

Universität des Saarlandes  
Philosophische Fakultät  
Fachbereich 5.5 - Informationswissenschaft

**Anwendungsmöglichkeiten scientometrischer Methoden  
in Wissenschaft und Forschung exemplarisch dargestellt  
am Beispiel der Nanotechnologie**

Schriftliche Abschlußarbeit zur Erlangung des akademischen Grades  
Magistra Artium

vorgelegt von  
**Elke Bubel**

Erstgutachter: Prof. Dr. Harald H. Zimmermann  
Zweitgutachter: Prof. Dr. Bernd Hagenau

Saarbrücken, April 1999

## **Eidesstattliche Erklärung**

Hiermit erkläre ich an Eides statt, daß ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Stellen, die - wörtlich oder sinngemäß - veröffentlichten und nichtveröffentlichten Schriften sowie elektronischen Medien entstammen, sind als solche kenntlich gemacht.

Diese Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen.

## **Vorwort**

Die Idee für die Themenstellung zur vorliegenden Magisterarbeit ist entstanden durch meine Arbeit als Diplom-Bibliothekarin in der Bibliothek des Institut für Neue Materialien (INM) GmbH in Saarbrücken. Da es ein Schwerpunkt meiner praktischen Arbeit ist, in Zusammenarbeit mit den Mitarbeitern des Instituts Literatur- und Patentrecherchen in Online-Datenbanken durchzuführen, war es naheliegend, für die Abschlußarbeit meines Studiums Informationswissenschaft ein Thema aus meinem unmittelbaren praktischen Arbeitsumfeld zu wählen.

Saarbrücken, im April 1999

Elke Bubel

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1 EINLEITUNG</b>	<b>6</b>
1.1 THEMENSTELLUNG UND ZIELSETZUNG	6
1.2 AUFBAU DER ARBEIT	8
<b>2 THEORETISCHE EINFÜHRUNG IN DIE SCIENTOMETRIE</b>	<b>10</b>
2.1 DEFINITIONEN	10
2.1.1 SCIENTOMETRIE	10
2.1.2 BIBLIOMETRIE	11
2.1.3 INFORMETRIE	11
2.1.4 TECHNOMETRIE UND PATENTOMETRIE	13
2.1.5 INDIKATOREN	13
2.2 HISTORISCHER ÜBERBLICK	15
2.2.1 S.C BRADFORD, G.K. ZIPF UND A.J.LOTKA	15
2.2.2 G. DOBROW. UND D.J.DE SOLLA PRICE	18
2.2.3 E. GARFIELD	19
2.2.4 O. NACKE	19
2.3 SCIENTOMETRIE AUS HEUTIGER SICHT	20
2.3.1 SCIENTOMETRIE IN DEUTSCHLAND	21
2.3.2 SCIENTOMETRIE IN DEN NIEDERLANDEN / CWTS	24
2.3.3 SCIENTOMETRIE IN DEN USA / ISI, PHILADELPHIA	26
<b>3 METHODISCHE EINFÜHRUNG IN DIE SCIENTOMETRIE</b>	<b>30</b>
3.1 WERKZEUGE FÜR SCIENTOMETRISCHE ANALYSEN	31
3.1.1 ELEKTRONISCHE DATENBANKEN	32
3.1.1.1 Fachliteraturdatenbanken	33
3.1.1.2 Patentdatenbanken	35
3.1.1.3 Zitationsdatenbanken	37
3.1.2 SELEKTIONSBEFEHLE	42
3.1.3 ERGEBNISAUFBEREITUNG	44
3.1.3.1 Zeitreihen	45
3.1.3.2 Rangordnungen	45
3.1.3.3 Informationsflußgraphen	46
3.1.3.4 Semantische Netze	47
3.2 ANALYSEARTEN	47
3.2.1 PUBLIKATIONSANALYSEN	48

3.2.2 PATENTANALYSEN	50
3.2.3 ZITATIONSANALYSEN	52
3.2.3.1 Zitationsanalyse zum Messen des wissenschaftlichen Einflusses (Impactanalyse)	53
3.2.3.2 Zitationsanalyse zum Ermitteln fachlicher Beziehungen	54
<b>3.3 KRITIK AN SCIENTOMETRISCHEN ANALYSEN</b>	<b>58</b>
3.3.1 THEORETISCHE KRITIK	58
3.3.1.1 Redundante Informationen	58
3.3.1.2 Unterschiedliche Publikationsmuster	59
3.3.1.3 Mehrautorenschaft	60
3.3.1.4 Über- bzw. Unterzitationen	60
3.3.2 METHODISCHE KRITIK	61

#### **4 AUSGEWÄHLTE ANALYSEN AM BEISPIEL DER NANO-TECHNOLOGIE** **63**

<b>4.1 NANOTECHNOLOGIE</b>	<b>63</b>
<b>4.2 METHODISCHE VORÜBERLEGUNGEN</b>	<b>64</b>
4.2.1 AUSWAHL GEEIGNETER SUCHBEGRIFFE	64
4.2.2 AUSWAHL GEEIGNETER DATENBANKEN	66
4.2.3 AUSWAHL GEEIGNETER RECHERCHE- UND SELEKTIONSFELDER	67
<b>4.3 EINZELANALYSEN</b>	<b>69</b>
4.3.1 PUBLIKATIONSANALYSEN	69
4.3.1.1 Relevante Publikationsorgane zum Thema Nanotechnologie	69
4.3.1.2 Zeitlicher Verlauf der Nanotechnologieforschung weltweit	71
4.3.1.3 Themen der Nanotechnologie	73
4.3.1.4 Stand der Nanotechnologie-Forschung Deutschlands im internationalen Vergleich	75
4.3.1.5 Aktive Autoren in der Nanotechnologieforschung in Deutschland / Grundlagenforschung	78
4.3.2 PATENTANALYSEN	79
4.3.2.1 Themen in Patenten zur Nanotechnologie	80
4.3.2.2 RPA-Indikator am Beispiel der Patentklasse A61K	82
4.3.2.3 Aktive Patentanmelder in der Nanotechnologieforschung	84
4.3.2.4 Patentieverhalten relevanter Institutionen	85
4.3.3 ZITATIONSANALYSEN	88
4.3.3.1 Analyse der Beziehungen zwischen Autoren	88
4.3.3.2 Messung des Einflusses eines Autors	97
4.3.3.2.1 Wirkung einer Publikation auf Personenebene	99
4.3.3.2.2 Wirkung einer Publikation auf Institutionenebene	100
4.3.3.2.3 Wirkung einer Publikation auf Länderebene	101

#### **5 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE UND AUSBLICK** **103**

**6 VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN, TABELLEN UND GLEICHUNGEN 105****7 LITERATURVERZEICHNIS 107****Abkürzungsverzeichnis**

Abb	Abbildung
BLK	Bund Länder Kommission für Bildungsfragen
BMBF	Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie
bspw	beispielsweise
CWTS	Centre for Science and Technology Studies, Leiden
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
DPA	Deutsches Patentamt, München
ebd.	ebenda
GZ	Gemeinsame Zitierrate
idis	Institut für Dokumentation und Information über Sozialmedizin und öffentliches Gesundheitswesen, Bielefeld
i.d.R.	in der Regel
IF	Impact Factor
INM	Institut für Neue Materialien GmbH, Saarbrücken
IPC	International Patent Classification
ISI, Philadelphia	Institute for Scientific Information, Philadelphia
ISI, Karlsruhe	Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Karlsruhe
IWT	Institut für Wissenschafts- und Technikforschung, Bielefeld
IZ	Individuelle Zitierrate
MPI	Max-Planck-Institut
SCI	Science Citation Index
STN	The Scientific & Technical Information Network
Tab	Tabelle
u.ä.	und ähnliche
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
WGL	Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz
z.B.	zum Beispiel

# 1 Einleitung

## 1.1 Themenstellung und Zielsetzung

Literatur- und Patentdatenbanken werden i.d.R. zum Nachweis von bibliographischen Informationen genutzt, etwa um den Stand der Forschung zu einem bestimmten Thema zu bestimmen, um die Patentsituation zu einer anstehenden Patentanmeldung zu klären oder um die Veröffentlichungen eines Autors zu ermitteln. Kennzeichen von kostenpflichtigen Online-Datenbanken sind ihr weitgehend systematischer und strukturierter Aufbau und damit auch die Nachvollziehbarkeit der Abfrageergebnisse. Für Recherchen in Online-Datenbanken ist die Kenntnis der vom jeweiligen Host angebotenen Retrievalsprache erforderlich.

Vor dem Hintergrund, daß das Internet heute bereits eine Fülle von Fachinformationen unter vereinfachter Bedieneroberfläche und zum Großteil kostenfrei zur Verfügung stellt, stellt sich die Frage nach dem Mehrwert „konventioneller“ Datenbanken gegenüber dem Informationsangebot des Internet.

1993 betrug die Anzahl elektronischer Online-Datenbanken bereits 8261 mit über 5,5 Milliarden Einträgen<sup>1</sup>, Publikationen oder Patenten also, in denen sich wissenschaftliche Erkenntnisse manifestieren. Wenn mittels geeigneter statistischer Methoden diese Masse an wissenschaftlichen Informationen ausgewertet würde, könnte es möglich sein, Datenbanken für weitergehende Fragestellungen zu verwenden, etwa als Mittel für die wissenschaftliche

---

<sup>1</sup> Angaben aus Kuhlen, Rainer: [Informationsmarkt, 1995], S. 306

Leistungsbewertung, als Werkzeuge für die Konkurrenzanalyse oder zur Bestimmung wissenschaftlicher Trends.

Solche Fragestellungen sind im Bereich der Scientometrie angesiedelt, einer Teildisziplin der Wissenschaftsforschung, die die Wissenschaft selbst und ihre Institutionen zum Untersuchungsgegenstand hat und sich quantitativer bzw. statistischer Analysemethoden bedient.

Die vorliegende Magisterarbeit hat das Ziel, an einem konkreten Beispiel, verschiedene Möglichkeiten scientometrischer Analysen zu zeigen, um sie für die praktische Informationsvermittlung nutzbar zu machen.

Dazu wurde als Untersuchungsgegenstand ein Thema aus Naturwissenschaft und Technik - die Nanotechnologie - gewählt. Die Nanotechnologie gilt derzeit als „eine der großen Technologietrends der Zukunft“.<sup>2</sup> Von wissenschaftspolitischer Seite werden daher auch Anstrengungen unternommen, dieses Forschungsgebiet in Deutschland zu stärken, bspw. durch einen Wettbewerb zur Bildung von Nanotechnologie-Kompetenzzentren durch das BmbF im vergangenen Jahr.<sup>3</sup> Da sich auch das INM an diesem Wettbewerb beteiligte, standen umfangreiche Informationsquellen zur Verfügung, die bei der Auswertung der Analyseergebnisse hilfreich waren<sup>4</sup>.

Die vorliegende Arbeit kann selbstverständlich nicht den Anspruch einer Technologieanalyse zur Nanotechnologie haben. Ziel ist vielmehr, Anwendungsmöglichkeiten der Scientometrie zu zeigen, und die Aussagekraft und Stichhaltigkeit der Ergebnisse aus scientometrischen Analysen zu überprüfen.

---

<sup>2</sup> Schulenburg, Mathias [Nanotechnologie, 1998], S. 3

<sup>3</sup><http://www.bmbf.de/deutsch/service/index.htm> : Bekanntmachung vom 11.03.1998 (31.03.99)

<sup>4</sup> insbesondere: Bachmann, Gerd [Analyse, 1998]

## 1.2 Aufbau der Arbeit

Die Arbeit gliedert sich im wesentlichen in drei Teile. In einem allgemeinen theoretischen Teil werden die Untersuchungsgegenstände und -ziele der Scientometrie erläutert, im zweiten Abschnitt wird eine methodische Einführung gegeben, und im dritten, praktischen Teil der Arbeit werden konkrete Fragestellungen am Beispiel der Nanotechnologie mit scientometrischen Methoden untersucht.

Der erste Teil beginnt mit einem Abschnitt, der die wichtigsten Definitionen enthält. Es folgt ein kurzer historischer Abriß scientometrischer Forschung, gegliedert nach wichtigen Vertretern der Scientometrie und deren Untersuchungszielen. Danach wird die Scientometrie aus heutiger Sicht betrachtet. Anhand konkreter Projekte aus Wissenschaft, Wissenschaftspolitik und Informationsvermittlung werden Beispiele für die Verwendung scientometrischer Untersuchungen gezeigt.

Der zweite Teil der Arbeit bietet eine methodische Einführung in die Scientometrie und deren Analysemöglichkeiten. Dazu gehören die Beschreibung geeigneter Datenbanken und Software sowie Möglichkeiten der Ergebnisaufbereitung. Gegen die Aussagekraft scientometrischer Ergebnisse können Einwände erhoben werden. Eine Diskussion über die am häufigsten genannten Kritikpunkte schließt das zweite Kapitel ab.

Nach diesem theoretischen und methodischen Überblick kommen im dritten Kapitel einige ausgewählte scientometrische Analysen am Beispiel der Nanotechnologie zur Anwendung. Nach einer kurzen Erläuterung der Nanotechnologie und der methodischen Vorgehensweise werden Fragestellungen formuliert, zu denen Aussagen aus Datenbankanalysen



möglich sind. Die Rohdaten aus den Datenbanken werden abgebildet und gegebenenfalls entsprechend graphisch aufbereitet. Es wird versucht, die Analyseergebnisse anhand von Experteneinschätzungen zur jeweiligen Problematik zu verifizieren.

Die Arbeit wird abgeschlossen mit einer Zusammenfassung aller Ergebnisse und einem Ausblick aus informationswissenschaftlicher Sicht.

Die Literaturrecherchen für den theoretischen Teil der Arbeit wurden größtenteils in der Literaturdatenbank Infodata durchgeführt, Beiträge zu diesem Thema finden sich aber auch in naturwissenschaftlich technischen Zeitschriften. Im Internet wurden Hinweise zu Projekten und Institutionen, die sich mit scientometrischen Themen befassen, gefunden. Die Datenbankanalysen des praktischen Teils wurden in naturwissenschaftlich-technischen Datenbanken des Anbieters STN International durchgeführt.

## 2 Theoretische Einführung in die Scientometrie

### 2.1 Definitionen

Für quantitative Analysen von Publikationen oder Patenten gibt es in der Literatur unterschiedliche Bezeichnungen, die zu verschiedenen Zeiten und somit auch unter verschiedenen technischen Bedingungen geprägt worden sind. Das Untersuchungsziel ist jedoch dasselbe, nämlich die quantitative Betrachtung wissenschaftlicher Objekte anhand von Publikationen oder Patenten und deren mengenmäßiges Verhalten in Raum und Zeit unter Verwendung mathematischer bzw. statistischer Methoden. Unter wissenschaftlichen Objekten können dabei Autoren, Erfinder, Publikationen, Patente, wissenschaftliche Publikationsorgane, Forschungseinrichtungen etc. verstanden werden.

Man spricht in diesem Zusammenhang von „Scientometrie“, „Bibliometrie“, „Technometrie“ oder „Informetrie“. Da in der vorliegenden Arbeit versucht wurde, mittels quantitativer Analysen Aussagen zu treffen über *wissenschaftliche* Leistung bzw. Trends wird analog die Bezeichnung „*Scientometrie*“ verwendet.

#### 2.1.1 Scientometrie

Scientometrie wird definiert als „die Methode des Erfassens und Analysierens zählbarer oder meßbarer Sachverhalte im Phänomenbereich Wissenschaft“<sup>5</sup> Scientometrische Aufgabenstellungen bedienen sich statistischer Methoden. Analoges gilt für andere Disziplinen und deren Metrien (bspw. Biologie -

---

<sup>5</sup> Nacke, Otto (Hrsg.) [Scientometrie, 1976], S. 18

Biometrie, Ökonomie - Ökonometrie, Psychologie - Psychometrie). Grundüberlegung für die Bildung von Metrien in Wissenschaftsdisziplinen ist, daß eine Wissenschaft nur dann als „exakte Wissenschaft“ bezeichnet werden kann, wenn sie quantifizierbar ist. Nicht quantifizierbare Aussagen können dagegen lediglich als „Spekulationen“ oder „Individualmeinungen“ gelten. Daraus folgt, daß der Objektbereich von Wissenschaftsdisziplinen quantifizierbar sein muß.<sup>6</sup>

### 2.1.2 Bibliometrie

Begriffe, die Aspekte der Disziplin umreißen, erscheinen in der Fachliteratur bereits seit Anfang des Jahrhunderts: Erstmals wird ein solches Thema 1923 in einer Publikation von Hulme, E.W.<sup>7</sup> unter der Bezeichnung „statistical bibliography“ benannt. 1948 prägt Ranganathan, S.R. den Begriff der „librametry“<sup>8</sup>, der sich jedoch ebensowenig wie „statistical bibliography“ in der Literatur durchsetzen kann. Anerkennung findet erst die Bezeichnung von Pritchard, A. , „bibliometrics“, die dieser wie folgt definiert: „Bibliometrics, i.e. the application of mathematics and statistical methods to books and other media of communication.“<sup>9</sup>

### 2.1.3 Informetrie

Für die Informationswissenschaft prägt Nacke, Otto 1979 - entsprechend den oben gemachten Ausführungen - den Begriff der „Informetrie“, womit er den Überschneidungsbereich der Disziplinen Mathematik und

---

<sup>6</sup> vgl. Nacke, Ott (Hrsg.) [Scientometrie, 1976], S. 20

<sup>7</sup> Hulme, E.W. : [Statistical bibliography, 1923]

<sup>8</sup> vgl. Ranganathan, S.R.: [Librametry, 1969]

<sup>9</sup> Pritchard, A.: [Statistical bibliography, 1969], S. 348f.

Informationswissenschaft meint, und die Informatik somit als Spezialdisziplin der Informationswissenschaft begründet. „Informatik ist die Lehre von der Anwendung mathematischer Methoden auf Sachverhalte des Informationswesens zur Beschreibung und Analyse ihrer Phänomene, zum Auffinden ihrer Gesetze und zur Unterstützung ihrer Entscheidungen“<sup>10</sup>. Bezogen auf die Retrievalmöglichkeiten in öffentlich zugänglichen Online-Datenbanken verwendet Stock, W. den Begriff der „Online-Informatik“. Er unterscheidet informatische Untersuchungen von „herkömmlichen“ Datenbankrecherchen, in denen es um den Nachweis bibliographischer Informationen geht. Demgegenüber meint Online-Informatik „die experimentelle Analyse der Inhalte elektronischer Datenbanken“, wobei - im Gegensatz zum Nachweis von Einzeldokumenten - „Mengen von Nachweisen gebildet werden, die mittels bestimmter Analysemethoden als Ganzes befragt werden.“<sup>11</sup> Die mittlerweile massenhafte Verfügbarkeit von Daten und Datenbanken bringt es jedoch mit sich, daß für scientometrische Untersuchungen in der ein oder anderen Weise immer auf Daten zurückgegriffen wird, die über Online-Informatik gewonnen werden. Schöpfli, U. definiert daher Online-Informatik als „die Gewinnung wissenschaftsmetrischer Informationen aus elektronischen Speichermedien“<sup>12</sup>.

Für die Informatik findet sich außerdem die Unterscheidung in „Nomothetische Informatik“ und „Deskriptive Informatik“. Bei der Nomothetischen Informatik werden über quantifizierende Methoden Regelmäßigkeiten und Gesetzmäßigkeiten aufgestellt bezogen auf fachliche Information. Ergebnisse sind dann Gesetze des Verhaltens von Information in Raum und Zeit. Beispiele solcher Gesetzmäßigkeiten sind etwa die Erkenntnisse von Bradford, Zipf oder Lotka, die später erläutert werden. Bei der Deskriptiven Informatik geht es darum, das Vorkommen wissenschaftlicher Objekte zu vermessen und zu

<sup>10</sup> Nacke, Otto [Informatik, 1979]S. 219 ff

<sup>11</sup> Stock, Wolfgang G.: [Wirtschaftsinformationen, 1992], S. 301 ff

beschreiben, um daraus Erkenntnisse für bestimmte Fragestellungen zu gewinnen. Beide Bereiche können sich überschneiden.

### 2.1.4 Technometrie und Patentometrie

Analog zu den Wortbildungen Scientometrie, Bibliometrie und Informetrie ist mit Technometrie „das Messen der Technik“<sup>13</sup> gemeint. Vor dem Hintergrund, daß die Wettbewerbssituation von Industriestaaten von der ständigen Entwicklung neuer Technologien abhängig ist, ist die Befürchtung naheliegend, daß durch technische Lücken im eigenen Land Rückständigkeiten entstehen, die die Position des eigenen Landes im internationalen Wettbewerb schwächen könnten. Durch die Bildung geeigneter Indikatoren verspricht man sich, frühzeitig Erkenntnisse über die technische Position des eigenen Landes im internationalen Vergleich zu gewinnen. Damit sind vor allem Analysen in Patentdatenbanken gemeint. In diesem Zusammenhang spricht man auch von Patentometrie<sup>14</sup>: „Patentometrie basiert auf der Durchführung und Bewertung informetrischer Recherchen in Patentdatenbanken“.<sup>15</sup>

### 2.1.5 Indikatoren

Statt vom „Messen von Forschungsleistungen“ wird in der Praxis häufig auch von „Indikatoren“ für den Forschungs- und Innovationsprozeß gesprochen. „Unter Wissenschaftsindikatoren kann man [...] alle quantifizierenden Verfahren verstehen, die Voraussetzungen, Prozesse oder Ergebnisse des

---

<sup>12</sup> Schöpflin, Urs [Online-Informetrie, 1991], S. 226

<sup>13</sup> Grupp, Hariolf [Technometrie, 1987], S. 16

<sup>14</sup> Buder, Marianne [u.a.] [Grundlagen, 1997], S. 529

<sup>15</sup> ebd.

Wissenschaftshandelns in einem numerischen Relativ abbilden“<sup>16</sup>. Wissenschaftsindikatoren sind in der Forschungspolitik relevant, nämlich als Entscheidungshilfen für die Verteilung von Forschungsgeldern oder die öffentliche Berichterstattung über erbrachte Forschungsleistungen. Wissenschaftsindikatoren dienen zum einen dazu, wissenschaftspolitische Entscheidungen zu rationalisieren, andererseits dienen sie zur Erfolgskontrolle von Forschung und Wissenschaft<sup>17</sup>. In der Literatur werden Input- und Output Indikatoren unterschieden. Input-Indikatoren sind bspw. finanzielle Mittel oder Personalausstattung, Output-Indikatoren dagegen repräsentieren die Erträge von Forschungsleistungen, das können Patente, Publikationen, Zitationen, Ehrungen, Drittmittelinwerbungen etc. sein.<sup>18</sup> Für die vorliegende Arbeit sind vor allem Outputindikatoren von Interesse, die sich mittels Patenten, Publikationen oder Zitationen ableiten lassen.

Im technischen Bereich spielen besonders die Zahlen von Patentanmeldungen und -erteilungen als Indikator für die Leistungsfähigkeit eines Landes eine bedeutende Rolle und werden i.d.R. für Ländervergleiche herangezogen. Bspw. erreichte Deutschland bei 34.600 Patenten, die aus insgesamt 15 europäischen Staaten im Jahr 1996 am Europäischen Patentamt angemeldet worden sind, mit rund 41% den ersten Platz vor Frankreich, Großbritannien und Italien. Würde man allerdings bei diesem Beispiel die Anzahl der Patente eines Landes auf die Zahl der Erwerbstätigen beziehen, läge Schweden mit 418 Patenten pro 1 Mio. Erwerbstätiger vor Deutschland (367 Patente pro 1 Mio. Erwerbstätiger) auf Platz eins.<sup>19</sup> Das Beispiel verdeutlicht, daß Indikatoren „nicht objektive Maße der Realität“<sup>20</sup> sind, sondern daß die Ergebnisse, die Indikatoren liefern, jeweils abhängig sind von den Konstruktionsbedingungen des jeweiligen Indikators.

---

<sup>16</sup> Hornbostel, Stefan [Wissenschaftsindikatoren, 1997], S. 180

<sup>17</sup> Bullinger, Hans-Jörg (Hrsg.) [Handbuch, 1991] Band 2, S. 1572

<sup>18</sup> Weingart, Peter ; Winterhager, Matthias [Die Vermessung, 1984], S. 41 ff

<sup>19</sup> [Technologische, 1998], S. 7

## 2.2 Historischer Überblick

Scientometrische Untersuchungen wurden bereits vor der Verfügbarkeit elektronischer Datenbanken durchgeführt. Zu Anfang des 20. Jahrhunderts war vorrangiges Ziel solcher Wissenschaftsuntersuchungen, das exponentielle Wachstum von Wissenschaftsverläufen zu beschreiben. Zu den „Klassikern“, die auch heute noch in der Literatur diskutiert werden, gehören dabei bspw. das sogenannte Bradfordsche Gesetz sowie die Gesetzmäßigkeiten, die A.J. Lotka oder G.K. Zipf in der ersten Hälfte des Jahrhunderts aufstellten. Es folgten in den 50er Jahren die Arbeiten der Wissenschaftssoziologen Derek J. de Solla Price und G.M. Dobrow. Mit Konzeption und Aufbau des Science Citation Index (SCI) wurde durch E. Garfield die Voraussetzung geschaffen für die heute möglichen quantitativen Analysen auf Basis von Zitationsraten. O. Nacke schließlich ist Begründer der Informetrie in Deutschland.

### 2.2.1 S.C Bradford, G.K. Zipf und A.J.Lotka

Samuel C. Bradford untersuchte in den dreißiger Jahren dieses Jahrhunderts als Leiter der Science Museum Library in London, wie sich Artikel aus wissenschaftlichen Fachzeitschriften auf ihre Quellen verteilen. Er stellte seine Untersuchungen exemplarisch an den Referatediensten der Geophysik und der Schmiertechnik an. Bradford ordnete die Zeitschriften mit relevanten Artikeln zu einem Thema in absteigender Reihenfolge gemessen an der Anzahl der in ihnen enthaltenen Artikel an. Dabei stellte er fest, daß bereits mit einer geringen Zahl von Zeitschriften ein großer Teil der relevanten Literatur abgedeckt werden konnte. Um jedoch vollständig alle Artikel zu diesem Thema abzudecken,

---

<sup>20</sup> Weingart, Peter ; Winterhager, Matthias [Die Vermessung, 1984], S. 16

mußte dann zusätzlich ein sehr großer Teil an weiteren Zeitschriften berücksichtigt werden.

Bradford teilte die Liste aller Zeitschriften so auf, daß drei Gruppen von Zeitschriftentiteln mit etwa gleich vielen Artikeln entstanden und bemerkte, daß innerhalb jeder Gruppe die Anzahl der in ihr enthaltenen Zeitschriften jeweils mit etwa fünf multipliziert werden müßte, um etwa gleich viele Zeitschriften pro Gruppe zu erhalten:

Tabelle 1: Bradfords Law of Scattering

Gruppe	Zeitschriften	Artikel
1	9	429
2	59	499
3	258	404

Quelle: Leimkuhler, Ferdinand F<sup>21</sup>.

Die Gesetzmäßigkeit, die Bradford aus dieser Beobachtung ableitete, lautet wie folgt:

„If scientific journals are arranged in order of decreasing productivity of articles on a given subject, they may be divided into a nucleus of periodicals more particularly devoted to the subject and several groups or zones containing the same number of articles as the nucleus, when the numbers of periodicals in the nucleus and succeeding zones will be as 1:n:n<sup>2</sup> ...“<sup>22</sup>

Der Germanistikprofessor Georg K. Zipf beschäftigte sich, ausgehend von der Linguistik, mit Worthäufigkeiten in Texten. Er ordnete die Einzelwörter aus einem Textkorpus absteigend nach ihrer Häufigkeit (die häufigsten zuerst) und formulierte das nach ihm benannte Zipsche Gesetz wie folgt: „[...]“, daß die

<sup>21</sup> Leimkuhler, Ferdinand F. [The Bradford, 1967], S. 198

<sup>22</sup> Bradford, Samuel C. [Sources, 1985], S. 178



Häufigkeit eines Wortes multipliziert mit dem Rang dieses Wortes mit der Häufigkeit eines anderen Wortes multipliziert mit seinem Rang gleichzusetzen ist.“<sup>23</sup> Anhand des Zipfschen Gesetzes ist es möglich, Wortbedeutsamkeitsfaktoren aus Textdokumenten abzuleiten, was beispielsweise für automatische Indexierungsverfahren von Interesse sein kann.

Alfred J. Lotka, ein Chemiker und Mathematiker aus Washington, untersuchte bereits 1926 die Publikationszahlen von Wissenschaftlern im Hinblick auf deren wissenschaftliche Produktivität. Dabei ging er davon aus, daß jede Publikation in Bezug auf ihre wissenschaftliche Bedeutung gleichwertig sei. Außerdem war in dieser Zeit noch die Einautorenschaften - gegenüber der Mehrautorenschaft heute - die Regel. Grundlage seiner Untersuchungen waren u.a. die Indices der Chemical Abstracts für die Jahre 1907-1916. Lotka stellte die These auf, daß etwa 60% der Wissenschaftler lediglich einen einzigen wissenschaftlichen Aufsatz veröffentlichten. Auf 100 Wissenschaftler mit einer Publikation kämen ca. 25 Autoren mit zwei Publikationen, etwa 11 Autoren mit drei Artikeln. Aus seinen Beobachtungen formulierte er folgende Gesetzmäßigkeit: Die Zahl von Personen, die  $n$  Beiträge liefert, ist etwa  $1/n^2$  von der Zahl derjenigen mit nur einem Beitrag. „In the cases examined it is found that the number of persons making 2 contributions is about one-fourth of those making one; the number making 3 contributions is about one-ninth, etc.; the number making  $n$  contributions is about  $1/n^2$  of those making one, and the proportion of all contributors, that make a single contribution, is about 60 per cent.“<sup>24</sup>

Die beschriebenen Gesetzmäßigkeiten wurden später in der Literatur vielfach besprochen, widerlegt oder bestätigt. Gemeinsam und typisch ist jedoch allen Beobachtungen, daß auf eine kleine Gruppe von Objekten (Zeitschriften, Wörtern, Autoren) große Häufigkeiten (Artikel, Bedeutung) entfallen und auf

---

<sup>23</sup> Salton, Gerard ; McGill, Michael J. [Information Retrieval, 1987], S. 66

<sup>24</sup> Lotka, Alfred J. [The frequency, 1926], S. 323

eine vergleichsweise große Gruppe von Objekten nur noch geringe Konzentrationen treffen.

### 2.2.2 G. Dobrow. und D.J.de Solla Price

Unter dem Aspekt wissenschaftshistorischer und -soziologischer Fragestellungen wurde die Scientometrie als eigenständige Wissenschaftsdisziplin vor allem in den USA und der UDSSR begründet und entwickelt, wobei die Publikationen von Dobrow, Gennadij und de Solla Price, Derek J. <sup>25</sup> als grundlegend zu bezeichnen sind. Dobrow gibt „... eine historische Analyse der Entwicklung der Wissenschaft, eine Diagnose ihres heutigen Standes und eine Prognose über ihre weitere Entwicklung“. Er untersucht eine neue Disziplin, „die Wissenschaft von der Wissenschaft oder die Wissenschaftswissenschaft.“<sup>26</sup> De Solla Price schreibt, „vielmehr werde ich Wissenschaft als eine meßbare Größe behandeln und versuchen, einen Kalkül zu entwickeln für wissenschaftliche Manpower, Literatur, Begabung und Ausgaben auf nationaler und internationaler Ebene“.<sup>27</sup> Beiden gemeinsam ist „... die Erkenntnisabsicht, den Bereich der wissenschaftlich-technischen Forschung und Entwicklung, einen Eckpfeiler der Erkenntnis- und Wissensproduktion, in seiner gesellschaftsverändernden Kraft und seiner Leistungsfähigkeit zu untersuchen (und dies auch im Vergleich der Supermächte).“<sup>28</sup>

---

<sup>25</sup> vgl. [http://www.the-scientist.library.upenn.edu/eugene\\_garfield/liiscibi.html](http://www.the-scientist.library.upenn.edu/eugene_garfield/liiscibi.html) (31.03.99)

<sup>26</sup> Dobrow, Gennadij : [Wissenschaft, 1974], S. 7

<sup>27</sup> Solla-Price, Derec J. de [Little Science, 1974]

<sup>28</sup> Buder, Marianne [u.a.] [Grundlagen, 1997], S. 26

### 2.2.3 E. Garfield

Ein für scientometrische Untersuchungen sehr nützliches und vielseitig verwendbares Instrument ist der Science Citation Index (SCI), eine ursprünglich in gedruckter Form konzipierte Datenbank, die von dem Begründer und heutigen Präsidenten des Institute for Scientific Information (ISI), Philadelphia, Eugene Garfield, begründet wurde<sup>29</sup>. Garfield begriff eine in der Wissenschaft allgemein verbreitete Handlungsweise, nämlich das Zitieren von Literatur in Veröffentlichungen, als neue Methode, wissenschaftliche Literatur zu erschließen. „... he [...] had come to the conclusion that citations referenced in scientific material could be used to provide a new and valuable way of indexing the scientific literature.“<sup>30</sup> Mit dem SCI, der auch heute noch eine Monopolstellung auf diesem Gebiet innehat, können scientometrische Analysen nicht nur auf der Grundlagen von Publikationszahlen sondern auch basierend auf Zitationszahlen durchgeführt werden.

### 2.2.4 O. Nacke

In Deutschland trug in den 70er Jahren maßgeblich Nacke, Otto zur Diskussion mit scientometrische Fragestellungen bei. Erstmals beschäftigte man sich in einem größeren Kreis 1976 bei einer Arbeitstagung des Institut für Dokumentation und Information über Sozialmedizin und öffentliches Gesundheitswesen (idis), Bielefeld mit dieser Thematik<sup>31</sup>. Etwa seit Beginn der 70er Jahre kam zu den bisherigen Untersuchungszielen auch ein neuer Verwendungszweck für scientometrische Untersuchungen hinzu: Denn neben rein akademischen Fragestellungen stand nun die Verwendungsmöglichkeit

<sup>29</sup> vgl. dazu auch: Bonitz, Manfred [Scientometrie, 1994], S. 108

<sup>30</sup> Lazerow, Samuel: [Institute, 1974], S. 90

<sup>31</sup> Nacke, Otto (Hrsg. [Scientometrie, 1976], Nacke, Otto (Hrsg.) [Zitatenanalyse, 1980]

von Wissenschaftsindikatoren für wissenschaftspolitische Entscheidungen, ähnlich den Sozialindikatoren (Bruttosozialprodukt u.ä.) im Mittelpunkt des Interesses und der kritischen Auseinandersetzung. In Deutschland werden heute entsprechende Untersuchungen an der Universität Bielefeld Institut für Wissenschafts- und Technikforschung (IWT)<sup>32</sup> durchgeführt, mit dem Ziel „die Entwicklung von Wissenschaft und Technik sowie deren Verhältnis [...] zur Gesellschaft“<sup>33</sup> zu untersuchen.

### 2.3 Scientometrie aus heutiger Sicht

Betrachtet man zum gegenwärtigen Zeitpunkt scientometrische Forschung, stellt man diesbezüglich eine unterschiedliche Akzeptanz in verschiedenen Ländern fest:

„Technology foresight has been introduced in several other countries but Germany, where scientific freedom is protected by the constitution, has tended to be sceptical. The Wissenschaftsrat had long hesitated to recommend technology foresight, fearing that it could be seen as interfering with the DFGs or MPis funding principles.“<sup>34</sup>

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit konnten vor allem vier Anwendungsbereiche festgestellt werden, für die die Möglichkeiten der Scientometrie erprobt und diskutiert werden. Dies sind

---

<sup>32</sup> Weingart, Peter ; Winterhager, Matthias [Die Vermessung, 1984]

<sup>33</sup> <http://www.uni-bielefeld.de/homedir/index.html> (Programmschwerpunkte) (31.03.99)

<sup>34</sup> Schiermeier, Quiring [Foresight, 1998], S. 7

- ⇒ wissenschaftliche Leistungsbewertung auf Personen-, Institutionen- oder Länderebene<sup>35</sup>
- ⇒ Bestimmung der Entwicklung wissenschaftlicher und technologischer Trends<sup>36</sup>
- ⇒ Einsatzmöglichkeiten für die Konkurrenzbeobachtung<sup>37</sup>
- ⇒ Anwendungsmöglichkeiten aus informationswissenschaftlicher Sicht

### 2.3.1 Scientometrie in Deutschland

In Deutschland findet die Scientometrie bisher wenig Beachtung. Gründe dafür seien „Unkenntnis“, „Schwellenprobleme“ und „Fehlende Transparenz“.<sup>38</sup>

Aus wissenschaftlicher Sicht scheint man sich vor allem gegen die Verwendung scientometrischer Methoden als Instrument zur Bewertung wissenschaftlicher Leistung zu wenden. Denn allgemein anerkannt ist ein wissenschaftsinternes Bewertungsverfahren, „Peer Review“. Peer Review bedeutet „die Bewertung einer wissenschaftsbezogenen Angelegenheit durch kompetente Personen.“<sup>39</sup> Aufgrund seines subjektiven Charakters ist dieses Gutachterverfahren zwar ebenfalls umstritten<sup>40</sup>, wird aber dennoch in weitgehend allen Bereichen des Wissenschaftsbetriebes angewandt.

In einer durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) 1998 einberufenen Kommission „Selbstkontrolle der Wissenschaft“<sup>41</sup> diskutiert man

---

<sup>35</sup> Beispiel für eine ländervergleichende Analyse Stock, Wolfgang G. ; Welge, Alexandra [Informetrische, 1991], S. 265 ff

<sup>36</sup> Miller, Franz [Technischer Wandel, 1997], S. 20 ff

<sup>37</sup> Reyes, Gloria [Der Einsatz, 1990], S. 281 ff

<sup>38</sup> Halder, Eberhard, Kurby, Stephan [Online-Informetrie, 1994], S. 113 ff

<sup>39</sup> Hornbostel, Stefan [Wissenschaftsindikatoren, 1997], S. 195

<sup>40</sup> Kuhlmann, Stefan [Was bringen, 1997], S. 23

<sup>41</sup> Grund für die Einberufung dieser Kommission waren bekanntgewordene Fälle bewußten wissenschaftlichen Fehlverhaltens, die das System der Selbstkontrolle der Wissenschaft in

- ⇒ wissenschaftliche Leistungsbewertung auf Personen-, Institutionen- oder Länderebene<sup>35</sup>
- ⇒ Bestimmung der Entwicklung wissenschaftlicher und technologischer Trends<sup>36</sup>
- ⇒ Einsatzmöglichkeiten für die Konkurrenzbeobachtung<sup>37</sup>
- ⇒ Anwendungsmöglichkeiten aus informationswissenschaftlicher Sicht

### 2.3.1 Scientometrie in Deutschland

In Deutschland findet die Scientometrie bisher wenig Beachtung. Gründe dafür seien „Unkenntnis“, „Schwellenprobleme“ und „Fehlende Transparenz“.<sup>38</sup>

Aus wissenschaftlicher Sicht scheint man sich vor allem gegen die Verwendung scientometrischer Methoden als Instrument zur Bewertung wissenschaftlicher Leistung zu wenden. Denn allgemein anerkannt ist ein wissenschaftsinternes Bewertungsverfahren, „Peer Review“. Peer Review bedeutet „die Bewertung einer wissenschaftsbezogenen Angelegenheit durch kompetente Personen.“<sup>39</sup> Aufgrund seines subjektiven Charakters ist dieses Gutachterverfahren zwar ebenfalls umstritten<sup>40</sup>, wird aber dennoch in weitgehend allen Bereichen des Wissenschaftsbetriebes angewandt.

In einer durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) 1998 einberufenen Kommission „Selbstkontrolle der Wissenschaft“<sup>41</sup> diskutiert man

---

<sup>35</sup> Beispiel für eine ländervergleichende Analyse Stock, Wolfgang G. ; Welge, Alexandra [Informetrische, 1991], S. 265 ff

<sup>36</sup> Miller, Franz [Technischer Wandel, 1997], S. 20 ff

<sup>37</sup> Reyes, Gloria [Der Einsatz, 1990], S. 281 ff

<sup>38</sup> Halder, Eberhard, Kurby, Stephan [Online-Infoformetrie, 1994], S. 113 ff

<sup>39</sup> Hornbostel, Stefan [Wissenschaftsindikatoren, 1997], S. 195

<sup>40</sup> Kuhlmann, Stefan [Was bringen, 1997], S. 23

<sup>41</sup> Grund für die Einberufung dieser Kommission waren bekanntgewordene Fälle bewußten wissenschaftlichen Fehlverhaltens, die das System der Selbstkontrolle der Wissenschaft in

zwar die Bewertungsmöglichkeiten, die über eine quantitative Betrachtung von Publikationen und Zitationen bestehen, äußert jedoch hinsichtlich ihrer Aussagekraft „berechtigte Bedenken.“<sup>42</sup>

Diese Einschätzung steht im Widerspruch zu einer Studie, die bereits 1975 als Pilot-Projekt „Beitrag zur Leistungsanalyse von Sonderforschungsbereichen“ vom Bundesminister für Bildung und Wissenschaft in Auftrag gegeben worden war, deren Aufgabe es war, „quantitative Indikatoren zur Messung der Forschungsleistung“ zu erproben.<sup>43</sup> In der Studie wurden die „quantitative wissenschaftliche Produktivität (Anzahl von Publikationen) und die innerwissenschaftliche Wirkung von Forschung (Zitateindex)“ auf drei Ebenen, der Universitärebene, der Forschergruppenebene und der Personenebene durchgeführt. Die Autoren der Studie kamen dabei zu dem Ergebnis, daß die „verwendeten Indikatoren geeignet sind, Unterschiede in der Forschungsleistung zu erfassen und abzubilden“<sup>44</sup>. Bedingung sei jedoch, daß die Untersuchungen fachspezifisch durchgeführt werden müssen, da es „charakteristische Unterschiede in der wissenschaftlichen Produktivität der Fächer“ gäbe.

Dennoch spielen Publikationszahlen oder Zitationsraten bei der Bewertung wissenschaftlicher Institutionen auch heute noch eine eher untergeordnete Rolle. Bei der im vergangenen Jahr durchgeführten Bewertung<sup>45</sup> der Institute der Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz (WGL)<sup>46</sup> wurde zwar

---

Frage stellten. Die Kommission hatte die Aufgabe, „Vorschläge zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ zu erarbeiten.

<sup>42</sup> vgl. [Empfehlungen der Kommission 1998], S. 18 ; die angeführten Kritikpunkte werden in einem späteren Kapitel erläutert.

<sup>43</sup> Spiegel-Rösing, I. ; Fauser, Peter M ; Bitsch, Helmut [Beiträge, 1975], S. III

<sup>44</sup> ebd. S. 147

<sup>45</sup> 1997 wurde von der Bund-Länder Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (BLK) gefordert, diese Institute bei der Mittelvergabe in schärferen Wettbewerb zueinander treten zu lassen, sowie die Institute einer Bewertung zu unterziehen. Bei Einrichtungen, bei denen erkennbar sei, daß sie ihrem Auftrag nicht gerecht würden, sollte die finanzielle Förderung zugunsten neu hinzukommender Institute eingestellt werden.

<sup>46</sup> ehemals unter der Bezeichnung „BLAUE-Liste“ <http://www.wgl.de/portrait.html> (31.03.99)

auf die Bedeutung von Publikationen als Bewertungspunkt hingewiesen, wobei sowohl die Anzahl der Publikationen als auch deren Quellen (referierte Fachzeitschriften) von Bedeutung seien<sup>47</sup>, Hauptkriterium der Bewertung sind aber dennoch qualitative Bewertungsverfahren, wie Institutsberichte und -begehungen.

Mehr Anerkennung findet hingegen die Bewertung von Forschungsleistung auf der Grundlage patentometrischer Untersuchungen<sup>48</sup>. Denn nach dem Beitritt der DDR zur Bundesrepublik wurde dem Wissenschaftsrat die Aufgabe übertragen, die wissenschaftlichen Leistungen der Institute der Akademie der Wissenschaften, der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften und der Bauakademie zu bemessen, mit dem Ziel einer Neuorganisation der außeruniversitären Forschung.<sup>49</sup> Neben der Einberufung von Expertengruppen wurden für die Bewertung vor allem auch meßbare Fakten hinzugezogen. Mit der Durchführung einer rein quantitativen Studie wurde das Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe beauftragt.<sup>50</sup> In der Studie wurden quantitativ die Patentaktivitäten von Erfindern mit Wohnsitz in der ehemaligen DDR im westeuropäischen Ausland und in den Vereinigten Staaten betrachtet, die Wissenschaftsabhängigkeit der DDR Technologie untersucht, sowie Forschung und Entwicklung der DDR auf dem Gebiet der Telekommunikation analysiert. Als Ergebnis liefert die Studie „einige Indikatoren zur Situation der angewandten Forschung und der industriellen Entwicklung in Ost-Deutschland im Ausgang der 80er Jahre.“<sup>51</sup>

---

<sup>47</sup> Persönliche Mitteilung des Gesamtbetriebsrates bzgl. der BLK Beschlüsse

<sup>48</sup> Weckend, Edwin [Mehr als, 1994], S. 17

<sup>49</sup> vg. Simon, Dieter [Die Bestandsaufnahme, 1991], S. 34 ff

<sup>50</sup> Hinze, Sybille, Grupp, Hariolf [Angewandte Forschung, 1991] und Münzinger, Frank ; Daniel, Hans-Dieter [Die Forschung, 1991], S. 303 ff

<sup>51</sup> ebd. S. 47



### 2.3.2 Scientometrie in den Niederlanden / CWTS

In den Niederlanden sind von besonderem Interesse anwendungsorientierte Forschungsarbeiten des Centre for Science and Technology Studies (CWTS) an der Universität Leiden. Themen, die das CWTS mit Hilfe scientometrischer Methoden in den letzten Jahren bearbeitet hat, sind bspw. die Untersuchung der europäischen Integration in der Wissenschaft, die wissenschaftliche Zusammenarbeit zwischen zwei Staaten, die wissenschaftliche Kooperation des privaten mit dem öffentlichen Sektor oder die Bewertung der internationalen Stellung belgischer Universitäten.<sup>52</sup>

Das CWTS hat unter der Bezeichnung „Bibliographic Mapping“ ein Verfahren entwickelt, mit Hilfe dessen eine Wissenschaftsdisziplin, ohne vorherige Klassifizierung, mit ihren Spezialgebieten und deren Beziehungen zueinander kartographisch dargestellt werden kann.

„Bibliometric mapping of science and technology is the name of a method to visualise a science or technology field.“<sup>53</sup> Die Methode wurde auf der Basis von gemeinsamen Zitationsraten entwickelt. Ziel solcher strukturabbildender Verfahren ist es, Forschungsbereiche und sogenannte Forschungsfronten, also aktuelle und zukunftssträchtige Forschungsthemen, zu identifizieren und graphisch abzubilden. Abb. 1 zeigt eine kartographische Darstellung des Forschungsbietes „Neuronale Netze“ des CWTS, die auf der Basis von Co-Zitationsraten erstellt worden ist.

Jüngstes Projekt des CWTS ist eine entsprechende Studie im Auftrag des deutschen Wissenschaftsrates zur Analyse des Forschungsgebiets „Grenzflächenbestimmte Materialien“. Die Analyse wurde im Rahmen einer Technologievorausschau auf diesem Gebiet durchgeführt und trug u.a. zur

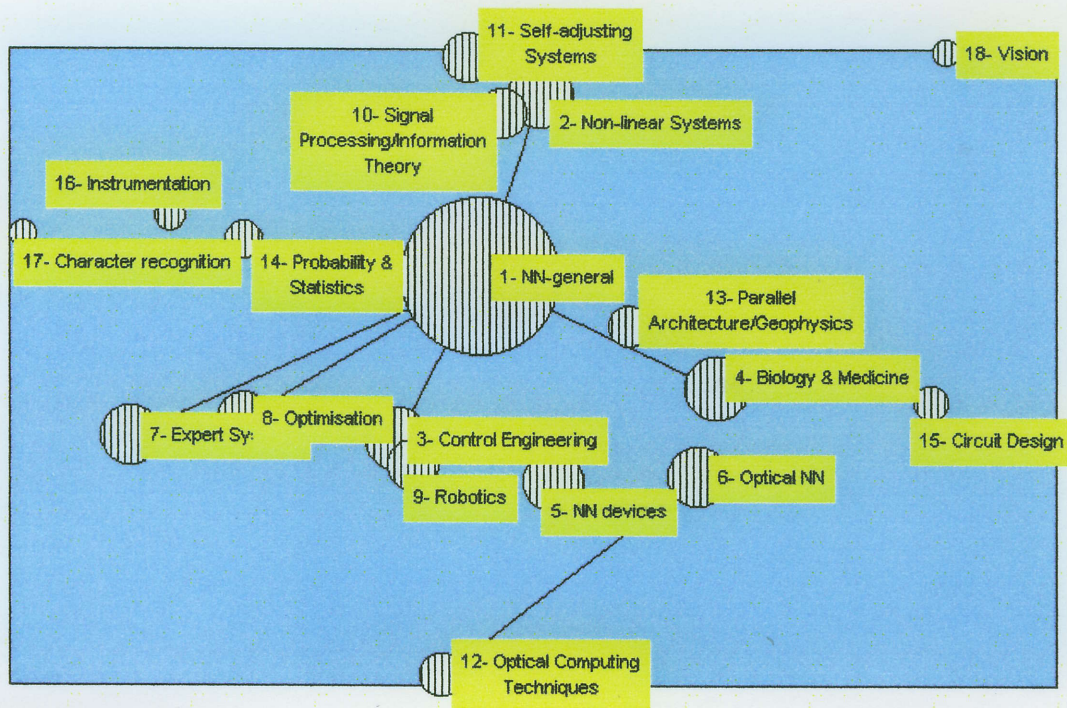
---

<sup>52</sup> de Bruin, Renger-Evert [Möglichkeiten, 1993], S. 103 ff

<sup>53</sup> <http://sahara.fsw.leidenuniv.nl/cwts/nnmap0.html> (09/26/97 08:06:14)

Erkenntnis bei, daß die Materialwissenschaften künftig stärker mit den „Lebenswissenschaften“ zusammenarbeiten müßten.<sup>54</sup>

Abbildung 1: Kartographische Abbildung der Spezialdisziplinen der Neuralen Netzwerk Forschung 1992/93 nach CWTS



Quelle: CWTS<sup>55</sup>

<sup>54</sup> Schiermeier, Q. [Foresight, 1998], S. 7

<sup>55</sup> <http://sahara.fsw.leidenuniv.nl/cwts/nnmap0.html#xmpl> (31.03.99)

### 2.3.3 Scientometrie in den USA / ISI, Philadelphia

Aus informationswissenschaftlicher Sicht kann als Argument für die Verwendung scientometrischer Methoden die immense Informationsexplosion angeführt werden. Um die Mitte der 90er Jahren wurden weltweit etwa 100.000 wissenschaftliche Fachzeitschriften und ca. 8000 - 9000 Online-Datenbanken<sup>56</sup> geschätzt. Diese wachsende Informationsflut bringt ein immer größer werdendes wissenschaftsinternes Orientierungsproblem mit sich. Die Auffächerung in eine zunehmende Zahl von Spezialdisziplinen ist die Folge, aber nicht die Lösung des Problems.

Vor diesem Hintergrund sollte es Aufgabe der Datenbankhersteller und -betreiber sein, Lösungen anzubieten, wie aus der Informationsflut die wirklich relevante Literatur herauszufiltern ist, wie Experten eines Spezialgebietes ausfindig gemacht werden können oder wie sich neu entstehende Spezialdisziplinen identifizieren lassen.

Unter diesem Gesichtspunkt bietet das Institute for Scientific Information (ISI), Philadelphia unter der Bezeichnung „Research Performance and Evaluation Tools“<sup>57</sup> eine Reihe von Datenbanken an, die auf den Daten des SCI beruhen, speziell nach den Bedürfnissen von Kunden zusammengestellt werden und nach scientometrischen Gesichtspunkten ausgewertet werden können.

Die Citation Reports bspw. bieten die Möglichkeit, über Publikations- und Zitationsanalysen nach Kundeninteresse definierte Länder (National Citation Report<sup>58</sup>), Institutionen (Institutional Citation Report<sup>59</sup>), Autoren (Personal Citation Reports) oder Themengebiete (Topical Citation Reports) auf ihre wissenschaftliche Produktivität und Einfluß hin zu untersuchen und miteinander

---

<sup>56</sup> Buder, Marianne [u.a.] [Grundlagen, 1997], S.29 und S. 31

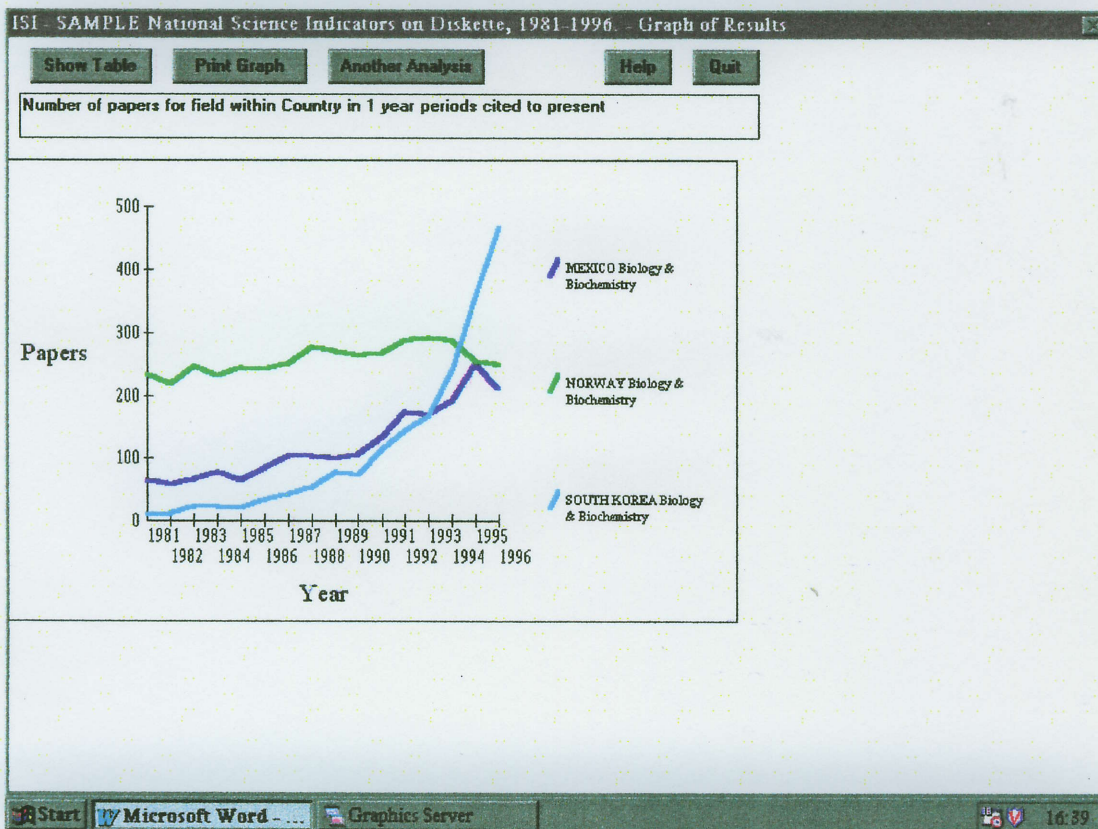
<sup>57</sup> <http://www.isinet.com/prodserv/rsg/rsghp.html> vom (22.10.1998)

<sup>58</sup> vgl. Abbildung 2

<sup>59</sup> vgl. Abbildung 3

zu vergleichen. Abbildungen aus Demoverisionen (Abb.2 und Abb.3), die von ISI, Philadelphia angefordert werden können, veranschaulichen die Funktion dieser Werkzeuge. Abb. 2 zeigt bspw. die unterschiedliche Publikationsentwicklung in den Ländern Mexiko, Norwegen, und Süd-Korea auf dem Gebiet der Biologie und Biochemie seit 1981.

Abbildung 2: Publikationsentwicklung in der Biologie und Biochemie; Vergleich der Länder Mexiko, Norwegen und Süd-Korea



Quelle: ISI<sup>60</sup>

<sup>60</sup> ISI's sample National Science Indicators on Diskette, 1981-1996

Abb. 3 zeigt, wie anhand gemeinsamer Zitationsbezüge die Kooperation verschiedener Forschungsinstitutionen nachgewiesen werden kann.

Abbildung 3: Rangfolge gemeinsamer Zitationen von Institutionen als Maß wissenschaftlicher Kooperation

Citations	Cited Organization	Citing Organization
1975	UNIV MELBOURNE	UNIV MELBOURNE
221	UNIV MELBOURNE	ROYAL MELBOURNE HOSP
217	ROYAL MELBOURNE HOSP	ROYAL MELBOURNE HOSP
215	UNIV MELBOURNE	UNIV TEXAS
200	UNIV MELBOURNE	HARVARD UNIV
150	ROYAL MELBOURNE HOSP	UNIV MELBOURNE
149	UNIV MELBOURNE	UNIV NEW S WALES
144	HOWARD FLOREY INST EXPTL PHYSI	UNIV MELBOURNE
142	UNIV MELBOURNE	MED UNIV S CAROLINA
130	UNIV MELBOURNE	GENENTECH INC
126	UNIV MELBOURNE	UNIV CALIF LOS ANGELES
122	UNIV MELBOURNE	UNIV CALIF SAN FRANCISCO
121	UNIV MELBOURNE	UNIV WESTERN ONTARIO
114	UNIV MELBOURNE	MONASH UNIV

Quelle: ISI<sup>61</sup>

Mit dem Local Journal Utilization Report kann untersucht werden, welche Zeitschriften von bestimmten Forscherteams als Publikationsorgan benutzt werden. Umgekehrt analysiert die „Journal Analysis Database“ Zeitschriften nach Impact und Output und liefert Aussagen darüber, wer in bestimmten Zeitschriften publiziert und wie hoch die Zitationserwartung in dieser Zeitschrift

<sup>61</sup> ISI's Sample Institutional Citation Report 1981-1996, Article Summary Interface version 4.1

ist. Solche Informationen können vor allem für die Marketingstrategien von großen wissenschaftlichen Verlagen von Interesse sein.

Eine Gruppe von Werkzeugen zum Identifizieren und Überwachen strategisch wichtiger Forschungsergebnisse und -trends bilden „Science Watch® / Hot papers on Diskette“, „Topical Citation Report“ und „High-Impact Papers“. Unter „Hot-Papers“ sind Veröffentlichungen zu verstehen, die in einem bestimmten Zeitrahmen gegenüber anderen Veröffentlichungen eine herausragend hohe Zahl an Zitationen erhalten haben. Diese Publikationen werden seit 1993 im Newsletter „Science Watch“ veröffentlicht<sup>62</sup>. Für das Veröffentlichungsjahr 1995 wurde bspw. eine Publikation des Molekularbiologen D.D. Ho des Aaron Diamond AIDS Research Center in New York in der Zeitschrift Nature über das HIV-Virus als „hottest paper“ ermittelt<sup>63</sup>. Ho's Veröffentlichung, die selbst erst in der zweiten Januarwoche 1995 erschienen war, wurde bis Dezember 1995 bereits 126 mal und bis April 1996 bereits 238 mal von anderen Autoren zitiert.

Beziehungen zwischen Forschungsfeldern, Veröffentlichungen und Forschern und deren Strukturen können aufgedeckt werden mit „Research Front Database“ und „SCI-MAP Software System“.

In der Kundenliste von ISI finden sich für diese Produkte zahlreiche Universitäten (Stanford University u.a.), wissenschaftliche Verlage (Elsevier, Oxford University Press, Blackwell Publishers) und Forschungseinrichtungen (Sandia National Laboratory u.a.) aus verschiedenen Ländern, jedoch keine Vertreter aus Deutschland<sup>64</sup>.

---

<sup>62</sup> Beschreibung und Beispiel siehe

[http://www.the-scientist.library.upenn.edu/yr1996/may/research\\_960527.html](http://www.the-scientist.library.upenn.edu/yr1996/may/research_960527.html) (31.03.99)

<sup>63</sup> D.D. Ho et al., „Rapid turnover of plasma virions and CD4 lymphocytes in HIV-1 infection“, *Nature*, **373**:123-6, 1995

<sup>64</sup> [http://www.isinet.com/prod\\_serv/rsg/rsgghp.html](http://www.isinet.com/prod_serv/rsg/rsgghp.html) vom (31.03.99) ; entsprechende Anfragen in deutschen e-mail Listen (inetbib) nach den Research Performance & Evaluation Tools und speziell nach der Software „SCI Map“ lieferten keine Rückmeldungen ; SCI-Map wäre für die

### 3 Methodische Einführung in die Scientometrie

Im folgenden werden Instrumentarien und Methoden vorgestellt, mit Hilfe derer individuelle scientometrische Analysen in Datenbanken durchgeführt werden können.

Wenn die Ergebnisse bzw. die Leistungen von Forschung gemessen werden sollen, stellt sich die Frage, nach meßbaren Objekten. Denn wie lassen sich abstrakte Begriffe wie „Fortschritt“ oder „Leistung“ überhaupt bemessen? An meßbaren Größen wird in der Literatur unterschieden zwischen Input des Forschungsprozesses, Output des Forschungsprozesses, sowie Impact von Forschungsleistung.

Unter Input werden die Größen verstanden, die in den Forschungsprozeß einfließen, dies sind beispielsweise finanzielle Mittel, Geräteausstattung oder Personalaufwendungen. Solche Daten sind von Interesse, wenn untersucht werden soll, ob Forschungsprojekte nicht nur qualitativ gut, sondern auch effizient durchgeführt worden sind.<sup>65</sup>

Output wissenschaftlichen Arbeitens sind ganz allgemein zunächst „neuartige Informationen“<sup>66</sup>. Diese spiegeln sich in der Grundlagenforschung i.d.R. in Veröffentlichungen wider, in den Naturwissenschaften vor allem in Aufsätzen in wissenschaftlichen Fachzeitschriften. In der angewandten Forschung besteht der Output des Forschungsprozesses i.d.R. in Erfindungen, die in Form von Patenten geschützt werden.<sup>67</sup> Publikationen und Patente können somit als Indikatoren für den Output des Forschungsprozesses bzw. als Indikatoren für die Produktivität von Forschern oder Wissenschaftlern verstanden werden.

---

graphische Aufbereitung von Ergebnissen interessant gewesen, ISI, Philadelphia stellte dafür auch auf Anfrage jedoch keine Demo-Version zur Verfügung

<sup>65</sup> Im Rahmen der Magisterarbeit wurden solche Daten nicht verwendet.

<sup>66</sup> Weingart, P ; Winterhager : [Die Vermessung, 1984], S. 88

<sup>67</sup> Faust, Konrad [Internationale Patentstatistik, 1996], S. 8

Mit Impact ist der Einfluß gemeint, den wissenschaftliche Objekte (Personen, Institutionen, Themen etc.) aufeinander ausüben. Meßbar ist dieser Einfluß über Zitate, denn indem ein Autor einen anderen zitiert, nimmt er auf diesen Bezug, bzw. der frühere Autor „übt Einfluß aus“ auf den späteren. Zitate können also als Indikator verwendet werden, für die Wirkung, die Wissenschaftler oder einzelne Veröffentlichungen haben. „Einfluß“ und „Wirkung“ werden dabei gleichgesetzt mit Qualität.

Vor diesem Hintergrund sind für scientometrische Analysen in elektronischen Literatur- und Patentdatenbanken auch die Begriffe „Output- und Impactanalysen“ gebräuchlich.

### 3.1 Werkzeuge für scientometrische Analysen

Grundlage für individuelle scientometrische Analysen sind der Zugang zu elektronischen Datenbanken und die Verwendung geeigneter Software, mit deren Hilfe statistische Untersuchungen in den Datenbanken durchgeführt werden können. Geeignete Statistikbefehle werden von den Datenbankbetreibern im Rahmen der Retrievalsprachen angeboten. Die Rohdaten, die dabei gewonnen werden, bedürfen jedoch i.d.R. einer intellektuellen Aufbereitung, einerseits um Inkonsistenzen innerhalb der Datenbanken auszubessern, andererseits zur Veranschaulichung der Ergebnisse. Für die Ergebnisaufbereitung bieten sich Listen, Zeitreihen oder Graphiken an.<sup>68</sup>

---

<sup>68</sup> Für diese Arbeit wurde u.a. das Tabellenkalkulationsprogramm Excel7.0 verwendet



Im folgenden werden geeignete Datenbanken, nach Datenbanktypen gruppiert, die Statistikbefehle der Retrievalsprache Messenger (STN), sowie Möglichkeiten der Ergebnisaufbereitung vorgestellt.

### 3.1.1 Elektronische Datenbanken

Um ein optimales Ergebnis bei scientometrischen Untersuchungen zu erzielen, ist Maximalforderung bei der Auswahl der zu berücksichtigenden Datenbanken, alle thematisch relevanten Datenbanken, die das zu untersuchende Forschungsgebiet tangieren, in die Analyse miteinzubeziehen. Aus Kostengründen sollte jedoch - wie auch bei „herkömmlichen“ Recherchen - eine begründete Auswahl geeigneter Datenbanken getroffen werden<sup>69</sup>. Naheliegende Kriterien für die Auswahl sind etwa:

- ⇒ die *konkrete Zugriffsmöglichkeit* auf den entsprechenden Host
- ⇒ die *Relevanz* der Datenbank bezogen auf das zu analysierende Forschungsfeld
- ⇒ die *Repräsentativität* der Datenbank in Bezug auf das Weltinformationsaufkommen

Für die vorliegende Arbeit wurden gemäß der Unterscheidung in Output- und Impactanalysen drei Typen von Datenbanken verwendet: Fachliteraturdatenbanken, Patentdatenbanken und Zitationsdatenbanken.<sup>70</sup>

---

<sup>69</sup> Zur Datenbankauswahl für scientometrische Untersuchungen vgl. Herfurth, Matthias [Voraussetzungen, 1993]S. 83 ff

<sup>70</sup> Auf alle verwendete Datenbanken wurde über den Host STN zugegriffen.

### 3.1.1.1 Fachliteraturdatenbanken

Fachliteraturdatenbanken enthalten verschiedene Dokumententypen (vor allem Zeitschriftenaufsätze, Bücher, Konferenzbeiträge u.U. auch Patente etc.) und können somit verwendet werden zur Messung des Outputs wissenschaftlicher Arbeit. Da der größte Anteil von Publikationen im naturwissenschaftlichen Bereich in Fachliteraturdatenbanken i.d.R. Zeitschriftenaufsätze sind, sind sie geeignet, die Produktivität im Bereich der Grundlagenforschung zu messen. Als einer der großen Datenbankanbieter im Bereich naturwissenschaftlich-technischer Fachinformationsdatenbanken bietet STN International eine Reihe repräsentativer und relevanter Datenbanken für die Bereiche Naturwissenschaft und Technik an. Die Repräsentativität einer Datenbank bezogen auf das Weltinformationsaufkommen in einem Fachgebiet kann an der Gesamtanzahl der in ihr enthaltenen Datensätze sowie an ihren Zuwachszahlen gemessen werden. Datenbanken mit hoher Repräsentativität sind bspw.<sup>71</sup>

⇒ *BIOSIS* / Fachbereich Biologie

⇒ *CA* / Fachbereich Chemie

⇒ *INSPEC* / Fachbereich Physik und Elektrotechnik

⇒ *MEDLINE* / Fachbereich Medizin

---

<sup>71</sup> Angaben der Tabelle aus STN Yellow sheets, vgl. Datenbankblätter zu jeweiligen Datenbanken.

Tabelle 2: Repräsentative Fachliteraturdatenbanken / STN

Datenbank	Fachgebiet	Gesamtumfang 1998	Zuwachszahlen
BIOSIS	Biowissenschaften	11,2 Mio.	10.000 pro Woche
CA	Chemie	14,0 Mio.	15.000-20.000 pro 2 Wochen
INSPEC	Physik, E-Technik	05,8 Mio.	6.000 pro Woche
MEDLINE	Medizin	10,0 Mio.	keine Angaben

Quelle: STN

Die Relevanz einer Literaturdatenbank bezogen auf den Analysegegenstand kann über eine erste Grobrecherche ermittelt werden, indem man entsprechende Suchbegriffe in verschiedenen Datenbanken sucht und die gefundene Treffermenge zahlenmäßig miteinander vergleicht.<sup>72</sup>

Entscheidend bei statistischen Analysen sind auch die sogenannten Selektionsfelder, die eine Datenbank neben ihren Recherchefeldern zur Verfügung stellt. Ein Selektionsfeld, das i.d.R. in allen Datenbanken zur Verfügung steht, ist bspw. das Feld Erscheinungsjahr (PY). Darüber kann, ausgehend von einer definierten Menge von Datensätzen, die prozentuale Verteilung dieser Datensätze auf die Veröffentlichungsjahre angegeben werden als Grundlage für eine Zeitreihe. Das Feld CYA (Ländercode) gibt das Herkunftsland des Autors einer Publikation an. Dieses Feld kann somit benutzt werden, um Vergleiche bzgl. der wissenschaftlichen Produktivität auf Länderebene anzustellen.

Statistische Datenbankanalysen ergeben ein um so genaueres Bild, je größer der Umfang der ausgewerteten Datenmenge ist. Es empfiehlt sich daher, für eine Analyse mehrere repräsentative Datenbanken zu kombinieren. Dadurch

<sup>72</sup> entsprechende Recherchen dazu finden sich im praktischen Teil der Arbeit, Kapitel „Methodische Vorüberlegungen“

können auch am ehesten bestehende Inkonsistenzen einzelner Datenbanken ausgeglichen werden.

### 3.1.1.2 Patentdatenbanken

Je nach Fragestellung können für patentstatistische Analysen Patentdatenbanken auf nationaler Ebene, auf europäischer oder auf internationaler Ebene verwendet werden. An repräsentativen Datenbanken im Patentbereich bietet STN bspw. :

- ⇒ *PATDPA* für deutsche Patente und Offenlegungsschriften
- ⇒ *PATOSEP* für Europäische Patente
- ⇒ *WPINDEX* für Patentschriften aus den 40 führenden Industrienationen, den Anmeldungen beim Europäischen Patentamt und den Anmeldungen bei der Weltorganisation für Geistiges Eigentum (WIPO)
- ⇒ *IFIPAT* für den US-amerikanischen Raum

Tabelle 3: Patentdatenbanken / STN

Datenbank	Territoriale Abdeckung	Gesamtumfang 1998	Zuwachszahlen
PATDPA	Deutsche Patente u. Offenlegungsschriften	2,89 Mio.	update wöchentlich
PATOSEP	Europäische Patentanmeldungen u. -erteilungen	830.056	update wöchentlich
WPINDEX	Internationale Patentveröffentlichungen	8,5 Mio.	update wöchentlich
IFIPAT	US Patente	2,8 Mio.	update wöchentlich

Quelle: *STN International*<sup>73</sup>

<sup>73</sup> STN International: Datenbanken aus Wissenschaft und Technik, Karlsruhe, FIZ, 1998

Für patentstatistische Untersuchungen ist es von besonderem Interesse, die Patentanmeldungen einer Institution oder eines Landes im jeweiligen Ausland bzw. am US-amerikanischen Patentamt zu betrachten. Hintergrund dieser Überlegung ist, daß Patentanmeldungen im Ausland gegenüber solchen im Inland für den Anmelder mit erheblich höherem Zeit- und Kostenaufwand verbunden sind, so daß die Annahme begründet ist, daß nur solche Erfindungen im Ausland zum Patent angemeldet werden, die für den Anmelder voraussichtlich von höherem technologischem und somit ökonomischen Wert sein werden.<sup>74</sup>

Desweiteren unterscheidet sich insbesondere das amerikanische Patentwesen grundsätzlich vom deutschen Patentwesen, zum einen durch ein strengeres Patenterteilungsverfahren, zum anderen dadurch, daß in der US-Datenbank (IFIPAT) im Gegensatz zur deutschen Patentdatenbank (PATDPA) nur die tatsächlich erteilten Patente, nicht die nur angemeldeten (=Offenlegungsschriften) nachgewiesen werden<sup>75</sup>. Aus diesem Grund kann davon ausgegangen werden, daß insbesondere Patente, die von nicht US-amerikanischen Anmeldern stammen und in IFIPAT verzeichnet sind, von höherer technologischer Bedeutung sind als die Erfindungen, die ausschließlich im Heimatland angemeldet worden sind.

Die Datenbank WPINDEX ist deshalb von besonderem Interesse, da sie - im Gegensatz zu der internationalen Patentdatenbank INPADOC - ausführliche Titel- und Abstractfelder enthält, die über die Angaben der Erfinder auf den Patenttitelblättern weit hinausgehen, was für Freitextsuchen von großem Vorteil ist.

---

<sup>74</sup> Faust, K. [Internationale Patentanmeldungen, 1997], S. 7 und Faust, K. [Internationale Patentstatistik, 1996], S. 8

<sup>75</sup> Hinze, Sybille ; Grupp, Hariolf [Angewandte Forschung, 1991], S.

### 3.1.1.3 Zitationsdatenbanken

Wichtigstes Instrument für die Messung von Zitaten ist der Science Citation Index (SCI), der vom Institute of Scientific Instruments (ISI), Philadelphia hergestellt wird und ebenfalls von STN unter dem Namen SCISEARCH angeboten wird. Der SCI bietet die Möglichkeit festzustellen, welche Arbeiten ein bestimmter Autor oder eine bestimmte Publikation als Quelle benutzt hat (retrospektiv) und umgekehrt für welche neueren Arbeiten eine bestimmte Publikation (ein bestimmter Autor) als Referenz gedient hat (prospektiv), bzw. wie oft ein Autor / eine Publikation nach ihrem Erscheinen zitiert worden sind.

Zum Gesamtsystem des SCI gehören der Citation Index (CI), der Source Index (SI), der Corporate Index, der Journal Citation Index (JCI) und der Permuterm Subject Index (PSI). Diese Indices werden erstellt, indem ISI alle Veröffentlichungen und die in diesen enthaltenen Referenzen aus den weltweit wichtigsten 5000 Zeitschriften aus Naturwissenschaften, Technik und Medizin auswertet.<sup>76</sup> Die Online-Version der multidisziplinären Datenbank enthält für den Zeitraum 1974 bis heute ca. 16,0 Mio. Einträge und wird wöchentlich aktualisiert.

Kriterium für die Auswahl der auszuwertenden Zeitschriften ist der von ISI, Philadelphia jährlich neu ermittelte sogenannte Journal Impact Factor (IF), mit dem die durchschnittliche Häufigkeit errechnet wird, mit der ein Artikel in dieser Zeitschrift in einem bestimmten Zeitraum zitiert wird. Der Impact Factor von Zeitschriften wird durch ISI im Science Citation Index - Journal Citation Report veröffentlicht. Die Formel für die Berechnung des IF einer bestimmten Zeitschrift für einen bestimmten Zeitraum lautet:

---

<sup>76</sup> [STN Yellow Sheets, 1994]

Gleichung 1: Journal Impact Factor nach ISI, Philadelphia

$$IF = \text{Anzahl der Zitationen} : \text{Publikationen}$$

Quelle: Brugbauer, R.

Wenn z.B. innerhalb einer bestimmten Zeitschrift im Zeitraum von zwei Jahren 128 Aufsätze veröffentlicht werden und innerhalb von zwei Jahren aus dieser Zeitschrift 202 mal Arbeiten von anderen Zeitschriftenautoren zitiert werden, errechnet sich der IF für diese Zeitschrift:  $202 : 128 = 1,578$  IF.<sup>77</sup>

An einem Beispieldatensatz soll das Prinzip des SCI verdeutlicht werden. Ausgehend von der im SCI enthaltenden Publikation

*Gleiter H. : Structure and properties of nanometer-sized materials.- IN: Phase Transitions Vol. 24/26 (1990), S. 15-35*

zeigt Abb. 4 die bibliographischen Angaben sowie die Quellenangaben des Artikels, also die früheren Arbeiten, die der Autor Gleiter als Referenzen angibt (retrospektiv). Für die Referenzen werden im SCI folgende Angaben gemacht: RAU (Referenced Author) bezeichnet den ersten Autor der referierten Publikation, es folgt RPY (Referenced Publishing Year), RVL (Referenced Volume), RPG (Referenced Page) und RWK (Referenced Work). Die referierten Literaturstellen können also über ihren ersten Autor, ihr Erscheinungsjahr, die Band- und Seitenzahl ihrer Quelle und den Titel ihrer Quelle eindeutig identifiziert werden.

---

<sup>77</sup> Bsp. entnommen aus Brugbauer, Ralf [Bibliothekarische Erfahrungen, 1998]

Abbildung 4 Datensatz aus SCI mit Angabe der Referenzen<sup>78</sup>

```

L2 ANSWER 1 OF 1 SCISEARCH COPYRIGHT 1998 ISI (R)
AN 91:155611 SCISEARCH
GA The Genuine Article (R) Number: FB621
TI STRUCTURE AND PROPERTIES OF NANOMETER - SIZED MATERIALS
AU GLEITER H (Reprint)
CS UNIV SAARLAND, W-6600 SAARBRUCKEN, GERMANY
CYA GERMANY
SO PHASE TRANSITIONS, (1990) Vol. 24-6, No. 1, pp. 15-34.
DT Article; Journal
FS PHYS
LA ENGLISH
REC Reference Count: 32
CC CRYSTALLOGRAPHY; PHYSICS, CONDENSED MATTER
ST Author Keywords: NANOCRYSTALLINE MATERIALS; NANOMETER-SIZED
GLASSES; NEW MATERIALS STP KeyWords Plus (R): CRYSTALLINE MATERIALS;
GRAIN-BOUNDARIES; NANOCRYSTALLINE; HEAT
RF 91-2685 006; NANOCRYSTALLINE COPPER; POLYCRYSTALLINE NI-P
ALLOYS;
ULTRA-FINE IRON PARTICLES; NANOMETER-SIZED MATERIALS
RE Referenced Author |Year|VOL|PG| Referenced Work
(RAU) |(RPY)|(RVL)|(RPG)| (RWK)
=====+=====+=====+=====+=====
BIRRINGER R |1988|59|17|DEFECT DIFFUSION FOR
BIRRINGER R |1988|1|339|ENCY MATERIALS SCI S
BIRRINGER R |1986|27|43|T JAPAN I METALS S
CAHN R W |1988|332|112|NATURE
COWEN J A |1987|61|3317|J APPL PHYS
GLEITER H |1981||15|DEFORMATION POLYCRYS
GORKOV L P |1965|21|940|ZH EKSP TEOR FIZ+
HAUBOLD T |1989|135|461|PHYS LETT A
HERR U |1987|50|472|APPL PHYS LETT
HORVATH J |1987|62|317|SOLID STATE COMMUN
HUGGINS R A |1975||445|DIFFUSION SOLIDS REC
JING J |1990|||IN PRESS JNONCRYST S
JORRA E |1989|60|159|PHILOS MAG B
KARCH J |1987|330|556|NATURE
KIRCHHEIM R |1988|99|462|MATER SCI ENG
KLAM H J |1987|35|2101|ACTA METALL
KORN D |1988|49|769|J PHYS-PARIS
LUBORSKY F E |1983||1673|PHYSICAL METALLURGY
MARQUARDT P |1987|2|833|SEMICOND SCI TECH
NIMTZ G |1988|86|66|J CRYST GROWTH
POUND R V |1961|7|405|PHYS REV LETT

```

Quelle: STN; SCI

<sup>78</sup> die letzten 10 Referenzen wurden aus Platzgründen gelöscht



Abb. 5 zeigt, wie oft Gleiter mit dieser Publikation zu einem späteren Zeitpunkt zitiert worden ist (insgesamt 64 mal) sowie der komplette Datensatz mit bibliographischen Angaben und Quellenangaben, des neuesten Zitats (prospektiv):

Abbildung 5: Datensatz SCI, Angabe der Zitationen für eine bestimmte Publikation + vollständiger Datensatz der ersten Zitation<sup>79</sup>

L1 64 GLEITER H?/RAU AND (PHASE TRANS?)/RWK AND 24-26/RVL				
L1	ANSWER 1 OF 64 SCISEARCH COPYRIGHT 1998 ISI (R)			
AN	1998:615350 SCISEARCH			
GA	The Genuine Article (R) Number: 108GL			
TI	The thermal behavior of atoms in ultrafine-grained Ni processed by severe plastic deformation			
AU	Zhang K (Reprint); Alexandrov I V; Valiev R Z; Lu K			
CS	UNIV HAMBURG, INST APPL PHYS, JUNGIUSSTR 11, D-20355 HAMBURG, GERMANY (Reprint); ACAD SINICA, INST MET RES, STATE KEY LAB RSA, SHENYANG 110015, PEOPLES R CHINA; UFA STATE AVIAT TECH UNIV, INST PHYS & ADV MAT, UFA 450000, RUSSIA			
CYA	GERMANY; PEOPLES R CHINA; RUSSIA			
SO	JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, (15 AUG 1998) Vol. 84, No. 4, pp. 1924-1927. Publisher: AMER INST PHYSICS, CIRCULATION FULFILLMENT DIV, 500 SUNNYSIDE BLVD, WOODBURY, NY 11797-2999. ISSN: 0021-8979.			
DT	Article; Journal			
FS	PHYS			
LA	English			
REC	Reference Count: 25			
STP	KeyWords Plus (R): X-RAY-DIFFRACTION; SUBMICROCRYSTALLINE STRUCTURE; COPPER			
RE	Referenced Author	Year	VOL   PG	Referenced Work
	(RAU)	(RPY)	(RVL) (RPG)	(RWK)
	AKHMADEEV N A	1993  41	1041	ACTA METALL MATER
	AKHMADEEV N A	1992  34	3155	FIZ TVERD TELA
	ALEXANDROV I V	1996  2	929	P 11 INT C TEXT MAT
	ALEXANDROV I V	1996  73	861	PHILOS MAG B
	BIRRINGER R	1988  1	339	ENCY MATERIALS SCI S
	EASTMAN J A	1995  77	522	J APPL PHYS
	EASTMAN J A	1992  66	667	PHILOS MAG B
	<b>GLEITER H</b>	<b> 1990  24</b>	<b> 15</b>	<b> PHASE TRANSIT &lt;--</b>
	HARADA J	1980  48	5	J PHYS SOC JPN

Quelle: STN; SCI

<sup>79</sup> die letzten 10 angegebenen Referenzen wurden aus Platzgründen gelöscht

Die Aussagekraft des SCI für scientometrische Untersuchungen ist in der Literatur vielfach kontrovers diskutiert worden. Auf die Kritikpunkte wird in einem späteren Kapitel eingegangen. Dennoch gilt die Datenbank als weitgehend repräsentativ für die Literaturerfassung in den genannten Bereichen und hat mit ihrem heutigen Umfang und in ihrer Konzeption weltweit eine Monopolstellung.<sup>80</sup>

Eine entsprechende Zitationsdatenbank für den Patentbereich wird seit 1973 von der Fa. Derwent Information Ltd., UK nach dem Konzept von ISI, Philadelphia mit der Datenbank „Derwent Patents Citation Index (DPCI)“<sup>81</sup> angeboten. Sie enthält sämtliche Zitierungen zu allen von 16 Patentorganisationen erteilten Patenten. Dabei werden sowohl Referenzen der Patentprüfer - also sogenannte Entgegenhaltungen - als auch Referenzen der Erfinder selbst, nachgewiesen. Desweiteren wird im DPCI unterschieden nach Zitationsbezügen auf Patentliteratur und solche auf Nichtpatentliteratur. In einer entsprechenden Untersuchung des ISI, Karlsruhe wird davon ausgegangen, daß das Maß von Zitierungen von Nichtpatentliteratur in Patenten als Indikator für den Wissenschaftsbezug einer Erfindung gewertet werden könne, d.h. als ein Indiz für die schnelle Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse in marktfähige Produkte.<sup>82 83</sup>

---

<sup>80</sup> vgl. dazu: Carpenter, Mark P. ; Narin, Francis [The adequacy, 1981]

<sup>81</sup> eine genaue Erläuterung des DPCI

vgl. <http://www.fiz-karlsruhe.de/stn/documentation/patents/3zitate.html> vom (31.03.99)

<sup>82</sup> Hinze, S ; Grupp, H. [Angewandte Forschung, 1991], S. 31

<sup>83</sup> Eine solche Analyse konnte aufgrund des hohen Aufwandes und der damit verbundenen Kosten in dieser Arbeit jedoch nicht gezeigt werden.

Tabelle 4: Zitationsdatenbanken / STN

Datenbank	Inhalt	Gesamtumfang 1998	Update
SCISEARCH	Multidisziplinär, Naturwissenschaft u. Technik	16 Mio. Zitate	wöchentlich
DPCI	Internationale Patentzitationen	3.0 Mio. Nachweise, 26 Mio. Zitationen	wöchentlich

Quelle: STN International<sup>84</sup>

### 3.1.2 Selektionsbefehle

Zur statistischen Auswertung von Suchergebnissen bieten die Retrievalsprachen der Datenbankanbieter spezielle Statistikbefehle an. Bei STN sind dies die Kommandos

- ⇒ Select und Smart Select
- ⇒ Analyze
- ⇒ Tabulate

Die Kommandos Analyze und Tabulate wurden 1998 von STN für die statistische Auswertung von Ergebnissen aus Patentdatenbanken eingeführt.<sup>85</sup> Das Select Kommando kann auch in Literaturdatenbanken angewendet werden und wurde daher für die vorliegende Arbeit verwendet.

Die Anwendung dieser Statistikbefehle setzt die Recherche nach einer gewissen Ausgangsmenge von Dokumenten voraus, die sich zunächst in

<sup>84</sup> STN International: Datenbanken aus Wissenschaft und Technik, Karlsruhe, FIZ, 1998

<sup>85</sup> vgl. STN News 37 vom 16. Juni 1998

nichts von einer üblichen Literaturrecherche nach Literaturstellen unterscheidet. Statt einer Ausgabe der gefundenen Literaturhinweise, wird die Treffermenge jedoch als Analysedatensatz verwendet und über den Statistikbefehl nach bestimmten Kriterien ausgewertet.

Zur Demonstration der Funktionsweise dieses Befehls wird eine kurze Beispielanalyse des praktischen Teils der Arbeit zur Nanotechnologie vorweggenommen. Abb. 6 zeigt die Funktionsweise des Select Kommandos am Beispiel der Frage, in welchen Fachgebieten die Nanotechnologie am häufigsten Anwendung findet. In der Datenbank SCI wird daher mit einer bestimmten Menge von Begriffen, die die Nanotechnologie umschreiben, ein Analyseausgangsdatsatz von 19.859 Dokumenten gebildet (=L6)

Mit dem nächsten Befehl **SET TERMSET L#** wird die Analyse eingeleitet. Mit dem Befehl **SELECT CC L6 1-19859** wird das System aufgefordert, die gesamte Ausgangsmenge (L6 1-19859) nach dem Classification Code (CC) auszuwerten. Das Ergebnis sind insgesamt 153 Fachgruppen auf die sich die ursprünglich gefundenen „Nanoartikel“ verteilen. Mit dem Befehl **d (display) 1-10** können die 10 Fachgruppen angezeigt werden, in denen die „Nanoartikel“ am häufigsten vorkommen.

Das Ergebnis zeigt eine durchnummerierte Liste von Klassenbezeichnungen, in der in absteigender Reihenfolge sowohl die absolute Zahl der gefundenen „Nanoartikel“ als auch deren prozentuale Verteilung auf die einzelnen Klassen angegeben ist.<sup>86</sup>

---

<sup>86</sup> zu den verschiedenen Select und Display Möglichkeiten bei STN, vgl. Kurzanleitung der Retrievalsprache Messenger : Version S96.3.- Karlsruhe: STN, 1996, S. 7 f

Abbildung 6: Demonstration Befehl „SELECT“

```

L6    19859 L1 OR L2 OR L3 OR L4

=> set termset l#

SET COMMAND COMPLETED

=> select cc l6 1-19859l

L7    SEL L6 1-19859 CC :   153 TERMS

=> d 1-10

TERM# # OCC # DOC % DOC CC
-----
 1  5084  5084 25.60 MATERIALS SCIENCE
 2  4253  4253 21.42 PHYSICS, APPLIED
 3  3170  3170 15.96 PHYSICS, CONDENSED MATTER
 4  2238  2238 11.27 CHEMISTRY, PHYSICAL
 5  1547  1547  7.79 CHEMISTRY
 6  1050  1050  5.29 PHYSICS
 7   820   820  4.13 ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC
 8   655   655  3.30 MULTIDISCIPLINARY SCIENCES
 9   591   591  2.98 METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING
10   533   533  2.68 PHYSICS, ATOMIC, MOLECULAR & CHEMICAL

```

Quelle : STN, SCI

### 3.1.3 Ergebnisaufbereitung

Die Rohdaten, die über scientometrische Untersuchungen aus Datenbanken gewonnen werden, sind häufig unübersichtlich und müssen entsprechend aufbereitet werden. Hierzu bieten sich je nach Fragestellung Zeitreihen, Rangordnungen (Ranking), Informationsflußgraphen oder Semantische Netze an. Für eine graphische Aufbereitung scientometrischer Untersuchungen stellt sich die Frage nach geeigneter Software. Für die im praktischen Teil der Arbeit

angefertigten Graphiken und Schaubilder wurden die Programme Excel 7.0 und Designer 4.1 verwendet.<sup>87</sup>

### 3.1.3.1 Zeitreihen

Zeitreihen sind Häufigkeitsverteilungen von Einheiten über einen bestimmten Zeitraum sortiert nach Jahren. Sie werden erstellt, indem man mittels eines Statistikbefehls in einer Datenbank zu einer bestimmten Ergebnismenge über das Datenfeld „Erscheinungsjahr“ die Anzahl der Einträge pro Jahr errechnet. Das Ergebnis ist eine Häufigkeitsverteilung der Treffermenge absteigend nach Jahren. Zeitreihen sind im Rahmen von Publikations- und Patentanalysen für verschiedene Fragestellungen anwendbar: Bspw. können die einzelnen Entwicklungsphasen eines Themengebiets (Anstieg - Höhepunkt - Abfallen der Diskussion) ausgemacht werden<sup>88</sup> Genauso kann die wissenschaftliche Produktivität einzelner Personen oder Institutionen über einen bestimmten Zeitraum nachvollzogen werden.

### 3.1.3.2 Rangordnungen

Rangordnungen stellen Reihen von Einheiten (bspw. Autoren, Institutionen, Themengebiete, Länder etc.) dar, die nach Häufigkeit bzw. Wichtigkeit sortiert sind. Rangordnungen bieten sich ebenfalls für Outputanalysen in Literatur- und Patentdatenbanken an. Man arbeitet - wie bei der Erstellung der Zeitreihen - mit den Statistikbefehlen der Datenbankanbieter, mit dem Unterschied, daß das Sortierkriterium nicht das Feld „Erscheinungsjahr“, sondern etwa das Autorenfeld oder das Körperschaftsfeld etc. ist, so daß man eine nach

---

<sup>87</sup> Ein Vergleich verschiedener Softwarepakete zum Zwecke der Darstellung scientometrischer Analysen findet sich bei : Zedler, H. [u.a].: [Informetrie, 1991], S. 231 ff

Häufigkeit sortierte Liste von Autoren oder Institutionen erhält. Mittels Rangordnungen können bspw. Fragestellungen beantwortet werden, wer die aktivsten Autoren auf einem Forschungsgebiet, oder die aktivsten Patentanmelder in einer neuen Technologie, welches die wichtigsten Publikationsorgane für ein bestimmtes Thema sind oder in welchem Land eine bestimmte Thematik besonders intensiv erforscht wird.

Rangordnungen und Zeitreihen können miteinander kombiniert werden, zum Beispiel um den Diskussionsverlauf eines Forschungsthemas auf Länderebene miteinander zu vergleichen.

### 3.1.3.3 Informationsflußgraphen

Informationsflußgraphen eignen sich zur Darstellung von Einflüssen von Autoren, Publikationen etc., die über Impactanalysen nachgewiesen worden sind. Über die Darstellung der Richtung von Informationsflüssen können bspw. Aussagen getroffen werden darüber, auf welche Patente oder Publikationen eine Firma X bei der eigenen Patententwicklung Bezug genommen hat, und welche weiteren Firmen wiederum die Patente der Firma X weiterentwickeln und in Form von Folgepatenten verwerten.

Zur Darstellung von Informationsflußgraphen werden gerichtete Graphen verwendet, wobei ein Graph die Richtung der Übermittlung der Information - von Sender zu Empfänger - angibt.

---

<sup>88</sup> vgl. Stock, Wolfgang: [Möglichkeiten, 1991], S. 2 ff

### 3.1.3.4 Semantische Netze

Beziehungen zwischen wissenschaftlichen Objekten und Strukturen im Wissenschaftssystem sind darstellbar über semantische Netze, eine Forschungslandschaft läßt sich auf diese Weise regelrecht „vermessen“<sup>89</sup>

Semantische Netze sind graphische Darstellungen mit Hilfe derer solche Wissenschaftsbeziehungen sichtbar gemacht werden können. Sie bestehen aus „ungerichteten Graphen, an deren Kanten bedeutungstragende Informationen“ (also Themengebiete, Autoren, Institutionen etc.) „und an deren Pfaden Bindungsstärken zwischen den Informationen aufgetragen werden.“<sup>90</sup>

Die graphisch dargestellte Größe der Informationseinheiten an den Kanten kann die Wichtigkeit des Themas, des Autors, der Institution etc. darstellen, die Strichstärke der Graphen zwischen diesen Informationseinheiten steht für die Nähe der thematischen Beziehung unter diesen Einheiten<sup>91</sup>. Die Methode „Bibliographic Mapping“ des CWTS (Abb.1) ist ein Beispiel für eine solche graphische Darstellung von Wissenschaftsbezügen.

## 3.2 Analysearten

Im folgenden Kapitel werden mögliche Analysearten mit ihren Zielsetzungen vorgestellt und in Gruppen zusammengefaßt. Es wird unterschieden nach Publikations-, Patent- und Zitationsanalysen. In der Literatur findet sich auch die Unterscheidung in eindimensionale Techniken, womit einfache Zählungen von Publikationen, Zitationen, Autoren etc. gemeint sind, und zweidimensionalen Techniken, womit die Kopplung gemeinsamer

---

<sup>89</sup> Weingart, Peter ; Winterhager, Matthias [Die Vermessung, 1984]

<sup>90</sup> Stock, Wolfgang: [Wirtschaftsinformationen, 1992], S. 310



bibliographischer Merkmale gemeint ist. Zu letzterem gehören bspw. die gemeinsame Zitierung zweier Aufsätze in einer Publikation (Co-Zitationsanalyse).<sup>92</sup>

### 3.2.1 Publikationsanalysen

Über Publikationsanalysen können Einblicke gewonnen werden in die wissenschaftliche Produktivität von Einzelpersonen, Institutionen oder Ländern, vorausgesetzt man erkennt die wissenschaftliche Publikation als meßbares Objekt für wissenschaftliche Leistung an. Diese Annahme ist umstritten: Dafür spricht die allgemeine Auffassung, daß „Wissen [...] zu intersubjektiv geteiltem wissenschaftlichen Wissen nur dann [wird], wenn es der Kommunikation von Wissenschaftlern überantwortet wird.“<sup>93</sup> Und ein wichtiger Kommunikationskanal in der Wissenschaft ist die schriftliche Publikation. Dagegen spricht die Tendenz des „Publizierens um jeden Preis“, die durch quantitative Leistungsbewertung noch verstärkt würde. In der vorliegenden Arbeit soll gezeigt werden, daß Publikationsanalysen für verschiedene Fragestellungen geeignet sind, z.B:

⇒ zur Ermittlung der *relevanten Publikationsorgane* einer Wissenschaftsdisziplin

⇒ zur Beurteilung des *Diskussionsverlaufs* einer Wissenschaftsdisziplin

⇒ für *Leistungsvergleiche* auf Personen-, Institutionen- oder Länderebene

---

<sup>91</sup> eine entsprechende Software bietet ISI unter der Bezeichnung „Science Map“ an ; vgl. Kapitel „Research Performance & Evaluation Tools“

<sup>92</sup> vgl. Czerwon, Hans-Jürgen [Nutzung, 1992], S. 102 f.

<sup>93</sup> Hornbostel, Stefan: [Wissenschaftsindikatoren, 1997], S. 237

Die Frage nach relevanten Publikationsorganen einer Wissenschaftsdisziplin ist von besonderem Interesse für Bibliotheken und Dokumentationseinrichtungen, die mit ihren Zeitschriftenbeständen den Bedürfnissen ihrer Kunden gerecht werden müssen. Gerade in Spezialbibliotheken können entsprechende Analysen als objektive Entscheidungsgrundlage bei der Auswahl von Periodika dienen. Aber auch für den Wissenschaftler selbst, der mit seiner Publikation ein bestimmtes Fachpublikation ansprechen will, ist es interessant herausfinden zu können, ob eine bestimmte Zeitschrift von den relevanten Fachkollegen als Publikationsorgan benutzt wird. Ein Ranking relevanter Zeitschriftentitel für ein bestimmtes Thema kann in einer entsprechenden Fachdatenbank über Selektion des „Source-Feldes“ erstellt werden.

Für Vertreter der Wissenschaftspolitik oder private Investoren kann es von Interesse sein festzustellen, in welchem Entwicklungsstadium sich eine Wissenschaftsdisziplin befindet: Ob der Diskussionsverlauf am Anfang steht und sich aufsteigend entwickelt, ob der Höhepunkt der Diskussion bereits erreicht ist, oder ob bereits ein abnehmendes Interesse von seiten der Wissenschaft an einem bestimmten Thema zu beobachten ist. Für solche Fragen ist man i.d.R. auf Experteneinschätzungen angewiesen, kann aber auch mittels Publikationsanalysen relativ schnell Einblicke in entsprechende Entwicklungen bekommen.

Bei der Verwendung von Publikationsanalysen zum Zwecke der wissenschaftlichen Leistungsbewertung und -vergleiche werden am ehesten Kritik und Gegenargumente angeführt. Andererseits werden gerade bei Personalentscheidungen Publikationslisten von Wissenschaftlern als Entscheidungskriterium herangezogen. Außerdem sind Publikationsanalysen durchaus verwendbar um die „Prominenz“ eines Fachgebiets sowohl auf Personen- als auch Institutionenebene zu ermitteln. In zahlreichen Studien

wurden bisher auch Ländervergleiche durchgeführt zum Stand der Forschung eines Landes in einem bestimmten Themengebiet<sup>94</sup>.

### 3.2.2 Patentanalysen

Neben ihrer Informations- und Schutzrechtsfunktion haben Patente Eigenschaften, die sie auch für scientometrische Untersuchungen besonders geeignet erscheinen lassen. Dies sind:

- ⇒ das *Territorialprinzip* des Patentwesens
- ⇒ der *Neuheitsgrad* von Patentschriften
- ⇒ ihre *Feingliederung* nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC)

Aufgrund dieser Eigenschaften können Patente wertvolle Indikatoren für Ländervergleiche, künftiges Marktgeschehen oder Konkurrenzanalysen liefern<sup>95</sup>.

Das Territorialprinzip besagt, daß jede Erfindung exakt einem Prioritätsland zugeteilt wird, das in jeder Patentdatenbank über einen entsprechenden Ländercode recherchierbar ist. Dies hat zur Folge, daß in internationalen Patentdatenbanken statistische Ländervergleiche über besagten Ländercode eindeutig durchführbar sind. Eine Möglichkeit festzustellen, ob sich ein bestimmtes Land in einem bestimmten Technikfeld durchschnittlich, überdurchschnittlich oder unterdurchschnittlich engagiert, bietet der von H. Grupp entwickelte RPA (=Relativer Patent Anteil)-Indikator<sup>96</sup>. Der RPA ist folgendermaßen definiert:

---

<sup>94</sup> Weingart, Peter ; Sehringer, Roswitha ; Strate, Jörg ; Winterhager, Matthias [Der Stand, 1989]

<sup>95</sup> Ernst, Holger [Patentinformationen, 1998], S. 7 ff

<sup>96</sup> vgl. Hinze, Sybille ; Gupp, Hariolf : [Angewandte, 1991], S. 6

Gleichung 2: RPA-Indikator

$$RPA_{ij} = 100 \tanh \left[ \ln \left[ \frac{P_{ij}}{\sum_i P_{ij}} / \frac{(\sum_j P_{ij})}{(\sum_{ij} P_{ij})} \right] \right]$$

$P_{ij}$	=	Zahl der Patente des Landes i für ein Technikfeld j <sup>97</sup>
$\sum_i P_{ij}$	=	Zahl aller Patente des Landes i beim betrachteten Patentamt
$\sum_j P_{ij}$	=	Zahl der Patente aller Länder i zu Technikfeld j
$\sum_{ij} P_{ij}$	=	Zahl aller Patente aller Länder i für alle Technikfelder j

Quelle: Grupp, H.

Für den Fall, daß der Wert des RPA Null beträgt, gibt Grupp eine international durchschnittliche Anmeldeaktivität in dem entsprechenden Technikfeld an. Negative Werte signalisieren dagegen unterdurchschnittliche Aktivitäten, positive Werte überdurchschnittliche Anmeldeaktivitäten.

Aufgrund der Bestimmungen des Patenterteilungsverfahrens stellt die Patentanmeldung (beim DPA ist dies die sogenannte Offenlegungsschrift) die erste Veröffentlichung einer Neuheit bzw. einer Erfindung dar. Ergebnisse aus Patentanalysen können somit technische Trends mit hohem Neuheitsgrad widerspiegeln. Bei der Verwendung von statistischen Patentanalysen zum Zwecke der Früherkennung von Markttrends stützt man sich auf zwei typische Erscheinungen: Zum einen hat man festgestellt, daß zwischen der Anmeldung einer Erfindung, der Patenterteilung und der Markteinführung des daraus resultierenden Produkts i.d.R. ca. sieben Jahre liegen, wobei das Tempo der Umsetzung von Erfindung zu Produkt von unterschiedlichen Faktoren abhängen kann. Eine weitere typische Erscheinung für neue richtungsweisende Technologien sei außerdem ein Erfindungsschwall auf dem jeweiligen Gebiet, der nach Erreichen eines Spitzenwertes rasch wieder absinke. Mit Absinken der Patentproduktion setze dann i.d.R. die Besprechung des Sachverhaltes in wissenschaftlichen Fachzeitschriften ein. Geht man nun davon aus, daß der

<sup>97</sup> ein Technikfeld ist bei Hinze / Grupp definiert nach der ISI Klassifikation Technik

Einführung von Spitzenprodukten generell ein erhöhtes Patentaufkommen vorausgeht, könnte dies - eventuell in Verbindung mit anderen Indikatoren - eine Vorhersagemöglichkeit für künftige Markttrends sein.

Patentschriften werden nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) klassifiziert, aufgrund derer eine Feingliederung in rund 60.000 Sachgebiete möglich ist. Sprachenunabhängige und sehr differenzierte thematische Analysen sind somit möglich. Mit Hilfe der Patentklassifikation lassen sich bspw. für eine Konkurrenzanalyse Informationen über ein bestimmtes Unternehmen beschaffen: In einem ersten Schritt wird ein Ranking erstellt aller von besagtem Unternehmen verwendeten Patentklassen. Dies gibt eine erste Information darüber, welche Schwerpunkte ein Unternehmen in seiner technischen Entwicklung setzt. Betrachtet man in einem zweiten Schritt die vergebenen Patentklassen über die Zeit (Kombination Ranking und Zeitreihe) kann man feststellen, ob und gegebenenfalls wie sich die Schwerpunktsetzung des betrachteten Unternehmens über die Zeit verändert hat.

### 3.2.3 Zitationsanalysen

Basierend auf den Daten des SCI ist die Zitationsanalyse grundsätzlich auf zwei Arten von Untersuchungszielen anwendbar:

⇒ für das Messen des direkten wissenschaftlichen Einflusses (impact), den Autoren, Erfinder, einzelne Publikationen, Zeitschriften, Patente, Länder etc. aufeinander haben. In diesem Zusammenhang spricht man auch von „Impactanalysen“.

⇒ zum Aufdecken inhaltlich fachlicher Beziehungen zwischen Personen, Institutionen, Publikationen etc.<sup>98</sup>. Dazu gibt es zwei Verfahren, das „Bibliographic Coupling“ sowie das „Co-Citation Coupling“.

Für alle Arten der Zitationsanalyse ist die Unterscheidung zwischen den Begriffen „Zitat“ und „Referenz“ relevant: Ob eine Literaturangabe Zitat oder Referenz genannt wird, hängt von der Blickrichtung der Ausgangspublikation ab: Wenn untersucht wird, „für welche verschiedenen Arbeiten eine bestimmte Publikation als Quelle gedient hat (prospektive Blickrichtung) spricht man von „Zitat“. Wird hingegen untersucht, welche Quellen eine bestimmte Arbeit für sich verwendet hat (retrospektiv), heißen die Literaturangaben „Referenzen“.<sup>99</sup>

### **3.2.3.1 Zitationsanalyse zum Messen des wissenschaftlichen Einflusses (Impactanalyse)**

Zitieren ist eine Handlungsweise, die der gesamten Wissenschaft eigen ist und die auf einer allgemeinen Übereinkunft beruht: Innerhalb der Wissenschaftsgemeinschaft besteht sowohl aus Informations- als auch aus Reputationsgründen der Zwang, Forschungsergebnisse zu veröffentlichen und so der Kritik der Fachkollegen zugänglich zu machen. Erst durch die Veröffentlichung von Wissen werden darauf aufbauende neue Erkenntnisse ermöglicht. Publikationen kommen also nicht isoliert voneinander vor, sondern werden in Beziehungen zueinander gesetzt, die durch Zitate zum Ausdruck gebracht werden: Autoren zitieren frühere Autoren, Publikationen dienen als grundlegende Erkenntnisse für weitere Entwicklungen, es gibt Basispatente und darauf aufbauend Folgepatente etc.

---

<sup>98</sup> Nacke, Otto: [Zitatenanalyse, 1980], S. 19

<sup>99</sup> Nacke, Otto: [Zitatenanalyse, 1980], S. 19

Bei der Zitationsanalyse als Instrument zur Bewertung wissenschaftlicher Leistung stützt man sich auf die Annahme, daß Arbeiten, auf die häufig verwiesen wird, für den Fortgang der Wissenschaft bedeutsamer sind als solche, auf die kein oder nur wenig Bezug genommen wird. Grundannahme ist also, daß wichtige Literatur öfter zitiert wird als Routineliteratur. Anhand von Zitationsraten können nun einzelne Wissenschaftler, Institutionen, Themen etc. bezogen auf ihren wissenschaftlichen Einfluß miteinander verglichen werden. Einfluß wird dabei als Qualitätsmerkmal wissenschaftlicher Arbeit verstanden.

### 3.2.3.2 Zitationsanalyse zum Ermitteln fachlicher Beziehungen

Mittels Zitationsanalysen gibt es zwei Methoden, fachliche Beziehungen im Wissenschaftssystem, unabhängig von Sprache und Expertenwissen, aufzudecken. Dies sind das „Bibliographic Coupling“ (ISI, Philadelphia verwendet in diesem Zusammenhang den Begriff „Related Records™“) sowie das „Co-Citation Coupling“<sup>100</sup>.

Das Bibliographic Coupling ist ein retrospektives Verfahren. Man versteht darunter „ein Maß für die relative Zahl gleicher Referenzen von zwei oder mehr Publikationen. Je größer diese relative Zahl gleicher Referenzen ist, um so größer ist die Wahrscheinlichkeit, daß die Publikationen, die diese Referenzen enthalten, ähnliche Gegenstände behandeln. Publikationen, die gleiche Referenzen aufweisen, können auf der CD-ROM Version des Science Citation Index unter der Bezeichnung Related Records™ recherchiert werden.

Das Co-Citation Coupling geht von der relativen Zahl gemeinsamer Zitate aus und kommt zu demselben Ergebnis.

---

<sup>100</sup> Nacke, Otto: [Zitatenanalyse, 1980], S. 22

Das Verfahren des Co-Citation Coupling wurde in den 70er Jahren von Henry Small entwickelt<sup>101</sup> und bedeutet, daß Paare von Publikationen ermittelt werden, die durch eine oder mehrere später erschienene Publikationen gemeinsam zitiert -cozitiert- werden. Grundüberlegung bei der Co-Zitationsanalyse ist, daß sich zwei oder mehr Publikationen bezogen auf ihren Inhalt um so ähnlicher sind, je öfter sie von anderen Autoren gemeinsam zitiert werden.

Gruppiert man diese Publikationen aufgrund ihrer Ähnlichkeitsbeziehungen, spricht man auch von „Clusteranalysen“.<sup>102</sup> Im Falle der Clusteranalyse von Co-Zitationen werden also Publikationen anhand der zwischen ihnen bestehenden Co-Zitationsbezüge gruppiert. Dafür ist auch der Begriff „Cozitations-Cluster-Analyse“ gebräuchlich. Dabei besteht ein Cluster aus einem Clusterkern mit der Gesamtheit der referierten Publikationen und einer sogenannten „Forschungsfront“, das ist die Gesamtheit aller zitierenden Publikationen, die Zitationsbezüge zu dem Clusterkern haben.<sup>103</sup>

Das Maß, mit dem die Zugehörigkeit zu einem Cluster entschieden wird, ist der sogenannte Jaccard Sneath- bzw. Ähnlichkeitskoeffizient, der folgendermaßen ermittelt wird<sup>104</sup>:

*Gleichung 3: Jaccard Sneath- bzw. Ähnlichkeitskoeffizient*

$$C_{J,S} = [C_{ZA+B} : (N_A + N_B - C_{ZA+B})] \times 100\%$$

$C_{J,S}$	=	Ähnlichkeitskoeffizient
$N_A$	=	Individuelle Zitierrate des Dokumentes A
$N_B$	=	Individuelle Zitierrate des Dokumentes B
$C_{ZA+B}$	=	Gemeinsame Zitierrate der Dokumente A und B

*Quelle: Hartmann, C.*

<sup>101</sup> Small, Henry [Co-Citation, 1973], S. 265-269

<sup>102</sup> Small, Henry ; Griffith, Belver, C. [The structure, 1974], S. 17 ff

<sup>103</sup> aus: Weingart, Peter ; Sehringer, Roswitha, Strate, Jörg ; Winterhager Matthias [Der Stand, 1989], S. 2

<sup>104</sup> Hartmann, Christian [Einige informetrische, 1984], S. 292



Wenn bspw. Dokument A insgesamt 10mal zitiert wird, und Dokument B insgesamt 17mal zitiert wird, und beide Dokumente werden gemeinsam in fünf Arbeiten zitiert, errechnet sich der Ähnlichkeitskoeffizient beider Dokumente

$$C_{j,s} = [5 : (13 + 17 - 5)] \times 100 \% = 20 \%$$

Bei den von ISI durchgeführten Cluster-Analysen werden Paare mit einem Ähnlichkeitskoeffizienten von mindestens 16 % als inhaltsähnlich betrachtet.<sup>105</sup> Bei der Auswahl der für die Analyse infrage kommenden Publikationen beschränkt man sich von vornherein auf solche Publikationen, die in einer definierten Zeitspanne selbst eine hohe individuelle Zitierrate für sich aufweisen können. Mit der Beschränkung auf Dokumente mit individuell hoher Zitierrate erreicht man, daß nur die für die Wissenschaft bedeutsamen Publikationen in die Untersuchungsmenge mitaufgenommen werden. Als Maß für diesen sogenannten „Schwellenwert“ wird in der Literatur eine individuelle Zitierrate von mindestens 16 Zitationen angegeben.<sup>106</sup>

Das Co-Zitationsverfahren ist ein dynamisches Verfahren. Denn wann und durch wen zwei oder mehr Publikationen gemeinsam zitiert werden, ist zum Zeitpunkt ihrer Veröffentlichung noch nicht abzusehen. Man verspricht sich daher, Veränderungen innerhalb der Wissenschaftsstruktur über die Zeit verfolgen zu können, indem man das Verfahren in mehreren Zeitabschnitten wiederholt.

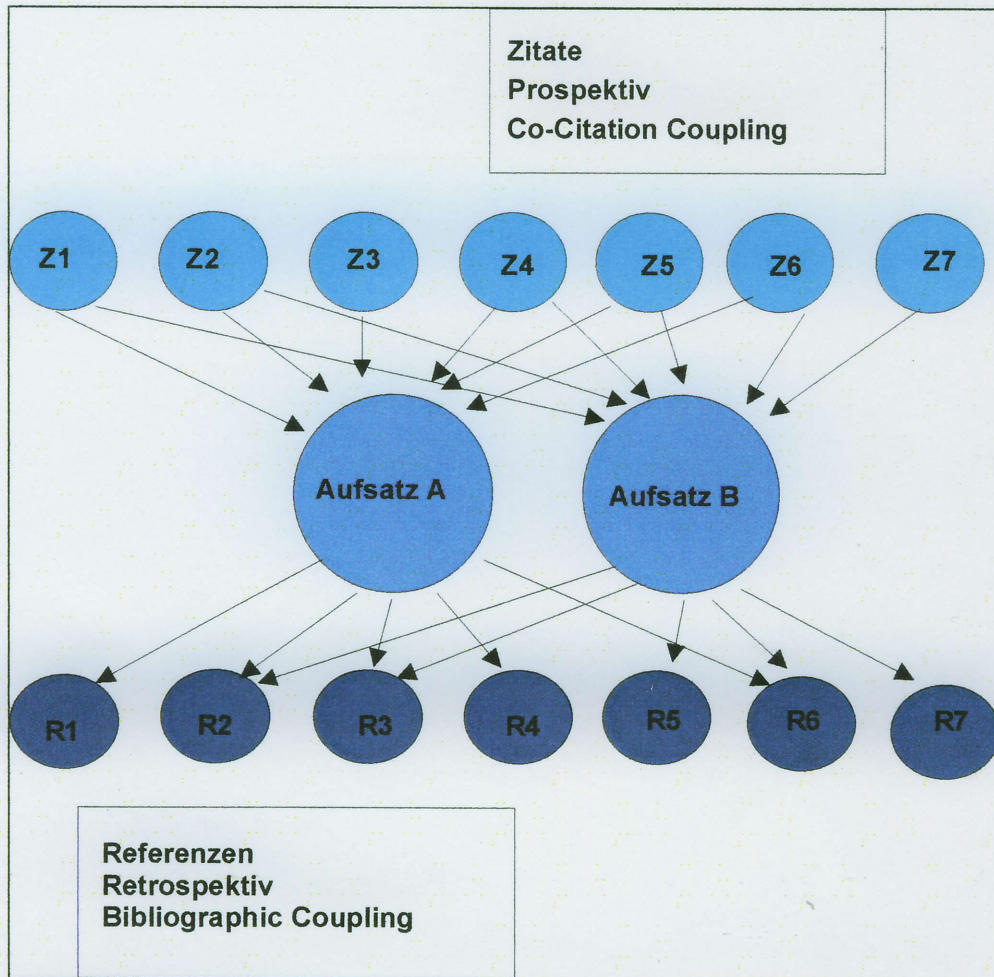
Den Unterschied zwischen Bibliographic Coupling und Co-Zitationsanalyse macht Abb. 7 deutlich:

---

<sup>105</sup> Nacke, Otto: [Zitatenanalysen, 1980], S. 24

<sup>106</sup> Hartmann, Christian: [Einige informetrische, 1984], S. 292

Abbildung 7: Bibliographic Coupling und Co-Citation Coupling



Quelle: Nacke, O.<sup>107</sup>

<sup>107</sup> Nacke, Otto: [Zitatenanalyse, 1980], S. 22

### 3.3 Kritik an scientometrischen Analysen

Der Aussagekraft scientometrischer Analysen können zahlreiche Kritikpunkte entgegengestellt werden. Die Kritik bezieht sich einerseits auf die theoretischen Grundüberlegungen der genannten Verfahren als auch auf die methodische Vorgehensweise und die Beschaffenheit der derzeit zur Verfügung stehenden Datenbanken.

#### 3.3.1 Theoretische Kritik

Haupteinwände der theoretischen Kritik an scientometrischen Untersuchungen sind

- ⇒ *Redundante Informationen*
- ⇒ *Unterschiedliche Publikationsmuster* in unterschiedlichen Disziplinen
- ⇒ *Mehrautorenschaft*
- ⇒ *Über- und Unterzitationen*

##### 3.3.1.1 Redundante Informationen

Haupteinwand ist, daß das wissenschaftliche Publikationswesen in hohem Maße redundante Informationen transportiert. Diese Aussage belegt bspw. eine Studie, die besagt, daß im Bereich Mathematik nur etwa jeder sechste Artikel wirklich neue Informationen beinhaltet<sup>108</sup>. Grund dafür ist, daß in der Wissenschaftsgemeinschaft die Publikation nicht nur als Mittel der Informationsübermittlung sondern auch zum Zwecke des Reputationsgewinns

---

<sup>108</sup> May, K.O.: [Growth, 1968], S. 363-371

des Autors dient. Die Entwicklung von Veröffentlichungsstrategien ist daher naheliegend, wie z.B. das Aufteilen von Forschungsergebnissen in kleine, publikationsfähige Einheiten oder die Mehrfachveröffentlichung geringfügig veränderter Artikel<sup>109</sup>. Daraus ergibt sich automatisch, daß der Wert verschiedener Publikationen nicht unbedingt gleich ist und eine hohe Publikationsaktivität nicht gleichbedeutend sein muß mit besonderer wissenschaftlicher Leistung. Mit Einführung quantitativer Methoden als Bewertungsinstrument würde sich das Prinzip „publish or perish“ nur verstärken.

### 3.3.1.2 Unterschiedliche Publikationsmuster

Desweiteren ist zu berücksichtigen, daß in unterschiedlichen wissenschaftlichen Disziplinen auch unterschiedliche Publikationsmuster vorherrschen. Dominiert in den Naturwissenschaften etwa der Zeitschriftenaufsatz, hat in den Wirtschafts-, Sozial- und Geisteswissenschaften die Monographie eine höhere Bedeutung. Im naturwissenschaftlich-technischen Bereich beeinflussen außerdem patentstrategische Überlegungen das Publikationsverhalten. Eine vorherige Veröffentlichung eines Forschungsergebnisses wirkt sich nämlich auf geplante Patentanmeldungen schädlich aus. Außerdem stellt sich die Frage, inwiefern Publikationen in unterschiedlich renommierten Fachzeitschriften zu werten sind.

---

<sup>109</sup> Weingart, Peter ; Winterhager, Matthias [Die Vermessung, 1984], S. 93

### 3.3.1.3 Mehrautorenschaft

Ein weiterer Unsicherheitsfaktor besteht außerdem in der Bewertung der Mehrautorenschaft. War Anfang des Jahrhunderts der Einautorenaufsatz die Regel, ist vor allem in den Naturwissenschaften die Mehrautorenschaft üblich, so daß sich bei der Auszählung von Publikationen das Problem stellt, wie der Anteil der einzelnen Autoren an der Veröffentlichung zu gewichten ist oder ob die Publikation eines einzelnen Autors für ihn höher zu gewichten wäre als die gemeinsam mit Fachkollegen erarbeitete Veröffentlichung.

### 3.3.1.4 Über- bzw. Unterzitationen

Die theoretische Kritik an der Zitationsanalyse stellt hauptsächlich die Annahme in Frage, daß von der Zitationshäufigkeit auf die Qualität einer Publikation geschlossen werden kann. Gegen diese Annahme spricht, daß Zitate sehr vieldeutig sein können und aus den unterschiedlichsten Motiven heraus vergeben werden können, bspw. weil sie notwendig zum Verständnis des Textes sind, weil sie auf Arbeiten desselben Gebietes verweisen, weil sie den Anschluß an eine bestimmte Arbeit charakterisieren oder aber, weil der Autor andere Arbeiten widerlegen und sich von bestimmten anderen Sichtweisen abgrenzen will. Über- oder Unterzitationen können auch dadurch entstehen, daß besonders bahnbrechende Arbeiten nach einem bestimmten Zeitraum nicht mehr zitiert werden, weil deren Inhalt dann als bekannt vorausgesetzt wird, oder umgekehrt, weil Autoren mit besonders hohem Bekanntheitsgrad gerade deswegen häufiger zitiert werden, als die noch unbekannteren Fachkollegen. Unerheblich ist auch nicht die Zahl der Selbstzitationen oder Zitationen innerhalb der eigenen Forschungsgruppe. Solche Zitierkartelle können sich im Kampf um Anerkennung oder zur Durchsetzung einer bestimmten Lehrmeinung bilden.

### 3.3.2 Methodische Kritik

Die methodische Kritik bezieht sich vor allem auf die Beschaffenheit der statistischen Analysen zugrundeliegenden Datenbanken. Denn elektronische Datenbanken, die ursprünglich lediglich zum Nachweis von Einzeldokumenten nicht aber für statistische Analysen konzipiert worden waren<sup>110</sup>, weisen zum Teil erhebliche Inkonsistenzen auf, die die Ergebnisse statistischer Analysen verfälschen können. Datenbanken werten außerdem nicht unbedingt vollständig die Literatur ihres Fachgebietes nach, sondern gewichten häufig nach bestimmten Kriterien. Auch weisen nicht alle Datenbanken identische Suchfelder auf. Zerrbilder können auch dadurch entstehen, daß ein Autor für seine Publikationen eine bestimmte Zeitschrift bevorzugt, die aber in der ausgewerteten Datenbank keine Berücksichtigung findet.

Besonders die Datenbanken des ISI, Philadelphia - und damit auch der SCI - zeichnen sich durch eine erhebliche US-amerikanischen Ausrichtung bei der Auswahl der auszuwertenden Zeitschriften aus. Dies bedeutet, daß z.B. Autoren aus osteuropäischen Ländern im SCI eine geringere Berücksichtigung finden als etwa ihre amerikanischen Fachkollegen, was insbesondere bei Ländervergleichen zu Verzerrungen im Ergebnis führen kann. Der Anteil der deutschen Zeitschriften, die SCI berücksichtigt, liegt bei 9,3 %.<sup>111</sup>

Ein weiterer Kritikpunkt des SCI ist, daß er bei der Auflistung von Referenzen nur den Erstautor eines zitierten Werkes berücksichtigt. Gerade in den Naturwissenschaften ist aber die Mehrautorenschaft die Regel und die Reihenfolge der Nennung der Autoren in der Publikation richtet sich nicht unbedingt nach deren Arbeitsanteil. Häufig werden z.B. die Autoren in alphabetischer Reihenfolge in der Publikation aufgeführt, was dazu führt, daß

---

<sup>110</sup> Schöpflin, Urs [Scientometrie, 1993], S. 72 ff

Autoren, deren Nachnamen mit einem Buchstaben aus dem vorderen Teil des Alphabets beginnt, im SCI als referierte Autoren überrepräsentiert sind.

Zusätzlich stellen Homographien ein Problem dar. Da der SCI nur die Initialen von Vornamen aufführt, sind häufig vorkommende Nachnamen nicht voneinander zu unterscheiden, und unter ein- und derselben Namensansetzung erscheint eine lange Liste von Publikationen, die sich in Wirklichkeit auf eine Reihe unterschiedlicher Autoren verteilt.

Auch die Erfassung von Institutionen im Körperschaftsfeld ist im SCI problematisch. Sie erfolgt nämlich nicht standardisiert, sondern die Autorenangaben in der Veröffentlichung werden entsprechend übernommen. Da aber Verlage sehr unterschiedliche Normen für die äußere Form ihrer Zeitschriftenbeiträge haben, werden Institutionen in aller Regel im SCI mit unterschiedlichen Ansetzungen aufgeführt, was zu erheblichen Schwierigkeiten bei einem Institutionenvergleich auf Basis des SCI führen kann. Eine intellektuelle Nachbearbeitung der Rohdaten ist daher in aller Regel erforderlich.

---

<sup>111</sup> Weingart, Peter ; Winterhager, Matthias [Die Vermessung, 1984], S. 129

## 4 Ausgewählte Analysen am Beispiel der Nanotechnologie

### 4.1 Nanotechnologie

Die Vorsilbe „nano“ steht für den milliardsten Teil einer Maßeinheit, ein Nanometer bezeichnet also bspw. einen Milliardsten Meter<sup>112</sup>, und ein Nanogramm verhält sich in der Größenordnung zu einem Gramm etwa wie ein Haus zum gesamten Erdball. Über spezielle chemische Verfahren können heute Materialien hergestellt werden, die sich aus Partikeln dieser Größenordnung - sogenannten Nanopartikeln - zusammensetzen, wobei Kombinationen aus Partikeln mit verschiedenen Eigenschaften denkbar sind. Die daraus resultierenden Werkstoffe werden in der Fachliteratur als Nanokomposite bezeichnet. Die Besonderheit dieser Nanokomposite liegt darin, daß aufgrund ihrer variablen Partikelzusammensetzung Werkstoffe mit beliebigen Eigenschaften „gezüchtet“ werden können, bspw. Keramikteile, die biegsam wie Blech und bruchfest wie Stahl sind.<sup>113</sup> Die Nanotechnologie ist in verschiedenen Forschungsdisziplinen anwendbar, bspw. in der Schichttechnologie (schmutzabweisende bzw. kratzfeste Beschichtungen), für die Ultrapräzisionstechnik (Anwendungen in der Optik), in der Werkstoffforschung (Bauelemente für Flugzeugbau) aber auch in Biotechnologie und Medizin (Bekämpfung von Tumorzellen durch Nanopartikel).

---

<sup>112</sup> Falbe, Jürgen [Römpp, 1991], Vol. 4 S.

<sup>113</sup> Informationen zur Nanotechnologie : Scheppach, Josef: [Ein Blick, 1997] ; Schulenburg, Mathias: [Nanotechnologie, 1995], S. 32 ; <http://nano.xerox.com/nano> (31.03.99)



Aufgrund ihrer vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten wird die Nanotechnologie von Seiten der Wissenschaftspolitik als zukunftssträchtige Basistechnologie mit hohem Innovationspotential bewertet. Vor diesem Hintergrund hat das Bundesministerium für Bildung Wissenschaft Forschung und Technologie (BMBF) am 11.03.1998 einen Wettbewerb sowie Richtlinien zur Förderung von insgesamt fünf „Nanotechnologie-Kompetenzzentren“ in Deutschland ausgeschrieben.<sup>114</sup>

Anhand der Informationsschriften zu diesem Wettbewerb und einer Technologieanalyse des VDI-Technologiezentrums<sup>115</sup> konnten die aus der vorliegenden Arbeit gewonnenen Analyseergebnisse überprüft werden. Zur Verdeutlichung wurden Expertenaussagen, wo sie zuzuordnen waren, den Einzelanalysen im Text vorangestellt.

## 4.2 Methodische Vorüberlegungen

### 4.2.1 Auswahl geeigneter Suchbegriffe

Für statistische Analysen muß zunächst ein Analysedatensatz gebildet werden, der das zu untersuchende Thema möglichst repräsentativ abdeckt<sup>116</sup>. Wie bei herkömmlichen Recherchen sind bei der Auswahl geeigneter Suchbegriffe die Prinzipien „Recall“ und „Precision“ gegeneinander abzuwägen. Idealerweise sollten einerseits die Gesamtheit der im wissenschaftlichen Sprachgebrauch möglichen Begriffe, die das Forschungsfeld in der Datenbank bezeichnen

---

<sup>114</sup> Ausschreibungstext und Ergebnis zu finden unter:  
<http://www.bmf.de/deutsch/service/index.htm> (31.03.99)

<sup>115</sup> Bachmann, Gerd [Analyse, 1998]

<sup>116</sup> vgl. dazu: Gering, Eberhard [Online-Datenbankanalysen, 1995], S. 510

könnten, berücksichtigt werden. Nichtrelevante Publikationen sollten jedoch ausgeklammert werden. Ziel ist es also, durch die Festlegung der Suchbegriffe eine möglichst repräsentative Ausgangsmenge von Dokumenten zu erhalten, mit denen in den weiteren Analyseschritten gearbeitet werden kann.

Bei dem behandelten Thema ist problematisch, daß es sich bei der Nanotechnologie um ein sehr weit gefaßtes Gebiet handelt, demzufolge mit einer großen Begriffsmenge zu arbeiten wäre. Außerdem erlaubt die Multidisziplinarität des Themas keine exakte Klassenzuweisung innerhalb einer bestehenden Klassifikation. Eine Ausweitung der Suchbegriffe im Rahmen einer aufwendigen Suchstrategie führt jedoch schnell zu erheblichen Kosten und Rechenzeiten bei der Analyse. Die ideale Menge von Suchbegriffen bewegt sich zwischen den beiden Extremen, als einzigen Suchbegriff „Nanotechnologie“ zuzulassen oder mit Rechtstrunkierung zu arbeiten und über die Vorsilbe „nano“ alle Begriffe zu erfassen, die den entscheidenden Aspekt als Vorsilbe enthalten. Beide Varianten wären nicht glücklich, da es einerseits eine Vielzahl relevanter Publikationen gibt, die in den Datenbanken nicht eindeutig unter „nanotechnology“ verschlagwortet sind. Der Suchbegriff „nano“ mit Rechtstrunkierung würde andererseits zu einer Vielzahl irrelevanter Treffer führen, bspw. wurden in der Chemiedatenbanken CA im Basic Index allein 13.811 mal die Verbindung  $\text{NaNO}_2$  (=Stickstoffoxid) gefunden, in der Physikdatenbank INSPEC wurden auf diese Weise zahlreiche Publikationen gefunden, bei denen im Abstractfeld lediglich die Zeiteinheit „nanoseconds“ verwendet wurde, also in beiden Fällen für das Thema nicht relevante Treffermengen.

Um die Analyseschritte und die Ergebnisse überschaubar zu gestalten, wurden daher folgende möglichst repräsentative Kernbegriffe ausgewählt (Abb. 8):<sup>117</sup>

---

<sup>117</sup> Quellen für die Auswahl von Kernbegriffen waren: Gespeicherte Ergebnisse aus thematischen Literatur- und Patentrecherchen zum Thema Nanotechnologie ; Mitarbeiterbefragungen am INM; die Zeitschrift „Nanostructured Materials“ ; Nachschlagewerke The Encyclopedia of Advanced Materials. Ed. Bloor, David u.a.- Elsevier, 1994. Vol. 3 S. 1719 ff

Abbildung 8: Auswahl von Kernbegriffen zur Nanotechnologie

nanocrystal\* , nanolithogr\* , Nanograin\* , nanosize\* , nanocluster\* ,  
 nanofabricat\* , nanoindent\* , nanolayer\* , nanoporous\* , nanosphere ,  
 nanodiffraction\* , nanodispersion\* , nanowire\* , nanotechnolog\* , nanopartic\* ,  
 nanopowder\* , nanodevice\* , nanocomposite\* , nanocompound\* ,  
 nanostructure\* , nanoscale\* , nanomaterial\* , nanosystem\* , nanomedicine\* ,  
 nanotube\* , nanophase\* , nanocluster\* , nanoprobe\* , nanodesign\* ,  
 nanomanufactur\* , nanoelectron\* , nanocomputing\* , molecular manufactur\* ,  
 nanometer\*<sup>118</sup>

#### 4.2.2 Auswahl geeigneter Datenbanken

Für den Patenbereich wurden die Datenbanken IFIPAT, WPINDEX, PATDPA und PATOSEP verwendet, für den Nachweis von Zitationsbezügen SCI und Materials Science Citation Index auf CD-ROM. Für die Publikationsanalyse mußte aus der Fülle der zur Verfügung stehenden Fachliteraturdatenbanken eine begründete Auswahl getroffen werden:

Hierzu wurden zunächst repräsentative Fachliteraturdatenbanken bezogen auf das Weltinformationsaufkommen ausgewählt:

- ⇒ für die Chemie: CA (Chemical Abstracts)
- ⇒ für die Biologie: BIOSIS (Biological Abstracts)
- ⇒ für die Physik: INSPEC (Physical Abstracts)
- ⇒ für die Medizin: MEDLINE (Medical Literature Analysis)
- ⇒ für die Materialwissenschaften: EMA (Engineered Materials Abstracts)
- ⇒ für die Oberflächentechnik: WSCA (World Surface Coatings Abstracts)

<sup>118</sup> Die Rechtstrunkierungen gewährleisten die Erfassung von Wortstämmen mit unterschiedlichen Wortendungen, bspw. Pluralformen. Die Auswahl der Suchbegriffe kann aufgrund ihrer Knappheit kritisiert werden. Es ist jedoch nicht Ziel der Arbeit eine hundertprozentige Vollständigkeit im Ergebnis zu erzielen, sondern es sollen vielmehr beispielhaft die Möglichkeiten verschiedener scienometrischer Analysen veranschaulicht werden.

Über eine erste Grobrecherche wurde deren Relevanz bezogen auf die Nanotechnologie überprüft, sowie die Unterschiede aufgezeigt, die bei Freitext bzw. feldbezogener Recherche auftreten können. Tab. 5 zeigt, daß die Datenbanken CA und INSPEC für das Themengebiet am ehesten relevant erscheinen, die Datenbanken BIOSIS, MEDLINE, EMA und WSCA eher weniger relevant sind. An Fachliteraturdatenbanken wurden daher lediglich die Datenbanken CA und INSPEC bei den Analysen berücksichtigt.

### 4.2.3 Auswahl geeigneter Recherche- und Selektionsfelder

Für die Bildung des Analysedatensatzes muß entschieden werden, ob die Suchbegriffe feldbezogen oder im Freitext eingegeben werden sollen, da dies Einfluß auf das Ausmaß der zu analysierenden Dokumentenausgangsmenge hat. Eine Freitextsuche würde die größte Ausgangsmenge ergeben, bei einer feldbezogenen Suche sind die Felder TI (Titelfeld), AB (Abstractfeld), je nach Datenbank verschiedene Sachwortfelder oder Klassifikationsfelder von Interesse. Anhand einer ersten Grobrecherche wurden die Kernbegriffe aus Abb. 8 in den oben genannten repräsentativen Datenbanken jeweils im Freitext und den angegebenen Recherchefeldern gesucht und die Fundstellen in absoluten Zahlen angegeben (Tab. 5).

In der Literatur wird empfohlen, das Abstractfeld - das über eine Freitextsuche miteingeschlossen wäre - für die Bildung des Ausgangsanalysedatensatzes auszuklammern, da Recherchen in diesem Feld zu einer größeren Zahl irrelevanter Fundstellen führen könnten.<sup>119</sup> Im Rahmen dieser Arbeit wurden dennoch alle Recherchen im Freitext - also unter Einbeziehung des Abstractfeldes - durchgeführt. Gründe dafür waren die Tatsache, daß mit verschiedenen Datenbanken gearbeitet wurde, die jeweils ganz

unterschiedliche Sachwortfelder und Verschlagwortungen aufweisen. Dies kann zu Problemen führen, wenn die Suche in allen Datenbanken möglichst analog durchgeführt werden soll. Diese Problematik wird am deutlichsten im Rahmen der Vorrecherche bei der Datenbank Medline, bei der im Sachwortfeld CT kein einziger Eintrag zum Thema Nanotechnologie gefunden wurde. Desweiteren stellte sich heraus, daß das Abstractfeld bei der Suche in Patentdatenbanken unverzichtbar ist, da die Titel von Patenten häufig äußerst knapp formuliert sind, ohne relevante Schlüsselwörter zu beinhalten, und Patente zur Nanotechnologie aufgrund ihrer unterschiedlichen Anwendungsmöglichkeiten auf eine Vielzahl verschiedener Patentklassen verteilt sein können.

Tabelle 5: Relevante Fachliteraturdatenbanken zur Nanotechnologie

	Umfang <sup>120</sup>	Basic Index	Titelfeld	Abstractfeld	Sachwortfeld
CA	14,05 Mio. (1967-1998)	25.657	14.886	18.761	13.685 (IT) 4.232 (CW) 10.601 (ST) 3.856 (CT)
BIOSIS	11,29 Mio. (1969-1998)	2.407	1.660	kein Suchfeld	404 (ST)
INSPEC	5,88 Mio. (1969-1998)	20.062	9.282	kein Suchfeld	14.928 (ST)
MEDLINE	10,04 Mio. (1966-1998)	943	401	kein Suchfeld	0 (CT)
EMA	173.649 (1986-1998)	1.180	658	kein Suchfeld	335 (CT)
WSCA	214.089 (1976-1998)	52	23	kein Suchfeld	0 (CT) 9 (IT) 1 (ST)

Quelle : STN; CA, BIOSIS, INSPEC, MEDLINE, EMA, WSCA

<sup>119</sup> Gering, Eberhardt: [Online-Datenbankanalysen 1995], S. 512

<sup>120</sup> Angaben aus STN international : Datenbanken aus Wissenschaft und Technik. FIZ Karlsruhe, März 1998

## 4.3 Einzelanalysen

### 4.3.1 Publikationsanalysen

Über Publikationsanalysen sollen zur Nanotechnologie folgende Fragen beantwortet werden:

- ⇒ *Relevante Publikationsorgane*
- ⇒ *Zeitlicher Verlauf der Nanotechnologieforschung weltweit*
- ⇒ *Themen der Nanotechnologie*
- ⇒ *Stand der Nanotechnologie in Deutschland im internationalen Vergleich*
- ⇒ *Aktive Autoren in der Nanotechnologie in Deutschland*

#### **4.3.1.1 Relevante Publikationsorgane zum Thema Nanotechnologie**

Um multidisziplinär die wichtigsten Publikationsorgane für die Nanotechnologie zu ermitteln, wurde als Datenbank der SCI ausgewählt, der für sich in Anspruch nimmt, weltweit die wichtigsten Zeitschriften in Naturwissenschaft und Technik multidisziplinär auszuwerten. Über den oben festgelegten Analysedatensatz wurden in der Datenbank in einem ersten Schritt zunächst alle Dokumente ermittelt, die im Basic Index die genannten Begriffe enthalten. Über den SELECT Befehl wurde diese Dokumentenmenge dann über das Selektionsfeld JT (=Journal Titel) nach Zeitschriftentitel in absteigender Reihenfolge sortiert (Tab. 6). Das Ergebnis stellt eine durchnummerierte Rangfolge von Zeitschriftentiteln dar unter Angabe der Häufigkeit der in ihnen vorkommenden „Nanobegriffe“. Dabei sind sowohl die absoluten Zahlen als auch die prozentuale Häufigkeit angegeben. Aufgeführt sind die ranghöchsten 30 Titel:

Tabelle 6: Kernzeitschriften zur Nanotechnologie

TERM	OCC	DOC	%DOC	JT
1	788	788	4.05	APPLIED PHYSICS LETTERS
2	698	698	3.59	PHYSICAL REVIEW B-CONDENSED MATTER
3	653	653	3.35	JOURNAL OF APPLIED PHYSICS
4	605	605	3.11	ABSTRACTS OF PAPERS OF THE AMERICAN CHEMICAL
5	561	561	2.88	NANOSTRUCTURED MATERIALS
6	432	432	2.22	JOURNAL OF VACUUM SCIENCE & TECHNOLOGY
7	384	384	1.97	JOURNAL OF MAGNETISM AND MAGNETIC MATERIALS
8	345	345	1.77	THIN SOLID FILMS
9	318	318	1.63	MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING A-STRUCTURA
10	298	298	1.53	CHEMISTRY OF MATERIALS
11	298	298	1.53	SCIENCE
12	271	271	1.39	PHYSICAL REVIEW LETTERS
13	268	268	1.38	MATERIALS SCIENCE FORUM
14	267	267	1.37	SOLID STATE COMMUNICATIONS
15	249	249	1.28	JOURNAL OF MATERIALS RESEARCH
16	243	243	1.25	LANGMUIR
17	236	236	1.21	JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS PART 1-RE
18	206	206	1.06	IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS
19	206	206	1.06	JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY
20	200	200	1.03	JOURNAL OF NON-CRYSTALLINE SOLIDS
21	185	185	0.95	JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY B
22	177	177	0.91	SURFACE SCIENCE
23	176	176	0.90	JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS PART 2-LE
24	164	164	0.84	APPLIED SURFACE SCIENCE
25	164	164	0.84	CHEMICAL PHYSICS LETTERS
26	160	160	0.82	ADVANCED MATERIALS
27	149	149	0.77	JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY
28	146	146	0.75	MICROELECTRONIC ENGINEERING
29	138	138	0.71	INTERNATIONAL JOURNAL OF PHARMACEUTICS
30	138	138	0.71	JOURNAL DE PHYSIQUE IV

Quelle: STN; SCI

#### 4.3.1.2 Zeitlicher Verlauf der Nanotechnologieforschung weltweit

*„Die Nanotechnologie beschreibt ein junges innovatives Gebiet, das sich aus einer Vielzahl spezialisierter Fachdisziplinen von hoher Komplexität zusammensetzt. In den kommenden Jahren wird sich das erhebliche Innovationspotential dieser Technologie über bereits bestehende Anwendungen hinaus entfalten.“<sup>121</sup>*

Um einen Überblick über den Stand der Nanotechnologieforschung und die zeitliche Entwicklung der wissenschaftlichen Diskussion darüber zu erlangen, wurde eine Zeitreihe gebildet. Zugrundegelegt wurde ebenfalls der oben beschriebene Analysedatensatz mit dem Unterschied, daß als Selektionsfeld das Feld PY (=Publishing Year) gewählt wurde. Die Untersuchung wurde in der Datenbank CA<sup>122</sup> durchgeführt (Tab. 7).

Die Rohdaten der Analyse wurden entsprechend graphisch aufbereitet (Abb.9). Die Grafik zeigt eine langsam beginnende Entwicklung der Diskussion der Nanotechnologie zu Beginn der 80er Jahre mit geringen Publikationszahlen. Mit Beginn der 90er Jahre steigt die Kurve rapide an. Der Abfall der Kurve 1998 ist dadurch zu erklären, daß die Recherche bereits im August 1998 durchgeführt wurde und somit die Publikationszahlen für 1998 nicht vollständig erfaßt sind. Die Kurve ist jedoch geeignet, das derzeit starke und zunehmende Interesse der Wissenschaft an der Nanotechnologie aufzuzeigen.

---

<sup>121</sup> Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung Technologie : Bekanntmachung über einen Wettbewerb sowie Richtlinien zur Förderung von Nanotechnologie-Kompetenzzentren vom 11.März 1998.- <http://www.bmbf.de/detusch/service/index.htm> (31.03.99)

<sup>122</sup> Ergänzend hätte auch auf andere Fachliteraturdatenbanken zurückgegriffen werden müssen. Aus Kostengründen wurde die Analyse beispielhaft nur in einer repräsentativen Datenbank durchgeführt.

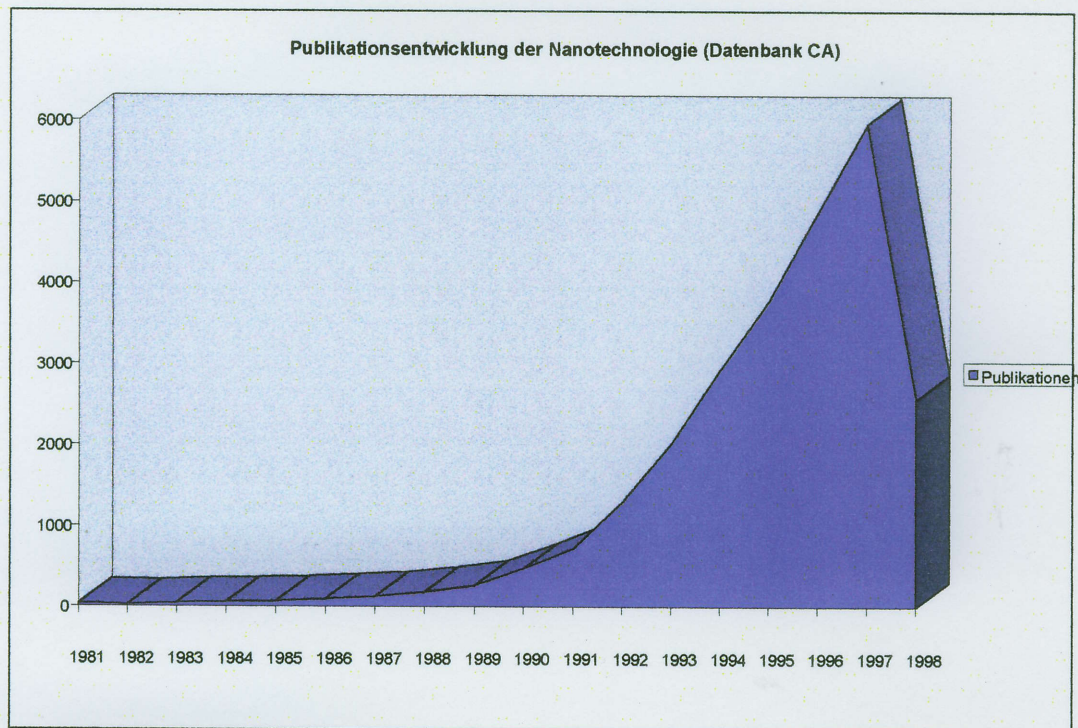


Tabelle 7: Zeitreihe der Nanotechnologieforschung

TERM	OCC	DOC	% DOC	PY
1	5965	5965	23.25	1997
2	4877	4877	19.01	1996
3	3788	3788	14.76	1995
4	2938	2938	11.45	1994
5	2571	2571	10.02	1998
6	2031	2031	7.92	1993
7	1305	1305	5.09	1992
8	719	719	2.80	1991
9	475	475	1.85	1990
10	262	262	1.02	1989
11	182	182	0.71	1988
12	127	127	0.49	1987
13	96	96	0.37	1986
14	69	69	0.27	1985
15	57	57	0.22	1984
16	50	50	0.19	1983
17	38	38	0.15	1981
18	22	22	0.09	1982
19	18	18	0.07	1980
20	11	11	0.04	1976
21	11	11	0.04	1978
22	10	10	0.04	1979
23	7	7	0.03	1974
24	7	7	0.03	1977
25	6	6	0.02	1973
26	4	4	0.02	1969
27	4	4	0.02	1971
28	3	3	0.01	1972
29	2	2	0.01	1970
30	1	1	0.00	1968
31	1	1	0.00	1975

Quelle: STN, CA

Abbildung 9: Zeitliche Entwicklung der Nanotechnologie weltweit



#### 4.3.1.3 Themen der Nanotechnologie

„Verschiedene technische Innovationen aus der Nanowelt werden neben Neuerungen in der Elektronik und der Informationstechnik zunehmend auch in heute nur schwer abschätzbaren Bereichen wie Chemie, Optik, Pharmazie oder Materialentwicklung eine deutliche Steigerung des bisher abschätzbaren Marktvolumens bewirken.“<sup>123</sup>

Um Aussagen über die Themen treffen zu können, die für die Nanotechnologieforschung relevant sind, wird im SCI eine Selektion über das

Schlagwortfeld CC (=Classification Code) durchgeführt. Ein Ranking der ersten 20 Klassifikationsfelder belegt, daß die Nanotechnologieforschung in der Grundlagenforschung hauptsächlich in der Materialwissenschaft, der Physik und der Chemie angesiedelt ist.

Tabelle 8 Thematische Aufschlüsselung der Nanotechnologie

L7 SEL L6 1-19859 CC : 153 TERMS					
TERM #	# OCC	# DOC	% DOC	CC	
1	5084	5084	25.60	MATERIALS SCIENCE	
2	4253	4253	21.42	PHYSICS, APPLIED	
3	3170	3170	15.96	PHYSICS, CONDENSED MATTER	
4	2238	2238	11.27	CHEMISTRY, PHYSICAL	
5	1547	1547	7.79	CHEMISTRY	
6	1050	1050	5.29	PHYSICS	
7	820	820	4.13	ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	
8	655	655	3.30	MULTIDISCIPLINARY SCIENCES	
9	591	591	2.98	METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING	
10	533	533	2.68	PHYSICS, ATOMIC, MOLECULAR & CHEMICAL	
11	515	515	2.59	OPTICS	
12	496	496	2.50	PHARMACOLOGY & PHARMACY	
13	478	478	2.41	MATERIALS SCIENCE, CERAMICS	
14	439	439	2.21	MATERIALS SCIENCE, COATINGS & FILMS	
15	408	408	2.05	POLYMER SCIENCE	
16	331	331	1.67	INSTRUMENTS & INSTRUMENTATION	
17	269	269	1.35	ENGINEERING, CHEMICAL	
18	262	262	1.32	METALLURGY & MINING	
19	237	237	1.19	NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY	
20	233	233	1.17	ELECTROCHEMISTRY	

Quelle: STN, SCI

#### 4.3.1.4 Stand der Nanotechnologie-Forschung Deutschlands im internationalen Vergleich

„Die USA, Japan und China investieren heute schon erheblich in die Nanotechnologie.“<sup>124</sup>

Im folgenden Beispiel soll versucht werden, die Position Deutschlands in der Nanotechnologieforschung im internationalen Vergleich aufzuzeigen. Die Analyse wurde in zwei Schritten durchgeführt:

Zunächst wurde über ein Ranking ermittelt, welches die aktivsten Länder in der Nanotechnologie-Forschung sind. Die Recherche wurde in CA durchgeführt, da in dieser Datenbank als Selektionsfeld der Ländercode CYA zur Verfügung steht. Die Selektion des Analysedatensatzes nach dem Ländercode ergab 103 Länderzeichen, von denen die zehn häufigsten in absteigender Reihenfolge aufgelistet sind (Tab. 9).

*Tabelle 9: Ranking aktiver Länder in der Nanotechnologieforschung*

TERM	OCC	DOC	% DOC	CYA
1	8049	8049	31.37	USA
2	3569	3569	13.91	JAPAN
3	2386	2386	9.30	PEOP. REP. CHINA
4	2310	2310	9.00	GERMANY
5	1705	1705	6.65	FR.
6	1015	1015	3.96	UK
7	853	853	3.32	RUSSIA
8	548	548	2.14	ITALY
9	544	544	2.12	SWITZ.
10	461	461	1.80	CAN.

Quelle: STN, CA

<sup>124</sup> BMBf : Presse-Infos: Rüttgers: Schneller, leichter, effizienter - Nanotechnologie in Deutschland auf dem Vormarsch.- <http://www.bmbf.de/deutsch/service/index.htm> (Presse Info, Bonn 03.03.98) (31.03.99)

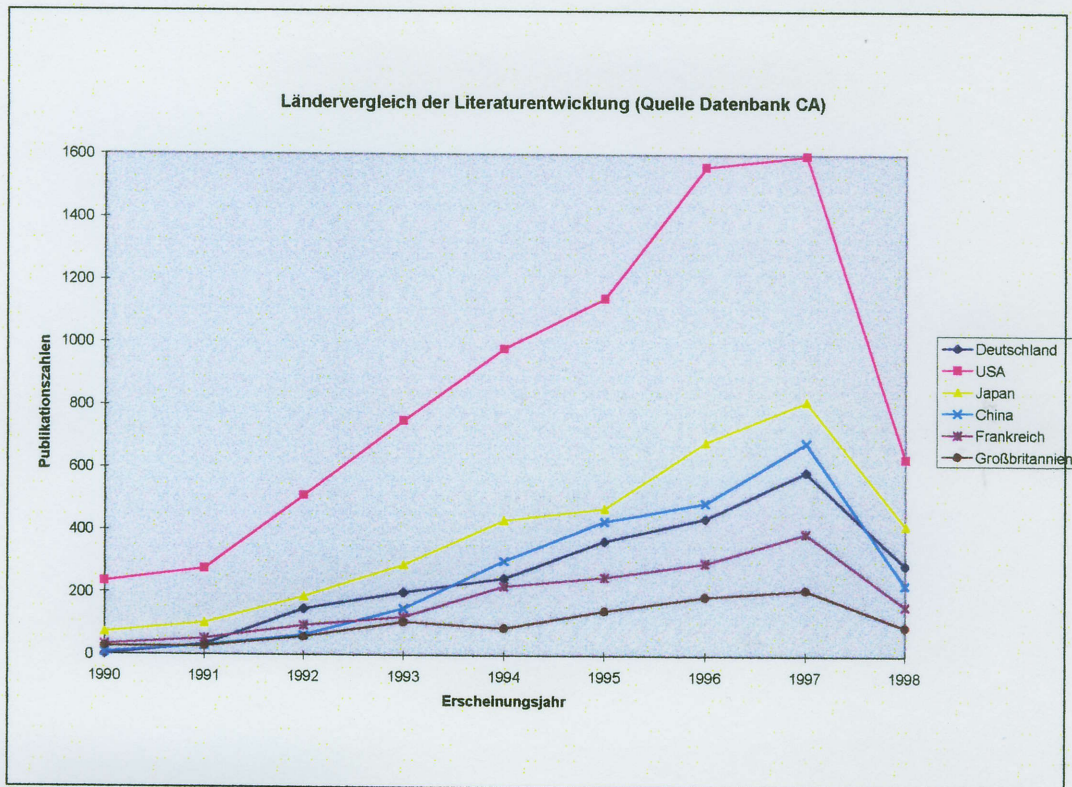
Bei technologischen Leistungsvergleichen auf internationaler Ebene werden als Vergleichsländer i.d.R. USA, Japan und Deutschland genannt.<sup>125</sup> Vor diesem Hintergrund überrascht zunächst die Nennung Chinas als eines der führenden Länder in der Nanotechnologieforschung, eine Einschätzung, die allerdings über die Publikationsanalyse bestätigt werden kann, bei der China auf dem dritten Rang erscheint.

In einem zweiten Schritt wurden für die Länder USA, Japan, China, Deutschland, Frankreich und Großbritannien jeweils einzeln Zeitreihen erstellt. Die gewonnenen Daten - graphisch entsprechend aufbereitet - ergeben folgendes Bild (Abb.10):

---

<sup>125</sup> Faust, Konrad: [Internationale Patentanmeldungen, 1997], S. 7

Abbildung 10: Nanotechnologieforschung in USA, Japan, China, Deutschland, Frankreich und Großbritannien über die Zeit



Datengrundlage: STN, CA

Auch hier wird der kontinuierlich ansteigende Diskussionsverlauf für alle betrachteten Länder deutlich. Erkennbar ist auch die Konkurrenz, die Deutschland hinter USA und Japan durch China erwächst.

#### 4.3.1.5 Aktive Autoren in der Nanotechnologieforschung in Deutschland / Grundlagenforschung

*„Nanomaterialien mit derartig feinen Strukturen können auf verschiedenen Wegen erzeugt werden [...] Für den ersten Weg steht Professor Gleiter, der in Europa als „Vater der nanostrukturierten Materialien“ gilt.<sup>126</sup>*

Die Frage nach aktiven Autoren in der Nanotechnologieforschung in Deutschland wird analog der Analyse nach Kernzeitschriften über eine Analyse in der Datenbank SCI durchgeführt. Aus dem bekannten Datensatz der gesamten Nanotechnologie-Artikel werden über den Ländercode CYA zunächst die Artikel mit Herkunftsland Deutschland selektiert. Von der verbleibenden Menge (insgesamt 2516 Artikel) wird eine Rangfolge der zwanzig aktivsten deutschen Wissenschaftler auf diesem Gebiet erstellt (Tab.10):

Unter den - nach diesem Ranking - zwanzig aktivsten Autoren auf dem Gebiet der Nanotechnologie sind zwei Professoren der Universität des Saarlandes vertreten (R. Birringer - Rang 3 und J. Weißmüller - Rang 17) sowie ein ehemaliger Professor der Universität des Saarlandes, H. Gleiter (Rang 2).

---

<sup>126</sup> Forschungszentrum Karlsruhe Presseinformation  
[http://www.fzk.de/presse/98/Pl16\\_98.html](http://www.fzk.de/presse/98/Pl16_98.html)(31.03.99)

Tabelle 10: Rangfolge aktiver deutscher Wissenschaftler in der Nanotechnologie<sup>127</sup>

TERM #	# OCC	# DOC	% DOC AU	
1	73	73	2.90	KREUTER J
2	68	68	2.70	GLEITER H
3	49	49	1.95	BIRINGER R
4	47	47	1.87	KRONMULLER H
5	36	36	1.43	MULLER R H
6	31	31	1.23	HAHN H
7	29	29	1.15	MATTERN N
8	29	29	1.15	SCHULTZ L
9	29	29	1.15	WELLER H
10	26	26	1.03	HERZER G
11	26	26	1.03	MULLER M
12	24	24	0.95	BIMBERG D
13	23	23	0.91	FORCHEL A
14	22	22	0.87	LEDENTSOV N N
15	21	21	0.83	GIERSIG M
16	21	21	0.83	HOFMEISTER H
17	21	21	0.83	WEISSMULLER J
18	21	21	0.83	WIEDENMANN A
19	20	20	0.79	FECHT H J
20	20	20	0.79	KOCH F

Quelle: STN, SCI

### 4.3.2 Patentanalysen

Patentdaten können einerseits verwendet werden als Indikatoren für mögliche zukünftige Trends in Forschungsgebieten andererseits als Mittel der Konkurrenzanalyse. Zu diesem Zweck ist es sinnvoll, folgenden Fragestellungen bei Patentanalysen nachzugehen:

- ⇒ Themen in Patenten zur Nanotechnologie
- ⇒ Aktive Patentanmelder in der Nanotechnologie
- ⇒ Patentierverhalten aktiver Patentanmelder

<sup>127</sup> bei der kursiv gedruckten Namen handelt es sich um Professoren der Universität des Saarlandes, bei Pos. 2 um einen ehemaligen Professor der Universität des Saarlandes



### 4.3.2.1 Themen in Patenten zur Nanotechnologie

*„Als zukünftig marktbedeutend werden von der kosmetischen Industrie außerdem Liposomen in Gesichtspflegecremes und PIT-Emulsionen als nanoskopische Wirkstofftransporter für neue Darreichungsformen von Pflegemitteln eingestuft.“<sup>128</sup>*

Geht man davon aus, daß es Patentschriften sind, die erste Indizien für sich verändernde Entwicklungen oder neu entstehende Trends liefern, und daß die Besprechung von Neuheiten in den Fachzeitschriften zeitlich gesehen erst nach einem „Erfindungsschwall“ und entsprechenden Patentanmeldezahlen erfolgt<sup>129</sup>, könnte eine statistische Analyse der Einträge zur Nanotechnologie über das Patentklassifikationsfeld in einer Patentdatenbank Hinweise geben über kommende Trends in der Nanotechnologieforschung.

Für die Analyse wird eine internationale Patentdatenbank - WPINDEX - gewählt. Der Analysedatensatz der Nanotechnologie-Einträge wird in diesem Beispiel nach der Hauptklasse (ICM) der Internationalen Patentklassifikation (IPC) selektiert und in einer Rangfolge dargestellt. Angezeigt werden die 30 ranghöchsten Klassen (Tab. 11):

Mit Hilfe der IPC können die Benennungen der Hauptklassen<sup>130</sup> aufgelöst werden. Es stellt sich heraus, daß unter den 30 erstgenannten Klassen die Klasse A61K besonders häufig auftritt. Nach der IPC heißt diese Klasse: *„Präparate für medizinische, zahnärztliche oder kosmetische Zwecke“*, wobei die Untergliederung A61K009 für *„Medizinische Präparate, charakterisiert durch besondere physikalische Form“* steht.

<sup>128</sup> Bachmann, Gerd [Analyse, 1998], S. 131

<sup>129</sup> Engelhardt, Klaus: [Fachwissen, 1989], S. 32 ff

<sup>130</sup> auf eine Auflösung der Untergruppen wurde verzichtet

Diese Beobachtung deckt sich nicht mit den Analyseergebnissen in der Datenbank SCI, in der eine thematische Analyse Schwerpunkte in den Materialwissenschaften, der Physik und der Chemie ergaben (Tab. 8), und medizinische Klassen nicht verzeichnet waren. Auch bei den Analysen zur Auswahl geeigneter Datenbanken war die medizinische Literaturdatenbank Medline im Gegensatz zu CA und INSPEC für die Nanotechnologie wenig relevant (Tab. 5). Daß nun allerdings in der Patentdatenbank verhältnismäßig häufig medizinische Hauptklassen auftreten, könnte als ein Indiz für künftige neue Entwicklungen im medizinischen Bereich interpretiert werden.<sup>131</sup>

Tabelle 11: Patentklassen innerhalb der Nanotechnologie

TERM	OCC	DOC	% DOC	ICM
<b>1</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>2.44</b>	<b>A61K009-51</b>
<b>2</b>	<b>26</b>	<b>26</b>	<b>2.11</b>	<b>A61K009-14</b>
<b>3</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>1.22</b>	<b>A61K000-00</b>
4	15	15	1.22	C01B031-02
<b>5</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>0.97</b>	<b>A61K049-00</b>
<b>6</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>0.97</b>	<b>A61K049-04</b>
<b>7</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>0.89</b>	<b>A61K009-16</b>
<b>8</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>0.81</b>	<b>A61K009-50</b>
9	10	10	0.81	B32B009-00
10	10	10	0.81	G11B011-10
11	10	10	0.81	H01L021-20
12	9	9	0.73	G11B005-66
13	8	8	0.65	C01B031-00
14	8	8	0.65	D01F009-12
<b>15</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>0.57</b>	<b>A61K047-48</b>
16	7	7	0.57	H01L021-00
17	7	7	0.57	H01L033-00
<b>18</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>0.49</b>	<b>A61K007-00</b>
<b>19</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>0.49</b>	<b>A61K007-48</b>
<b>20</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>0.49</b>	<b>A61K009-10</b>
<b>21</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>0.49</b>	<b>A61K009-107</b>
22	6	6	0.49	B05D003-06

<sup>131</sup> In der Technologieanalyse von Bachmann, G [Innovationsschub, 1998] findet sich zwar die eingangs gemachte Einschätzung über zukünftig Anwendungen der Nanotechnologie in der Pharmazie. Diese Einschätzung beruht bei Bachmann jedoch nicht auf einer Patentanalyse. Eine Patentanalyse bei Bachmann (S. 147) zeigt keine eindeutige medizinisch, pharmazeutische Ausrichtung.

23	6	6	0.49	B32B005-16
24	6	6	0.49	B32B007-02
25	6	6	0.49	G01B009-02
26	6	6	0.49	G01N037-00
27	6	6	0.49	G02F001-1335
28	5	5	0.41	A61B005-14
<b>29</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>0.41</b>	<b>A61K007-42</b>
<b>30</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>0.41</b>	<b>A61K009-127</b>

Quelle: SCI; WPINDEX

#### 4.3.2.2 RPA-Indikator am Beispiel der Patentklasse A61K

Nachdem über eine thematische Analyse nach der IPC in einer Patentdatenbank die medizinische Klasse A61K als für die Nanotechnologie bedeutend ermittelt wurde, soll mit Hilfe des bereits erläuterten RPA das Patentierverhalten der Länder Deutschland, Frankreich und Großbritannien zu dieser Patentklasse ermittelt und miteinander verglichen werden.

Die Untersuchung wird in der Datenbank PATOSEP, die die Patente des Europäischen Patentamtes enthält, durchgeführt. Gründe für die Wahl dieser Datenbank sind, daß einerseits die Patente des Europäischen Patentamtes ein hohes Niveau repräsentieren, andererseits ist diese Datenbank besonders gut für Ländervergleiche geeignet, da Ländervorteile einzelner Länder somit nicht berücksichtigt werden müssen.<sup>132</sup>

Zunächst werden für die einzelnen Länder Deutschland (DE), Großbritannien (GB) und Frankreich (FR) jeweils die Anzahl aller Patente und jeweils die Patente zu der Klasse A61K ermittelt. Außerdem wird die Anzahl aller Patente der Länder DE, GB und FR am Europäischen Patentamt ermittelt, sowie die Anzahl aller drei Länder in der Klasse A61K am Europäischen Patentamt (Tab. 12).

<sup>132</sup> Hinze, Sybille ; Schmoch, Ulrich ; Münt, Gunnar [Nutzung, 1994], S. 122 f.

Tabelle 12 Patentzahlen zur Ermittlung des RPA

	Anzahl aller Patente	Anzahl der Patente in der Klasse A61K
DE	183.653	7.595
GB	65.570	7.110
FR	71.447	4.450
DE + GB + FR	320.581	19.141

Quelle: SCI, PATOSEP

$$RPA_{ij} = 100 \tanh \left[ \ln \left[ \frac{(P_{ij} / \sum_i P_{ij})}{(\sum_j P_{ij} / \sum_{ij} P_{ij})} \right] \right]$$

$P_{ij}$  = Zahl der Patente des Landes  $i$  für ein Technikfeld  $j$

$\sum_i P_{ij}$  = Zahl aller Patente des Landes  $i$  beim betrachteten Patentamt

$\sum_j P_{ij}$  = Zahl der Patente aller Länder  $i$  zu Technikfeld  $j$

$\sum_{ij} P_{ij}$  = Zahl aller Patente aller Länder  $i$  für alle Technikfelder  $j$

Ermittelt man nach dieser Formel die RPA-Werte für die einzelnen Länder, ergeben sich folgende Werte:

Der Relative Patentanteil Deutschlands in der Patentklasse A61K beträgt

-35,16 der Relative Patentanteil Großbritanniens beträgt 53,47, der Relative Patentanteil Frankreichs 4,22. Wie bereits erläutert wurde, kennzeichnen negative Werte eine unterdurchschnittlich Patentiertätigkeit, positive Werte eine überdurchschnittliche Patentiertätigkeit. Deutschland wäre demnach trotz höherer absoluter Patentzahlen auf diesem speziellen Gebiet unterdurchschnittlich repräsentiert.

### 4.3.2.3 Aktive Patentanmelder in der Nanotechnologieforschung

„In einem vom Bundesforschungsministerium (BMBF) ausgeschriebenen Programm zur breiten industriellen Einführung der Nanotechnologie in Deutschland hat eine hochkarätige internationale Jury dem Projekt des Saarbrücker Instituts für Neue Materialien (INM) und des Tübinger Instituts für Physikalischen Chemie (IPC) den Zugschlag gegeben. ... Die Stärke der Saarbrücker und Tübinger Forscher sind sogenannte chemische Nanotechnologien, die eine neue Werkstoffwelt eröffnen.“<sup>133</sup>

Um einen Überblick über aktive Patentanmelder im Bereich der Nanotechnologie zu erhalten, wurde eine Analyse nach Institutionen (PA=Patent Assignee) durchgeführt. Aus den bereits erläuterten Gründen wurde die Recherche in der Datenbank des US-amerikanischen Patentamtes IFIPAT durchgeführt und ein Ranking der dort aufgeführten deutschen Patentanmelder erstellt (Tab. 13):

Tabelle 13: Aktive Patentanmelder aus Deutschland in der Nanotechnologieforschung

L42 SEL L40 1-133 PA : 63 TERMS				
TERM	OCC	DOC	% DOC	PA
1	14	14	10.53	BASF AG DE
2	13	13	9.77	UNASSIGNED OR ASSIGNED TO INDIVIDUAL
3	12	12	9.02	ROHM GMBH DE
4	9	9	6.77	SIEMENS AG DE
5	5	5	3.76	BOSCH, ROBERT GMBH DE
6	4	4	3.01	DEGUSSA DE
7	4	4	3.01	HOECHST AG DE
8	4	4	3.01	INSTITUT FUR NEUE MATERIALIEN G GMBH
9	4	4	3.01	PLANCK-GESELL, MAX- ZUR FORDERUNG DER WISSENS
10	4	4	3.01	U S PHILIPS CORP

Quelle: SCI ; IFIPAT

<sup>133</sup> <http://www.inm-gmbh.de/inm2.html> (31.03.99)

Von insgesamt 133 gefundenen deutschen Institutionen wurden die 10 ranghöchsten Vertreter angezeigt. Nach den fünf Großunternehmen BASF AG, Rohm GmbH, Siemens AG, Robert Bosch GmbH, DEGUSSA und HOECHST rangiert das Saarbrücker Institut für Neue Materialien GmbH bereits auf Platz 8 der Rangliste.

#### 4.3.2.4 Patentierverhalten relevanter Institutionen

Hat man nun in Form eines Rankings Institutionen aus Deutschland ermittelt, die auf dem Gebiet der Nanotechnologieforschung aktiv sind, wäre es im Rahmen einer Konkurrenzanalyse sinnvoll, das Patentierverhalten dieser Institutionen im Detail zu untersuchen. Beispielhaft wurden zu diesem Zweck alle Patente und Offenlegungsschriften des Instituts für Neue Materialien GmbH am Deutschen Patentamt nach ihrer Klassenverteilung untersucht. Das Ranking wurde in der Datenbank PATDPA erstellt: Eine erste Recherche ergab, daß vom Institut für Neue Materialien am Deutschen Patentamt insgesamt 82 Offenlegungsschriften oder Patentschriften zum Zeitpunkt der Recherche vorlagen<sup>134</sup>.

Abbildung 11: Patente des INM, Saarbrücken am DPA

```
File PATDPA
=> s (inst? and neue and mater?)/cs
    30295 INST?/CS
    293 NEUE/CS
    3853 MATER?/CS
L7      82 (INST? AND NEUE AND MATER?)/CS
```

Quelle: STN, PATDPA

<sup>134</sup> Zeitpunkt der Recherche Januar 1999

Die IPC ist ein hierarchisch gegliedertes System, das in Sektionen, Klassen, Unterglassen und Gruppen gegliedert ist. Selektiert man die Patentschriften des INM über die Hauptklasse (ICM), stellt man fest, daß sich die Patente des Instituts auf eine Vielzahl verschiedener Unterklassen und Gruppen (feinste Untergliederung) verteilen. Eine Spezialisierung auf eine bestimmte Gruppe kann nicht ausgemacht werden. Die Verteilung der Hauptklassen liegt allerdings eindeutig im chemischen Bereich, gekennzeichnet durch die Sektionsbezeichnung „C“ der Internationalen Patentklassifikation.

Tabelle 14: Patentklassenverteilung des INM, Saarbrücken

L8 SEL L7 1-82 ICM : 58 TERMS				
TERM	OCC	DOC	% DOC	ICM
1	5	5	6.10	C04B035-00
2	4	4	4.88	UN
3	3	3	3.66	C03C017-25
4	3	3	3.66	C04B035-58
5	2	2	2.44	B01F017-00
6	2	2	2.44	C01G049-02
7	2	2	2.44	C03C017-00
8	2	2	2.44	C03C017-02
9	2	2	2.44	C04B035-14
10	2	2	2.44	C04B035-56
11	2	2	2.44	C08G083-00
12	2	2	2.44	C09C003-06
13	2	2	2.44	C09D201-04
14	2	2	2.44	C09K003-00
15	2	2	2.44	D21H025-18
16	2	2	2.44	G02B001-00
17	2	2	2.44	G02B001-04
18	1	1	1.22	A61K041-00
19	1	1	1.22	B05D007-16
20	1	1	1.22	B22C001-16
21	1	1	1.22	B22F009-04
22	1	1	1.22	C01B013-32
23	1	1	1.22	C01B031-00
24	1	1	1.22	C01G001-00
25	1	1	1.22	C03B008-02
26	1	1	1.22	C03B019-12
27	1	1	1.22	C03C001-00

28	1	1	1.22	C03C017-34
29	1	1	1.22	C04B035-10
30	1	1	1.22	C04B035-569
31	1	1	1.22	C04B035-628
32	1	1	1.22	C04B041-48
33	1	1	1.22	C08F002-44
34	1	1	1.22	C08F004-00
35	1	1	1.22	C08F004-06
36	1	1	1.22	C08F212-14
37	1	1	1.22	C08F292-00
38	1	1	1.22	C08F299-02
39	1	1	1.22	C08G077-20
40	1	1	1.22	C08G077-46
41	1	1	1.22	C08K003-22
42	1	1	1.22	C08K007-00
43	1	1	1.22	C08K009-04
44	1	1	1.22	C08K009-06
45	1	1	1.22	C08K011-00
46	1	1	1.22	C08L077-00
47	1	1	1.22	C08L097-00
48	1	1	1.22	C09C001-00
49	1	1	1.22	C09D004-06
50	1	1	1.22	C09D017-00
51	1	1	1.22	C09D183-06
52	1	1	1.22	C09D183-14
53	1	1	1.22	C09J009-00
54	1	1	1.22	C09J011-04
55	1	1	1.22	C09K021-00
56	1	1	1.22	C23C018-12
57	1	1	1.22	G02B001-10
58	1	1	1.22	G02F001-15

Quelle: STN, PATDPA

Um dennoch ein Bild von den Aktivitäten des Instituts zu gewinnen, werden die auftretenden Klassen (zweite Untergliederungsebene) zahlenmäßig ausgewertet und nach der IPC nach ihrer Bedeutung aufgelöst. In Tab. 15 sind die fünf häufigsten verwendeten Klassen des Instituts aufgeführt:



Tabelle 15: Patentklassen des INM, Saarbrücken

Position	Klasse	Anzahl	Bezeichnung
1	C04	16	Cements, Concrete, Artificial Stone; Ceramics; Refractories
2	C08	15	Organic Macromolecular Compounds ; Their Preparations or Chemical Working-Up ; Compositions based thereon
3	C09	14	Dyes ; Paints Polishes ; Natural Resins ; Adhesives ; Miscellaneous Compositions ; Miscellaneous Applications of Materials
4	C03	10	Glass ; Mineral or Slag Wool
5	C01	05	Inorganic Chemistry

Quelle : STN, PATDPA

### 4.3.3 Zitationsanalysen

Im folgenden Kapitel soll ansatzweise gezeigt werden, wie mit Hilfe geeigneter Verfahren Beziehungen, die zwischen Autoren innerhalb der Wissenschaftsgemeinschaft bestehen, aufgedeckt werden können. Desweiteren soll der Einfluß, den Wissenschaftler untereinander ausüben, nachgewiesen werden. Angewendet werden Zitationsanalyse, Bibliographic-Coupling und Co-Zitationsanalyse in der Datenbank SCI.

#### **4.3.3.1 Analyse der Beziehungen zwischen Autoren**

Um Beziehungen speziell innerhalb der Wissenschaftsgemeinschaft Nanotechnologie aufzudecken, wird zunächst das Verfahren des Bibliographic-Coupling angewendet. Das Bibliographic Coupling deckt über die Zahl gemeinsamer Referenzen themenverwandte Publikationen auf, und findet

somit Autoren, die sich mit derselben wissenschaftlichen Thematik befassen wie der Ausgangsbetrachtete Autor. Da die Referenzen von Publikationen untersucht werden, handelt es sich hier um ein retrospektives Verfahren. Die Analyse ist durchführbar mit Hilfe der CD-ROM Version des Science Citation Index. Unter der Bezeichnung Related Records™ können zu einem gegebenen Artikel weitere Artikel angezeigt werden, die mit dem ersten Titel mindestens eine oder mehrere gemeinsame Referenzen aufweisen.

Als Quelle stand für die Analyse die 1993er Ausgabe des Materials Science Citation Index zur Verfügung, in der von einer beliebigen Publikation von Gleiter H. ausgehend, dessen Related Records™ ermittelt werden. Ausgangspublikation ist<sup>135</sup>:

[Artikel 1]

*Ying, J.Y., Chi, L.F. ; Fuchs, H., Gleiter, H.: Surface-morphology of nanocrystalline titanium-oxide by AFM.- IN: Nanostructured Materials 3 (1993) 1/6, S. 273-281.*

Das System gibt zu dieser Publikation insgesamt 20 Related Records™ an, die mit der Ausgangspublikation eine gewisse Anzahl gemeinsamer Referenzen aufweisen und die nach Anzahl dieser gemeinsamen Referenzen sortiert ausgegeben werden. Für das weitere Vorgehen werden die ersten fünf Related Records™ (mit 8 - 4 - 4 - 3 - 2 gemeinsamen Referenzen) berücksichtigt. Im einzelnen sind dies:

---

<sup>135</sup> Für die betrachteten Publikationen werden jeweils eine Nummer vergeben [Artikel 1, Artikel 2...], es werden die vollständigen bibliographischen Angaben sowie die Information, wieviele Referenzen die Artikel 2 bis ... mit der betrachteten Ausgangspublikation - Artikel 1 - gemeinsam haben, gegeben

[Artikel 2]

*Ying, J.Y.: Structure and morphology of nanostructured oxides synthesized by thermal vaporization magnetron sputtering and gas condensation.- IN: Journal of Aerosol Science 24 (1993) 3, S. 315-338 (8 gemeinsame Referenzen mit Artikel 1)*

[Artikel 3]

*Siegel, R.W. : Nanophase materials assembled from atom clusters.- IN: Materials Science and Engineering B - Solid state materials for advanced technology 19 (1993) 1-2, S. 37-43 (4 gemeinsame Referenzen mit Artikel 1)*

[Artikel 4]

*Siegel, R.W. : Nanostructured materials - mind over matter.- IN: Nanostructured materials 3 (1993) 1/6, S. 1-18 (4 gemeinsame Referenzen mit Artikel 1)*

[Artikel 5]

*Vollath, D. ; Sickafus, K.E. : Synthesis of nanosized ceramic oxide powders by microwave plasma reactions.- IN: Nanostructured materials 1 (1992) 5, S. 427-437 (3 gemeinsame Referenzen mit Artikel 1)*

[Artikel 6]

*Shull, R.D. : Viewpoint - nanocrystalline and nanophase materials.- IN: Nanostructured materials 2 (1993) 3, S. 213-216 (2 gemeinsame Referenzen mit Artikel 1)*

Das Verfahren wird bei Artikel 2 wiederholt und auf dieselbe Art und Weise werden die fünf ersten Related Records™ - von insgesamt 20 - zur Publikation von Ying, J.Y. ermittelt. Es sind dies:

[Artikel 7]

Ying, J.Y., Benzinger, J.B., Gleiter, H.: *Photoacoustic infrared-spectroscopy of nanometer-sized Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Clusters and Cluster-assembled solids.*- IN: *Physical Review B - condensed matter* 48 (1993) 3, S. 1830-1836 (29 gemeinsame Referenzen mit Artikel 2.)

[Artikel 8]

Siegel, R.W. : *Synthesis and properties of nanophase materials.*- IN: *Materials Science and Engineering A - Structural materials properties microstructure and processing* 168 (1993) 2, S. 189-197 (21 gemeinsame Referenzen Artikel 2)

[Artikel 4]

Siegel, R.W. : *Nanostructured materials - mind over matter.*- IN: *Nanostructured materials* 3 (1993) 1-6, S. 1-18 (16 gemeinsame Referenzen zu Artikel 2.)

[Artikel 3]

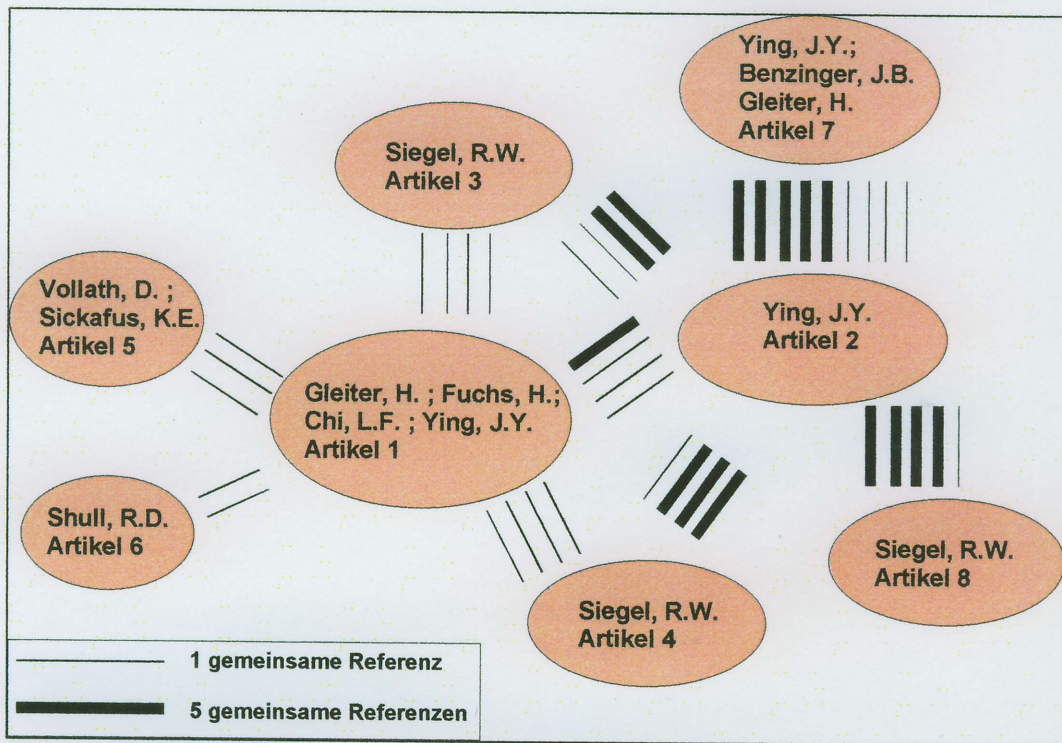
Siegel, R.W. : *Nanophase materials assembled from atom clusters.*- IN: *Materials Science and engineering B - solid state materials for advanced technology* 19 (1993) 1-2, S. 37-43 (12 gemeinsame Referenzen zu Artikel 2.)

[Artikel 1]

Ying, J.Y. ; Chi,, L.F. ; Fuchs, H. ; Gleiter, H: : *Surface-morphology of nanocrystalline titanium-oxide by AFM.*- IN: *Nanostructured materials* 3 (1993) 1-6, S. 273-281 (8 gemeinsame Referenzen zu Artikel 2.)

In Abb. 12 wurden die Beziehungen, die zwischen den Artikeln 1-8 aufgrund gemeinsamer Referenzen bestehen, graphisch dargestellt:

Abbildung 12 Beziehungen zwischen Autoren innerhalb der Nanotechnologie ermittelt über Bibliographic Coupling



Datengrundlage: Materials Science Citation Index 1993

Aufgrund gemeinsamer Referenzen lässt sich eine enge thematische Verwandtschaft des Artikels 2 mit Artikel 4, Artikel 7 und Artikel 8 feststellen. Sowohl Artikel 1 als auch Artikel 2 weisen thematische Ähnlichkeiten mit Artikel 3 und Artikel 4 auf. Während sich die Verwandtschaft der Arbeiten von Gleiter, H. und Ying, J.Y. bereits durch die beiden gemeinsam verfassten Artikel 1 und Artikel 7 nachweisen ließe, wird die thematische Nähe beider Autoren zu den Arbeiten von Siegel, R.W. (Artikel 3, 4 und 8) erst über das Verfahren des Bibliographic Coupling und durch die graphische Darstellung sichtbar.

Nach der retrospektiven Betrachtung sollen über die Co-Zitationsanalyse prospektiv Beziehungen und Einflüsse von Autoren aufgezeigt werden. In

diesem Fall wird zunächst von den Referenzen aus Artikel 1 ausgegangen, die durchgehend von A - O benannt werden (Abb.13):

Abbildung 13: Artikel 1 mit Angabe der Referenzen

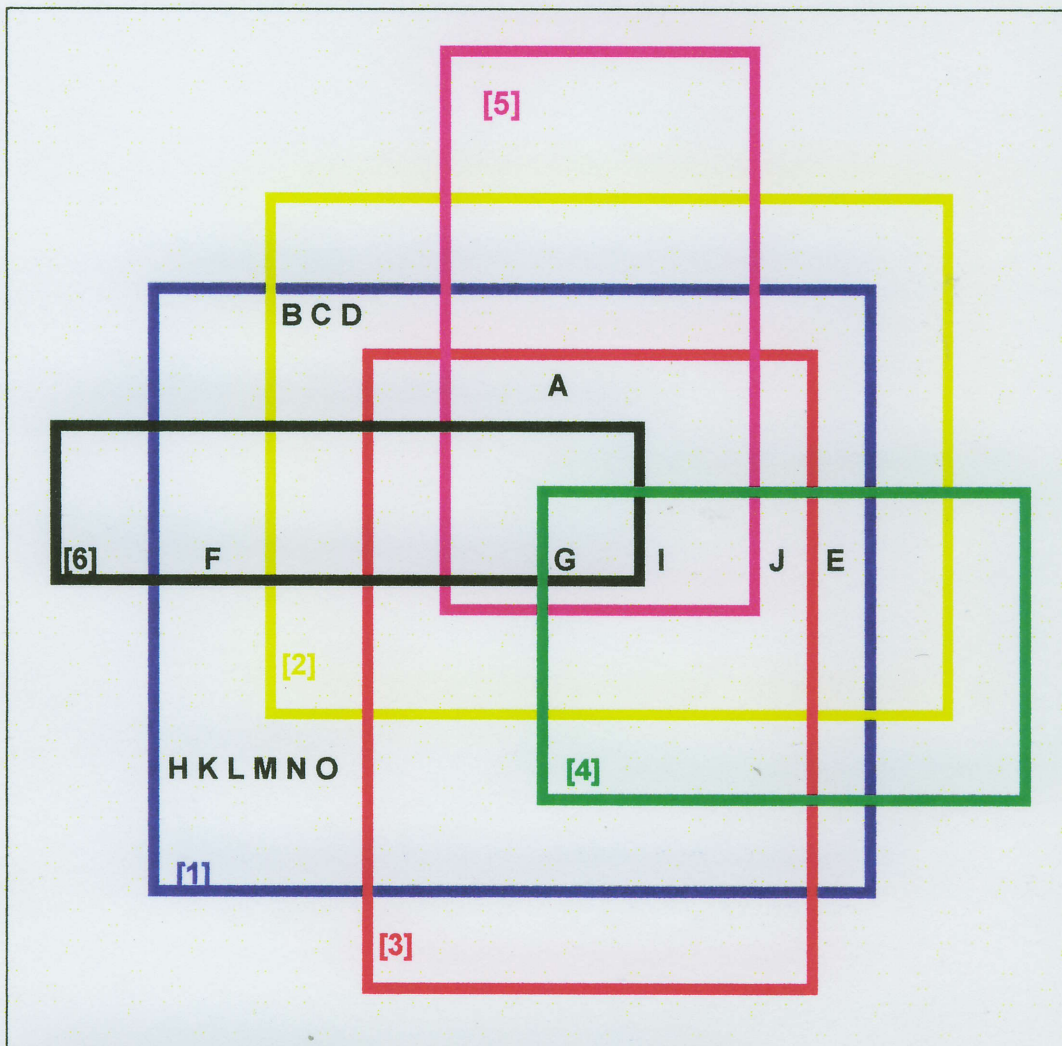
Materials Science Citation Index (Jan 93 - Dec 93)  
Record 1 of 1.  
Authors: Ying-JY Chi-LF Fuchs-H Gleiter-H  
Title: Surface-Morphology of Nanocrystalline Titanium-Oxide by AFM  
Source: NANOSTRUCTURED MATERIALS  
1993, Vol 3, Iss 1-6, pp 273-281  
Language: English  
Document type: Article  
TGA No.: MK249  
No. Cited Refs: 15  
Cited references:  
**A AVERBACK-RS-1989-MATER-RES-SOC-S-P-V153-P3**  
**B BINNIG-G-1982-APPL-PHYS-LETT-V40-P178**  
**C BINNIG-G-1982-HELV-PHYS-ACTA-V55-P726**  
**D BINNIG-G-1986-PHYS-REV-LETT-V56-P930**  
**E BIRINGER-R-1986-T-JAPAN-I-METALS-S-V27-P43**  
**F GLEITER-H-1981-2ND-RIS-INT-C-MET-MA-P15**  
**G GLEITER-H-1989-PROG-MATER-SCI-V33-P223**  
**H HU-H-1962-T-METALL-SOC-AIME-V224-P75**  
**I KARCH-J-1987-NATURE-V330-P556**  
**J KARCH-J-1990-CERAM-INT-V16-P291**  
**K LI-JCM-1962-J-APPL-PHYS-V33-P2958**  
**L LI-JCM-1966-RECRYSTALLIZATION-GR-P45**  
**M WANG-GH-1992-ULTRAMICROSCOPY-V42-P594**  
**N YA-I-1945-J-PHYS-USSR-V9-P385**  
**O YING-JY-1992-MATER-LETT-V15-P180**

Quelle: STN, SCI (Benennung der Referenzen von A - O hinzugefügt)

War über Bibliographic Coupling nur sichtbar geworden, **daß** gemeinsame Referenzbezüge zwischen den einzelnen Artikeln bestehen, soll nun - von den Referenzen von Artikel 1 ausgehend - untersucht werden, **welche** Referenzen in den Related Records™ (Artikel 2-6) zitiert worden sind. Es wird einzeln

überprüft<sup>136</sup>, wie oft die Referenzen A-O in welchen der Artikel 1-6 enthalten sind. Abb. 14 zeigt die Verteilung in graphischer Form:

Abbildung 14 : Verteilung der Referenzen A-O auf Artikel (=Zitate) 1-6



Datengrundlage: Materials Science Citation Index 1993

Die Abbildung ist folgendermaßen zu lesen: Die farbigen Umrandungen stehen für jeweils einen der Artikel 1-6. Welche Farbe für welchen Artikel steht, ist

<sup>136</sup> dieser Vorgang erfolgt „von Hand“ mit Hilfe der Datenbankausdrucke, die hier nicht abgebildet

erkennbar an den in der jeweiligen Farbe angezeigten Artikelnummern. Wenn in den Überschneidungsbereichen von zwei oder mehr Umrandungen die Referenzbezeichnungen A-O erscheinen, bedeutet dies, daß die jeweilige Referenz in diesen bezeichneten Artikeln verwendet wurde. Danach ergibt sich:

- ⇒ die Referenzen H, K, L, M, N, O werden ausschließlich von Artikel 1 zitiert
- ⇒ die Referenzen B, C, D werden von Artikel 1 und Artikel 2 zitiert
- ⇒ die Referenz F wird von Artikel 1 und Artikel 6 zitiert
- ⇒ die Referenz E wird von Artikel 1, Artikel 2 und Artikel 4 zitiert
- ⇒ die Referenz J wird von Artikel 1, Artikel 2, Artikel 3, Artikel 4 zitiert
- ⇒ die Referenz I wird von Artikel 1, Artikel 2, Artikel 3, Artikel 4, Artikel 5 zitiert
- ⇒ **die Referenz G wird von allen Artikeln 1-6 zitiert**

Referenz G wird also als einzige Publikation von allen betrachteten Related Records™ zitiert und steht daher auch im Zentrum des Schaubildes. Die Cozitationsanalyse gibt somit einen ersten Hinweis, daß Referenz G eine in der Fachwelt vielbeachtete Publikation ist. Es handelt sich um folgende Veröffentlichung:

*Gleiter, H.: Nanocrystalline Materials.- IN: Progress in Materials Science 33 (1989) S. 223-315 [Referenz G]*

Der erste Hinweis bestätigt sich, wenn man die individuelle Zitierate (IZ) dieser Veröffentlichung im Gesamtsystem des SCI recherchiert. Die genannte Veröffentlichung ist bis heute<sup>137</sup> insgesamt 633 mal zitiert worden (Abb. 15):

---

sind.  
<sup>137</sup> Zeitpunkt der Recherche Februar 1999



Abbildung 15: Ermittlung der individuellen Zitierrete von Referenz G

=> s gleiter h?/rau (S) 33/rvl (S) 223/rpg <sup>138</sup>
2470 Gleiter H?/RAU
1618046 33/RVL
417263 223/RPG
L9 633 GLEITER H?/RAU (S) 33/RVL (S) 223/RPG

Quelle: STN, SCI

Will man mit Hilfe des Ähnlichkeitskoeffizienten (Gleichung 3) die Ähnlichkeit der Artikel 2, 3, 7, 8 (also Arbeiten der Autoren Gleiter, Ying und Siegel) berechnen, müssen zunächst die individuellen Zitirraten (IZ) der Artikel einzeln und dann die gemeinsamen Zitirraten (GZ) der Artikel untereinander im SCI ermittelt werden.

⇒ Artikel 2: IZ=14

⇒ Artikel 3: IZ=20

⇒ Artikel 7: IZ=27

⇒ Artikel 8: IZ=59

Untereinander weisen die Artikel 2, 3, 7 und 8 keine gemeinsamen Zitirraten auf. In Verbindung mit Referenz G können jedoch jeweils gemeinsame Zitirraten nachgewiesen werden:

⇒ Artikel 2 mit Referenz G 7 (GZ)

⇒ Artikel 3 mit Referenz G 3 (GZ)

⇒ Artikel 7 mit Referenz G 11 (GZ)

⇒ Artikel 8 mit Referenz G 15 (GZ)

<sup>138</sup> Bedeutung der Feldbezeichnung:rau=Cited Reference Author ; RVL=Cited Reference Publication Volume ; RPG=Cited Reference Page Number

Für eine Berechnung des Ähnlichkeitskoeffizienten werden Referenz G und Artikel 8 (mit der höchsten individuellen Zitierrate) ausgewählt. Nach der bekannten Formel<sup>139</sup> ergäbe sich folgende Berechnung:

$$C_{j,s} = [ 15 : (633 + 59 - 15)] \times 100 \% = 2,215 \%$$

D.h. die von ISI erforderlichen 16 % als Maß einer inhaltlichen Ähnlichkeit von Publikationen wird nicht erreicht. Die berechnete Ähnlichkeit der beiden Publikationen beträgt lediglich 2,215 %.

#### 4.3.3.2 Messung des Einflusses eines Autors

Über eine Publikationsanalyse im Science Citation Index und die vorangegangene Co-Zitationsanalyse wurde H. Gleiter bereits als aktiver Autor im Bereich der Nanotechnologie identifiziert. Über eine Zitationsanalyse soll nun der Einfluß seiner Arbeiten in der Wissenschaftsgemeinschaft untersucht werden. Dazu wird im Science Citation Index von dem ursprünglichen Analysedatensatz der „Nanoartikel“ (Gesamtzahl 19527 Artikel) ausgegangen, und dieser über das Feld RAU (=Referenced Author) selektiert. Dadurch werden aus der Menge aller Nanoartikel die Autoren, die darin am häufigsten zitiert werden, selektiert und in einer Rangfolge dargestellt.

Im Unterschied zur Publikationsanalyse, in der nur Autoren mit Herkunftsland Deutschland betrachtet wurden, wird die Zitateanalyse international durchgeführt. Weltweit belegt Gleiter, H. demnach in der Rangliste der einflußreichsten „Nanoautoren“ den fünften Platz (Tab. 16):

---

<sup>139</sup> Ähnlichkeitskoeffizient :  $C_{j,s} = [C_{ZA+B} : (N_A + N_B - C_{ZA+B})] \times 100\%$

Tabelle 16: Rangliste einflußreicher Autoren weltweit

```
=> d l9 top 10
L9      SEL L6 1-19527 RAU : 50333 TERMS

TERM #  # OCC # DOC % DOC RAU
-----
  1   347  231  3.70 HENGLEIN A
  2   343  248  3.97 ANON
  3   304  205  3.28 WANG Y
  4   268  228  3.65 ALIVISATOS A P
  5   264 214 3.43 GLEITER H
  6   217  115  1.84 SCHMID G
  7   212  181  2.90 MURRAY C B
  8   205  187  3.00 CANHAM L T
  9   201  129  2.07 HERZER G
 10   200  123  1.97 IJIMA S
```

Quelle: STN, SCI

Anhand der im vorangegangenen Kapitel ausgewählten Publikation<sup>140</sup> mit einer Zitierate von 633 (Abb. 15) soll auf Personen-, Institutionen- und Länderebene nachgewiesen werden, von wem diese Arbeit am häufigsten rezipiert wird. Zu diesem Zweck werden die 633 Zitate dieser Publikation im SCI nachgewiesen und nacheinander nach deren Autorenfeld (AU), Körperschaftsfeld (CS) und Ländercode (CYA) selektiert und jeweils die zwanzig häufigsten Vertreter angezeigt. Es zeigt sich, daß über das Verfahren der Zitateanalyse Teilergebnisse aus vorangehenden Analysen bestätigt werden:

<sup>140</sup> Gleiter, H.: Nanocrystalline materials. - IN: Progress in materials science 33 (1989) 223-315

## 4.3.3.2.1 Wirkung einer Publikation auf Personenebene

Tabelle 17: Rezeption von Referenz G auf Autorenebene

L4 SEL L1 1-633 AU : 1266 TERMS				
TERM #	# OCC	# DOC	% DOC	AU
1	32	32	5.06	LU K
2	29	29	4.58	GLEITER H
3	22	22	3.48	VALIEV R Z
4	16	16	2.53	ERB U
5	15	15	2.37	ZHANG L D
6	14	14	2.21	BIRRINGER R
7	14	14	2.21	HU Z Q
8	13	13	2.05	QIN X Y
9	11	11	1.74	SHEN T D
10	11	11	1.74	SUZUKI K
11	11	11	1.74	WEISSMULLER J
<b>12</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>1.74</b>	<b>YING J Y</b>
13	10	10	1.58	HEMPELMANN R
14	10	10	1.58	LUCK R
15	10	10	1.58	WIEDENMANN A
16	9	9	1.42	QUAN M X
17	9	9	1.42	SUMIYAMA K
18	8	8	1.26	FULTZ B
19	8	8	1.26	KOCH C C
<b>20</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>1.26</b>	<b>SIEGEL R W</b>

Quelle: STN, SCI

Auf Autorenebene wird zunächst das Maß an Eigenzitationen deutlich, die bei der Interpretation von Ergebnissen von Zitateanalysen berücksichtigt werden müssen. Gleiter erscheint in der Rangliste der ihn am häufigsten zitierenden Autoren selbst auf Rang 2.

Untersucht man weiterhin die Herkunft der aufgeführten Namen, stellt man fest, daß Birringer, R. (Rang 6), Weissmüller, J. (Rang 11) und Hempelmann, R. (Rang 13) ebenfalls Professoren der Universität des Saarlandes sind, also anzunehmen ist, daß diese Zitierungen aus der Gleiter ehemals angehörenden Forschergruppe stammen.

Ying, J.Y. (Rang 12) und Siegel, R.W. (Rang 20) wurden bereits beim Bibliographic Coupling (Abb. 12) als Autoren identifiziert, die mit Gleiter inhaltsähnliche Arbeiten aufweisen.

#### 4.3.3.2.2 Wirkung einer Publikation auf Institutionenebene

*„Auch in Südostasien (China, Korea, Taiwan, ...) wird diesem Feld eine zunehmende Beachtung beigemessen. Speziell die **Chinese Academy of Sciences** investiert z.Z. hohe Summen im Bereich der Nanotechnologie, damit - nicht nur auf diesem Gebiet - bis zum Jahrtausendwechsel mehr als 100 Universitäten einen international hoch anerkannten Stand erreichen sollten.“<sup>141</sup>*

Bei der Analyse auf Institutionenebene wird das Problem der uneinheitlichen Körperschaftsansetzung im SCI deutlich. Mit einigem zusätzlichem Aufwand müßten die verschiedenen Ansetzungen mit geeigneten Nachschlagewerken vereinheitlicht bzw. verifiziert werden. Trotz dieses Mangels fällt jedoch auf den ersten Blick die häufige Nennung chinesischer Institutionen auf. Dieses Ergebnis zeigt einerseits den Einfluß des Autors Gleiter mit dieser Publikation in China, andererseits ist es ein weiteres Indiz für das hohe Engagement Chinas auf dem Gebiet der Nanotechnologie.

---

<sup>141</sup> Bachmann, Gerd [Analyse, 1998], S. 99

Tabelle 18: Rezeption von Referenz G auf Institutionenebene

L3		SEL L1 1-633 CS :		979 TERMS	
TERM #	# OCC	# DOC	% DOC	CS	
1	17	17	2.69	ACAD SINICA, INST SOLID STATE PHYS, HEFEI 230031, P	
2	10	10	1.58	ACAD SINICA, INST SOLID STATE PHYS, HEFEI 230031, P	
3	10	10	1.58	ARGONNE NATL LAB, DIV MAT SCI, ARGONNE, IL, 60439 (	
4	9	9	1.42	ACAD SINICA, INST MET RES, STATE KEY LAB RSA, SHENY	
5	8	8	1.26	ACAD SINICA, INST MET RES, STATE KEY LAB RSA, SHENY	
6	8	8	1.26	ACAD SINICA, INT CTR MAT PHYS, SHENYANG 110015, PEO	
7	7	7	1.11	QUEENS UNIV, DEPT MAT & MET ENGN, KINGSTON, ON K7L	
8	6	6	0.95	MIT, DEPT CHEM ENGN, CAMBRIDGE, MA, 02139 (REPRINT)	
9	6	6	0.95	RUSSIAN ACAD SCI, INST MET SUPERPLAST PROBLEMS, UFA	
10	5	5	0.79	ACAD SINICA, INST MET RES, NATL KEY LAB RSA, SHENYA	
11	5	5	0.79	ACAD SINICA, INST MET RES, NATL LAB RSA, SHENYANG 1	
12	5	5	0.79	ARGONNE NATL LAB, DIV MAT SCI, 9700 S CASS AVE, ARG	
13	5	5	0.79	PAUL SCHERRER INST, CH-5232 VILLIGEN, SWITZERLAND (	
14	5	5	0.79	TOHOKU UNIV, INST MAT RES, SENDAI, MIYAGI 980, JAPA	
15	5	5	0.79	UNIV SCI & TECHNOL CHINA, DEPT PHYS, HEFEI 230026,	
16	4	4	0.63	ACAD SINICA, INST MET RES, ATOM IMAGING SOLIDS LAB,	
17	4	4	0.63	CHINESE ACAD SCI, INST MET RES, STATE KEY LAB RSA,	
18	4	4	0.63	FORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE, D-76021 KARLSRUHE, GER	
19	4	4	0.63	INDIAN INST SCI, DEPT MET, BANGALORE 560012, KARNAT	
20	4	4	0.63	IST NAZL FIS NUCL, LAB NAZL FRASCATI, I-00044 FRASC	

Quelle: STN, SCI

#### 4.3.3.2.3 Wirkung einer Publikation auf Länderebene

Auch die Analyse auf Länderebene zeigt die hohe Reputation Gleiters im Ausland (Tab. 19): Auf Rang 1 der die besagte Publikation am häufigsten zitierenden Länder erscheint USA, auf Platz 2 China<sup>142</sup>, Deutschland, als Herkunftsland Gleiters, erscheint erst auf Platz 3.

<sup>142</sup> die beiden unterschiedlichen Ansetzungsformen für China müssen addiert werden. Danach rückt China vor Deutschland auf Platz 2

Tabelle 19: Rezeption von Referenz G auf Länderebene

L2				SEL L1 1-633 CYA :		40 TERMS	
TERM #	# OCC	# DOC	% DOC	CYA			
1	194	194	30.65	USA			
2	133	133	21.01	GERMANY			
<b>3</b>	<b>79</b>	<b>79</b>	<b>12.48</b>	<b>PEOPLES REPUBLIC OF CHINA</b>			
<b>4</b>	<b>65</b>	<b>65</b>	<b>10.27</b>	<b>PEOPLES R CHINA</b>			
5	49	49	7.74	RUSSIA			
6	42	42	6.64	JAPAN			
7	35	35	5.53	FRANCE			
8	26	26	4.11	CANADA			
9	25	25	3.95	INDIA			
10	22	22	3.48	ITALY			
11	15	15	2.37	AUSTRALIA			
12	12	12	1.90	SPAIN			
13	10	10	1.58	SOUTH KOREA			
14	9	9	1.42	SWITZERLAND			
15	9	9	1.42	TAIWAN			
16	8	8	1.26	BRAZIL			
17	8	8	1.26	HUNGARY			
18	6	6	0.95	BYELARUS			
19	6	6	0.95	ISRAEL			
20	5	5	0.79	CZECHOSLOVAKIA			

Quelle: STN, SCI

## 5 Zusammenfassung der Ergebnisse und Ausblick

Eingangs wurde die Frage gestellt, ob es mit Hilfe scientometrischer Methoden möglich sei, Literatur- und Patentdatenbanken zum Zwecke der wissenschaftlichen Leistungsbewertung, der Konkurrenzanalyse oder der Bestimmung wissenschaftlicher Trends zu verwenden. An verschiedenen Beispielen wurde gezeigt, daß sich Wissenschaftler selbst, Vertreter der Wissenschaftspolitik und Informationsvermittler mit dieser Frage beschäftigen und dabei zu unterschiedlichen Urteilen kommen. Auffallend ist die skeptische Haltung speziell in Deutschland gegenüber scientometrischen Methoden. Ein Kritikpunkt gründet sich auf die Befürchtung, Zahlenmaterial aus quantitativen Analysen könnte ungerechtfertigt als Kontroll- oder Bewertungsinstrumentarium verwendet werden. Der zweite Kritikpunkt bezieht sich auf die Methoden, die teilweise als unzureichend empfunden werden.

Bezüglich des Instrumentariums wären tatsächlich Verbesserungen erforderlich. Zwar stehen dem Scientometriker umfangreiche Datenbestände und statistische Befehle über die Datenbankanbieter zur Verfügung. Doch ist die Datenbeschaffenheit nicht immer für statistische Auswertungen geeignet. Aufgrund uneinheitlicher Ansetzungsformen von Personen- und Institutionennamen ist eine entsprechend aufwendige Nachbearbeitung der Rohdaten erforderlich. Auch für die unbedingt erforderliche ansprechende Präsentation der Ergebnisse gibt es kaum spezielle Lösungen, man muß vielmehr auf Standardgraphikprogramme zurückgreifen und sie für die jeweilige Fragestellung individuell anpassen. Der Mangel an geeigneter Software wird besonders bei Ergebnispräsentationen von Zitationsanalysen deutlich. In der vorliegenden Arbeit wurden kleinere Datenmengen mit erheblichem Zeitaufwand „von Hand“ überprüft und aufbereitet, was bei größeren Datenmengen nicht zu leisten ist. Hier könnte vermutlich die Software von ISI,



Philadelphia „Science Map“ Abhilfe schaffen, die allerdings in Deutschland kaum bekannt ist.

Trotz dieser Kritikpunkte konnte im dritten Teil der Arbeit gezeigt werden, daß in relativ wenigen Untersuchungen auch dem Laien ein Überblick in die Nanotechnologieforschung gegeben werden konnte, daß wichtige Vertreter des Forschungsgebietes auf Personen und Institutionenebene ermittelt werden konnten, daß wissenschaftliche Tendenzen und Kooperationen zwischen Forschern aufgezeigt werden konnten und daß Publikations- und Patentdatenbanken eine Möglichkeit bieten, Informationen über die wissenschaftliche Konkurrenz einzuholen. Daß die Ergebnisse quantitativer Untersuchungen auch mit Experteneinschätzungen übereinstimmen, konnte an mehreren Beispielen gezeigt werden. Für eine ausführliche Technologieanalyse wären selbstverständlich differenziertere Untersuchungen erforderlich. Eine Gefahr besteht sicherlich auch in der vorschnellen Überinterpretation scheinbar eindeutiger Analyseergebnisse.

Dennoch können scientometrische Untersuchungen als interessantes Hilfsmittel in der Praxis der Informationsvermittlung verwendet werden. Mittels scientometrischer Methoden können Einblicke in Forschungsbereiche vermittelt werden, die über herkömmliche Recherchen in Literatur- und Faktendatenbanken nur schwer zu beantworten wären. Besonders für den Bereich der Konkurrenzanalyse in Wissenschaft und Forschung bieten Literatur- und Patentdatenbanken die Möglichkeit, mit relativ geringem Aufwand Konkurrenzunternehmen zu bestimmen und deren Aktivitäten zu beobachten. In diesem Zusammenhang könnte die Scientometrie als Dienstleistungsangebot für die Informationsvermittlung von Interesse sein.

## 6 Verzeichnis der Abbildungen, Tabellen und Gleichungen

Abbildung 1:	
Kartographische Abbildung der Spezialdisziplinen der Neuralen Netzwerk Forschung 1992/93 nach CWTS .....	25
Abbildung 2:	
Publikationsentwicklung in der Biologie und Biochemie; Vergleich der Länder Mexiko, Norwegen und Süd-Korea .....	27
Abbildung 3:	
Rangfolge gemeinsamer Zitationen von Institutionen als Maß wissenschaftlicher Kooperation .....	28
Abbildung 4	
Datensatz aus SCI mit Angabe der Referenzen .....	39
Abbildung 5:	
Datensatz SCI, Angabe der Zitationen für eine bestimmte Publikation + vollständiger Datensatz der ersten Zitation .....	40
Abbildung 6:	
Demonstration Befehl „SELECT“ .....	44
Abbildung 7:	
Bibliographic Coupling und Co-Citation Coupling .....	57
Abbildung 8:	
Auswahl von Kernbegriffen zur Nanotechnologie .....	66
Abbildung 9:	
Zeitliche Entwicklung der Nanotechnologie weltweit .....	73
Abbildung 10:	
Nanotechnologieforschung in USA, Japan, China, Deutschland, Frankreich und Großbritannien über die Zeit .....	77
Abbildung 11:	
Patente des INM, Saarbrücken am DPA .....	85
Abbildung 12:	
Beziehungen von Autoren innerhalb der Nano-technologie ermittelt über Bibliographic Coupling .....	92
Abbildung 13:	
Artikel 1 mit Angabe der Referenzen .....	93
Abbildung 14 : Verteilung Referenzen A-0 auf Artikel 1-6 .....	94
Abbildung 15:	
Ermittlung der individuellen Zitierrete von Referenz G .....	96
Tabelle 1:	
Bradforde Law of Scattering .....	16

Tabelle 2:	
Repräsentative Fachliteraturdatenbanken / STN .....	34
Tabelle 3:	
Patentdatenbanken / STN .....	35
Tabelle 4:	
Zitationsdatenbanken / STN .....	42
Tabelle 5:	
relevanter Fachliteraturdatenbanken zur Nanotechnologie .....	68
Tabelle 6:	
Kernzeitschriften zur Nanotechnologie .....	70
Tabelle 7:	
Zeitreihe der Nanotechnologieforschung .....	72
Tabelle 8:	
Thematische Aufschlüsselung der Nanotechnologie .....	74
Tabelle 9:	
Ranking aktiver Länder in der Nanotechnologie .....	75
Tabelle 10:	
Rangfolge aktiver deutscher Wissenschaftler in der Nanotechnologieforschung .....	79
Tabelle 11:	
Patentklassen innerhalb der Nanotechnologie .....	81
Tabelle 12:	
Patentzahlen zur Ermittlung des RPA .....	83
Tabelle 13:	
Aktive Patentanmelder aus Deutschland in der Nanotechnologieforschung	84
Tabelle 14:	
Patentklassenverteilung des INM, Saarbrücken .....	86
Tabelle 15:	
Patentklassen des INM, Saarbrücken .....	88
Tabelle 16:	
Rangliste einflußreicher Autoren weltweit .....	98
Tabelle 17:	
Rezeption von Referenz G auf Autorenebene .....	99
Tabelle 18:	
Rezeption von Referenz G auf Institutionenebene .....	100
Tabelle 19:	
Rezeption von Referenz G auf Länderebene .....	102
Gleichung 1: Journal Impact Factor nach ISI, Philadelphia .....	38
Gleichung 2: RPA-Indikator .....	51
Gleichung 3: Jaccard Sneath- bzw. Ähnlichkeitskoeffizient .....	55

## 7 Literaturverzeichnis

*Bachmann, Gerd* [Analyse, 1998]: Analyse und Bewertung zukünftiger Technologien : Innovationsschub aus dem Nanokosmos ; Technologieanalyse. Hrsg. VDI-Technologiezentrum.- Düsseldorf: VDI-Technologiezentrum, 1998

[*Bekanntmachung, 1998*]: Bekanntmachung über einen Wettbewerb sowie Richtlinien zur Förderung von Nanotechnologie-Kompetenzzentren vom 11. März 1998, in: Technologie-Nachrichten, Management-Informationen (1998) Nr. 715 vom 20.03.1998, S. 11-13

*Blum, André* [Der Mythos, 1998]: Der Mythos objektiver Forschung: die Selbstkontrolle der Wissenschaftler ist miserabel. Doch Überwachungsorgane sind keine bessere Alternative, in: Die Zeit (1998) Nr. 25, 10.06.1998, S. 36

*Bonitz, Manfred* [Scientometrie, 1994]: Scientometrie im Spiegel der Solla-Price-Medaillengewinner 1984-1993, in: NfD 45 (1994), S. 105-111

*Bradford, Samuel C.* [Sources, 1985]: Sources of information on specific subjects 1934, in: Journal of information science 10 (1985) 4, S. 176-180

*Braun, T. ; Glänzel, W. ; Schubert, A.* [World Flash, 1989]: World flash on basic research : Assessing assessments of British science. Some facts and figures to accept of decline, in: Scientometrics 15 (1989) 3 / 4, S. 165-170

*Brinkmann, Rolf [u.a.]* [Bewertung, 1997]: Bewertung der Einrichtungen der Blauen Liste durch den Wissenschaftsrat und die Bund-Länder

Kommission - Erfahrungskatalog für Personal- und Betriebsräte, Handlungsmöglichkeiten, Informationen, Kommentare, 2. erw. u. vollst. überarb. Fassung, Clausthal-Zellerfeld: o.V., 1997 (Personal- und Betriebsräte der Blauen Liste (PBBL) Arbeitsgruppe Evaluierung) (92 S.)

*Brugbauer, Ralf* [Bibliothekarische Erfahrungen, 1998]: Bibliothekarische Erfahrungen mit dem Impact Factor, in: Bibliotheksdienst (1998) 3, bzw. [http://www.dbi-berlin.de/dbi\\_pub/bd\\_art/98\\_03\\_08.htm](http://www.dbi-berlin.de/dbi_pub/bd_art/98_03_08.htm) S. 1

*de Bruin, Renger-Evert* [Möglichkeiten, 1993]: Möglichkeiten und Grenzen der Nutzung bibliographischer Datenbanken für die quantitative Wissenschaftsforschung: Die Sicht eines Praktikers, in: Deutscher Dokumentartag 1993, Qualität und Information, Friedrich-Schiller-Universität Jena, 28. bis 30. September 1993, hrsg. von Wolfram Neubauer, Frankfurt a.M., DGD, 1993, S. 103-122

*Buder, Marianne [u.a.]* (Hrsg.) [Grundlagen, 1997] Grundlagen der praktischen Information und Dokumentation : ein Handbuch zur Einführung in die fachliche Informationsarbeit. 4. völlig neu gefaßte Ausg, München, Saur, 1997, 1065 S.

*Budzier, Hans H.* [Die Bedeutung, 1985]: Die Bedeutung von Ergebnissen bibliometrischer Analysen für die Präzisierung von Aufgaben der Wissenschaftsorganisation und Forschungsplanung, in: ZfB 99 (1985) 8, S. 338-343

*Bullinger, Hans-Jörg* (Hrsg.) [Handbuch, 1991] : Handbuch des Informationsmanagements im Unternehmen : Technik, Organisation, Recht, Perspektiven, München, Beck, Band 2, 1991, S. 1572 ff

- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF)* (Hrsg.) [Nanotechnologie, 1998]: Nanotechnologie - Innovationen aus dem Nanokosmos, Bonn: BmbF, 1998 (44 S.)
- Carpenter, Mark P. ; Narin, Francis* [The adequacy, 1981]: The adequacy of the Science Citation Index (SCI) as an indicator of international scientific activity, in: *Journal of the American Society for Information Science* 32 (1981), S. 430-439
- Czerwon, Hans-Jürgen* [Nutzung, 1992]: Nutzung bibliographischer Datenbanken für die Evaluation von Forschungsleistungen. Möglichkeiten und Grenzen, in: *NfD* 43 (1992), S. 101-107
- Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)* (Hrsg.) [Aufbau, 1998]: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - Aufbau und Aufgaben, Bonn: DFG, 1998 (43 S.)
- Dobrow, Gennadij* [Wissenschaft, 1974]: Wissenschaft: ihre Analyse und Prognose, Stuttgart: Deutsche Verlagsanstalt, 1974 (319 S.)
- [*Empfehlungen der Kommission, 1998*]: Empfehlungen der Kommission „Selbstkontrolle in der Wissenschaft“ Vorschläge zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis, in: *Technologie-Nachrichten, Programm-Informationen* (1998) Nr. 662/663, S. 1-26
- Engelhardt, Klaus u.a.*[Fachwissen, 1989]: Fachwissen Patentinformation, 1. Aufl., Essen: Klaes, 1989 (308 S.)
- Ernst, Holger* [Patentinformationen, 1998] Patentinformationen strategisch nutzen, in *FuE-Info* (1998) 2, S. 7 ff

*Falbe, Jürgen (Hrsg.)* [Römpp, 1991]: Römpp Chemie Lexikon, 9., erw. Aufl, Band 4, Stuttgart: Thieme, 1991

*Faust, Konrad* [Internationale Patentstatistik, 1996]: Internationale Patentstatistik: Technologische Positionen und strukturelle Probleme der deutschen Industrieforschung, in: ifo Schnelldienst (1996) 12, S. 8-23

*Faust, Konrad* [Internationale Patentanmeldungen, 1997]: Internationale Patentanmeldungen: Globale Positionen und strukturelle Anpassungsreaktionen, in: ifo Schnelldienst (1997) 11, S. 7-14

*Fisch, Rudolf ; Daniel, Hans-Dieter* [Messung, 1986]: Messung und Förderung von Forschungsleistung - Person, Team, Institution, Konstanz: Universitätsverlag, 1986 (Konstanzer Beiträge zur sozialwissenschaftlichen Forschung, 2)

[*Die Fraunhofer-Gesellschaft 1997*]: Die Fraunhofer-Gesellschaft von A-Z - Institutsprofile, Forschungsgebiete, Leistungen, Ansprechpartner, Adressen, 1997/1998, München: FhG, 1997

*Freese, Katrin* [Die Datenbank, 1994]: Die Datenbank „FhG-Publica“ - eine informetrische Analyse, Diplomarbeit, Stuttgart: Fachhochschule für Bibliothekswesen, 1994 (86 S.)

*Gering, Eberhardt* [Online-Datenbankanalysen, 1995]: Online-Datenbankanalysen zum Beobachten von Forschungsaktivitäten: Praktische Ergebnisse und Erfahrungen, in: Deutscher Dokumentartag 1995, Zukunft durch Informationen, Fachhochschule Potsdam 26. bis 28. September 1995, hrsg. von Wolfram Neubauer, Frankfurt a.M., DGD, 1995, S. 507-520

*Grupp, Hariolf ; Legler, Harald* [Spitzentechnik, 1986]: Spitzentechnik, Gebrauchstechnik, Innovationspotential und Preise - Trends, Positionen und Spezialisierung der westdeutschen Wirtschaft im internationalen Wettbewerb, hrsg. von Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe, Köln: Verlag TÜV Rheinland, 1986 (Schriftenreihe Zukunft der Technik) (168 S.)

*Grupp, Hariolf ; Hohmeyer, Olav ; Kollert, Roland ; Legler, Harald* [Technometrie, 1987]: Technometrie - Die Bemessung des technisch-wirtschaftlichen Leistungsstandes - Enzyme, gentechnisch hergestellte Arzneimittel, Solargeneratoren, Laser, Sensoren, Industrieroboter in der Bundesrepublik Deutschland, Japan und den Vereinigten Staaten, Köln: TÜV Rheinland, 1987 (Schriftenreihe Zukunft der Technik) (391 S.)

*Grupp, Hariolf* [The concept, 1990]: The concept of entropy in scientometrics and innovation research, an indicator for institutional involvement in scientific and technological developments, in: *Scientometrics* 18 (1990) 3-4, S. 219-239

*Grupp, Hariolf* [Messung, 1997]: Messung und Erklärung des technischen Wandels - Grundzüge einer empirischen Innovationsökonomik, Berlin [u.a.]: Springer, 1997 (Springer Lehrbuch) (497 S.)

*Grupp, Hariolf* [Der Wirtschafts-, 1997]: Der Wirtschafts- und Technologiestandort Deutschland am Scheideweg, in: *Wirtschaft und Praxis* (1997) Nr. 18, S. 15-19

*Halder, Eberhard und Kurby, Stephan* [Online-Informetrie, 1994]: Online-Informetrie auf dem Prüfstand der betrieblichen Anwendung, IN: Deutscher Dokumentartag 1994, Blick Europa! Informations- und



Dokumentationsmanagement, Universität Trier 27. bis 30. September 1994, hrsg. von Wolfram Neubauer, Frankfurt a.M., DGD, 1994, S. 113-120

*Hartmann, Christian* [Einige informetrische, 1984]: Einige informetrische Verfahren zur „Vermessung“ der Wissenschaft, in: ZfB 98 (1984) 7, S. 289-297

*Herfurth, Matthias* [Voraussetzungen, 1993]: Voraussetzungen und Entwicklungsperspektiven scientometrischer Analysen auf der Grundlage von Datenbanken, in: Deutscher Dokumentartag 1993, Qualität und Information, Friedrich-Schiller-Universität Jena, 28. bis 30. September 1993, hrsg. von Wolfram Neubauer, Frankfurt a.M., DGD, 1993, S. 83-92

*Hinze, Sybille ; Grupp, Hariolf* [Angewandte Forschung, 1991]: Angewandte Forschung und industrielle Entwicklung in Ostdeutschland : Internationaler Vergleich im Lichte ausgewählter Leistungsindikatoren, Karlsruhe: Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), 1991 (60 S.)

*Hinze, Sybille ; Schmoch, Ulrich ; Münt, Gunnar* [Nutzung, 1994]: Nutzung von Online-Datenbanken zur Unterstützung von Feldforschungsprojekten am Beispiel der Neuronalen Netze, in: Deutscher Dokumentartag 1994, Blick Europa! Informations- und Dokumentenmanagement, Universität Trier, 27. bis 30. September 1994, hrsg. von Wolfram Neubauer, Frankfurt a.M., DGD, 1994, S. 121-136

*Hornbostel, Stefan* [Wissenschaftsindikatoren, 1997]: Wissenschaftsindikatoren - Bewertungen in der Wissenschaft, Opladen: Westdeutscher Verlag 1997 (347 S.)

*Hulme, E.W.* [Statistical, 1923]: Statistical bibliography in relation to the growth of modern civilization, London: o.V., 1929

*Institute of Scientific Information (ISI)* [Products, 1994]: Institute for Scientific Information, Products and Services, Philadelphia, PA: ISI, 1994 (40 S.)

[*Internationale Patentklassifikation, 1979*]: Internationale Patentklassifikation, Band 9, 3. Ausg., Köln: Carl Heymanns, 1979 (287 S.)

*Kaiser, Dietrich* [Scientometrie, 1993]: Scientometrie in Online-Datenbanken: Möglichkeiten und Grenzen am Beispiel der Retrievalsprache GRIPS, in: Deutscher Dokumentartag 1993, Qualität und Information, Friedrich-Schiller-Universität Jena 28. bis 30. September 1993, hrsg. von Wolfram Neubauer, Frankfurt a.M., DGD, 1993, S. 93-102

*Kuhlen, Rainer* [Informationsmarkt, 1995] : Informationsmarkt : Chancen und Risiken der Kommerzialisierung von Wissen, Konstanz, Universitätsverlag, 1995

*Kuhlmann, Stefan* [Industriennahe 1997]: Industriennahe Forschung, Erfolgsfaktoren und Evaluation, in *Wissenschaftsmanagement* (1997) 1, S. 28-33

*Kuhlmann, Stefan* [Was bringen, 1997]: Was bringen Gutachten?, in *Austria innovativ* (1997) 1, S. 23-24

*Lazerow, Samuel* [Institute, 1974]: Institute for Scientific Information, in: *Encyclopedia of library and information science*, Vol. 12, New York: Marcel Dekker, 1974, S. 89-97

*Leimkuhler, Ferdinand F.* [The Bradford, 1967]: The Bradford distribution, in: Journal of Documentation (London) 23 (1967) 3, S. 197-207

*Lotka, Alfred J.* [The frequency, 1926]: The frequency distribution of scientific productivity, in: Journal of the Washington Academy of Sciences 16 (1926) 12, S. 317-323

*Martin, B.R.* [The bibliometric, 1991]: The bibliometric assessment of UK scientific performance. A reply to Braun, Glänzel, Schubert, in: Scientometrics 20 (1991) 2, S. 333-357

*Marx, Werner* [Wie mißt, 1996]: Wie mißt man Forschungsleistung, in: cogito (1996) 4, S. 35-38

[*Materials*, 1996]: Materials advice for German research, in: Nature, 379 (1996) 1 February 1996, S. 384

*Matter, H.* [Patentinformation, 1984]: Patentinformation als Hilfsmittel der Innovationsberatung, in: NfD 35 (1984) 2, S. 93-97

*May, K.O.* [Growth, 1968]: Growth and quality of mathematical literature, in: Institute of Scientific Information Service, 59 (1968) , S. 363-371

*Miller, Franz* [Technischer Wandel, 1997]: Technischer Wandel - vorhersehbar und planbar, in: Der Fraunhofer (1997) 2, S. 20-22

*Münzinger, Frank und Daniel, Hans-Dieter* [Die Forschung, 1991]: Die Forschung in der ehemaligen DDR im Spiegel bibliometrischer Indikatoren: Möglichkeiten und Grenzen von Online-Datenbanken, in: Deutscher Dokumentartag 1991, Information und Dokumentation in den 90er Jahren:

Neue Herausforderung, neue Technologien, Universität Ulm 30. Sept. bis 2. Okt. 1991, hrsg. von Wolfram Neubauer und Karl-Heinz Meier, Frankfurt a.M., DGD, 1991, S. 303-319

*Nacke, Otto* (Hrsg.) [Scientometrie, 1976]: Scientometrie und Bibliometrie in Planung und Forschung - Vorträge einer Arbeitstagung aus Anlaß des 20-jährigen Bestehens des idis Institut für Dokumentation und Information über Sozialmedizin und öffentliches Gesundheitswesen, Bielefeld, 23.- 24. Januar 1976, Bielefeld: o.V., 1976 (234 S.)

*Nacke, Otto* [Informetrie, 1979]: Informetrie: ein neuer Name für eine neue Disziplin. Begriffsbestimmung, Wissensstand und Entwicklungsprinzipien, in: NfD 30 (1979) 6, S. 219-226

*Nacke, Otto* (Hrsg.) [Zitatenanalyse, 1980]: Zitatenanalyse und verwandte Verfahren - Vorträge einer öffentlichen Sitzung während der 32. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Dokumentation Oktober 1979, Bielefeld: idis, 1980 (192 S.)

*Persson, O.* [Online bibliometrics, 1986]: Online bibliometrics. A research tool for every man, in: Scientometrics 10 (1986) 1 / 2, S. 69-75

*Pritchard, A.* [Statistical bibliography 1969]: Statistical bibliography or bibliometrics?, in: J. Doc. 25 (1969) 4, S. 348 ff

*Ranganathan, S.R.* [Librametry, 1969]: Librametry and it's scope in subject analysis for document finding systems . Quantification and librametric studies management of translation service, Indian Statistical Institute (Bangalore India), Document Research Training Center (Hrsg.), Bangalore, India Statistical Institute, 1969 (DRTC Annual Seminars, Vol.1 Papers)

*Reger, Guido* [F&E, 1997]: F&E- und Innovationsstrategien transnational agierender Unternehmen, Studie über die Innovationsstrategien der „Global Player“, in: *Wirtschaft und Praxis* (1997) 18, S. 25-31

*Reyes, Goria* [Der Einsatz, 1990]: Der Einsatz von Datenbanken für die europaweite Konkurrenzbeobachtung, in: Deutsche Gesellschaft für Dokumentation, 12. Frühjahrstagung der Online-Benutzergruppe in der DGD Frankfurt a. M., 15- bis 17. Mai 1990, Proceedings, hrsg. Wolfram Neubauer und Uta Schneider-Briehm, Frankfurt a.M., DGD, 1990, S. 281-296

*Salton, Gerard ; McGill, Michael J* [Information Retrieval, 1987]: Information Retrieval - Grundlegendes für Informationswissenschaftler, Hamburg: McGraw Hill, 1987 (465 S.)

*Scheppach, Josef* [Ein Blick, 1997]: Ein Blick in die Zukunft des Allerkleinsten, in: *PM 7* (1997), S. 8 ff

*Schiermeier, Quirin* [Foresight, 1998]: Foresight study blazes trail in Germany, in: *Nature*, 393 (1998) 7 May 1998 S. 7

*Schmoch, Ulrich ; Grupp, Hariolf ; Mannsbart, Wilhelm ; Schwitalla, Beatrix* [Technikprognosen, 1987]: Technikprognosen mit Patentindikatoren - zur Einschätzung zukünftiger industrieller Entwicklungen bei Industrierobotern, Lasern, Solargeneratoren und immobilisierten Enzymen, Köln: Verlag TÜV Rheinland 1988 (Schriftenreihe Zukunft der Technik)

*Schmoch, Ulrich ; Grupp, Hariolf* [Wettbewerbsvorsprung, 1990]: Wettbewerbsvorsprung durch Patentinformation - Handbuch für die Recherchepraxis, hrsg. vom Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und

Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe, Köln: TÜV Rheinland, 1990  
(Schriftenreihe Zukunft der Technik) (

*Schoepflin, Urs* [Scientometrie, 1993]: Scientometrie im Schnittpunkt zwischen Fachinformation und Wissenschaftspolitik: Fragen an die Qualität scientometrischer Informationen, in: Deutscher Dokumentartag 1993, Qualität und Information, Friedrich-Schiller-Universität Jena 28. bis 30. September 1993, hrsg. von Wolfram Neubauer, Frankfurt a.M., DGD, 1993, S. 69-81

*Schoepflin, Urs* [Informetrie, 1994]: Informetrie für die dokumentarische Praxis: Anforderungen und Perspektiven der Datenbanknutzung zur Gewinnung von scientometrischen Informationen, in: Deutscher Dokumentartag 1994, Blick Europa! Informations- und Dokumentenmanagement, Universität Trier 27. bis 30. Spetmber 1994, hrsg. von Wolfram Neubauer, Frankfurt a.M., DGD, 1994, S. 103-105

*Schoepflin, Urs* [Online Informetrie, 1991]: Online Informetrie: eine Einführung, in: Deutscher Dokumentartag 1991, Information und Dokumentation in den 90er Jahren, neue Herausforderung, neue Technologien, Universität Ulm 30. September bis 2. Oktober 1991, hrsg. von Wolfram Neubauer und Karl-Heinz Meier, Frankfurt a.M., DGD, 1991, S. 225-230

*Schulenburg, Mathias* [Nanotechnologie, 1995]: Nanotechnologie - die letzte industrielle Revolution, Frankfurt a.M.: Insel, 1995

*Schulenburg, Mathias* [Nanotechnologie, 1998] : Nanotechnologie : Innovation aus dem Nanokosmos.- Bonn: BmbF, 1998

- Simon, Dieter* [Die Bestandsaufnahme, 1991]: Die Bestandsaufnahme und Begutachtung der DDR-Wissenschaft durch den Wissenschaftsrat, in: *Spektrum der Wissenschaft* (1991) 9, S. 34, 38, 39-41
- Small, Henry* [Co-citation, 1973]: Co-citation in the scientific literature: a new measure of the relationship between two documents, in: *Journal of the American Society for Information Science* 24 (1973) 7/8, S. 265-269
- Solla-Price, Derek J.* [Little science, 1974]: Little science, big science - von der Studierstube zur Großforschung, Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 1974 (Suhrkamp Taschenbuch) (127 S.)
- Spiegel-Rösing, Ina S. ; Fauser, Peter M. ; Bitsch, Helmut* [Beiträge, 1975]: Beiträge zur Messung von Forschungsleistung - Institutionen, Gruppen und Einzelpersonen, hrsg. vom Bundesminister für Bildung und Wissenschaft, Bonn, Bonn: o.V., 1975 (Schriftenreihe Hochschule, 16) (156 S.)
- Small, Henry ; Griffith, Berver C.* [The structure, 1974]: The structure of scientific literatures : Identifying and graphing specialties, in: *Science studies* 4 (1974), S. 17-40
- [*STN Datenbanken aus Wissenschaft und Technik, 1998*] STN Datenbanken aus Naturwissenschaft und Technik, Karlsruhe, FIZ Karlsruhe, 1998
- [*STN Kurzanleitung, 1996*]: STN Kurzanleitung der Retrievalsprache Messenger: Version S96.3, Karlsruhe, FIZ-Karlsruhe, 1996
- [*STN Yellow-Sheets, o.J.*]: STN Yellow-Sheets, Karlsruhe: FIZ Karlsruhe, o.J. [Loseblattordner]

*Stock, Wolfgang G. und Welge, Alexandra* [Informetrische, 1991]: Informetrische Vermessung der Grundlagenforschung eines Landes: Beispielhafte Resultate und Probleme, in: Deutscher Dokumentartag 1991, Information und Dokumentation in den 90er Jahren: Neue Herausforderung, neue Technologien, Universität Ulm 30. Sept. bis 2. Okt. 1991, hrsg. von Wolfram Neubauer und Karl-Heinz Meier, Frankfurt a.M., DGD, 1991, S. 265-301

*Stock, Wolfgang G* [Möglichkeiten, 1991]: Möglichkeiten der Online-Informetrie bei Themenanalysen, in: PMD 12 (1992) 1, S. 2-5

*Stock, Wolfgang G.* [Wirtschaftsinformationen, 1992]: Wirtschaftsinformationen aus informetrischen Online-Recherchen, in: NfD 43 (1992), S. 301-315

*Strate, Jörg* [Zum Stand, 1991]: Zum Stand der schweizerischen Grundlagenforschung: Ergebnisse einer bibliometrischen Studie, in: Deutscher Dokumentartag 1991, Information und Dokumentation in den 90er Jahren: Neue Herausforderung, neue Technologien, Universität Ulm 30. Sept. bis 2. Okt. 1991, hrsg. von Wolfram Neubauer und Karl-Heinz Meier, Frankfurt a.M., DGD, 1991, S. 321-334

[*Die Suche, 1997*] Die Suche nach Innovationspotentialen am Beispiel der Lasertechnologie, in: FIZ-Technik-Nachrichten (1997) 2, S. 6-7

[*Technologische, 1998*] : Technologische Leistungsfähigkeit, in: Euro-Brief 8 (1998) 8-9, S. 7

*Vormbrock, Adolf* [Bewertung, 1980]: Bewertung bibliometrischer Arbeiten anhand eines Kriterienkatalogs, in: NfD 31 (1980) 2, S. 73-76



*Weckend, Edwin* [Mehr als, 1994]: Mehr als Recht und Technik! Patentinformation als strategisches Instrument der Wirtschaft, in: *cogito* (1994) 3, S. 17-20

*Weingart, Peter ; Winterhager, Matthias* [Die Vermessung, 1984]: Die Vermessung der Forschung - Theorie und Praxis der Wissenschaftsindikatoren, Frankfurt a.M. [u.a.]: Campus Verlag, 1984 (263 S.)

*Weingart, Peter ; Sehringer, Roswitha ; Strate, Jörg ; Winterhager, Matthias* [Der Stand, 1989]: Der Stand der schweizerischen Grundlagenforschung im internationalen Vergleich - Wissenschaftsindikatoren auf der Grundlage bibliometrischer Daten, hrsg. vom Schweizerischer Wissenschaftsrat, Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung, 1989 (Wissenschaftspolitik / Beiheft, 44) (256 S.)

*Wild, Lothar ; Wittmann, Alfred* [Patentinformation, 1990]: Patentinformation und gewerbliche Schutzrechte, 3., vollst. überarb. Aufl., Köln: TÜV Rheinland, 1990 (Praxisinformation)

[*Wozu Technologieindikatoren, 1991*]: Wozu Technologieindikatoren, in: Jörg Bullinger (Hrsg.) und Klaus-Peter Fähnrich (Subed.): Handbuch des Informationsmanagements im Unternehmen: Technik, Organisation, Recht, Perspektiven, Band 2, München: Beck 1991, S. 1572-1615

*Wulfgramm, Christopher* [Fachinformation, 1994]: Fachinformation aus Datenbanken mittels deskriptiver Informetrie, Diplomarbeit, Stuttgart: Fachhochschule für Bibliothekswesen, 1994 (90 S. ; A10)

Zedler, Hubert [u.a.]. [Informetrie, 1991]: Informetrie in der Ausbildung. Software für die graphische Darstellung von Ergebnissen informetrischer Untersuchungen. Ein Vergleich, in: Deutscher Dokumentartag 1991, Information und Dokumentation in den 90er Jahren: Neue Herausforderung, neue Technologien, Universität Ulm 30. Sept. bis 2. Okt. 1991, hrsg. von Wolfram Neubauer und Karl-Heinz Meier, Frankfurt a.M., DGD, 1991, S. 231-250

Zedler, Hubert [State-of-the-art-report, 1992]: State-of-the-art-report über die Einsatzmöglichkeiten informetrischer Methoden in der Dokumentationspraxis, Diplomarbeit, Stuttgart: Fachhochschule für Bibliothekswesen, 1992 (24 S.)

**Verwendete Demonstrations-Software:**

- ISI ®'s Sample National Science Indicators on Diskette, 1981-1996
- ISI ®'s Sample Institutional Citation Report 1981-1996, Article Summary Interface Version 4.1

**URLS: (aktualisiert am 31.03.99)**

<http://www.bmbf.de/deutsch/service/index.htm>

(Bekanntmachung vom 11.03.1998) (31.03.99)

[http://www.the-scientist.library.upenn.edu/eugene\\_garfield/liiscibi.html](http://www.the-scientist.library.upenn.edu/eugene_garfield/liiscibi.html)

(31.03.99)

<http://www.uni-bielefeld.de/homedir/index.html>

(Programmschwerpunkte) (31.03.99)

<http://www.wgl.de/portrait.html> (31.03.99)

<http://www.sahara.fsw.leidenuniv.nl/cwts/nnmap0.html> (31.03.99)

<http://www.isinet.com/prodserv/rsg/rsghp.html> (31.03.99)

[http://www.the-scientist.library.upenn.edu/yr1996/may/research\\_960527.html](http://www.the-scientist.library.upenn.edu/yr1996/may/research_960527.html)

(31.03.99)

<http://www.fiz-karlsruhe.de/stn/documentation/patents/3zitate.html> (31.03.99)

<http://nano.xerox.com/nano> (31.03.99)

[http://www.fzk.de/presse/98/PI16\\_98.html](http://www.fzk.de/presse/98/PI16_98.html) (31.03.99)

<http://www.inm-gmbh.de/inm2.html> (31.03.99)