträgt $P(i) = 1$, so ist die Sicherheit gegeben, daß jeder Kontaktierungsversuch erfolgreich ist. Im Hinblick auf das System bedeutet dies, daß dann jeder Anreiz für eine Änderung fehlt, ein Prozeß kommt nicht in Gang, wird nicht stimuliert. Umgekehrt kann man sagen: Je seltener die Kontakte, um so stärker der Anreiz. Will man nun ein Maß für die Stärke finden, mit dem die Prozesse stimuliert werden, muß man einen Wert finden, der den Grad der Seltenheit der Kontakte widerspiegelt. Dies ist möglich, wenn man den zu den Wahrscheinlichkeiten gehörenden Informationsgehalt - wie er in der Informationstheorie definiert ist - heranzieht (R. SCHWARZ 1981, S. 12 f.).

Die Informationsgehalte des Istzustandes $I(A)$ und des Sollzustandes $I(B)$ sollten addierbar (bzw. subtrahierbar) sein, also:

$$I(A \text{ und } B) = I(A) + I(B)$$

A und B sind unabhängig voneinander; so gilt für die entsprechende Verbundwahrscheinlichkeit:

$$P(A \text{ und } B) = P(A) \cdot P(B)$$

Damit deutet sich eine logarithmische Verknüpfung an. Als Basisformel ergibt sich:

$$I \sim -\log P(i)$$

I gibt den Unterschied zwischen Ist und Soll an und definiert die beabsichtigte Erhöhung der Leistung.

Man kann den binären Logarithmus wählen; er besagt, daß der Informationsgehalt I auf die Anzahl der Ja/Nein-Entscheidungen zurückgeführt wird, die erforderlich ist, um aus einer Menge von Elementen ein bestimmtes Element identifizieren oder kontaktieren zu können. Das Informationsmaß ist bit. In der Technik wird häufig auch der dekadische Logarithmus gewählt, um eine Leistungsverstärkung zu messen; die Maßeinheit ist das Bel.

In den verschiedenen Kontrollstufen erfährt diese einfache Beziehung mannigfache Änderung, wie in den folgenden Abschnitten deutlich werden wird.

3.1.1. Elemente für sich (SSS)

In der 1. Kontrollstufe werden die Adoptoren als solche in ihrer potentiellen Leistung erhöht, vom Ist zum Soll. Sie werden also für sich betrachtet, als würden sie keinem System angehören. Wir können für die Überlegung die bereits abgeleitete Formel SS (Kap. 3.1.0.) übernehmen. Die Nachfrage stimuliert den Prozeß. Dieser Wert kann als Informationsgehalt I definiert werden, der von der Wahrscheinlichkeit P(i), daß Produzenten durch Kontakte mit Adoptoren angeregt werden, abhängt. Mit wachsender Wahrscheinlichkeit sinkt der Informationsgehalt, und zwar in logarithmischer Abhängigkeit:

$$I = -k \log P(i) = k \log \frac{1}{P(i)}$$

(k = Konstante).

Die Formel besagt: Je niedriger die Wahrscheinlichkeit P(i) ist, daß Produzenten angeregt werden, um so geringer der potentielle Energiefluß, um so stärker der Anreiz, die Struktur zu verändern. Dieser Anreiz wird durch die Nachfrage nach anregenden Adoptoren ausgedrückt. So wird der Prozeß stimuliert. Mit fortschreitendem Prozeß nimmt P(i) zu, damit vermindert sich der Anreiz zu weiterer Änderung.

3.1.2. Merkmalsgruppen (SST)

Die Erhöhung der Stimulanzwerte entsprechend SSS gilt für die Elemente als solche, also z.B. für die Betriebe einer Vielzahl von Gemeinden. In der nun zu behandelnden Kontrollstufe sind nur die stimulierten Betriebe der hier zur Frage stehenden Gemeinde (als Merkmalsgruppe) betroffen. Angeregte und nicht angeregte Produzenten bilden eine feste Summe. So kann die Stimulanzstärke oder der Informationsgehalt nicht beliebig hoch werden, sondern wird entsprechend der Kapazität limitiert; er kann einen festen Wert $I = K$ nicht überschreiten. Die übrigen Werte ergeben sich aus der Wahrscheinlichkeit P(i), mit der (von Adoptoren) angeregte und noch anzuregende Produzenten auftreten (SVT). Der Informationsgehalt ist $I = K$, wenn $P(i) = 0$; dann hat noch kein Produzent eine Anregung erhalten. Auf der anderen Seite ist $I = 0$, wenn $P(i) = 1$; dann sind alle Produzenten kontaktiert worden, ein neuer Zustand ist erreicht.

Eine Ableitung des Verlaufs der Kurve müßte zwei Fakten berücksichtigen:

1. hat man es im Sinne der Informationstheorie mit einem einfachen binären Informationsübertragungssystem mit nur zwei Symbolen (angeregte bzw. anzuregende Produzenten) zu tun; sie treten mit den Wahrscheinlichkeiten P(A) und P(B) auf. In unserem Falle werden die Wahrscheinlichkeiten zueinander in Beziehung gesetzt, da sich beide Elementtypen in einem begrenzten System gegenüberstehen. Dabei sei $P(A) = P(i)$; P(B) wird von der entgegengesetzten Seite her gemessen. Es ist also $P(A) = 1 - P(B)$. Die zugehörige Formel (E. SHANNON u. W. WEAVER 1949) ist die bekannte Gleichung der Negentropie (Elementtyp = angeregte bzw. anzuregende Produzenten):

$$I' = P(A) \cdot \log \frac{1}{P(A)} + P(B) \cdot \log \frac{1}{P(B)}$$

$$= \sum_{i=A}^{i=B} P(i) \cdot \log \frac{1}{P(i)} \text{ bits/Elementtyp}$$

2. Zum anderen soll die Veränderung in einer Richtung, vom Ist zum Soll, beschrieben werden. Bei der hier darzustellenden Einbringung der Anregung sind nicht nur die Abszissenwerte $P(A)$ und $P(B)$ aufeinander bezogen, sondern auch die Ordinatenwerte, ausgehend von $I = K$ (Istwert) und endend bei $I = 0$ (Sollwert). Man kann zur Vereinfachung $K = 1$ setzen. Um die Werte zwischen den beiden Extremen zu erhalten, ist folgendes zu beachten:

Einmal angeregt, bleibt der Produzent angeregt. Im Verlauf des Prozesses nimmt also die Wahrscheinlichkeit $P(i)$ zu, daß unter den Produzenten angeregte Produzenten auftreten. $P(i)$ erhöht sich schrittweise, d.h. in 1, 2, ... n Schritten.

Die Stimulanzstärke I nimmt mit wachsendem $P(i)$ dagegen ab. Die Differenzbeträge $I'_i - I'_{i-1}$ zwischen den Werten der o.a. Formel müssen so von den jeweils vorhergehenden Istwerten abgezogen werden. Da durch die Kontakte der Anteil der anzuregenden Produzenten abnimmt, ist der jeweilige Differenzbetrag zu halbieren. Es ergibt sich also:

$$I_n = 1 - \frac{1}{2} \cdot \sum_{i=1}^{i=n} |I'_i - I'_{i-1}|$$

3.1.3. Gleichgewichtssysteme (SSU)

Wir können - nach Abschluß des Prozesses SST - annehmen, daß die Zahl der angeregten Produzenten festliegt. Im Gleichgewichtssystem wird von den Produzenten Anregung aufgenommen und wieder (an das folgende Aggregat) weitergegeben. Wir trennen so angeregte von anregenden Produzenten. Die Stärke der Stimulanz und ihre Veränderung vom Ist- zum Sollzustand richten sich nach der Wahrscheinlichkeit, mit der die angereg-

ten und ihrerseits anregenden Produzenten auftreten; sie kontaktieren einander. Beide Elementtypen treten mit den Wahrscheinlichkeiten $P(A)$ und $P(B)$ auf; da angeregte und anregende Produzenten aus einer Aufspaltung hervorgegangen sind, treten sie mit gleicher Wahrscheinlichkeit auf, d.h. $P(A) = P(B) = 0,5$. Gefragt ist nach der Übertragungsgeschwindigkeit der Anregung vom Aggregat A (angeregte Produzenten) zum Aggregat B (anregende Produzenten), der Kontakthäufigkeit zwischen beiden Elementtypen.

In Analogie zur Informationstheorie kann man hier einen symmetrischen Binärkanal mit Sender (Aggregat A) und Empfänger (Aggregat B) erblicken; die Anregung wird durch Kontakte zwischen den angeregten Produzenten A (Anbieter) und anregenden Produzenten B (Nachfrager) übertragen. Die Wahrscheinlichkeit, daß solche erfolgreichen Kontakte zustandekommen, kann vom Sender $P(a)$ oder vom Empfänger $P(b)$ aus gemessen werden, wobei $P(i) = P(a) = 1 - P(b)$ ist. Diese mittlere Unsicherheit wird als Äquivokation bezeichnet; sie ist ihrerseits eine Information, die von der gesendeten abgezogen werden muß. Das Ergebnis ist die Transinformation (J.F. YOUNG 1975, S. 148 f.; R. SCHWARZ 1981, S. 44 f.). Wenn man so will, kann man an die Beziehung SST anknüpfen; hier wird aber nicht eine Folge von Zuständen dargestellt, sondern die Veränderung selbst. In unserem Fall ist

$$I = 1 + P(a) \log P(a) + P(b) \log P(b)$$

$$= 1 + P(i) \log P(i) + [1 - P(i)] \log [1 - P(i)] \text{ bits/Elementtyp}$$

(Elementtyp = angeregte bzw. anregende Produzenten).

Die höchste Stimulanzstärke ($I = 1$) ist gegeben, wenn $P(i) = P(a) = 0$ und $P(i) = 1$ oder $P(b) = 0$, die geringste ($I = 0$) dann, wenn $P(i) = 0,5$. Dies bedeutet: wenn angeregte und anregende Produzenten gleich häufig auftreten, sind Kontakte am häufigsten; ist dagegen vorwiegend der eine oder der andere Elementtyp vertreten, so ist die Wahrscheinlichkeit von Kontakten geringer, der Anreiz zu einer Änderung des Systems, also die Stimulanzstärke, größer.

3.1.4. Nichtgleichgewichtssysteme (SSV)

Es wurde bei der Behandlung der vorigen Kontrollstufe (SSU) hervorgehoben, daß die Betriebe einer Gemeinde oder die Adoptoren im Gleichgewichtssystem in ihrer Existenz von der Möglichkeit abhängen, die Anregung oder Innovation umzusetzen, als Glied einer Adoptions- (in umgekehrter Richtung Produktions-)kette. In der 4. Kontrollstufe gibt sich auch das in der Adoptionskette folgende Aggregat B nicht nur als passiv empfangendes Aggregat; vielmehr wächst und schrumpft das Aggregat wie das hier behandelte Aggregat A. Dies bedeutet im 1. Aufgabenstadium, daß der Empfang der Anregung seitens der Produzenten (Aggregat B) auch auf die Zahl der Adoptoren (Aggregat A) zurückwirkt, so daß deren Wachstum (gemessen in Adoptionseinheiten) dadurch gefördert oder behindert wird. Da durch die Prozeßdauer in den Aggregaten Verzögerungen gegeben sind, entstehen Schwankungen, Wachstum und Schrumpfung lösen einander ab. Das Wachstum beider Partner ist also jeweils positiv und negativ rückgekoppelt, so daß man von einem sich selbst kontrollierenden Feedback-System sprechen kann.

Es hat sich nun eine Einheit gebildet, das Nichtgleichgewichtssystem, das mit seiner Umwelt - dem benachbarten Aggregat B - in Wechselbeziehung steht. Dieses System bleibt Bestandteil des übergeordneten Gleichgewichtssystems mit seinem Informationsfluß und - im 2. Hauptstadium - entgegengerichteten Energie- oder Produktenfluß; Nichtgleichgewichtssysteme müssen mit ihren Umwelten in räumlichem Kontakt stehen, und diese müssen ihrerseits in der Lage sein, sich selbst zu regenerieren. Die entstehenden Schwingungen zeigen, daß die Veränderung, d.h. der Prozeß, selbst verstetigt wird; Information bzw. Energie werden portions- oder quantenweise weitergegeben. Das Nichtgleichgewichtssystem erhält eine Eigenschwingung, die die Prozeßdauer bestimmt und damit den Ablauf einer internen Zeit.

Die angeregten Adoptoren (Aggregat A) fragen Empfangskapazität bei den Produzenten (Aggregat B) nach. Jeder Produzent stellt eine bestimmte Menge Empfangskapazität zur Verfügung (und muß dies auch für seine eigene Existenz tun). Die Höhe der Empfangskapazität läßt sich wieder durch die Zahl der Adoptionseinheiten ausdrücken. Die angeregten Adoptoren A übernehmen Einheiten von den Produzenten B und

beziehen so die Empfangskapazität. Die Nachfrage kann um so höher sein, je mehr Produzenten B je Flächen- oder Volumeneinheit es gibt. Durch den Wachstums- bzw. Schrumpfungsprozeß kann das Angebot nur mit einer gewissen Zeitverzögerung die Nachfrage befriedigen.

Diese Konstellation entspricht der in der Ökologie bekannten Räuber-Beute-Beziehung. Der Energiefluß (das Angebot an Empfangskapazität) verläuft von der nährenden Umwelt über die Beute (= Produzenten B) zu den Räubern (= angeregte Adoptoren A) und weiter in die nachfragende Umwelt, die Information (Nachfrage) in umgekehrter Richtung. Der Fluß wird durch das Verhältnis zwischen Beute und Räuber beschleunigt und vermindert. Angeregte Adoptoren und Produzenten haben ihre eigenen Vermehrungsraten, die jedoch voneinander abhängen. Es hängt nun von der Dichte der Adoptoren A und Produzenten B ab, wie groß die Wahrscheinlichkeit dafür ist, daß sich beide treffen. Das Vorhandensein der Produzenten B regt die Vermehrung der angeregten Adoptoren A an, während umgekehrt das Vorhandensein der angeregten Adoptionseinheiten A der Entwicklung der Produzenten B abträglich ist. Die Stimulanzstärke I hängt von der Wahrscheinlichkeit $P(i)$ ab, mit der die Produzenten B (= Beute) auftreten; je weniger Adoptoren (= Räuber) es gibt, um so höher ist die Wahrscheinlichkeit des Auftretens der Produzenten. Um nun das System zu erhalten, müssen also weitere Adoptoren A (= Räuber) hinzukommen; dies bedeutet eine Erhöhung der Stimulanzstärke I. Eine genauere mathematische Formulierung ist durch die bekannten LOTKA-VOLTERRA-Beziehungen möglich (Kap. 3.3.4., Gleichung SUV). Das Ergebnis ist eine wieder in sich selbst zurückführende geschlossene Kurve.

3.2. ZWEITES AUFGABENSTADIUM: VERTEILUNG DER STIMULANZ AUF DIE ELEMENTE (ST)

3.2.0. Einleitung

Der Informationsgehalt I gibt generell die Stärke der Stimulanz, also der beabsichtigten Veränderung an. Dieser Wert ist der Sollzustand, er

muß nun auf die Zahl der gegebenen Adoptoren, in unserem Beispiel der Gemeinde, also auf die Zahl der Betriebe, übertragen werden. Es muß also, wie bereits früher ausgeführt (Kap. 2.2.), eine Umwertung vorgenommen werden. Die Zahl der gegebenen Adoptoren (gemessen in Adoptionseinheiten) ist proportional zur gegebenen Leistung (Istzustand), die sich durch das Geschwindigkeitssymbol v darstellen läßt; als Leistung mag die Geschwindigkeit interpretiert werden, mit der etwas getan wird, Arbeit verrichtet - hier adoptiert - wird (Kap. 2.2.). Setzt man $I = 1$, so erhält man einen Wert d , der die Basis für eine Vermehrung der Adoptionseinheiten (im 3. Aufgabenstadium) abgibt, durch die die Gesamtleistung des Systems erhöht werden soll. Je mehr Adoptoren v in dem System gegeben sind, um so weniger Stimulanz d entfällt auf jeden Adopteur, entsprechend der Basisformel

$$d \sim \frac{1}{v}$$

Dabei ist angenommen, daß die Zahl der Adoptoren nicht begrenzt ist.

Die Adoptionsgeschwindigkeit je Element hängt aber nicht nur von der Stärke der Stimulanz von außen und der Zahl der Elemente ab; vielmehr ist zu berücksichtigen, ein wie hoher Betrag der Stimulanz je Element in die Produktion (2. Hauptstadium) übernommen wird; je weniger von den Produzenten an Anregung verwertet werden kann, um so weniger Stimulanz kann aufgenommen werden. Und dies hängt davon ab, wie die Elemente an das System gekoppelt sind. Bei Merkmalsgruppen, Gleichgewichts- und Nichtgleichgewichtssystemen sind die Beziehungen komplizierter, da die Elemente entsprechend ihrer Koppelung an die Produzenten unterschiedlich aufnahmefähig sind.

3.2.1. Elemente für sich (STS)

Zunächst ist zu ermitteln, welchen Stimulanzbetrag die Adoptoren für sich betrachtet aufnehmen. Es wird also noch keine Rücksicht darauf genommen, ein wie hoher Anteil weitergegeben werden kann; vielmehr wird angenommen, daß dieser Betrag konstant ist, bei allen Adoptoren

gleich k . Setzt man zudem $I = 1$ (um einen Relativwert als Faktor für die Übernahme in das 3. Aufgabenstadium zu erhalten), so lautet die Formel

$$d = k \cdot \frac{1}{v}$$

(v ist die Zahl der Adoptoren).

3.2.2. Merkmalsgruppen (STT)

In einer gegebenen Gemeinde ist die Zahl der Betriebe begrenzt. Die Zahl der Adoptoren steht also fest; so kann die Adoptionsleistung einen Wert c nicht überschreiten; man mag ihn als Solleistung interpretieren. Auf diese Zahl ist die vorgegebene Leistung zu verteilen. Die Istleistung v der Adoptoren ist also zu erhöhen. Da diese an die Solleistung c Schritt für Schritt herangeführt werden soll, ergibt sich, daß mit jedem Schritt der Ausgangswert d (= Stimulanzstärke) von dem Betrag 1 um den Wert $\frac{v}{c}$ verringert wird, also linear mit Annäherung von v an c abnimmt. Die gesuchte Formel für die Stimulanzstärke ist somit

$$d = 1 - \frac{v}{c}$$

Ist c erreicht, hört der Prozeß auf. Es handelt sich um eine absteigende arithmetische Reihe von Relativwerten. Man mag den den Merkmalsgruppen zugrundeliegenden Raum als Behälter auffassen, in dem sich die Elemente befinden. Die hier im Rahmen des 2. Aufgabenstadiums vorgebrachte Beziehung ist der Sache nach die von A. EINSTEIN (1905/74) erläuterte Galileitransformation, die dem absoluten Raum Newtons angemessen ist (Kap. 1.0.).

3.2.3. Gleichgewichtssysteme (STU)

Im 2. Kontrollstadium (STT) werden die Adoptoren als eine passiv Stimulanz oder Information empfangende Menge charakterisiert. In unserem

konkreten Beispiel bedeutet dies: Die Betriebe der Gemeinde nehmen die Innovation lediglich auf. Im 3. Kontrollstadium wird die den Adoptoren zugeführte Anregung aber zu den Elementen des folgenden Aggregats B weitergegeben, so daß von den Adoptoren (des Aggregats A) neue Anregung aufgenommen werden kann. So vermindert sich die auf jeden Adopter entfallende Stimulanz nicht lediglich linear; vielmehr wird je Adopter gerechnet die Stimulanz der jeweils verbleibenden Adoptoren um einen gewissen Betrag erhöht. Dies sei an einem Beispiel erläutert:

Am Eingang seien als Istwert nur die überkommenen Adoptoren vertreten, die zusätzlich eingebrachte Leistung ist also $v = 0$; dann ist $d = 1$. Nimmt man an, daß v in insgesamt 10 Schritten an den Sollwert herangeführt werden soll, so muß man beim ersten Schritt $\frac{1}{c} = \frac{1}{10}$ vom Ausgangswert abziehen; es bleiben zunächst $\frac{9}{10}$ oder $1 - v/c$ je Element (wie Formel STT). Diese Menge gibt aber zusätzlich $\frac{1}{10}$ an die anzuregenden Adoptoren B ab, so daß die Aufnahmefähigkeit der Adoptoren A wieder etwas erhöht wird, um $\frac{1}{10}$ von $\frac{9}{10}$. Es ergibt sich also folgende Formel für die Leistungssteigerung je Adopter:

$$d = \left(1 - \frac{v}{c}\right) + \frac{(c - v) \cdot \frac{v}{c}}{c} = 1 - \frac{v^2}{c^2}$$

3.2.4. Nichtgleichgewichtssysteme (STV)

Im 4. Kontrollstadium ist von Bedeutung, daß die anregenden Adoptoren A und die anzuregenden Adoptoren B durch die geschilderte Stimulanz-Antwort-Verknüpfung sich im Wachstum anregen oder behindern. Dadurch wird der Informationsfluß, d.h. der Betrag der Stimulanz erhöht bzw. verringert. Die Geschwindigkeit oder Leistung wird durch die Aufnahme der Anregung durch die anregenden Adoptoren A festgelegt und durch die Weitergabe an die anzuregenden Adoptoren B, wodurch die Aufnahmeleistung der anregenden Adoptoren A erhöht werden kann.

Zwei Tendenzen sind zu unterscheiden:

1. In entsprechender Weise wie bei den vorhergehenden Kontrollstadien wird die Istleistung v an die Solleistung c herangeführt. Rechnen wir, daß dies in zehn Schritten geschehen kann, so ergibt sich für den Fall, daß der Empfang von den anzuregenden Adoptoren B nicht berücksichtigt werden muß:

$$1. \text{ Schritt } D(1)_1 = 1 - \frac{1}{10}$$

$$n. \text{ Schritt } D(1)_n = 1 - \frac{v}{c}$$

Dies ist die Grundtendenz, wie sie bei der Formel STT bereits erscheint.

2. Andererseits ist zu berücksichtigen, daß durch die zusätzliche Abnahme der Anregung seitens der anzuregenden Adoptoren B ein 2. Term gebildet werden muß; er gibt an, daß die Geschwindigkeit oder Leistung um einen entsprechenden Betrag zu erhöhen ist, also

$$1. \text{ Schritt } D(2)_1 = 1 + \frac{1}{10}$$

$$n. \text{ Schritt } D(2)_n = 1 + \frac{v}{c}$$

c bzw. v ist jeweils bei beiden Veränderungsvorgängen gleich, da es sich ja um denselben Stimulanzvorgang handelt.

Gefragt ist nach der Leistungsrelation d zwischen Ist und Soll je Adopter, d.h. nach einem Mittelwert. Da es sich um die Ermittlung von durchschnittlichen prozentualen Veränderungsdaten handelt, ist das geometrische Mittel zu wählen. So gilt als Formel für die Leistungssteigerung je Adopter

$$d = \sqrt{D(1) \cdot D(2)} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

Es sei auf die Ähnlichkeit dieser Formel mit der LORENTZ-Kontraktion hingewiesen, die auch der Speziellen Relativitätstheorie von A. EINSTEIN (1905/74) zugrunde liegt.

3.3. DRITTES AUFGABENSTADIUM:
VERGRÖSSERUNG DER ADOPTORENMENGE (SU)

3.3.0. Einleitung

Im 3. Aufgabenstadium erfolgt die Ausbreitung (Diffusion) der Anregung in die Menge der Adoptoren, d.h. in unserem Beispiel: hier werden nach und nach, in zeitlichen Schritten, die Betriebe einer Gemeinde angeregt. Wenn man so will, ist diese Aufgabe der Innovationsausbreitung der eigentliche Prozeß, wie er ja auch Anthropologen und Geographen im Rahmen der Innovationsforschung sowie Demographen und Biologen im Rahmen der Populationsforschung bekannt ist. Der Prozeß wird durch die Struktur des Systems, d.h. die Einbettung der Adoptoren in ihre Umwelt, in unterschiedlicher Weise reglementiert (vgl. Kontrollstadien, Kap. 2.3.).

Im einfachsten Fall, d.h. bei der unbegrenzten Informationsausbreitung, entwickelt sich - bei linearer Zeitentwicklung - die angeregte Adoptorenmenge in der Grundtendenz positiv-exponentiell, d.h. die jeweils stimulierten Elemente inspirieren die benachbarten, die dann ihrerseits weitere Elemente anregen usw. Auf diese Weise wird die Innovation von den Elementen des Systems aufgenommen und weitergegeben. Die Grundformel lautet also

$$N \sim e^t$$

Darin bedeutet N die Anzahl der Adoptoren, t die Zahl der zurückgelegten Zeitschritte, e ist der natürliche Basiswert der Exponentialfunktion.

Diese Formel beinhaltet die einfachste Version der Rückkoppelung. Der nächste Schritt bezieht immer den gegenwärtigen Zustand ein, der erneut mit der Rate multipliziert wird (J.W. FORRESTER 1968). Veränderung und Zustand werden hier kombiniert.

3.3.1. Elemente für sich (SUS)

Im konkreten Fall beinhaltet diese Aufgabe im 1. Kontrollstadium das unbegrenzte exponentielle Wachstum. Es werden keine übergeordneten

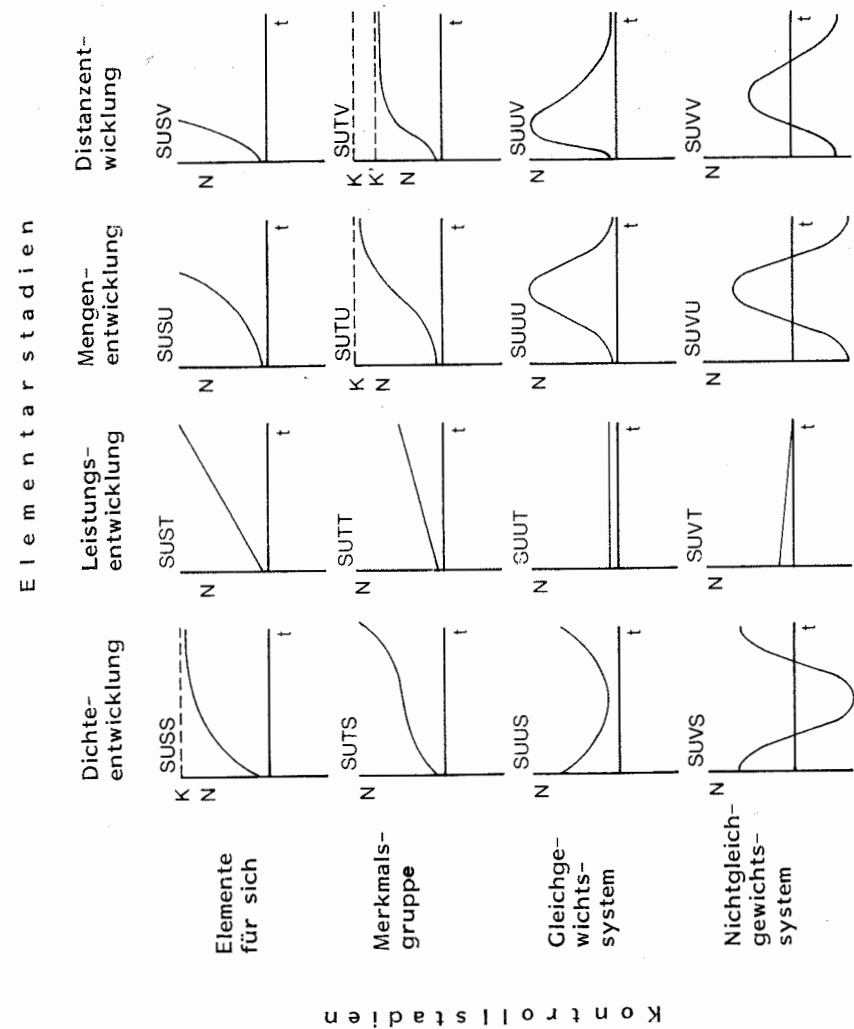


Abb. 3: Elementarstadien und Kontrollstadien im Rahmen der Adoption

Systemstrukturen erkennbar. Die Adoptorenmenge ist also nicht begrenzt; vielmehr werden die Elemente für sich betrachtet. Die zu stimulierenden Adoptoren nehmen einen konstanten Betrag auf. Der Wert d aus dem vorhergehenden Aufgabenstadium bildet die Basis für die Länge der Zeitschritte t , geht also in die der Basisformel SU eingefügte Konstante k ein:

$$N = e^{k \cdot t}$$

(N = Zahl der angeregten Adoptoren, e = natürliche Basis der Exponentialfunktion).

3.3.1.0. Elementarstadien (Einleitung)

Auf der 3. Bindungsebene wird die Information von den Adoptoren aufgenommen, d.h. von der der Informationseingabe zugewandten (Ober-) Seite der Adoptoren. Auf der Ebene der Elementarstufen, d.h. auf der 4. Bindungsebene, wird die Anregung zur Unter-(= Materie-)seite der Adoptoren weitergegeben, wo der Kontakt mit den Produzenten stattfindet. Dieser Übergang führt, wie bereits dargelegt (Kap. 2.4.), von der Erhöhung der Dichte zur Ausdehnung des ³Raumes. In unserem Beispiel der ländlichen Gemeinde muß man sich vorstellen, daß die Adoption etliche Planungsprozesse innerhalb der Betriebe beinhaltet, bevor die eigentliche Produktion (2. Hauptstadium) beginnen kann; diese Subprozesse führen jeweils von Betrieb zu Betrieb, wobei im 1. Kontrollstadium keine Begrenzung durch eine übergeordnete Struktur erkennbar ist (Abb. 3).

3.3.1.1. Entwicklung der Dichte

(Adoptionseinheiten Informationsseite) (SUSS)

Im 1. Elementarstadium erfolgt die Aufnahme der Neuerung. Formalisiert heißt dies, daß neue Adoptionseinheiten (Informationsseite) den gegeb-

nen Adoptoren (Informationsseite) hinzugefügt werden; dadurch wird ihre Dichte, d.h. ihre Anzahl im überkommenen Volumen, erhöht. Der Prozeß führt Schritt für Schritt vom Ausgangswert N_0 durch die Aufnahme der neuen Adoptionseinheiten (Informationsseite) bis zum Sollwert K . Der eigentliche Änderungsbetrag beträgt also $K - N_0$, d.h. die Adoptionseinheiten (Informationsseite) werden akkumuliert. Es muß noch ein Verzögerungsfaktor k hinzugenommen werden, der z.T. aus der vorhergehenden Aufgabe resultiert (Kap. 3.2.1.). Die Entwicklung erfolgt somit entsprechend der Formel für das negativ-exponentielle Wachstum

$$N_n = N_{n-1} + \frac{K - N_{n-1}}{k}$$

(N_0 positiv; $k > 1$).

In biologischen Systemen wird dieser Vorgang Impulsreaktion genannt (R. RÖHLER 1973, S. 51 f.).

3.3.1.2. Entwicklung der Leistung

(Adoptionseinheiten Materieseite) (SUST)

Die Aufnahme der Neuerung in engerem Sinne bedeutet, daß Vorsorge für eine erhöhte Leistung je Element (d.h. hier je Betrieb) getroffen wird. Dies schlägt sich natürlich auch auf die Leistung der (unbegrenzten) Menge der Betriebe nieder. Dies bedeutet: Mit der Erhöhung der Dichte, d.h. der Zahl der Adoptionseinheiten je Volumeneinheit, erhöht sich durchschnittlich die intendierte Leistung der Adoptoren. Es gilt nun, den Istwert an den Sollwert heranzuführen. Da im 1. Kontrollstadium eine begrenzende oder gegensteuernde Struktur fehlt, addiert sich die Leistung der neuen und alten Adoptoren (Materieseite) mit wachsender Zeit ungehindert durchschnittlich um den konstanten Summanden k .

$$N_n = N_{n-1} + k$$

(N_0 positiv; $k > 0$).

3.3.1.3. Entwicklung der Menge (Adoptionseinheiten Materieseite) (SUSU)

In diesem Elementarstadium wird die Leistung der Adoptoren (Materieseite) in eine Erhöhung der Anzahl der Adoptionseinheiten umgesetzt. Der aus der vorhergehenden Elementarstufe überkommene Parameter N ist proportional zu dem hier zu verwendenden Vermehrungsfaktor k . Die angeregten Adoptoren wirken ihrerseits als Informanten, sie regen weitere Adoptoren an.

Da im 1. Kontrollstadium die Ausbreitung der Adoption, also der Vermehrungsprozeß der Adoptoren (Materieseite) durch keine Systemstruktur begrenzt wird, handelt es sich um einen Mengenzuwachs je Schritt um den Faktor k , so daß die Menge der zusätzlich angeregten Adoptoren (Materieseite) positiv-exponentiell steigt.

$$N_n = N_{n-1} \cdot k$$

(N_0 positiv; $k > 1$).

3.3.1.4. Entwicklung des ³Raumes (Adoptionseinheiten Materieseite) (SUSV)

Die Planung in den Betrieben greift im 4. Elementarstadium in die Materie liefernde Umwelt hinein. Damit vergrößert sich der Aktivitätsradius (d.h. die landwirtschaftliche Nutzfläche). Dies ist wieder über die (unbegrenzte) Menge der Betriebe zu verfolgen. Formell heißt dies, daß das System sich von einem Zentrum aus, dem Initialort, in die Umgebung hinein ausdehnt. Die Erhöhung der Zahl der Adoptionseinheiten (Materieseite) geht also mit einer Vergrößerung des ³Raumes einher.

Im hier betrachteten 1. Kontrollstadium vergrößert sich die Distanz zwischen den angeregten Adoptoren (Materieseite) mit jedem Schritt, da eine übergeordnete begrenzende Ganzheit des Systems nicht erkennbar ist.

Die exponentielle Ausbreitung der Information in die Adoptorenmenge erhält zusätzlich einen potentiellen Zuwachs, also N_0^a multipliziert mit k . Ist $a = 1$, dann entspricht der Zuwachs genau dem Mengenzuwachs, d.h. die Distanz je Adoptor (Materieseite) vergrößert sich nicht. Der Prozeß führt von einem Punkt aus in eine Ebene. Im allgemeinen muß man aber die Distanz als mit jedem Schritt größer werdend betrachten. Ist der Exponent $a = 2$, dann führt der Prozeß in einen dreidimensionalen Raum. Man kann es aber auch anders sehen, den Exponenten als konsistenzbedingt betrachten. Die Intensität auf einer Fläche bildet einen Scheinraum, und der Wert der Intensität läßt dann den Exponenten a einen Betrag zwischen 1 und 2 annehmen (vgl. auch Kap. 4.4.).

$$N_n = N_{n-1}^a \cdot k$$

(N_0 positiv; $k > 1$; $2 > a > 1$).

3.3.2. Merkmalsgruppen (SUT)

Die Anregung breitet sich in einer begrenzten Menge von Adoptoren aus, z.B. in die Menge von Betrieben einer Gemeinde. Die Menge der Adoptoren erhöht sich mit der Zeit, d.h. die Innovation wird adoptiert. Der übernommene Wert der Leistungsdifferenz zwischen Ist und Soll wird in die Menge stimulierter Adoptoren umgesetzt, d.h. es werden mit wachsender Zeit neue Elemente N stimuliert (Diffusion). Zur Ausbreitung bildet sich also ein scheinbarer Gegenpart heraus, der den Prozeß auffängt und den Durchfluß auf einem höheren Niveau K stabilisiert. Dieser Ausbreitungsvorgang geht vom Istwert N_0 aus und ist positiv-exponentiell. Durch die Verminderung der Zunahme der Leistung mit der schrittweisen Annäherung an das Soll wird die Diffusion durch eine negativ-exponentielle Tendenz gebremst. Dies ist die berühmte logistische Gleichung (R. PEARL 1925; G. BAHRENBERG u. E. GIESE 1975, S. 85 f.). Der Wert d (STT) beeinflusst die Steilheit der Kurve (Konstante k). In der diskreten Schreibweise:

$$N_n = N_{n-1} \cdot \left(1 + \frac{K - N_{n-1}}{k \cdot K}\right)$$

(N_0 positiv; $k > 1$).

In dieser Stufe wird bereits die Dauer des Prozesses durch Festlegung des Wendepunktes vorstrukturiert. Endgültig wird die Periodenlänge aber erst in der letzten Stufe (SUV) durch die Schwingungsdauer definiert.

3.3.2.0. Elementarstadien (Einleitung)

Dieser in der logistischen Gleichung dargestellte Prozeß läßt sich wiederum in vier Elementarstadien auflösen. Anregende und anzuregende Adoptoren stehen sich in diesem Kontrollstadium antagonistisch gegenüber; durch den Anregungsvorgang verschmelzen jeweils die beiden Adoptorentypen, so daß die Werte N durch 2 zu dividieren sind.

3.3.2.1. Entwicklung der Dichte

(Adoptionseinheiten Informationsseite) (SUTS)

Durch die Aufnahme der Anregung erhöht sich die Dichte der Adoptionseinheiten. Anregende und anzuregende Adoptionseinheiten (Informationsseite) entwickeln sich getrennt, doch erhöhen sie gemeinsam die Dichte. Dies bedingt eine eigenartige Entwicklung. So kommt es zunächst zu einer raschen Aufnahme der anregenden Adoptionseinheiten (Informationsseite) F in negativ-exponentiellem Verlauf (vgl. SUSS), daneben vermehren sich aber die anzuregenden Adoptoren (Informationsseite) L in positiv-exponentieller Form. Beide Werte F und L sind miteinander zu addieren, um die Dichte zu erhalten. Insgesamt bedeutet dies, daß die Geschwindigkeit der Veränderung der Dichte N am Beginn und zum Ende hin höher ist als in der Mitte:

$$N_n = \frac{F_n + L_n}{2}; F_n = F_{n-1} + \frac{K - F_{n-1}}{k}; L_n = L_{n-1} \cdot k$$

($N_0 = \frac{F_0 + L_0}{2}$ positiv; $k > 1$).

3.3.2.2. Entwicklung der Leistung

(Adoptionseinheiten Materieseite) (SUTT)

Auch im 2. Elementarstadium, das die durchschnittliche Erhöhung der Leistung der Adoptoren auf ein höheres Niveau K wiedergibt, kommt die Begrenzung des Systems zum Tragen; es erfolgt durch die oben erwähnte Verschmelzung scheinbar vom Sollwert her eine Einengung, die auf den ganzen Prozeß zurückwirkt. Dies äußert sich darin, daß die durchschnittliche Leistung der anregenden Adoptionseinheiten (Materieseite) nur halb so schnell ansteigt, verglichen mit dem unbegrenzten Wachstum (SUST):

$$N_n = N_{n-1} + \frac{k}{2}$$

(N_0 positiv; $\frac{k}{2}$ konstant).

3.3.2.3. Entwicklung der Menge

(Adoptionseinheiten Materieseite) (SUTU)

Hier erfolgt der Diffusionsprozeß im engeren Sinne, entsprechend der logistischen Gleichung. Die erhöhte Leistung je Adoptor bildet die Basis für die Erhöhung der Zahl der anzuregenden Adoptoren (Materieseite). Durch die Begrenzung des Systems breitet sich der Prozeß zunächst positiv-exponentiell aus, wird dabei aber zunehmend durch die obere Grenze K beeinflusst. Vorgegebene und hinzukommende Adoptoren (Materieseite) werden addiert. In diskreter Schreibweise (vgl. SUT):

$$N_n = N_{n-1} \left(1 + \frac{K - N_{n-1}}{k \cdot K} \right)$$

(N_0 positiv; $k > 1$; $K > N_0$).

3.3.2.4. Entwicklung des ³Raumes

(Adoptionseinheiten Materieseite) (SUTV)

Durch die Begrenzung der Adoptoren wird natürlich auch der Ausbreitungsprozeß in die Umwelt beschränkt. Jeder Kontakt zwischen den anregenden Adoptoren und den anzuregenden Adoptoren (vgl. SUTU) bedeutet, wie schon gesagt, eine Verschmelzung, d.h. aus zwei Elementen wird ein Element. Aus diesem Grund ist der die räumliche Ausbreitung regelnde Exponent a , wie er in der Gleichung SUSV verwendet wurde, durch 2 zu teilen. Im übrigen bildet die logistische Gleichung die Basis:

$$N_n = N_{n-1}^{\frac{a}{2}} \cdot \left(1 + \frac{K - N_{n-1}}{k \cdot K} \right)^{\frac{a}{2}}$$

(N_0 positiv; $1 < a < 2$).

Die Kurve endet bei $N = K'$, d.h. unterhalb von $N = K$.

3.3.3. Gleichgewichtssysteme (SUU)

Im 3. Kontrollstadium wird beschrieben, wie die Betriebe der hier beispielhaft genannten Gemeinde die Anregung empfangen und weitergeben, als Voraussetzung dafür, daß Rohstoffe empfangen, Produkte hergestellt und weitergegeben werden (im 2. Hauptstadium). Im Zeitablauf betrachtet wird z.B. die Aufnahme und Wiedergabe einer Innovation dargestellt. Generell betrachtet: In einem Gleichgewichtssystem, das sich im Gleichgewichtszustand befindet, bleibt die Zahl der Adoptoren gleich. Eine zusätzliche Anregung bedeutet eine Hinzufügung einer Zahl von angeregten Adoptionseinheiten. Dieser Prozeß der Hinzufügung muß von zwei Seiten dargestellt werden:

1. Die Anregung läuft von Adoptor zu Adoptor, d.h. die Zahl der angeregten Adoptionseinheiten N im Aggregat A steigt positiv-exponentiell (wie bei SUS).
2. Diese Menge wird durch eine Gegenentwicklung wieder aufgezehrt; denn das im Prozeßablauf folgende Aggregat B übernimmt bis zu seiner Sättigung die Anregung vom Aggregat A. Diese negativ-exponentielle Tendenz beendet den Ausbreitungsprozeß der Adoptionseinheiten N des Aggregats A, so daß das Wachstum in Schrumpfung übergeht.

Es ergibt sich also:

$$N_n = N_{n-1} \cdot L_n ; L_n = \frac{L_{n-1}}{k}$$

(N_0, L_0 positiv; $k > 1$; $\frac{L_0}{k} > 1$)

So erscheinen die intendierten angeregten Adoptoren für sich, indem Information in Form neuer Adoptionseinheiten eingegeben wird. Die Entwicklung wird vom Ist- zum Sollzustand entlang der Zeitachse aufgezeichnet.

3.3.3.0. Elementarstadien (Einleitung)

Die Bildung des Gleichgewichts wird auf der Ebene der Elementarstadien wieder in vier Subprozesse aufgegliedert; das Ergebnis ist die ³räumliche Ausweitung des Systems. Das heißt, daß die Materieseite der Elemente an die Informationsseite herangeführt wird. Dazu müssen die Aufnahme der Anregung, d.h. die Zunahme der Dichte, dann die Zunahme der durchschnittlichen Leistung sowie der potentiellen Elementzahl festgelegt werden. Alle Elementarstadien sind dadurch ausgezeichnet, daß die vorgegebenen Adoptoren durch die hereinkommenden gleichsam aufgezehrt werden (Fließgleichgewicht).

3.3.3.1. Entwicklung der Dichte (Adoptionseinheiten Informationsseite) (SUUS)

Im 1. Elementarstadium dient die Beispielgemeinde mit ihren Betrieben als Vermittler der Anregung. Formell betrachtet: Es begegnen sich anregende und anzuregende Adoptoren (Informationsseite). Dabei wird die Anregung durch die Adoptorenmenge (Informationsseite) hindurchgeführt (Gleichgewichtssystem), so daß es nicht zu einer Addition zu den vorgegebenen Adoptoren (Informationsseite) kommt; vielmehr nimmt die Menge der anregenden Adoptionseinheiten (Informationsseite) F negativ-exponentiell ab, da mit jedem Schritt eine bestimmte Quote von ihnen aufgezehrt wird (Kap. 2.3.); umgekehrt steigt die Zahl der angeregten Adoptionseinheiten (Informationsseite) L mit Fortführung des Prozesses positiv-exponentiell an. Beide Entwicklungen sind zu addieren, um die Dichtewerte zu erhalten:

$$N_n = L_n + F_n; F_n = \frac{F_{n-1}}{k}; L_n = L_{n-1} \cdot k$$

(N_0 , F_0 und L_0 positiv; $k > 1$).

3.3.3.2. Entwicklung der Leistung (Adoptionseinheiten Materieseite) (SUUT)

Die Anregung wird im 2. Elementarstadium von den anregenden zu den anzuregenden Adoptoren (Materieseite) geführt. Dies bedeutet hier, daß die Summe der Leistung der Adoptoren (Materieseite) zwar erhöht ist, andererseits zwischen dem Istwert und dem Sollwert keine Steigerung gegeben ist. Es erfolgt also keine Akkumulation; was auf der einen Seite hinzugefügt wird, wird auf der anderen wieder abgezogen. Im Koordinatensystem erscheint eine horizontale Gerade.

$$N_n = N_{n-1}$$

(N_0 positiv).

3.3.3.3. Entwicklung der Menge (Adoptionseinheiten Materieseite) (SUUU)

Im 3. Elementarstadium werden die vorgegebenen Adoptoren (Materieseite) L bei dem Vermehrungsvorgang durch neue Adoptoren (Materieseite) N ersetzt. Dadurch erneuert sich das System selbst. So erfolgt zunächst eine positiv-exponentielle Vermehrung. Da aber gleichzeitig die Empfangskapazität des folgenden Aggregats negativ-exponentiell abnimmt, wird dem Prozeß N mengenmäßig die Substanz genommen. Der Ausbreitungsvorgang ist schließlich beendet, damit ist eine bestimmte Menge von Adoptionseinheiten (Materieseite) eingegrenzt. Der Prozeß entspricht dem Prozeß SUU , doch sind N_0 und L_0 als Ausgangswerte identisch, da es ebensoviel anregende wie anzuregende Adoptionseinheiten (Materieseite) gibt:

$$N_n = N_{n-1} \cdot L_n; L_n = \frac{L_{n-1}}{k}$$

(N_0 , L_0 positiv; $k > 1$; $\frac{L_0}{k} > 1$).

3.3.3.4. Entwicklung des ³Raumes (Adoptionseinheiten Materieseite) (SUUV)

In der entsprechenden Weise werden die hinzugefügten Distanzen im Verlaufe des Prozesses reduziert, d.h. dem Informationsausbreitungsprozeß N läuft ein Einengungsprozeß L scheinbar entgegen. Wie bei der Formel $SUUU$ wird die Konstante k durch eine sich negativ-exponentiell verändernde Variable ersetzt. Die Exponenten a und b beschreiben die Form des Raumes (vgl. $SUSV$ und $SUTV$):

$$N_n = N_{n-1}^a \cdot L_n; L_n = \frac{L_{n-1}^b}{k}$$

(N_0 , L_0 positiv; $a < 2$; $b < 2$).

3.3.4. Nichtgleichgewichtssysteme (SUV)

Im 4. Kontrollstadium werden Nachfrage und Angebot in direkten Kontakt gebracht, Aggregat A und Aggregat B regen sich gegenseitig an oder dämpfen einander. Stadt-Umland-Systeme sind Beispiele (Kap. 4.3.).

Formal betrachtet wird die zeitliche Entwicklung der anregenden Adoptoren A in Stimulanz-Response-Kontakt mit den anzuregenden Adoptoren B beschrieben. Der Grundgedanke wurde bereits bei der Behandlung des Informationsgehalts (SSV) dargestellt. Die Zusammenhänge sind in Form von Differentialgleichungen entwickelt worden und unter dem Namen LOTKA-VOLTERRA-Beziehungen bekannt (A.J. LOTKA 1956). In ihnen werden die jeweiligen Elementmengenwerte aus deren Vermehrungs- bzw. Verminderungsraten (gemessen in Adoptionseinheiten) heraus entwickelt. Die diese Beziehungen beschreibenden Gleichungen brauchen hier nicht abgeleitet zu werden:

$$\frac{d N(A)}{d t} = b(A) \cdot N(A) \cdot N(B) - d(A) \cdot N(A)$$

$$\frac{d N(B)}{d t} = b(B) \cdot N(B) - d(B) \cdot N(A) \cdot N(B)$$

Hierbei bedeuten $N(A)$ bzw. $N(B)$ die Anzahl, $b(A)$ bzw. $b(B)$ die Vermehrungsrate, $d(A)$ bzw. $d(B)$ die Verminderungsrate der anregenden Adoptoren (= Räuber) A bzw. der anzuregenden Adoptoren (= Beute) B, jeweils gemessen in Adoptionseinheiten.

Die Gleichungen beschreiben Schwingungen; sie spiegeln wider, wie sich das System in einem Gleichgewicht zu erhalten versucht, durch jeweilige Rückkoppelung. Die Information wird durch die anzuregenden Adoptoren B verzögert beantwortet. Man kann von einem Schwingungsgleichgewicht, das vom Fließgleichgewicht zu unterscheiden ist (Kap. 2.3.), sprechen. Ohne die Existenz solcher Wechselbeziehungen lassen sich Nichtgleichgewichtssysteme nicht verstehen.

3.3.4.0. Elementarstadien (Einleitung)

Dieser Schwingungsprozeß ist in sich komplex gestaltet; einige Prozeßglieder lassen sich auf Sinus- und Kosinus-Schwingungen zurückführen. Auch hier ergibt sich, daß die Anregung in das System übertragen wird und damit die Dichte der Adoptionseinheiten (Informationsseite) beeinflusst wird; dies wirkt sich auf die Adoptoren (Materieseite) aus; im letzten Elementarstadium erscheint die ³räumliche Ausdehnung bzw. Schrumpfung des Systems im Schwingungsrhythmus.

3.3.4.1. Entwicklung der Dichte

(Adoptionseinheiten Informationsseite) (SUVS)

Die Betriebe der Gemeinden - in gleicher Position im Informationsfluß - nehmen die Anregung auf, wenn die folgenden Arbeitsgänge bewältigt werden können. Das heißt, es werden die anzuregenden Adoptionseinheiten (Informationsseite) M und die anregenden Adoptionseinheiten (Informationsseite) N aufeinander bezogen; beide Adoptionseinheiten treten in direkte Wechselbeziehungen miteinander, es entstehen Dichteschwingungen. Dabei wird die Anregung (gemessen in Adoptionseinheiten) von den angeregten Adoptoren (Informationsseite) an die empfangenden Adoptoren des folgenden Aggregats weitergegeben, die dafür Empfangskapazität zur Verfügung stellen. Es liegen hier Sinus- bzw. Kosinus-Beziehungen vor. Die Zustandswerte und Änderungsparameter sind bei beiden Partnern gleich. Nach J.W. FORRESTER (1968) ergibt sich in der Schreibweise diskreter Gleichungen:

$$N_n = N_{n-1} - \frac{M_{n-1}}{k}; M_n = M_{n-1} + \frac{N_n}{k}$$

(N_0 positiv; $k > 1$).

Der die Anregung abgebende N -Prozeß besitzt am Beginn bei Eintritt in das System seinen Höchstwert. Er wird dann reduziert durch die negative Änderungsrate des gegengerichteten empfangenden M -Prozesses. Dieser Wert liegt am Anfang bei 0.

3.3.4.2. Entwicklung der Leistung (Adoptionseinheiten Materieseite) (SUVT)

Die Anregung wird an die empfangenden Adoptoren des folgenden Aggregats weitergegeben. Bei den angeregten Adoptoren ist mit fortschreitendem Prozeß im Durchschnitt keine Leistungssteigerung festzustellen; vielmehr sinkt der Istwert der Adoptionseinheiten (Materieseite) vom Ausgangswert N_0 auf den Sollwert 0.

$$N_n = N_{n-1} - k$$

(N_0 positiv; $k > 0$).

3.3.4.3. Entwicklung der Menge (Adoptionseinheiten Materieseite) (SUVU)

Im 3. Elementarstadium werden die rhythmischen Erhöhungen bzw. Verminderungen der Anregungsdichte der Adoptoren (SUVS) mit den Erhöhungen bzw. Verminderungen der Zahl der Adoptionseinheiten (Materieseite) beantwortet. Auch hier stehen sich die abgebenden angeregten Adoptionseinheiten (Materieseite) N und die empfangenden Adoptionseinheiten M gleichwertig gegenüber und interagieren miteinander, d.h. sie beeinflussen ihr Wachstum wechselseitig. Es sind Schwingungen entstanden, die durch Sinus- oder Kosinusfunktionen beschrieben werden (vgl. auch Gleichung SUVS).

$$N_n = N_{n-1} + \frac{M_{n-1}}{k}; M_n = M_{n-1} - \frac{N_n}{k}$$

(N_0 negativ; $k > 1$).

3.3.4.4. Entwicklung des ³Raumes (Adoptionseinheiten Materieseite) (SUVV)

Die rhythmischen Änderungen in der Menge der angeregten Adoptionseinheiten (Materieseite) werden in der 4. Elementarstufe in das ³Räumliche übertragen. Das System dehnt sich distantiell aus und schrumpft wieder. Es entsteht eine ³räumliche Schwingung in die Nachbarregion hinein. N und M sind die Partner:

$$N_n = N_{n-1} + \frac{|M_{n-1}|^b}{k} \cdot \text{SGN}(M_{n-1}); M_n = M_{n-1} - \frac{|N_n|^a}{k} \cdot \text{SGN}(N_n)$$

(N_0 negativ; $a < 2$; $b < 2$).

Um auf unser Beispiel einer ländlichen Gemeinde zurückzukommen: Hier wird beschrieben, wie eine intendierte Vergrößerung und Verkleinerung der landwirtschaftlichen Nutzfläche einer Gemeinde sich darstellt; die tatsächlichen Schwingungen erscheinen erst im 4. Hauptstadium, der Reproduktion (vgl. die Untersuchung der aufgelassenen Gemeinde Pecos; D. FLIEDNER 1981 b).

3.4. VIERTES AUFGABENSTADIUM: ÜBERGABE DER STIMULANZ AN DIE PRODUZENTEN (SV)

3.4.0. Einleitung

Die Erhöhung der Zahl der angeregten Adoptionseinheiten N - wie sie in dem vorhergehenden Aufgabenstadium ermittelt wurde - erhöht die Wahrscheinlichkeit von Kontakten zwischen Adoptoren und Produzenten und dementsprechend die Wahrscheinlichkeit, mit der die adoptierte Information im folgenden Produktionsprozeß (2. Hauptstadium) aufgenommen wird. Hier wird die zweite Hälfte des Induktionsprozesses angekoppelt.

Die Abgabe der Anregung ist also nicht direkt mit der Aufnahme durch die Produzenten verknüpft. In der Tat hängt die Produktion ja auch von weiteren Fakten ab. An solchen Nahtstellen zwischen den Hauptstadien (Kap. 2,1.) erhält die Wahrscheinlichkeit ihre eigentliche Bedeutung.

Für die Wahrscheinlichkeit, daß eine Übergabe der Anregung zustande kommt, ist es entscheidend, wie die Adoptorenmengen in sich geordnet sind, d.h. welcher Kontrollstufe sie angehören, ob eine unbegrenzte oder begrenzte Adoptorenmenge gegeben ist, ein Gleichgewichts- oder Ungleichgewichtssystem.

3.4.1. Elemente für sich (SVS)

Der Anstieg der Zahl der angeregten Adoptoren (oder Adoptionseinheiten) ist in dem vorhergehenden Aufgabenstadium (SUS) festgelegt worden. Die einzelnen Schritte können durch die diskreten Werte $N = 1, 2 \dots E$ dargestellt werden. Es leuchtet ein, daß mit wachsendem Anteil der angeregten an allen Adoptoren die Wahrscheinlichkeit wächst, daß ein Produzent Kontakt mit angeregten Adoptoren erhält. Ist die relative Häufigkeit N/E , so ist die Wahrscheinlichkeit $P_n(m)$ dafür, daß in einer Reihe von n Versuchen m -mal ein erfolgreicher Kontakt zustande kommt, m/n . Liegt der Anteil der angeregten Adoptionseinheiten z.B. bei ein Prozent, so ist die Wahrscheinlichkeit erfolgreicher Kontakte bei einer Zahl von n Versuchen ebenfalls ein Prozent. Gibt es nur angeregte Adoptionseinheiten, so ist die Wahrscheinlichkeit $P_n(m) = 1$, d.h. es ist sicher, daß ein Produzent einen angeregten Adoptor kontaktiert, die Anregung übernimmt. Allgemein gilt also:

$$P_n(m) = \frac{m}{n} \sim \frac{N}{E}$$

Trägt man nun $P_n(m)$ auf der Ordinate ab, die Zahl m der erfolgreichen Kontakte bei n Versuchen auf der Abszisse, so erhält man einen treppenförmig aufwärts gerichteten Graphen.

Der Wert $P_n(m)$ ist dem Wert $P(i)$, der im 1. Aufgabenstadium des Prozesses (SSS) die Basis für die Ermittlung der intendierten Leistungserhöhung I darstellt, zur Seite zu stellen. $P(i)$ steht am Anfang, $P_n(m)$ am Ende des Adoptionsprozesses.

3.4.2. Merkmalsgruppen (SVT)

Das Bild ist anders, wenn die Zahl der anzuregenden Produzenten begrenzt ist und der Anteil der stimulierten an allen Adoptoren festliegt. Je höher die Zahl angeregter Adoptoren ist, um so eher ist die Wahrscheinlichkeit gegeben, daß - mittels Kontakten - die Stimulation zu den Produzenten gelangt und von diesen aufgenommen werden kann. Auf diese Weise wird, wie schon hervorgehoben, die Produktionsleistung im an die Adoption anschließenden Produktionsprozeß (2. Hauptstadium) festgelegt.

Um die gewünschte Formel zu erhalten, haben wir zwei Fakten zu unterscheiden:

1. Angeregte und nicht angeregte Adoptoren bilden, wie gesagt, ein festes Verhältnis; sie stehen einer begrenzten Zahl von Produzenten gegenüber. Die Wahrscheinlichkeit für einen Kontakt eines Produzenten mit einem angeregten Adopter (Ereignis A) sei p . Nach dem Kontakt bleibt der angeregte Adopter als Anreger erhalten; der Produzent dagegen hat die Anregung übernommen, er kann dies nur einmal tun. Wir fragen nach der Wahrscheinlichkeit dafür, daß in einer Reihe von n Versuchen m -mal das Ereignis A eintritt und $(n-m)$ -mal nicht.
2. Ein einmal getätigter Kontakt erhöht die intendierte Leistung des Systems im 2. Hauptstadium, der Produktion. Es müssen also die unter 1. erhaltenen Werte addiert werden. Dies bedeutet, daß die Wahrscheinlichkeit zunimmt, daß unter den Produzenten angeregte Produzenten auftreten.

Dieser Fragestellung liegt die Binomialverteilungsfunktion zugrunde, und zwar in ihrer kumulativen Form. Sie braucht hier nicht abgeleitet zu werden. Das Erscheinungsbild ist eine S-förmige Kurve:

$$P_n(i \leq m) = \sum_{i=0}^m \binom{n}{i} p^i (1-p)^{n-i}$$

Die Obergrenze wird durch den Wert $P_n(m) = 1$ gegeben; dann ist Sicherheit gegeben, daß alle Produzenten durch Kontakt mit den angeregten Adoptoren die Anregung übernommen haben.

3.4.3. Gleichgewichtssysteme (SVU)

Im 4. Aufgabenstadium dieser Kontrollstufe (SVU) werden wiederum die angeregten Adoptoren (Aggregat A) und die anzuregenden Produzenten (Aggregat B) in Kontakt gebracht. Ihre Anzahl liegt fest (vgl. SVT); hier soll die Veränderung selbst dargestellt werden. Man kann auch sagen: Die Produzenten nehmen nicht nur die Anregung auf, sondern geben sie auch weiter (an ein Aggregat C); sie können daher bei jedem Kontakt mit den Adoptoren weitere Anregung aufnehmen. Dieser Anregungsvorgang selbst steht zur Sprache. Abgabe und Empfang von Anregung oder, anders ausgedrückt, Angebot und Nachfrage stehen sich gegenüber; es wird ein Gleichgewicht angestrebt. Der "Markt", auf dem Kontakte hergestellt werden, macht deutlich, ob und um welchen Betrag die angeregten Adoptoren als Anbieter (oder die Produzenten als Abnehmer) ihre Zahl erhöhen (oder erniedrigen) müssen, damit der höchste kollektive Nutzen, d.h. der optimale Informationsfluß (und im Gegenzug Energiefluß; Kap. 2.1.) erreicht wird (vgl. SSU). Es werden im einzelnen Schwankungen auftreten, aber um einen Mittelwert, der als Erwartungswert als konstant angenommen werden muß. Es ist dies die Fragestellung, die dem Binomialgesetz zugrunde liegt. Es wurde bei der Behandlung der Gleichung SVT bereits angeführt. Hier nun erscheint nicht die kumulative Form der Verteilungsfunktion, sondern lediglich das Verteilungsgesetz:

$$P_n(m) = \binom{n}{m} p^m (1-p)^{n-m}$$

$P_n(m)$ ist die Wahrscheinlichkeit dafür, daß in einer Folge von n Angeboten das Ereignis, d.h. der Kontakt, m -mal eintritt (d.h. die Anregung an die Produzenten übertragen wird) und $(n-m)$ -mal nicht eintritt. p ist die Wahrscheinlichkeit dafür, daß eine Anregung übernommen wird, $1-p$ dafür, daß keine übernommen wird.

3.4.4. Nichtgleichgewichtssysteme (SVV)

Im 4. Kontrollstadium ist wiederum darzustellen, mit welcher Wahrscheinlichkeit die (die Anregung anbietenden) Adoptoren in Kontakt mit den

(empfangenden) Produzenten gelangen. Die im 3. Aufgabenstadium beschriebenen Schwingungen (SUV) wirken im Nachbarschaftskontakt in ein räumlich ausgedehntes Medium hinein, d.h. die Phase der Schwingung ist nicht nur eine Funktion der Zeit, sondern auch des Ortes.

So gelangt man zur wellenförmigen Ausbreitung der Anregung. In diesem Sinne sind die Diffusionswellen (T. HÄGERSTRAND 1952; 1953/67) zu deuten. Sie sind nicht deterministisch, sondern probabilistisch zu interpretieren, d.h. es wird nach der Wahrscheinlichkeit gefragt, mit der Kontakte zwischen Adoptoren und Produzenten an einem bestimmten Ort oder zu einem bestimmten Zeitpunkt stattfinden. Mathematisch müßte hier eine Wellengleichung vorgestellt werden; sie ist noch abzuleiten. Die Frage kann hier nicht abschließend behandelt werden.

4. ZUM AUFBAU SOZIALER SYSTEME

4.0. EINLEITUNG

Haupt-, Aufgaben-, Kontroll- und Elementarstadien geben dem System im vertikalen Spannungsfeld seine Ordnung. Wir sehen in dem so zu beschreibenden System einen ⁴Raum. Er erhält durch die Elemente und ihre Zuordnung seine Struktur. Im Sinne unserer Fragestellung kann man auch die Menschheit strukturell als ⁴Raum betrachten. In anderem Zusammenhang (D. FLIEDNER 1981 a; 1981 b) versuchte ich darzulegen, daß die sozialen Prozesse als Induktionsprozesse zu verstehen sind; sie haben die Adaptation der Menschheit in ihrer natürlichen Umwelt, in den Ökosystemen der Erde, zum Ziel. Als Reaktionsprozesse sind die sozio-biotischen, d.h. reproduktiven Prozesse zu interpretieren; zu ihnen gehören soziale Schichtung, Migration und Fortpflanzung. Die Populationen ordnen sich im ⁴Raum an, so daß die verschiedenen Aufgaben besser erfüllt werden können. Da jede Aufgabe im Idealfall andere Tendenzen in der Anordnung verlangen würde, erscheint letztlich die reale Struktur der Gesellschaft als Kompromiß.

So wird der sachliche und strukturelle Rahmen geschaffen, innerhalb dessen eine Vielzahl von sozialen Systemen, speziell von Nichtgleichgewichtssystemen oder Populationen tätig sind. Im Folgenden sollen einige Merkmale solcher Populationen und mit ihnen verbundener Prozesse - soweit sie im Rahmen dieser Theorie von Interesse sind - vorgestellt werden.

4.1. AUFGABENSEQUENZEN

In der Gesellschaft gibt es Populationen verschiedener Größenordnung (Kap. 4.2.), die als (zielgerichtete oder) Nichtgleichgewichtssysteme Träger der Prozesse sind. Diese Prozesse gliedern sich in Aufgabenstadien (2. Bindungsebene, Kap. 2.2.; 3.1. - 3.4.). Der konkrete Ablauf, soweit er der Strukturhaltung dient, wird durch Institutionen ermöglicht.

Jede Population nimmt die Stärke der Anregung oder den Informationsgehalt wahr. In der Sequenz von Aufgaben im Induktionsprozeß ist dies das erste Stadium, die Perzeption. Dabei werden Kontakte mit der Umwelt gesucht. Die Perzeption dient der Erkundung, um die Umwelt optimal nutzen zu können. Sie steht am Beginn aller Prozesse, sie bestimmt in starkem Maße das weitere Verhalten. Jede Population hat Institutionen entwickelt, um diese Umweltkontakte zu pflegen (z.B. unterhalten Betriebe Abteilungen, die der Marktforschung dienen und Aufträge einholen; Staaten nehmen durch Botschaften Kontakte mit dem Ausland auf etc.).

Den Möglichkeiten, die Information in den eigenen Prozeßablauf umzusetzen, sind durch die eigene Kapazität Grenzen gesetzt. Entsprechend der perzipierten Information ist der Ablauf des Prozesses festzulegen; es ist zu entscheiden, wie die Arbeitsschritte angeordnet werden. Man kann diese Aufgabe deshalb als Determination bezeichnen. In Betrieben widmen sich z.B. Planungsstäbe dieser Aufgabe; Staaten haben Parlamente, die Gesetze und Verordnungen vorbereiten und erlassen.

In jedem Sozialsystem ist dafür Sorge zu tragen, daß die Prozesse kontrolliert ablaufen. Die Anweisungen werden an die Elemente weitergegeben, und durch Rückkoppelung erhält das System Gewißheit, daß sie befolgt werden. Dies gilt nicht nur für diese einfache Basisbeziehung System/Element, sondern auch für kompliziertere Kommunikationshierarchien, wie sie in der Wirklichkeit die Regel sind. Wir bezeichnen diese Aufgabe als Regulation. Sie beinhaltet für die Population auch Begrenzung nach außen, ohne die der Nachrichtenfluß gestört würde. In jeder Population bestehen Institutionen, die die Kontrollaufgabe versehen (z.B. in Betrieben der vertikale Aufbau vom Firmenchef bis zum Arbeiter, in Staaten die Verwaltungshierarchie etc.).

Die Verknüpfung von Information und Produktion hat eine ³räumliche Komponente; denn die materieliefernde Umwelt wird einbezogen, und sie ist nach anderen Prinzipien geordnet als die Population. Die Aufgabe im Rahmen des Induktionsprozesses umfaßt also nicht nur die Verknüpfung Adoption/Produktion, sondern auch die ³räumliche Organisation. Wir bezeichnen diese Aufgabe kurz als Organisation. Wichtige Institution ist z.B. der Verkehr, der Informationen und Produkte sowie Produkte und Konsumenten etc. miteinander verbindet. Der Verkehr kann als wichtig-

ste Institution betrachtet werden, durch die der 3Raum "überwunden" wird.

Produktion bedeutet die Konkretisierung der Informationen zu vom Konsumenten verwendbaren Produkten. Die Information wird durch sie im 2. Hauptstadium fixiert.

Das der Organisation folgende Stadium in der Prozeßsequenz dient der Einbeziehung der Energie oder Rohstoffe für die Produktion. Es ist dies die Dynamisierung. Sie ist das Gegenstück zur Regulation, in der die kontrollierte Verbreitung der Information konstatiert wurde; hier erfolgt umgekehrt die Konzentration der Materie. Als Institution wäre die Rohstoffbeschaffung der Betriebe zu sehen; generell ist die Investitionsseite der wirtschaftlichen Betätigung hier anzuführen.

Die Produktion im engeren Sinne, also die Vervielfältigung der Produkte, wird als Kinetisierung bezeichnet. Sie ist - im 2. Hauptstadium - die der Determination entsprechende Aufgabe, bedeutet also die Realisierung der Planung, vollzieht schrittweise deren Vorgabe. Als Institution ist z.B. die produktive Seite der wirtschaftlichen Betätigung zu nennen.

Die Übergabe der Produkte an den Konsumenten erfolgt in der Stabilisierungsphase. Diese Aufgabe bringt Induktions- und Reaktionsprozeß in Kontakt zueinander. Die in der Perzeptionsphase wahrgenommene Nachfrage soll hier durch das Angebot erfüllt werden. Während des Ablaufs des Prozesses freilich kann sich die Nachfrage geändert haben, so daß Angebot und Nachfrage nicht übereinstimmen müssen. Institutionen sind der Handel, die Börse etc.

Diese Teilprozesse vollziehen sich in jeder Population, d.h. in demselben System und werden von den Adoptoren als Aufgabe übernommen und von den Produzenten ausgeführt. Sie dauern jeweils etwa gleich lang und müssen innerhalb eines durch das System gesetzten, diesem eigenen Zeitraum (Schwingungsperiode, Kap. 3.1.4.; 3.3.4) absolviert sein.

Die Aufgaben müssen in der beschriebenen Reihenfolge durchlaufen werden. Der Prozeß ist irreversibel, ein für Nichtgleichgewichtssysteme kennzeichnendes Merkmal. Er kann abgebrochen werden, es können auch zwei Stadien nahezu gleichzeitig direkt hintereinander folgen, aber es

kann keine umgekehrte Richtung geben. Wie bereits oben geschildert, kommt es vor allem zwischen den Induktions- und Reaktionsprozessen, wenn die Produkte der Population zum Konsum angeboten werden (Markt), zu Anpassungsschwierigkeiten, zu verzögerter Erfüllung des Bedarfs. Angebot und Nachfrage sind fast nie identisch, da die Prozesse Zeit benötigen. So sind Schwingungen unvermeidlich, die sich durch die ganze Aufgabensequenz und die Prozeßtypen verfolgen lassen. So kommt es, daß nicht nur die Innovationen diesem Rhythmus sich einordnen (z.B. Wirtschaftszyklen), sondern auch die Populationen in ihrem Verhalten. Die bei früherer Gelegenheit geschilderten Schwankungen der Pecos-Population (D. FLIEDNER 1979) bilden ein Beispiel. Aber auch in hochdifferenzierten Populationen lassen sich solche biotischen Zyklen erkennen (z.B. Geburten- und Sterbefallzyklen).

Durch Aufgliederung des Prozesses in Aufgabenstadien wird ein größerer Effekt erzielt, die Teilprozesse erfüllen ihren Auftrag, die Komplexität erscheint entwirrt. Das Verhältnis von Aufwand zu Effekt verschiebt sich. Die inhaltliche Eigenart der Innovationen gibt den strukturverändernden Prozessen ihre spezifische Ausrichtung und verleiht der Aufgabengliederung Trennschärfe (z.B. dienten die Innovation der Eisenbahn und die des Automobils der Verbesserung des Verkehrs; sie sind dennoch voneinander zu unterscheiden; Kap. 5.3.). Werden die Informationen gezielt eingegeben bzw. adoptiert, können die Planung, die Anweisungen und die Produktionsprozesse präzisiert werden. Man kann das als Synergetik bezeichnen (H. HAKEN 1983; dagegen SCHMITHUSEN, Kap. 5.4.).

Die Aufgliederung in Aufgaben beinhaltet auch die Rollenzuweisung auf der Ebene der Individuen; dies ist die seit A. SMITH (1776/86) bekannte Arbeitsteilung. Die ursprüngliche Einheit des Individuums als Produzent und Konsument wird durch den fortschreitenden Differenzierungsprozeß zerstört. Das Ergebnis ist eine arbeitsteilige Gesellschaft, wobei jede Population ihre spezifische Aufgabe erfüllt, jedes Individuum ständig seine Rollen im Tageslauf ändert.

Arbeitsteilung ermöglicht den Einsatz von Werkzeugen, nichtmenschlicher Energie und Maschinen. Hierdurch kann die Effektivität der menschlichen Arbeitskraft sowie die Ergiebigkeit der ökologischen Nischen der Menschheit vervielfacht werden, so daß der Fluß der für die Menschen verwert-

baren Energie sich erhöht. Wir umschreiben dies als Technik. Sie bedeutet eine virtuelle Ausweitung des menschlichen Lebensraumes und somit die Möglichkeit einer Erhöhung der Tragfähigkeit, d.h. der Bevölkerungszahl oder des Lebensstandards.

Die Population bettet sich - entsprechend ihrer Struktur - in ihre untergeordneten Umwelt so ein, daß sie auf Dauer überleben kann. Diese Umwelt bedeutet die materielle Basis (Kap. 1.1.), d.h. die natürliche Umwelt oder der Lebensraum. Dauerhafte Anlagen, d.h. die Erd- und Bauwerke aller Art (also Äcker, Häuser, Siedlungen, Verkehrsanlagen usw.) fixieren die Population und bilden den Rahmen für die sie erhaltenden Prozesse und Institutionen (Persistenz). In der Kulturlandschaft findet die Gestalt und Zuordnung dieser Erd- und Bauwerke ihren schon immer vom Geographen erforschten Ausdruck.

4.2. HIERARCHIEN

Die Gliederung in Aufgabensequenzen findet auch im vertikalen Aufbau der Gesellschaft ihren Niederschlag. Die Regulation erhält auf diese Weise ihren Rahmen. So lassen sich die menschlichen Populationen entsprechend ihrer Position im Gesamtgefüge in eine Hierarchie einordnen. Die Hierarchie bildet sich, da im Zuge eines Induktionsprozesses die sieben Stadien der Prozeßsequenz (Aufgabenstadien) durchlaufen werden müssen. Die Prozesse führen nacheinander, entsprechend den einzelnen Aufgaben, durch hintereinander geschaltete Gleichgewichtssysteme, und zwar von oben nach unten. Dadurch entstehen Hierarchien im Prozeßablauf. Die Zahl der Elemente (bzw. untergeordneten Populationen) nimmt mit jeder Stufe abwärts exponentiell zu (entsprechend der Gleichung $SUSU$), die Elemente (bzw. Populationen) selbst aber verkleinern sich in entsprechender Weise, so daß die Gesamtgröße des Systems sich nicht ändert.

Die Aufgaben obliegen so verschiedenen Populationstypen. In ihnen erhält jedes Individuum seine Rolle zugewiesen. Durch seine Handlungen - soweit sie systemkonform sind - trägt es zum Erhalt oder zum Aufbau des Systemgefüges bei. Selbstverständlich hat es die Freiheit, auch

Aufgaben	Primär- population	Sekundär- population	Institu- tionen	Perioden- dauer
Perzeption	Menschheit	Menschheit	Wissenschaft, Kunst	ca. 5000 Jahre
Determination	Rasse	Kulturpopu- lation	Religion	ca. 500 Jahre
Regulation	Volk oder Stamm	Staats- population	Herrschaft	ca. 50 Jahre
Organisation	Volksgruppe	Stadt-Umland- Population	Verkehr	ca. 5 Jahre
Dynamisierung	Lokalgruppe	Gemeinde	Wirtschaft (Investitionsseite)	ca. 1 Jahr
Kinetisierung	Familie	Betrieb oder Organisat	Wirtschaft (Produktionsseite)	ca. 1 Woche oder 1 Monat
Stabilisierung	Individuum	Individuum	Handel	ca. 1 Tag

Tab. 2: Die Menschheit als Gesellschaft und die sie strukturierenden Populationen

außerhalb der Rollen zu handeln, systemneutral oder systemkonträr.

In der Tab. 2 erscheinen zwei Gruppen von Populationstypen, Primär- und Sekundärpopulationen. Primärpopulationen entwickelten sich in der Menschheitsgeschichte, soweit wir wissen, zuerst, und zwar als Folge von Reproduktions- und Landnahmeprozessen. Die Ausdifferenzierung in Sekundärpopulationen ging mit der Kultur- und Zivilisationsbildung einher. Es soll hier nicht näher darauf eingegangen werden (D. FLIEDNER 1981 b).

Die Schwingungen geben den Systemtypen, auch den Populationen den Prozeßablauf vor. In diesen Zeiträumen sind die Aufgaben zu erfüllen. Hierarchisch übereinander angeordnete Populationstypen haben eine unterschiedliche Periodenlänge, wobei der Faktor 10 eine entscheidende Rolle spielt, wie sich empirisch ermitteln ließ (D. FLIEDNER 1981 b).

Da jede Population ein Nichtgleichgewichtssystem darstellt, ist sie mit Institutionen ausgestattet, die eine Kontrolle der Prozesse ermöglichen. Vielfach hat sich - als Ergebnis der Reaktionsprozesse - eine eigene Hierarchie, d.h. soziale Schichtung herausgebildet (Klassen, Kasten, Stände etc.). Diese Schichtung ist freilich sehr unterschiedlich deutlich erkennbar und wird im Zuge von strukturverändernden Prozessen häufig neu gestaltet. Dieser Problembereich braucht hier nicht näher erörtert zu werden.

4.3. RINGSTRUKTUREN

Auch die ³räumliche Anordnung der Populationen erfährt im Verlaufe des Differenzierungsprozesses spezifische Wandlungen. Es entstehen die für Nichtgleichgewichtssysteme typischen Ringstrukturen (Kap. 1.0.; 1.1.); Adoptoren, Produzenten, Konsumenten versuchen, ihre jeweilige Position zu optimieren, was angesichts der vielfältigen Bindungen ein besonderes Problem darstellt und nur unvollkommen erreicht wird. In der Gesellschaft ist die Stadt-Umland-Population der reinste Ausdruck einer Ringstruktur, also des Nichtgleichgewichtssystems. Der Verkehr stellt dabei die Verknüpfung zwischen den Aggregaten mit ihren unterschiedlichen Aufgaben

her. Wenn nicht überregionale Aufgaben (Hauptstadtfunktion, internationale Handels- und Bankenfunktion, z.B. Washington D.C. oder London) in der Stadt lokalisiert sind, finden wir eine ringförmige Anordnung der Nutzung, d.h. der Art der Aktivitäten der untergeordneten Populationen, vom Zentrum zur Peripherie (Tab. 3). Sie wurde der Sache nach, wenn auch unterschiedlich gedeutet, schon früh von der Forschung registriert und bildet den Hintergrund verschiedener Kreismodelle (J.H.v. THUNEN 1826/75/1966; E.W. BURGESS 1925/68; O. BOUSTEDT 1970).

Aufgabe	Nutzung, Institutionen
Perzeption	Geschäftszentrum, Einzelhandel
Determination	Büros, Firmenverwaltung
Regulation	Öffentliche Verwaltung, Regierung
Organisation	Wohnviertel
Dynamisierung	Industrie-, Gewerbezone
Kinetisierung	intensiver Nahverkehr, Verkehrsanlagen
Stabilisierung	Landwirtschaft, Forstwirtschaft; Einflußbereiche kleinerer zentraler Orte

Tab. 3: Aufbau der Stadt-Umland-Population

Die adoptiven Aufgaben (Perzeption - Regulation) sind im Zentrum angeordnet, die produktiven Aufgaben (Dynamisierung - Stabilisierung) außen. Beide stehen in Wechselbeziehung. Die Information, die Nachfrage führt aus dem Zentrum zur Peripherie. Die materiellen Produkte kommen von außen herein. In dem die Organisation beinhaltenden Ring wohnt die Menge der Menschen, die in ihren wechselnden Rollen durch ihre Aktivitäten das System "betreiben". Ein radial verlaufendes Bevölkerungsdichteprofil zeigt so seine höchsten Werte an der Verknüpfungsstelle Adoption/Produktion.

Die zentral-periphere Struktur findet sich auch in anderen Größenordnungen, z.B. in den Kulturpopulationen mit ihren "Metropolen" und

der "Peripherie", um Begriffe der Entwicklungsländerforschung aufzugreifen (D. SENGHAAS 1972), aber auch in der ländlichen Gemeinde mit ihrer intensiven Nutzung im Zentrum und den extensiv genutzten Randgebieten der Gemarkung (W. MÜLLER-WILLE 1936).

4.4. KOMPLEXE STRUKTUREN

In den vorhergehenden Ausführungen wurden verschiedene Basisbeziehungen vorgestellt und ihre Institutionalisierung in der Gesellschaft. Die Realität - im Detail betrachtet - ist natürlich erheblich komplizierter. Jedes Element - außer wohl den atomaren Grundbausteinen - ist ein Nichtgleichgewichtssystem für sich, jeder Teilprozeß ist in sich wiederum ein eigenständiger siebengliedriger Prozeß und jedes Subsystem eine eigene Struktur mit hierarchischem und ³räumlichem Aufbau. Jedes Element wechselt ständig seine Position - jedes Individuum seine Rolle - mit dem Ablauf des Prozesses in der Aufgabenfolge, in der Hierarchie und im ³räumlichen Bezug. D.h., daß die vorgestellten und die noch zu erarbeitenden Formeln kombiniert werden können und müssen.

Hier nur einige einfache Beispiele: Die Anordnung der Populationen im ³Raum war schon immer Gegenstand geographischen Interesses. Die Anordnung der Elemente der Populationen erinnert im Querschnitt an die Wahrscheinlichkeitsverteilungen, die ihrerseits in den Kontrollstadien unterschiedlich sind (SVS - SVV):

SVS: Eine Bevölkerungsmenge verteilt sich über die Grenze in das Nachbarland. Ist keine Populationsstruktur erkennbar, dann nimmt die Dichte von der Grenze zum Inneren des Landes linear ab. Beispiel: Vertriebene und Flüchtlinge aus den ehemaligen deutschen Ostgebieten und der DDR im Norden der BRD in der Zeit, als eine ökonomische Eingliederung dieser Gruppe noch nicht stattgefunden hat (D. FLIEDNER 1974).

SVT: Zwei benachbarte Populationen überlappen sich randlich. Die Dichteoberfläche beider Populationen besitzt im Überlappungsbereich ein sigmoides Querprofil (prozentuale Darstellung). Bei-

spiel: Schwarze und Puertorikaner in New York/Manhattan (D. FLIEDNER 1974).

SVU: Bevölkerungsverteilung einer frei im ³Raum sich entwickelnden, undifferenzierten Population. Die Dichteoberfläche hat im Querschnitt die Form einer Glockenkurve. Ähnliche Verteilungen sind auch bei Tierpopulationen im Ökosystem erkennbar (R.H. WHITTAKER 1975, S. 121).

SVV: In Wellen breitet sich die Bevölkerung vom Stammland in ein zu kolonisierendes Gebiet aus. Beispiel: Die Besiedlung New Mexicos durch die Spanier 17. - 19. Jahrhundert (D. FLIEDNER 1975).

Diese Angaben gelten zunächst für in sich nicht weiter differenzierte Populationen oder solche Gruppierungen, deren Differenzierung sich (noch) nicht ³räumlich niederschlägt. In stark differenzierten Populationen ergeben sich weitere Tendenzen; dies sei anhand der Beziehung SVU aufgezeigt:

In einer undifferenzierten Population streben Produzent und Konsument ein Gleichgewicht an, das seinen Ausdruck in einer dreidimensional angeordneten Binomialverteilung (SVU) findet. Dann ist ein Maximum an Kontakten zu erwarten. In diesen Populationen wird die Elementzahl durch die Zahl der Individuen wiedergegeben. Betrachten wir nun ein Nichtgleichgewichtssystem, das sich im Gleichgewicht befindet. Diese Systeme bilden, wie oben geschildert (Kap. 1.0.; 1.1.; 4.3.) Ringstrukturen. Sie bestehen aus einer Reihe von ringförmig angeordneten Gleichgewichtssystemen, deren Elemente ihrerseits bestimmte Aufgaben für das Gesamtsystem wahrzunehmen haben und somit durch Rollen repräsentiert sind. Durch die Verknüpfung mit dem Zentrum kommt eine ³räumliche Komponente hinzu, die auf die Wahrscheinlichkeit der Kontakte Einfluß hat. Es tritt also zusätzlich ein Gradient in Erscheinung; er repräsentiert ein Feld. Die Kontaktmöglichkeiten hängen so auch von der Distanz der Elemente des Systems von dem Punkt ab, von dem die Nachfrage in das System kommt. Dieser Punkt, funktional also die Grenze Umwelt/System markierend, ist der Initialort.

Es ist klar, daß die Art der Anordnung der Elemente - z.B. ob in einer Linie, auf der Fläche oder im Volumen, ob umfassend oder nur in einem

Sektor - entscheidend ist für das Abhängigkeitsverhältnis zwischen Initialort und Elementen. Diese Beziehung wird durch die "Weitwirkungskurve" (D. FLIEDNER 1974) gekennzeichnet. Im Hintergrund ist das Gravitationsmodell zu sehen, das in der sozialwissenschaftlichen Literatur eine große Rolle spielt (E.C. YOUNG 1924, S. 28; S.A. STOUFFER 1940, S. 846 f.; E. KANT 1946). Bei seiner Anwendung erhält man eine Annäherung an die reale Feldstruktur.

Nehmen wir an, eine Information wird, ausgehend vom Initialort, durch Kontakte an die Elemente, also Adoptoren und Produzenten (Kap. 4.3.), weitergegeben; setzen wir dabei voraus, daß in jedem Zeitschritt gleichviel Kontakte stattfinden. Da sich die Kontakte aber jeweils über eine größere Fläche oder ein größeres Volumen verteilen, so nimmt die Wahrscheinlichkeit, daß Kontakte stattfinden, mit wachsender Distanz vom Initialort nach außen ab. Die Kontakthäufigkeit G ist dann proportional zur Zahl M der aufnehmenden Elemente und umgekehrt proportional zur Distanz D . Also

$$G \sim \frac{M}{D}$$

Es kann zusätzlich ein Faktor s eingebracht werden, der aussagt, ob sich die Elemente rings um den Initialort anordnen oder nur einen Sektor einnehmen. Zusätzlich kann die Distanz D mit einem Exponenten a versehen werden (Kap. 3.3.1.4.); er besagt, ob die aufnehmenden Elemente mehrdimensional gepackt sind, z.B. dreidimensional. In diesem Fall ist der Exponent $a = 2$, die Elemente sind in der Gestalt einer Kugel um den Initialort herum angeordnet. Die Kugeloberfläche wächst mit dem Quadrat der Entfernung; die Dichte der aufnehmenden Elemente nimmt umgekehrt proportional mit dem Quadrat der Entfernung ($1/D^2$) ab. Dies entspricht dem NEWTONschen Massenwirkungsgesetz. Die Gravitation wird als ³Raumeigenschaft interpretiert, d.h. die Dichte der aufnehmenden Elemente ist je nach der betrachteten Distanz im ³Raum unterschiedlich. Der Exponent a kann aber auch kleiner als 2 sein. Beträgt er $a = 1$, so führt der Prozeß in eine Ebene hinein. Zudem wird der Exponent durch die Aufnahmebereitschaft, also die Konsistenz der Elemente beeinflusst, so daß häufig Werte zwischen 1 und 2 erreicht werden. Also lautet die Formel:

$$G = \frac{s \cdot M}{D^a}$$

($s \leq 1$; $2 > a > 1$).

Die Prozesse verlaufen also von innen nach außen. Dabei werden die einzelnen Aufgaben und deren Konkretisierung in den Gleichgewichtssystemen nacheinander durchgeführt. Jeder Ring bedeutet einen Teilprozeß oder, anders ausgedrückt, er beinhaltet zahlreiche Elemente mit jeweils einer der sieben oben (Kap. 4.3.) aufgeführten Aufgaben. Die Prozesse führen also von Ring zu Ring. Die zurückgelegten Distanzen und damit die Weite der Ringe nehmen je Schritt nach der Formel $SUSV$ zu. So wird die Glockenkurve (SVU) in dem Sinne verändert, daß sie im Zentrum versteilt erscheint, nach außen aber flacher ausläuft.

Bei diesen Beispielen stand die ³räumliche Struktur und ihre Manifestation in der Elementdichte im Vordergrund. Auch Hierarchien und Prozesse werden durch übergeordnete Strukturen verändert. Ein Beispiel ist die Rotation, bei der die Innovationszentren tangential in einer übergeordneten Population - sei sie undifferenziert oder als Ringstruktur ausgebildet - wandern (D. FLIEDNER 1981 b). Es kann in diesem Zusammenhang nicht näher darauf eingegangen werden.

5. DER ⁴RAUM ALS UNTERSUCHUNGSOBJEKT

5.0. EINLEITUNG

Die in der Abhandlung vorgestellte Theorie des vierdimensionalen Raumes wurde von einem spezifischen Ansatz aus entwickelt. Die einzelnen Formeln folgten mit einer gewissen Notwendigkeit aus den vorhergehenden, d.h. die dargestellten Beziehungen stehen nicht für sich, sondern sind im Zusammenhang mit den übrigen zu sehen. Die noch fehlenden Formeln werden sich wohl in entsprechender Weise hinzufügen lassen. Das Ergebnis ist ein Modell, von dem angenommen werden kann, daß es sich in den verschiedenen Seinsbereichen anwenden läßt.

Daß die Beispiele aus dem Bereich der sozialen Systeme gewählt wurden, hat darin seinen Grund, daß der Verfasser Anthropogeograph ist, darüber hinaus aber auch darin, daß soziale Systeme - so komplex sie auch gestaltet sein mögen - in manche Sachverhalte am ehesten Einblick gewähren, vor allem in die Struktur der Aufgabensequenzen. Eine Überprüfung müßte sowohl am konkreten Objekt als auch von deduktiver Seite her erfolgen. Dem Untersuchenden, der es mit dem Raum, mit Strukturen, Materie und Prozessen zu tun hat, stellen sich einige allgemeine Fragen:

- 1) Ein ⁴Raum muß eindeutig definierbar sein, in seiner äußeren Position sowie in seinen internen Eigenschaften. Welche Ansätze ergeben sich für eine Messung?
- 2) Wie eindeutig sind die Aussagen, die sich über einen ⁴Raum machen lassen?
- 3) In einem durch die Materie gestalteten ⁴Raum stehen naturgemäß Struktur und Inhalt - anders als im "absoluten Raum" (Kap. 1.0.) - in einer bestimmten Beziehung zueinander. Welcher Art ist sie?
- 4) Schließlich: Auch der Betrachter ist Teil des ⁴Raumes. Strukturiert dies sein Vorgehen bei seiner Untersuchung?

Diese Fragen verdienen es, in eigenen Abhandlungen untersucht zu werden. Hier - "ungeschützt" - einige vorläufige Gedanken, die zu weiteren Überlegungen anregen sollen.

5.1. ZUR FRAGE DER QUANTITATIVEN DEFINIERBARKEIT DES ⁴RAUMES

⁴Räume sind relative Räume (Kap. 1.0.). Sie sind in ihrer Umwelt, gegenüber dem übergeordneten System zu definieren, in ihrer Position zu beschreiben. In den vier Bindungsebenen werden jeweils verschiedene strukturelle Eigenschaften des ⁴Raumes wiedergegeben. Durch sie wird die Position eines Systems eindeutig definiert. D.h.: Zwei Systeme mit derselben qualitativen Position gegenüber der übergeordneten Population (1. Bindungsebene), derselben Aufgabe (d.h. zum selben Zeitpunkt im Prozeßablauf; 2. Bindungsebene), in derselben Position in der Kontrollhierarchie (3. Bindungsebene) und im selben ³Raum (4. Bindungsebene) sind nicht denkbar. In einer Position müssen sie sich unterscheiden, d.h. sie sollten entweder von verschiedener Konsistenz sein (z.B. dieselbe Gemeinde als ökonomische oder biotische Einheit) oder im Prozeßablauf nacheinander erscheinen (z.B. Ablösung einer ökonomischen Tätigkeit durch eine andere) oder in unterschiedlicher Rangfolge der Systemhierarchie angeordnet sein (z.B. Staatspopulation der Gemeindepopulation übergeordnet) oder sich an einem anderen Ort befinden (z.B. eine Gemeinde neben einer anderen). Andernfalls liegt Identität vor.

Jeder ⁴Raum hat bestimmte interne Eigenschaften, durch die er sich von seiner Umwelt abhebt. Diese Eigenschaften sind auf der 4. Bindungsebene, d.h. auf der Elementarebene, klarer faßbar als Dichte, Leistung, Menge und Distanz. Vielleicht kann man in ihnen die Dimensionen des ⁴Raumes erkennen (Kap. 2.4.).

5.2. ZUR FRAGE DER EINDEUTIGKEIT DER WERTE

Durch eine quantitative Definierung des ⁴Raumes als eines Untersuchungsobjektes ist noch nicht geklärt, wie eindeutig die Angaben sind; dies hängt von anderen innersystemischen Parametern ab. Wie die bisherigen Ausführungen deutlich gemacht haben dürften, gehören jeweils vier Teilprozesse oder Stadien zu einem Prozeß, und dies in allen vier Bindungsebenen. Die Anfangsbedingungen bestimmen die Eindeutigkeit im

Verlauf der Prozesse. Sie werden durch die Übergänge zwischen den Prozessen verdeutlicht, die in den vier Bindungsebenen verschieden sind:

In der 1. Bindungsebene sind die Übergänge vom letzten Glied des vorhergehenden Prozesses ("Reproduktion", V) zum ersten Glied des folgenden Prozesses ("Adoption", S) nicht festlegbar; die Entwicklung in dem nachfragenden Partnersystem ist weitergegangen, so daß der Übergang ohne Kontrolle verläuft; man könnte ihn als quasi-probabilistisch bezeichnen. Erst durch den Kontakt erfolgt eine Rückmeldung (Feedback). Unregelmäßige Schwingungen sind das Ergebnis.

In der 2. Bindungsebene sind die Übergänge zwischen den letzten Gliedern des vorhergehenden Prozesses (in unseren Beispielen zwischen Adoption und Produktion, d.h. SV; in entsprechender Weise TV, UV und VV) zu den ersten Gliedern des folgenden Prozesses als probabilistisch bezeichnet worden. Hier läßt sich mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit voraussagen, wie der folgende Prozeß verlaufen wird.

In der 3. Bindungsebene könnte man die Übergänge von den letzten Gliedern des vorhergehenden Prozesses (in unseren Beispielen SSV, STV, SUV und SVV) zu den ersten Gliedern des folgenden Prozesses als quasi-deterministisch bezeichnen. Die Anfangswerte sind nicht bekannt, sie sind zu übernehmen; aber von dieser Unsicherheit abgesehen verläuft der Prozeß deterministisch, d.h. in jedem Schritt vorher berechenbar.

In der 4. Bindungsebene sind die Übergänge von den letzten Gliedern des einen Prozesses (in unseren Beispielen SUSV, SUTV, SUUV und SUVV) zum ersten Glied des folgenden Prozesses deterministisch, d.h. die Ergebnswerte und die Eingangswerte sind fest miteinander verkoppelt. Der Prozeßverlauf läßt sich in jedem Schritt klar festlegen.

Es versteht sich, daß es zwischen diesen Übergangs- und Prozeßtypen Kombinationsmöglichkeiten gibt, so daß die Realität wiederum sehr kompliziert erscheint. Es müßte überlegt werden, welche Konsequenzen sich hieraus für die Art der wissenschaftlichen Erklärung ergeben. Dies ist eine gesonderte Untersuchungsaufgabe, die in diesem Zusammenhang nicht gelöst werden kann.

5.3. ZUR FRAGE DES INHALTLICHEN EINES ⁴RAUMES

In unserer Theorie wurde Ordnung beschrieben, das Gefüge im vierdimensionalen Raum. Als ein Ergebnis bleibt festzuhalten, daß durch Information aus der übergeordneten Umwelt die Materie strukturiert, d.h. geordnet wird. Die Elemente haben für das Ganze, das System, Aufgaben zu erfüllen; von oben, d.h. vom Ganzen aus betrachtet, kommen sie in einer Vielzahl vor, sind daher im Rahmen einer Systematik erfassbar und typisierbar.

Andererseits, von unten her gesehen, ist jedes Element im System, jedes System im übergeordneten System oder Ganzen eine Individualität. Jedes Individuum ist von den übrigen unterscheidbar, jede Gemeinde hat ihr unverwechselbares Gesicht, jede Kulturpopulation ist in ihrer Weise einmalig. Historisch betrachtet unterscheidet sich jedes Entwicklungsstadium einer Population vom vorhergehenden und nachfolgenden. Das Individuelle ist die Voraussetzung für eine Eigenbestimmung, zu einer Erkennung der eigenen Aufgabe im strukturell übergeordneten Ganzen. In der Menschheit als Gesellschaft kann kein Individuum ohne Selbstidentifikation existieren; ein eindeutiger Bezug, des Menschen zur Familie oder zum Betrieb, ist nötig, die Kenntnis des Standorts als Gemeindemitglied, als Angehöriger eines Volkes oder einer Kultur. Aber auch die Populationen sind eindeutig zugeordnet und erhalten dadurch ihre Identität, z.B. das deutsche Volk in Europa. Auf diese Weise wird zwischen strukturell gleichartigen Populationen eine Unterscheidung möglich, eine inhaltliche Abgrenzung.

Der Struktur steht der Inhalt gegenüber; beide sind in ihren Eigenschaften als solche unabhängig voneinander, gestalten aber gemeinsam den jeweiligen konkreten ⁴Raum. Die Kenntnis der Eigenschaften der Systeme und der Übergänge zwischen ihnen bzw. den sie gestaltenden Prozessen erleichtert das Verständnis auch des Inhaltlichen. Ordnung wird nur durch die Beschreibung der Zusammenhänge definierbar, d.h. des Systems in seinem inneren Gefüge. Dadurch wird Struktur erkennbar. Inhaltliches wird dagegen durch Vergleich der sachlich entsprechenden Eigenschaften (nicht durch Verknüpfung) beschreibbar. Dabei wird das Besondere, das Individuelle sichtbar. Individualität bedeutet die spezifische Zusammensetzung der Teile.

Wie bildet sich Inhalt, Individualität? Ein Beispiel: Durch sich wandelnde ökonomische Nachfragestrukturen in einer Stadt-Umland-Population wird in einer Gemeinde die bisherige landwirtschaftliche Produktionsweise für den Bestand der Population unzureichend; die soweit gelieferten Produkte finden nur noch teilweise Abnehmer, zu nicht ausreichenden Konditionen. Die Gemeinde muß ihre Wirtschaftsbasis verändern, wenn sie sich behaupten will. Daß dies zu geschehen hat, wird also von außen, von der übergeordneten Population als Information (Nachfrage) eingegeben. Wie nun diese Änderung herbeigeführt werden kann, hat die Gemeinde, anschließend vielleicht an Vorbilder, zu entscheiden, genauer: die die Gemeinde zusammensetzenden Individuen haben dies zu tun; zur Erhaltung der Struktur ist inhaltlich Neues zu schaffen, und zwar von unten, den Betrieben und Individuen. Hier wird klar, daß die Elemente eines Systems zwar gleich im Hinblick auf ihre Bedeutung oder Rolle für die Struktur des Systems sind, nicht aber als solche in ihren Möglichkeiten und Existenzbedürfnissen.

Es treten mehrere Konzepte in Konkurrenz miteinander, in unserem Fall z.B. Intensivierung des Anbaus durch Einführung des kommerziellen Obstanbaus, durch Hebung des Fremdenverkehrs usw. Die Ideen dazu entstehen in den Köpfen einzelner Individuen; sie finden Befürworter, es kommt zur Diskussion, soweit die Realisierung Konfliktsituationen entstehen läßt. Einige Betriebe entscheiden sich für den Obstanbau, es kommt zu genossenschaftlichen Zusammenschlüssen. Andere richten sich auf Fremdenverkehr ein. Das Gemeindeparlament hat Maßnahmen zur Verbesserung der Infrastruktur zu beschließen, die die einen oder anderen zur Frage stehenden ökonomischen Aktivitäten begünstigt bzw. benachteiligt. Schließlich wird eine ökonomische Aktivität dominieren, oder es werden Kompromisse geschlossen. Damit erhält die Gemeinde eine spezifische neue Basis, durch die Adoption von Innovationen. Das Inhaltliche gestaltet sich aus der individuellen Ebene heraus. Die Kulturlandschaft wird in entsprechender Weise neu geformt. So wird eine - entsprechend den Fähigkeiten, die Situation zu überblicken - begrenzte Optimierung erreicht. Die Individuen und Betriebe der Gemeinde können überleben.

Diese Gedanken lassen sich auf jede Population in jeder Größenordnung übertragen. In diesem Sinne können auch einzelne Persönlichkeiten großes Gewicht erhalten, wenn sie kreativ sind, Ausstrahlungskraft haben

und zudem vielleicht noch über Macht oder Geld verfügen. Die Bedeutung von Religionsstiftern, absolutistischen Herrschern oder Industriellen ist bekannt.

Das Individuum ist die letzte Instanz; es spielt seine Rolle in den Induktionsprozessen, tritt als Konsument, als Element der Trägerpopulation auf und gestaltet dadurch die Reaktionsprozesse. Es ist aber auch ein Wesen mit spezifischen Bedürfnissen, insofern nicht nur passiv involviert, sondern auch kreativ beteiligt. Diese ganzen Funktionen sind im Tages-, Jahres- und Lebenslauf zu bewältigen. Hier hat die Zeitgeographie ihre Bedeutung (T. HÄGERSTRAND 1975; TIMING SPACE 1978; T. CARLSTEIN 1982). Jede Aktivitätssequenz läßt sich durch Trajektorien darstellen, die Raum und Zeit durchlaufen. Die gesuchten Merkmale oder Einzelaktivitäten, -handlungen lassen sich durch Bildung von Durchschnitts- oder Summenwerten in einer gegebenen Population oder auch in einem willkürlichen Ausschnitt erfassen. Durch die Struktur des ⁴Raumes werden die Aktivitäten maßgebend beeinflußt ("Constraints") und umgekehrt.

Die Entscheidung der Elemente, diese oder jene Innovation zu übernehmen, diese oder jene Reihenfolge in den Handlungen zu wählen, bilden im Rahmen der gegebenen Infrastruktur und der Nachfragesituation seitens der übergeordneten Systeme die Parameter, die zur individuellen Entwicklung der Elemente oder untergeordneten Systeme führen. Eine einmal gefundene Individualität bildet ein Faktum, das für zukünftige Entscheidungen prägend wirkt. D.h. mit fortschreitender Zeit geben die Elemente ihre individuellen Merkmale weiter, "vererben" sie den Prozessen. So kommt es zu Evolutionen, nicht nur im biotischen Seinsbereich, sondern auch in der Menschheit als Gesellschaft sowie in der abiotischen Natur.

Eine wissenschaftlich genauere Behandlung müßte den Prozeßcharakter berücksichtigen. Die zum Inhaltlichen führenden Prozesse verlaufen wohl auch durch die vier Bindungsebenen, aber spiegelbildlich zu den ordnenden Prozessen. Die Prozeßrichtung von unten nach oben entspricht der des Produktions- und Reproduktionsprozesses, nur daß hier von Bedeutung ist, daß mit der Materie auch Information weitergegeben wird. Die verschiedenen Eigenschaften werden zu neuen Einheiten verschmolzen, die damit die individuellen Eigenschaften erhalten. Dies mathematisch zu fassen, auf Grund der in dieser Arbeit vorgestellten Überlegungen, aber

auch mit anderen Techniken (Entscheidungstheorie z.B.), muß der Zukunft überlassen bleiben.

Wie gesagt, können Inhalt und Struktur als einander gegengerichtete Partner angesehen werden, die sich bedingen. Im Rahmen der Untersuchung der Struktur ist auch die Interpretation des Inhalts notwendig. Eine Innovation ist daraufhin zu untersuchen, welche Aufgabe sie erfüllt. Dies ist freilich nicht unkritisch zu bewerkstelligen, die Interpretation ist oftmals heikel, erfordert einen Kriterienkatalog. Die Einführung eines neuen Verkehrsmittels z.B. mag im Rahmen der Aufgabenkategorie Organisation gedeutet werden, vielleicht aber auch als Ausdruck einer Dynamisierung im Rahmen eines anderen Prozesses betrachtet werden, dies kommt auf den Kontext an. Ich brauche hier nicht näher darauf einzugehen (D. FLIEDNER 1981 b).

5.4. ZUR FRAGE DER BETRACHTUNG DES UNTERSUCHUNGSOBJEKTES

Nicht nur das Objekt, sondern auch der Untersuchende ist Teil des ⁴Raumes. So mag man unterstellen, daß die Realität der Umwelt auch die Denkvorgänge des Untersuchenden bestimmt. In der Tat kann man behaupten, daß der ⁴Raum auch unseren Vorstellungen nicht so fremd ist, wie es zunächst erscheinen mag. J. SCHMITHUSEN (1976, S. 6 ff.) stellte ein genial einfaches Schema vor, das grundlegende Einsichten in die Struktur der Denkvorgänge und des zu untersuchenden Objekts erlaubt: "Die Formen des auf die außersubjektive Wirklichkeit gerichteten Denkens lassen sich aus der Bipolarität der beiden, den Denkvorgang letzten Endes bestimmenden Komponenten, nämlich der Erfassung des Gegenstandes und des Denkzieles, ableiten. Für die den Gegenstand begreifende Betrachtung gilt die Alternative, daß sie entweder den Gegenstand als Ganzes oder nur einen Teil von diesem erfassen kann. D.h., die den Gegenstand begreifende Betrachtung kann entweder total, oder sie kann partial sein. Bei dem Denkvorgang, der zu einer Aussage über den Gegenstand führt, gibt es ebenfalls eine Alternative. Das Ziel der Aussage kann entweder das Besondere oder das Allgemeine sein. D.h., das Denkziel kann speziell, oder es kann generell sein. Beides schließt auch hier einander

aus. Erst zusammen machen Betrachtungsumfang (total oder partial) und Denkziel (speziell oder generell) einen Denkvorgang aus. Daher sind aus der doppelten Bipolarität vier Kombinationen möglich. Diese können wir durch die vier Wortpaare: total-generell, partial-generell, partial-speziell und total-speziell charakterisieren."

Betrachtungsumfang und Denkziel scheinen auch Struktureigenschaften des ⁴Raumes widerzuspiegeln. In Anlehnung an die Thermodynamik lassen sich extensive und intensive Eigenschaften herausstellen. Der Betrachtungsumfang erfaßt die extensiven Eigenschaften des Systems; total meint das ganze System, partial die Elemente. Das Denkziel ist auf die intensiven Eigenschaften des Systems ausgerichtet; generell umfaßt sachlich die allgemeinen Eigenschaften des Systems oder der Elemente, während speziell bestimmte Besonderheiten herausstellt.

Wählen wir wieder soziale Systeme als Beispiele:

In der 1. Bindungsebene erfassen wir das System total-generell, d.h. in seinem Gesamtumfang (total) und als sachliche Ganzheit in seiner Gesamtleistung im Rahmen der übergeordneten (nachfragenden) Umwelt (generell). Die Beschäftigung mit der Menschheit als Gesellschaft und als biotische Einheit (d.h. als Art) im übergeordneten wissenschaftlichen Zusammenhang wäre hier zu sehen. Dabei könnten methodologische Probleme behandelt werden, aber auch die Einbindung der Disziplin in den Kanon der Wissenschaften.

In der 2. Bindungsebene betrachten wir das System total-speziell, d.h. in seinem Gesamtumfang (total), aber in seinen sachlichen Elementeigenschaften, die wir als Aufgaben bezeichnet haben (speziell). In unserem Zusammenhang bedeutet dies die sachliche Gliederung der Populationsaktivitäten; dabei können die Innovationen und Institutionen in den verschiedenen Populationstypen Forschungsgegenstand sein. So wird die Perzeption auf der Ebene der Betriebe mit Hilfe ganz anderer Institutionen gehandhabt (Marktforschung, Auftragsbüro etc.) als z.B. auf der Ebene einer Staatspopulation (Diplomatie, Grenzüberwachung etc.). J. SCHMITHUSEN nennt diese sachlich orientierte Teildisziplin Aitionik (Geofaktorenlehre).

In der 3. Bindungsebene erscheint das System partial-generell, d.h. die

Position der Elemente im Ganzen (was die Kontrolle einschließt) (partial), als solche sachlich aber ungegliedert (generell). Es ist die Betrachtung der Teile mit dem Ziel, allgemein verbindliche Regeln zu finden. In unserem Zusammenhang ist die Erforschung der Gesetzmäßigkeiten der Verknüpfungen und Abläufe Gegenstand dieser Betrachtungsweise. J. SCHMITHÜSEN bezeichnete dies als Synergetik (dagegen HAKEN, Kap. 4.1.). Die in dieser Abhandlung erarbeiteten Beziehungen, die sich ja auf verschiedenste Inhalte anwenden lassen, bilden Beispiele. Die Physik ist eine partial-generell vorgehende Disziplin par excellence.

In der 4. Bindungsebene wird das System partial-spezial betrachtet, d.h. von der systematischen Seite her. Das Ganze erscheint nach sachlichen Gesichtspunkten (speziell) und in der Hierarchie (partial) gegliedert. In unserem Zusammenhang wäre eine Systematik der Populationen, die Verknüpfungen und Prozesse der Arbeitsbereich dieser Teildisziplin, eine Klärung der Zuordnungen, wie sie z.B. durch die in dieser Arbeit verwendeten Kennzeichen gegeben wurde. In der Biologie ist die Taxonomie der Pflanzen und Tiere ein besonders sprechendes Beispiel.

Die Denkvorgänge scheinen also wohl in der ⁴Raumstruktur begründet zu sein. Eine Wissenschaft, die den ⁴Raum zum Gegenstand hat, könnte entsprechend vorgehen. Dabei könnte vom Ganzen, der Struktur, ausgegangen werden, wie es in dieser Arbeit versucht wurde, als auch vom Inhaltlichen, Individuellen, wobei z.B. Gemeinden, Völker oder andere Populationen in ihren jeweiligen regionalen und historischen Bezügen erscheinen. Dies wäre zu diskutieren, auch im Hinblick auf die Zukunft des Faches Geographie.

LITERATUR

- BAHRENBURG, G. und E. GIESE (1975): Statistische Methoden und ihre Anwendung in der Geographie. Stuttgart (Teubner)
- BARTELS, D. (1968): Zur wissenschaftstheoretischen Grundlegung der Geographie des Menschen. = Geogr. Zeitschrift, Beihefte 19. Wiesbaden
- BENNETT, R.J. u. R.J. CHORLEY (1978): Environmental Systems. Philosophy, analysis and control. London (Methuen)
- BERTALANFFY, L.v., W. BEIER und R. LAUE (1977): Biophysik des Fließgleichgewichts. Braunschweig (Vieweg)
- BOBEK, H. (1928): Innsbruck. Eine Gebirgsstadt, ihr Lebensraum und ihre Erscheinung. = Forschgn. zur deutschen Landeskunde 25, H. 3. Stuttgart
- BOBEK, H. (1948): Stellung und Bedeutung der Sozialgeographie. In: Erdkunde 2, S. 118 - 125
- BOLTZMANN, L. (1905): Populäre Schriften. Leipzig
- BORN, M. (1977): Geographie der ländlichen Siedlungen, 1: Genese der Siedlungsformen in Mitteleuropa. Stuttgart (Teubner)
- BOUSTEDT, O. (1970): Zur Konzeption der Stadtregion, ihrer Abgrenzung und ihrer inneren Gliederung, dargestellt am Beispiel Hamburg. In: Veröff. d. Akad. f. Raumf. u. Landespl., Forsch.- u. Sitzungsber. 59. Hannover
- BURGESS, E.W. (1925/68): The growth of the city. In: The city. (Ed. R.E. PARK, E.W. BURGESS and R.D. McKENZIE), Chicago. S. 47 - 62 (1st ed. 1925)
- BUSCH-ZANTNER, R. (1937): Ordnung der anthropogenen Faktoren. In: Petermanns Geogr. Mitt. 83, S. 138 - 141

- BUTZIN, B. (1982): Elemente eines konfliktorientierten Basisentwurfs zur Geographie des Menschen. In: Kultur-/Sozialgeographie (Hrsg. P. SEDLACEK). Paderborn (Schöningh), S. 93 - 124
- CARLSTEIN, T. (1982): Time resources, society and ecology. = Lund Studies in Geography, Ser. B, Nr. 49. Lund (Gleerup)
- CHAPIN, F.S. (1978): Human time allocation in the city. In: Timing Space and Spacing Time. London. S. 13 - 26
- CHRISTALLER, W. (1933): Die zentralen Orte in Süddeutschland. Jena (Fischer)
- CZAJKA, W. (1964): Beschreibende und genetische Typologie in der ost-europäischen Siedelformenforschung. In: Schriften d. Geogr. Inst. d. Univ. Kiel 23, S. 37 - 62
- DAHRENDORF, R. (1963): Die angewandte Aufklärung. München (Piper)
- DAVIS, W.M. (1899): The Geographical Cycle. In: Geographical Journal 7
- EIBL-EIBESFELDT, J. (1978): Grundriß der vergleichenden Verhaltensforschung; Ethologie. 5. Aufl. München/Zürich (Piper)
- EINSTEIN, A. (1905/74): Zur Elektrodynamik bewegter Körper. In: Ann. d. Physik 17 (1905). Abgedruckt in: H.A. LORENTZ, A. EINSTEIN und H. MINKOWSKI: Das Relativitätsprinzip. 7. Aufl. Darmstadt, S. 26 - 53
- ELLEGÅRD, K., T. HAGERSTRAND und B. LENNTORP (1977): Activity organization and the generation of daily travel: Two future alternatives. In: Economic Geography 53, S. 126 - 152
- ELLENBERG, H. (1973): Ziele und Stand der Ökosystemforschung. In: Ökosystemforschung. Berlin/Heidelberg/New York (Springer), S. 1 - 31
- FABER, K.-G. (1972): Theorie der Geschichtswissenschaft. 2. Aufl. München (Beck)

- FLIEDNER, D. (1974): Räumliche Wirkungsprinzipien als Regulative strukturverändernder und landschaftsgestaltender Prozesse. In: Geogr. Zeitschr. 62, S. 12 - 28
- FLIEDNER, D. (1975): Die Kolonisierung New Mexicos durch die Spanier. = Arb. a.d. Geogr. Inst. d. Univ. d. Saarlandes, Bd. 21. Saarbrücken
- FLIEDNER, D. (1979): Geosystemforschung und menschliches Verhalten. In: Geogr. Zeitschr. 67, S. 29 - 42
- FLIEDNER, D. (1981 a): Zum Problem des vierdimensionalen Raumes. Eine theoretische Betrachtung aus historisch-geographischer Sicht. In: Philosophia Naturalis 18, S. 388 - 412
- FLIEDNER, D. (1981 b): Society in space and time. = Arbeiten aus dem Geogr. Inst. d. Univ. d. Saarlandes, Bd. 31. Saarbrücken
- FORRESTER, J.W. (1968): Principles of systems. Cambridge, Mass.
- FRANZLE, O. (1971): Physische Geographie als quantitative Landschaftsforschung. In: Schr. d. Geogr. Inst. Kiel 37, S. 297 - 312
- HAECKEL, E. (1866): Generelle Morphologie der Organismen. 2 Bde. Berlin
- HÄGERSTRAND, T. (1952): The propagation of innovation waves. In: Lund Studies in Geography, Ser. B, 4, S. 3 - 19
- HÄGERSTRAND, T. (1953/67): Innovationsförloppet urkorologisk synpunkt. Lund (Gleerup) 1953; engl. Übersetzung: Innovation diffusion as a spatial process. Chicago/London (Univ. of Chicago Press) 1967
- HÄGERSTRAND, T. (1975): Space, time and human conditions. In: Dynamic allocation of urban space (Ed. A. KARLQUIST, L. LUNDQUIST and F. SNICKERS), Westmead (England)/Lexington (Mass.), S. 3 - 14
- HAHN, H. (1957): Sozialgruppen als Forschungsgegenstand der Geographie. In: Erdkunde XI, S. 35 - 41

- HAKEN, H. (1983): Synergetik. Berlin/Heidelberg/New York/Toronto (Springer). 2. Aufl.
- HAMBLOCH, H. (1983): Kulturgeographische Elemente im Ökosystem Mensch - Erde. Darmstadt (Wiss. Buchges.)
- HARD, G. (1973): Die Geographie. Eine wissenschaftstheoretische Einführung. Berlin/New York (de Gruyter)
- HARTKE, H. (1953): Die soziale Differenzierung der Agrarlandschaft im Rhein-Main-Gebiet. In: Erdkunde VII, S. 11 - 27
- HARVEY, D. (1969/73): Explanation in Geography. London (Arnold)
- HEMPEL, C.G. und P. OPPENHEIM (1953): The logic of explanation. In: Readings in the Philosophy of Science (Ed. H. FEIGL and M. BRODBECK). New York, S. 319 - 352
- JÄGER, H. (1969): Historische Geographie. Braunschweig (Westermann)
- JAMMER, M. (1954/60): Das Problem des Raumes. Darmstadt (Wiss. Buchges.)
- KANT, E. (1946): Den Inre Omflyttningen i Estland. (About internal migration in Estonia in connection with complementary areas of Estonian towns). In: Svensk Geogr. Årsbok 22, S. 83 - 124
- KASTER, T. (1979): Einführung in die zeit-geographische Betrachtungsweise. In: Ausgewählte Materialien zur Zeitgeographie (Hrsg. T. KASTER u. D.A. LAMMERS). = Karlsruher Manusk. z. Mathem. u. Theoret. Wirtschafts- und Sozialgeogr. 35, S. 6 - 33
- KLINGBEIL, D. (1980): Zeit als Prozeß und Ressource in der sozialwissenschaftlichen Humangeographie. In: Geographische Zeitschrift 68, S. 1 - 32
- KLUG, H. und R. LANG (1983): Einführung in die Geosystemlehre. Darmstadt (Wiss. Buchges.)
- KOHL, J.G. (1841): Der Verkehr und die Ansiedlungen der Menschen in ihrer Abhängigkeit von der Gestaltung der Erdoberfläche. Dresden

- LANGTON, J. (1972): Potentialities and problems of adopting a systems approach to the study of change in Human Geography. In: Progress in Geography 4, S. 125 - 179
- LAUE, M.v. (1947): Geschichte der Physik, 2. Aufl. Berlin
- LESER, H. (1976): Landschaftsökologie. Stuttgart
- LORENZ, K. (1974): Über tierisches und menschliches Verhalten. Gesammelte Abhandlungen. Bd. 1 (17. Aufl.), Bd. 2 (11. Aufl.). München/Zürich (Piper)
- LOTKA, A.J. (1956): Elements of mathematical Biology. New York (Dover)
- MEURERS, J. (1976): Metaphysik und Naturwissenschaft. Darmstadt (Wiss. Buchges.)
- MÜLLER, Paul (1981): Arealssysteme und Biogeographie. Stuttgart (Ulmer)
- MÜLLER-WILLE, W. (1936): Die Ackerfluren im Landesteil Birkenfeld und ihre Wandlungen seit dem 17./18. Jahrhundert. = Beiträge zur Landeskunde der Rheinlande, Reihe 2, H. 5
- NEWTON, I. (1686/1963): Mathematische Prinzipien der Naturlehre (Hrsg. J.Ph. WOLFERS). Darmstadt (Wiss. Buchges.)
- NYSTUEN, J.D. (1970): Die Bestimmung einiger fundamentaler Raumbe-griffe. In: Wirtschafts- und Sozialgeographie (Hrsg. D. BARTELS). S. 85 - 94. Köln/Berlin (Kiepenheuer & Witsch)
- OVERBECK, H. (1954): Die Entwicklung der Anthropogeographie (insbesondere in Deutschland) seit der Jahrhundertwende und ihre Bedeutung für die geschichtliche Landesforschung. In: Blätter zur deutschen Landesgeschichte 91, S. 182 - 244
- PARSONS, T. und E. SHILS (Hg.) (1954): Toward a general theory of action. Cambridge
- PEARL, R. (1925): The biology of population growth. New York (Knopf)
- PRED, A. (1977): The choreography of existence: Comments on Hägerstrand's time-geography and its usefulness. In: Economic Geography 55, S. 207 - 221

- PRIGOGINE, I. (1979): Vom Sein zum Werden. München/Zürich (Piper)
- PRIGOGINE, I. und I. STENGERS (1981): Dialog mit der Natur. München/Zürich (Piper)
- RITTER, C. (1852): Einleitung zur allgemeinen vergleichenden Erdkunde und Abhandlungen zur Begründung einer wissenschaftlichen Behandlung der Erdkunde. Berlin
- ROHLER, R. (1973): Biologische Kybernetik. Regelungsvorgänge in Organismen. Stuttgart (Teubner)
- SAUER, C.O. (1952): Agricultural origins and dispersals. New York (American Geogr. Society)
- SCHLÜTER, O. (1919): Die Stellung der Geographie des Menschen in der erdkundlichen Wissenschaft. In: Geogr. Abende im Zentralinst. f. Erziehung u. Unterricht, 5. Bd. Berlin
- SCHMITHUSEN, J. (1976): Allgemeine Geosynergetik. = Lehrbuch der Allgem. Geogr., Bd. XII. Berlin/New York (de Gruyter)
- SCHMITTHENNER, H. (1938/51): Lebensräume im Kampf der Kulturen (1. Aufl. 1938) 2. Aufl. Heidelberg
- SCHWARZ, R. (1981): Informationstheoretische Methoden. = Geomod 2. Paderborn (Schöningh)
- SEDLACEK, P. (1982): Kulturgeographie als normative Handlungswissenschaft. In: Kultur-/Sozialgeographie (Hrsg. P. SEDLACEK), Paderborn (Schöningh), S. 187 - 216
- SENGHAAS, D. (1972): Editorisches Vorwort. In: Imperialismus und strukturelle Gewalt. Analysen über abhängige Reproduktion. Frankfurt, S. 7 - 25
- SHANNON, E. und W. WEAVER (1949): The mathematical theory of communication. Chicago (Univ. of Illinois Press)
- SMITH, A. (1776/86): An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations. 1. Aufl. 1776. London

- STOUFFER, S.A. (1940): Intervening opportunities: A theory relating mobility and distance. In: Amer. Sociol. Rev. 5, S. 845 - 867
- THOMALE, E. (1972): Sozialgeographie. Eine disziplin-geschichtliche Untersuchung zur Entwicklung der Anthropogeographie. = Marburger Geogr. Schr., 53
- THRIFT, N. (1977): Time and theory in human geography. In: Progress in Human Geography, I, S. 65 - 101, 413 - 457
- THUNEN, J.H.v. (1826/75/1966): Der isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie. Darmstadt (Reprint der 3. Aufl. 1875; 1. Aufl. 1826)
- TIMING SPACE (1978): Timing space and spacing time (Ed. T. CARLSTEIN, D. PARKES and N. THRIFT), 3 vols. London (Arnold)
- TOYNBEE, A.J. (1949): A study of history. London
- UEXKÜLL, J.v. (1909): Umwelt und Innenwelt der Tiere. Berlin
- WAGNER, Ph.L. (1972): Environments and peoples. Englewood Cliffs (Prentice Hall)
- WAIBEL, L. (1933): Das Thünensche Gesetz und seine Bedeutung für die Wirtschaftsgeographie. In: WAIBEL, L.: Probleme der Wirtschaftsgeographie. Breslau, S. 47 - 78
- WEICHHARDT, P. (1975): Geographie im Umbruch. Ein methodologischer Beitrag zur Neukonzeption der komplexen Geographie. Wien (Deuticke)
- WHITTAKER, R.H. (1975): Communities and ecosystems. London, 2. Aufl.
- WIRTH, E. (1979): Theoretische Geographie. Stuttgart (Teubner)
- YOUNG, E.C. (1924): The movement of farm population. = Cornell Univ. Agricult. Exper. Stat. Bull. No. 426. Ithaca, New York
- YOUNG, J.F. (1975): Einführung in die Informationstheorie. München/Wien (Oldenbourg)

**Arbeiten aus dem Geographischen Institut
der Universität des Saarlandes**

- Band 1: CHAMPIER, L.: La Sarre. Essai d'interprétation géopolitique. 72 Seiten, 10 Fig. — CHAMPIER, L.: Les principaux Types de Paysages humains en Saare. 6 Seiten, 6 Abb. — FISCHER, F.: Bemerkungen zur Morphologie der Hochflächen zwischen der unteren Saar und der Mosel. 7 Seiten, 1 Karte, 2 Abb. — RIED, H.: Beiträge zur Kenntnis der Ortslage Saarbrückens. 12 Seiten, 1 Karte — Saarbrücken 1956 (vergriffen)
- Band 2: FISCHER, F.: Beiträge zur Morphologie des Flußsystems der Saar. 92 Seiten, 26 Abb., 2 Tab. — Saarbrücken 1957 (vergriffen)
- Band 3: RIED, H.: Die Siedlungs- und Funktionsentwicklung der Stadt Saarbrücken. 185 Seiten, 7 Abb., 23 Fig. — Saarbrücken 1958 (vergriffen)
- Band 4: RATHJENS, C.: Menschliche Einflüsse auf die Gestaltung und Entwicklung der Tharr. Ein Beitrag zur Frage der anthropogenen Landschaftsentwicklung im Trockengebiet. 36 Seiten, 2 Karten, 8 Abb. — CHAMPIER, L.: La paysannerie française au milieu du XXe siècle. 22 Seiten, 3 Fig. — CHAMPIER, L. und FISCHER, F.: La poche karstique de Hirschland (Moselle). Etude morphopédologique. 7 Seiten, 1 Fig. — Saarbrücken 1959 DM 6.—
- Band 5: BORCHERDT, Ch.: Fruchtfolgesysteme und Marktorientierung als gestaltende Kräfte der Agrarlandschaft in Bayern. 292 Seiten, 42 Abb. — Kallmünz 1960 DM 26.—
- Band 6: RATHJENS, C.: Probleme der anthropogenen Landschaftsgestaltung und der Klimaänderungen in historischer Zeit in den Trockengebieten der Erde. 10 Seiten — BORCHERDT, Ch.: Die Innovation als agrargeographische Regelausscheidung. 38 Seiten, 38 Abb. — CHAMPIER, L.: Die Wirtschaft der Länder des Zollvereins nach der französischen Untersuchung von 1867. 32 Seiten — CHAMPIER, L.: Etudes agraires en Bourgogne méridionale. L'importance de l'exploitation dans l'étude du milieu rural. 41 Seiten, 13 Fig. — BORCHERDT, Ch. und SCHÜLKE, H.: Die Marktorte im Saarland. 11 Seiten, 1 Karte — LEINER, D.: Die Aufforstung landwirtschaftlicher Nutzflächen im Saarland in geographischer Sicht. 6 Seiten — Saarbrücken 1961 (vergriffen)

- Band 7: HARD, G.: Kalktriften zwischen Westrich und Metzger Land. Geographische Untersuchungen an Trocken- und Halbtrockenrasen, Trockenwäldern und Trockengebüschen. 176 Seiten, 1 Karte, 3 Abb., 28 Fig. — Heidelberg 1964 DM 19.80
- Band 8: Beiträge zur Landeskunde des Saarlandes I. SORG, W.: Grundlagen einer Klimakunde des Saarlandes nach den Messungen von 1949-1960. 30 Seiten, 8 Abb. — LIEDTKE, H.: Geologisch-geomorphologischer Überblick über das Gebiet an der Mosel zwischen Sierck und Remich. 21 Seiten, 6 Abb. — JENTSCH, Ch.: Einige Daten zur Bevölkerungsgeographie des Saargaus und der Nachbargebiete. 13 Seiten, 10 Abb. — BORCHERDT, Ch.: Die agrargeographischen Wesenszüge des nördlichen Saar-Mosel-Gaus. 37 Seiten, 7 Abb. — JENTSCH, Ch.: Die Bevölkerungsverhältnisse des Birkenfelder Landes zwischen 1817 und 1961. 23 Seiten, 13 Abb. — GROSS, M.: Die Nahrungsmittelindustrie im Saarland. Eine wirtschaftsgeographische Untersuchung der gegenwärtigen Situation. 10 Seiten — BORCHERDT, Ch.: Eine Arbeit über die Erholungsgebiete im Saarland. 4 Seiten, 1 Abb. — Heidelberg 1965 DM 18.—
- Band 9: Beiträge zur Landeskunde des Saarlandes II. BERNATH, V.: Landwirtschaftliche Spezialkulturen im mittleren Saartal. 160 Seiten, 11 Abb. — Saarbrücken 1965 (vergriffen)
- Band 10: RATHJENS, C.: Kulturgeographischer Wandel und Entwicklungsfragen zwischen Turan und dem Arabischen Meer. 17 Seiten, 2 Abb. — JENTSCH, Ch.: Typen der Agrarlandschaft im zentralen und östlichen Afghanistan. 46 Seiten, 15 Abb. — Saarbrücken 1966 (vergriffen)
- Band 11: SCHÜLKE, H.: Morphologische Untersuchungen an bretonischen, vergleichsweise auch an korsischen Meeresbuchten. Ein Beitrag zum Riaproblem. 192 Seiten, 28 Abb. — Saarbrücken 1968 DM 18.—
- Band 12: WEYAND, H.: Untersuchungen zur Entwicklung saarländischer Dörfer und ihrer Fluren mit besonderer Berücksichtigung der Gemeinde Schiffweiler. 215 Seiten, 15 Karten, 53 Abb. — Saarbrücken 1970 (vergriffen)
- Band 13: QUASTEN, H.: Die Wirtschaftsformation der Schwerindustrie im Luxemburger Minett. 268 Seiten, 76 Abb. — Saarbrücken, 1970 DM 26.—

- Band 14: BORN, M., LEE, D. R. und RANDELL, J. R.: Ländliche Siedlungen im nordöstlichen Sudan. 92 Seiten, 29 Karten, 12 Abb., 6 Tab. — Saarbrücken 1971 DM 15.—
- Band 15: SCHÜLKE, H.: Abtragungserscheinungen auf quartären Küstensedimenten Korsikas mit besonderer Berücksichtigung der Oberflächenverdichtung. 72 Seiten, 24 Abb., 10 Fig. — Saarbrücken 1972 DM 10.—
- Band 16: KROESCH, V.: Die Sierra de Gata. Ein Beitrag zur Abgrenzung submediterraner und eumediterraner Räume auf der Iberischen Halbinsel. 109 Seiten, 3 Karten, 28 Abb. — Saarbrücken 1972 DM 12.—
- Band 17: DEUTSCH, K.: Kulturlandschaftswandel im Kraichgau und Oberen Nahebergland. 200 Seiten, 23 Abb. — Saarbrücken 1973 DM 20.—
- Band 18: SCHMITHÜSEN, J.: Landschaft und Vegetation. Gesammelte Aufsätze von 1934 bis 1971. 543 Seiten, 32 Karten, 50 Abb. — Saarbrücken 1974 DM 70.—
- Band 19: FLIEDNER, D.: Der Aufbau der vorspanischen Siedlungs- und Wirtschaftslandschaft im Kulturraum der Pueblo-Indianer. Eine historisch-geographische Interpretation wüstgefallener Ortsstellen und Feldflächen im Jemez-Gebiet, New Mexico (USA). 63 Seiten, 31 Abb. — Saarbrücken 1974 DM 17.—
- Band 20: PAULY, J.: Völklingen. Studien zur Wirtschafts-, Sozial- und Siedlungsstruktur einer saarländischen Industriestadt. 229 Seiten, 8 Karten, 28 Abb. — Saarbrücken 1975 DM 32.—
- Band 21: FLIEDNER, D.: Die Kolonisierung New Mexicos durch die Spanier. 106 Seiten, 18 Abb., 25 Fig. — Saarbrücken 1975 DM 15.—
- Band 22: EBERLE, I.: Der Pfälzer Wald als Erholungsgebiet unter besonderer Berücksichtigung des Naherholungsverkehrs. 303 Seiten, 38 Karten — Saarbrücken 1976 DM 42.—
- Band 23: HERRESTHAL, M.: Die landschaftsräumliche Gliederung des indischen Subkontinents. 173 Seiten, 9 Karten — Saarbrücken 1976 DM 23.—
- Band 24: MATHEY, H.: Tourrettes-sur-Loup. Siedlungs- und wirtschaftsgeographische Auswirkungen des Fremdenverkehrs im Hinterland der westlichen Côte d'Azur. 232 Seiten, 5 Karten, 29 Abb., 22 Tab. — Saarbrücken 1977 DM 32.—

- Band 25: BRÜSER, G.: Die Landwirtschaftsformationen in Alta Extremadura. 125 Seiten, 4 Karten, 30 Abb., 11 Tab. — Saarbrücken 1977 DM 17.—
- Band 26: PREUSSER, H.: Die Hochweidewirtschaft in den Vogesen. Jüngere Entwicklungstendenzen und heutige Struktur. 100 Seiten, 30 Abb., 6 Tab. — Saarbrücken 1978 DM 14.—
- Band 27: HABICHT, W.: Dorf und Bauernhaus im deutschsprachigen Lothringen und im Saarland. 452 Seiten, 35 Karten, 57 Abb., 40 Fig., 19 Tab. — Saarbrücken 1980 DM 40.—
- Band 28: QUASTEN, H.: Zur Deskription und Erklärung von räumlichen Siedlungsmustern - erläutert an Beispielen aus Israel (im Druck)
- Band 29: Höhengrenzen in Hochgebirgen. Vorträge und Diskussionen eines DFG-Rundgespräches am 15. und 16. Mai 1979, herausgegeben von Ch. JENTSCH und H. LIEDKE; Carl Rathjens zum 65. Geburtstag. 398 Seiten, 19 Karten, 5 Abb., 48 Fig., 18 Tab. — Saarbrücken 1980 DM 60.—
- Band 30: BORN, M.: Neue siedlungs- und wirtschaftsgeographische Forschungen im Saarland (im Druck)
- Band 31: FLIEDNER, D.: Society in Space and Time, 291 pp., 27 fig., 3 tab., Index — Saarbrücken 1981 DM 30.—
- Band 32: STRUNK, H.: Zur pleistozänen Reliefentwicklung talferner Areale der Eifel-Nordabdachung. 116 Seiten, 28 Abb., 11 Fotos, 3 Tab., Tabellenanhang. — Saarbrücken 1982 DM 18.—
- Band 33: LEINENBACH, C.: Die Rolle der Automobilindustrie im Industrialisierungsprozeß von Kolumbien und Venezuela. Ökonomische, soziale und räumliche Aspekte. 346 S., 87 Abb., 56 Tab. — Saarbrücken 1984 DM 52.—
- Band 34: FLIEDNER, D.: Umriss einer Theorie des Raumes. Eine Untersuchung aus historisch-geographischem Blickwinkel. 114 S., 3 Abb., 3 Tab. — Saarbrücken 1984 DM 18.—

**Arbeiten aus dem Geographischen Institut
der Universität des Saarlandes**

Sonderserie:

Sonderband 1: LIEDTKE, H.: Die geomorphologische Entwicklung der
Oberflächenformen des Pfälzer Waldes und seiner Rand-
gebiete. 232 S., 48 Abb., 6 Bilder. — Saarbrücken 1968
DM 30.—

Sonderband 2: FAUTZ, B. Die Entwicklung neuseeländischer Kultur-
landschaften, untersucht in vier ausgewählten Farmre-
gionen. 160 S., 32 Fotos, 28 Ktn., 1 Farbkt. — Saarbrük-
ken 1970 DM 30.—

Sonderheft 3: FLIEDNER, D.: Physical Space and Process Theory, 44 p.,
7 fig., 4 tab. — Saarbrücken 1980 DM 5.—

Sonderheft 4: AUST, B. Die staatliche Raumplanung im Gebiet der
Saar-Lor-Lux-Regionalkommission, 98 S., 1 Kte., 9 Fig.
— Saarbrücken 1983 DM 19.—

Bezug und wissenschaftlicher Schriftenaustausch:

Geographisches Institut
der Universität des Saarlandes
D-6600 Saarbrücken
Federal Republic of Germany
République Fédérale d'Allemagne

291 Saarländische ULB



00089325101027

86 - 1335 e2