

---

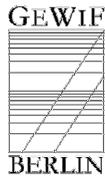
**Wissenschaft und Digitale Bibliothek –  
Wissenschaftsforschung  
Jahrbuch 1998**

Herausgegeben von Klaus Fuchs-Kittowski, Hubert Laitko,  
Heinrich Parthey und Walther Umstätter



---

Gesellschaft für  
Wissenschaftsforschung



Klaus Fuchs-Kittowski,  
Hubert Laitko,  
Heinrich Parthey,  
Walther Umstätter (Hrsg.)

**Wissenschaft und  
Digitale Bibliothek**

Wissenschaftsforschung  
Jahrbuch 1998

Mit Beiträgen von:

*Manfred Bonitz • Klaus Fuchs-  
Kittowski • Siegfried Greif • Frank  
Havemann • Horst Kant • Hubert  
Laitko • Karlheinz Lüdtke • Heinrich  
Parthey • Wolfgang Stock • Walther  
Umstätter • Roland Wagner-Döbler •  
Petra Werner • Regine Zott*

Wissenschaftsforschung **1998**  
Jahrbuch

---

Deutsche Nationalbibliothek  
**Wissenschaft und Digitale Bibliothek:**  
**Wissenschaftsforschung Jahrbuch 1998 /**  
Klaus Fuchs-Kittowski; Hubert Laitko;  
Heinrich Parthey; Walther Umstätter  
(Hrsg.). Berlin: Gesellschaft für Wissen-  
schaftsforschung 2010.  
ISBN: 978-3-934682-50-4

2. Auflage 2010  
Gesellschaft für Wissenschaftsforschung  
c/o Institut für Bibliotheks- und  
Informationswissenschaftswissenschaft  
der Humboldt-Universität zu Berlin  
Unter den Linden 6, D-10099 Berlin  
<http://www.wissenschaftsforschung.de>  
Redaktionsschluss: 15. Juli 2010  
This is an Open Access e-book licensed un-  
der the Creative Commons Licence BY  
<http://creativecommons.org/licenses/by/2.0/>

## Inhaltsverzeichnis

<i>Vorwort</i> . . . . .	7
KLAUS FUCHS-KITTOWSKI	
<i>Digitale Medien und die Zukunft der Kultur wissenschaftlicher Tätigkeit</i> . . . . .	9
HEINRICH PARTHEY	
<i>Publikation und Bibliothek in der Wissenschaft</i> . . . . .	67
HUBERT LAITKO	
<i>Das Buch in der Wissenschaft. Betrachtungen eines Wissenschaftshistorikers</i> . . . . .	91
REGINE ZOTT	
<i>Klio und Kalliope. Wissenschaft und Technik des 19. Jahrhunderts in der deutschsprachigen schönggeistigen Literatur jener Zeit</i> . . . . .	107
HORST KANT	
<i>Arnold Sommerfeld – Kommunikation und Schulbildung</i> . . . . .	135
KARLHEINZ LÜDTKE	
<i>Theoriebildung und interdisziplinärer Diskurs – dargestellt am Beispiel der früheren Geschichte der Virusforschung</i> . . . . .	153
PETRA WERNER	
<i>Berichtswelten. Zum Streit um Patente und Prioritäten in der Vitaminforschung</i> . . . . .	195
SIEGFRIED GREIF	
<i>Patentschriften als wissenschaftliche Literatur</i> . . . . .	207

---

MANFRED BONITZ	
<i>Wird der Matthäus-Effekt in der Wissenschaft meßbar bleiben?</i> . . .	231
WOLFGANG G. STOCK	
<i>Was ist eine Publikation?</i>	
<i>Zum Problem der Einheitenbildung</i>	
<i>in der Wissenschaftsforschung</i> . . . . .	239
ROLAND WAGNER-DÖBLER	
<i>Was ist eine Bibliothek?</i> . . . . .	283
WALTHER UMSTÄTTER	
<i>Die Rolle der Digitalen Bibliothek in der modernen Wissenschaft</i> . .	297
FRANK HAVEMANN	
<i>Lokale, nationale und internationale Kooperationsbeziehungen</i>	
<i>Berliner Biowissenschaftler in den 80er Jahren</i>	
<i>und in der ersten Hälfte der 90er Jahre</i>	
<i>des 20. Jahrhunderts</i> . . . . .	317
<i>Autorinnen und Autoren</i> . . . . .	335
<i>Bibliographie Siegfried Greif.</i>	
<i>Zusammengestellt anlässlich seines 60. Geburtstages.</i> . . . . .	337
<i>Bibliographie Regine Zott.</i>	
<i>Zusammengestellt anlässlich ihres 60. Geburtstages.</i> . . . . .	345
<i>Publikationen der Mitglieder in den Jahren 1997–1998</i> . . . . .	351
<i>Namensregister</i> . . . . .	361

## Vorwort

Am Beginn des Informationszeitalters werden verstärkt Probleme der wissenschaftlichen Publikation und ihrer Rolle in der wissenschaftlichen Bibliothek diskutiert, vor allem in Hinblick auf die Funktion digitaler Medien für die Zukunft der Kultur wissenschaftlicher Tätigkeit.

Es ist davon auszugehen, und die Beiträge dieses Jahrbuchs machen dies auf unterschiedliche Weise deutlich, dass der Zusammenhang von Wissenschaft und Bibliothek auch in der authentischen Speicherung wissenschaftlicher Arbeiten in der Digitalen Bibliothek unseres Informationszeitalters unverzichtbar ist und bleiben wird. Nur so kann die Evolution der Wissenschaft kontinuierlich archiviert, nachvollzogen und weiterentwickelt werden.

Untersuchungen über diesen grundlegenden Vorgang neuerer Wissenschaftsentwicklung sind ein wichtiges Anliegen der Wissenschaftsforschung. Die Gesellschaft für Wissenschaftsforschung hat sich dieser Fragestellung angenommen und sie im Rahmen ihrer Jahrestagung 1998 unter dem Thema „Wissenschaft – Informationszeitalter – Digitale Bibliothek“ analysiert.

Die Ergebnisse der Tagung vom März 1998 und die daran anschließende Diskussion werden hiermit – in Fortführung der Publikationsreihe – als Jahrbuch 1998 der Gesellschaft für Wissenschaftsforschung dem interessierten Leser vorgestellt.

Berlin, im August 1999

*Klaus Fuchs-Kittowski    Hubert Laitko  
Heinrich Parthey    Walther Umstätter*



---

KLAUS FUCHS-KITTOWSKI

## **Digitale Medien und die Zukunft der Kultur wissenschaftlicher Tätigkeit**

### *1. Elektronische Netze in Wirtschaft und Wissenschaft*

#### *1.1. Computer als digitales Medium – ein qualitativ neuer Schritt in technischen und gesellschaftlichen Entwicklungen*

Die modernen Informations- und Kommunikationstechnologien, insbesondere ihre globale Vernetzung, verändern Wirtschaft und Kultur, unser tägliches Leben dramatisch. In Wissenschaft und Politik ist es heute unstrittig, daß der umfassende Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien zu tiefgreifenden Veränderungen in allen Bereichen unseres sozialen und gesellschaftlichen Lebens führt, unsere Arbeits- wie auch Alltagswelt, die uns tragende Kultur nachhaltig beeinflusst. Äußerst kontrovers steht man hingegen der Frage nach dem konkreten Aussehen dieser Veränderungen im einzelnen gegenüber. Uneinigkeit zeigt sich insbesondere bei der Bewertung des jeweils vermuteten Wandels und wie etwaige unerwünschte Wirkungen verhindert oder kompensiert werden könnten. Auch wenn heute die Ergebnisse der Informatik und deren soziale und gesellschaftliche Wirkungen in wachsendem Maße von anderen Wissenschaften reflektiert werden, so wird doch deutlich, daß die Forschung, die sich um die jeweiligen Problemfelder des gegenwärtigen und bevorstehenden Technologieeinsatzes bemüht, zu vielen aktuellen Problemen bisher kaum in der Lage ist, eine befriedigende Antwort zu geben. Dies gilt insbesondere hinsichtlich der elektronischen Verbindung von Millionen von Menschen vermittelt der digitalen Medien und der Auswirkungen des sich herausbildenden Hyperspace auf die Zukunft des Wissens und der menschlichen Kultur, auf den Wandel in den Wissenschaften, in Forschung und Entwicklung, auf die Kultur der wissenschaftlichen Arbeit.

Erst Mitte der achtziger Jahre begann der massenhafte, dezentrale Einsatz in der Industrie und in den wissenschaftlichen u.a. Institutionen. Mitte der neunziger Jahre beginnt die sich verdichtende Vernetzung sowie die verstärkte Technisierung der Kommunikation über Datenautobahnen, Cyberspace, Multimedia usw., und damit wird ein neuer Qualitätssprung im Einsatz der modernen Technologien

eingeleitet. Damit treten weniger die Fähigkeiten des Computers zur Berechnung, zur Informationstransformation als vielmehr die Nutzung des Computers als Verbreitungsmedium und Kommunikationsmittel in den Vordergrund.<sup>1</sup>

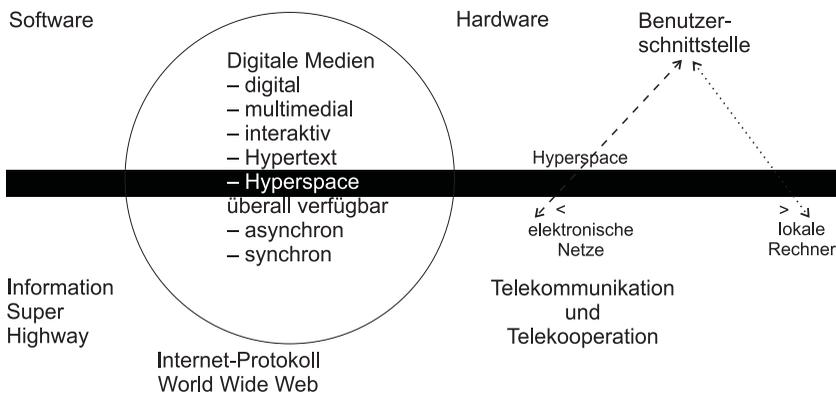


Bild 1 *Zur Einführung der im Zusammenhang mit den digitalen Medien verwendeten Begriffe*

Mit Multimedia gelingt eine Synthese verschiedener Medien. Daten, Bild, Ton und Text sind nicht mehr getrennte Wirklichkeiten, sondern können auf der Grundlage der Digitalisierung zu einer qualitativ neuen Einheit verknüpft werden, wodurch Wirkungen erzielt werden können, die anders zum Teil nicht möglich wären<sup>2</sup>.

Mit dieser technologischen Veränderung können soziale und gesellschaftliche Entwicklungen unterstützt werden, die in einer Reihe von Veröffentlichungen als nachindustriell oder auch postmodern bezeichnet werden. *Dies gilt insbesondere für die sozialen und gesellschaftlichen Wirkungen der Virtualisierung, die zu einer relativen Unabhängigkeit der Arbeit von Raum und Zeit, durch die zunächst für den wissenschaftlichen Bereich entwickelte Netztechnologie, führt. Sie ermöglicht den Zugriff auf weit entfernt gespeicherte Daten in Realzeit und die Kommunikation mit weit entfernten*

- 1 Coy, W., Automat – Werkzeug – Medium. In: Informatik Spektrum, Berlin. (1995) Band/Heft 18/1, S. 31–38.
- 2 Kubicek, H., Braczyk, H-J., Klumpp, D., Müller, G., Neu, W., Raubold, E., Roßnagel, A. (Hrsg.) Lernort Multimedia – Jahrbuch Telekommunikation und Gesellschaft 1998. Heidelberg: R. v. Decker's Verlag, 1998.

ten Partnern. Nach der Erschließung der Welt vermittels der Transportmittel ist nun die durch die digitalen Medien verbundene Welt wesentlich geschrumpft.<sup>3,4</sup>

### 1.2. Von der industriellen zur nachindustriellen Phase des Informationszeitalters

Die Eisenbahn und das Dampfschiff waren die Technik zur Überwindung des Raumes im industriellen Zeitalter. Der Computer dient der Bewältigung raumzeitlicher Komplexität und als Mittel zur Virtualisierung. Er ist damit die technische Grundlage für eine Transformation von einem industriellen zu einem nachindustriellen Informations- und Kommunikationszeitalter<sup>5</sup>. Mit dem Begriff „nachindustriell“ soll insbesondere der durch den dezentralen und vernetzten Einsatz der Informations- und Kommunikationstechnologien unterstützte Abbau der für das Industriezeitalter charakteristischen hierarchischen Strukturen und die Überwindung der überspitzten, tayloristischen Arbeitsteilung durch gruppenorientierte Arbeitsorganisation verstanden werden. Zugleich nimmt die internationale Arbeitsteilung durch die Globalisierung der Wirtschaft, unterstützt durch internationale Informations- und Kommunikationsnetze, weiter zu. Dies trägt in einem bisher kaum vorstellbaren Maße zur Internationalisierung der Wirtschaft und Wissenschaft bei.

Wir haben es hier mit dem dezentralen und vernetzten Einsatz der Informations- und Kommunikationstechnologie mit einer qualitativ neuen Phase ihres Einsatzes zu tun. Denn zuvor diente der Einsatz der Informationstechnologie eher einer *Hyperindustrialisierung*. Ihr Einsatz unterstützte die Zentralisierung der Entscheidungsprozesse und führte zur Taylorisierung jetzt auch der geistigen Prozesse.

Die Vernetzung ermöglicht in der Tat, neue Formen von Organisationsstrukturen der Wirtschaft – Modulare Organisationen, Netzwerk-Organisationen, Virtuelle Organisationen<sup>6</sup> – mit neuen Sichten auf die Unternehmungen und ihre Mitarbeiter<sup>7,8</sup> aufzubauen. Die digitalen Netze ermöglichen es, dialogische Kommunikation, statt der für das Industriezeitalter bis in die bisherige Phase des

3 Schinzel, B., Veränderungen von Zeit und Raum durch Informationstechnik. – In: „Grenzenlose Gesellschaft“, Tagungsband der Deutschen Gesellschaft für Soziologie, Freiburg, 1998.

4 Fleißner, P., Im Hyperspace – Geschichten aus der Neuen Welt. <http://igw.tuwien.ac.at>, 1998.

5 Berleur, J., Clement, A., Sizer, R., Whitehouse, D. Editors. The Information Society: Evolving Landscapes, New York: Springer Verlag, 1990.

6 Reichwald, R., Möslin, K., Telekooperation und Dezentralisierung: Eine organisatorisch-technische Perspektive – In: Telekooperation in dezentralen Organisationen, Hrsg. v. Sandkuhl, K., Weber, H. Berlin: Tagungsband der GI-Gruppe 5.5.1, ISST-Berichte – 31/1996.

7 Warnecke, H-J., Fraktale Fabrik, Revolution der Unternehmenskultur, Berlin: Springer Verlag, 1993.

8 Warnecke, H-J., Was bringt die fraktale Theorie für die Fabrik? Ein Interview: Die Fertigung im Umbruch – Fraktale Fabrik?, Informatik-Magazin, Berlin: Springer Verlag, 1993.

Informationszeitalters typische Hierarchie und Einwegkommunikation<sup>9</sup>, zu realisieren<sup>10, 11, 12, 13</sup>.

Mit dem von der Informatik stark beeinflussten generellen Leitbild der Informations- und Wissensgesellschaft ist eine meist technisch verkürzte Zukunftsvision entstanden, um deren Vertiefung gegenwärtig gerungen wird u.a. durch das Prinzip der nachhaltigen Entwicklung<sup>14</sup>, durch die Orientierung auf die Entfaltung weltweiter, echter zwischenmenschlicher Kommunikation, unterstützt durch die globalen, digitalen Netze und insbesondere durch die Gewährleistung der individuellen, sozialen und internationalen Menschenrechte<sup>15</sup>.

### 1.3. Vom ARPA-Net zu Wissenschaftsnetzen

Mit dem *Hyperraum* (Hyperspace) ist ein neuartiges Netz von Kommunikationsmöglichkeiten mit besonderen Eigenschaften entstanden. Immer größere und immer mehr Bereiche wurden in die Vernetzung einbezogen. Ausgehend vom Militär (dem ARPA-Net) und der staatlichen Verwaltung wurde das Netz schrittweise auf wissenschaftliche Einrichtungen und auf Unternehmen ausgedehnt und erfaßt heute mehr und mehr unterschiedliche Teile der Bevölkerung. Keiner konnte eine solche Entwicklung wirklich voraussehen, höchstens konnte man sie vielleicht erahnen.

Der Kalte Krieg, die sich daraus ergebende Angst vor einem Atombombenangriff, hatte zur Entwicklung des ersten elektronischen Netzes in den U.S.A. geführt.

- 9 Fuchs-Kittowski, K., Der Mensch muß in hochkomplexen informationstechnologischen Systemen höchste Autorität sein und bleiben, Thesepapiere zur AG3:MMK 96, Lernen und Arbeiten mit dem Netz – In: Hochschulforum, Brandenburg: 1997.
- 10 Fuchs-Kittowski, F., Nentwig, L., Sandkuhl, K., Einsatz von Telekooperationssystemen in großen Unternehmen: Ergebnisse einer empirischen Untersuchung – In: Rechnergestützte Kooperation in Verwaltung und großen Unternehmen. Tagungsband zum Workshop im Rahmen der Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik (Informatik '97). Hrsg. v. Mambrey, P., Streitz, N. Suicrow. B. Uland, R. Aachen: 22./23.9. 1997, S. 50–63.
- 11 Lutz, C., Informationsmanagement im nachindustriellen Zeitalter, in: iK report, Zürich, 1993.
- 12 Wolff, B., Fuchs-Kittowski, K., Klischewski, R., Möller, A., Rolf, A., Organisationstheorien als Fenster zur Wirklichkeit – In: Wirtschaftsinformatik und Wissenschaftstheorie. Bestandsaufnahme und Perspektiven. Hrsg. v. J. B Becker, W. König, R. Schütte, O. Wendt, S. Zelewski, Wiesbaden: Gabler Verlag, 1999.
- 13 Marcus, R., Intranet, lernende Organisation und informationstechnisch unterstützte Organisationsgestaltung, Diplomarbeit, Fachbereich Informatik der Universität Hamburg, 1998.
- 14 Rolf, A., Grundlagen der Organisations- und Wirtschaftsinformatik. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, 1998.
- 15 Fuchs-Kittowski, K., Krüger, P., The Noosphere Vision of Pierre Teilhard de Chardin and Vladimir I. Vernadsky in the Perspective of Information and World-Wide Communication – In: World Futures, (1996) Vol. 50, pp. 757–784.

Es war eine dezentrale Kommando- und Informationsinfrastruktur auf elektronischer Grundlage geschaffen worden.

Zum Glück brauchte das Netz den Kriegsfall nie zu erleben. Sein Einsatz blieb auf wenige Anwendungen, wie die sogen. elektronische Post – die Email –, beschränkt. Ein weiterer Anwendungszweck war die Fernbedienung teurer Computeranlagen durch Forschungsinstitute, die sich sonst einen solchen Zugriff nicht hätten leisten können, sowie *die Durchführung elektronischer Konferenzen* zwischen Vertretern des Militärs und der Politik.

Als wir, mitten im Kalten Krieg, im Internationalen Institut für Angewandte Systemanalyse (IIASA) in Baden bei Wien darüber nachdachten, ob man das ARPA-NET wenigstens zum Austausch medizinischer Literatur nutzen könnte<sup>16</sup>, denn dieses Netz hatte dann auch schon einen Knoten in London<sup>17</sup> mit einer möglichen Verbindung zur British Medical Library – zum MEDLARS-System –, gab es sofort disziplinarische Zurechtweisungen auf beiden Seiten. Über Radio Wien und das sich entwickelnde Euronet wurden später dann auch Verbindungen nach Prag, Budapest und Moskau geschaffen und zu allerletzt auch in die DDR.

Da die Entwicklung der einheitlichen Vorschrift, wie Informationspakete ausgetauscht werden sollten (das Transfer Control Protocol – TCP und das Internet Protocol – IP) öffentlich war und sich dann auch jede Institution anschließen konnte, wurde der militärische Teil des Netzes immer geringer, bis sich das Militär aus Sicherheitsgründen mit dem MILNET ganz aus dem Verbund zurückzog und diesen der National Science Foundation der USA überließ.<sup>18</sup>

Dies führt zu Entwicklungen, die wesentliche Veränderungen in der Forschungssituation, für die Stellung des Menschen im Forschungsprozeß und damit für die Kultur der wissenschaftlichen Arbeit mit sich bringen. Diese Entwicklungen müssen auch in der Wissenschaftstheorie reflektiert werden. Die Wissenschaftsforschung muß danach fragen, welche Veränderungen sich in der Wissenschaft, im Wissenschaftsbetrieb schon vollzogen haben und künftig noch zu erwarten sind.

16 Fuchs-Kittowski, K., Lemgo, K., Schuster, U., Wenzlaff, B., Man/Computer Communication: A Problem of Linking Semantic and Syntactic Information Processing – In: Workshop On Data Communications, September 15–19, 1975, International Institute for Applied Systems Analysis 2361, Austria, 1975.

17 Kirstein, P. K. and Kenney, S. B., The Uses of the ARPA Network via the University College London Node, – In: Workshop On Data Communications, September 15–19, 1975, International Institute for Applied Systems Analysis 2361, Austria, 1975.

18 Fleißner, P., Elektronische Netze für Wissenschaft und Wirtschaft, infostrukt, <http://igw.tu-wien.ac.at>, 1997.

## 2. *Veränderungen in der Forschungssituation durch die Entwicklung der modernen Informations- und Kommunikationstechnologien*

### 2.1. *Die Kreativität der wissenschaftlichen Arbeit und die hohen Erwartungen an die wissenschaftlichen Netze*

Das Potential an Wissenschaft, Forschung und Entwicklung (F&E) von Unternehmen oder ganzen Regionen dient der Förderung der Innovationskraft und damit der Sicherung eines wichtigen Konkurrenzvorteils. Während in den Anfängen der modernen Naturwissenschaften wesentliche Ergebnisse durch einzelne Forscherpersönlichkeiten und kleinere Gruppen erbracht wurden, sind Forschung und Entwicklung heute meist in größeren Verbänden organisiert, so daß viele Mitarbeiter oftmals an verschiedenen, weit auseinanderliegenden Orten zur Erreichung des gemeinsamen Forschungszieles über größere Entfernungen hinweg kooperieren müssen. Digitale Medien – elektronische Vernetzungen – werden zunehmend als Mittel gesehen, die Effektivität und Effizienz dieser Kooperation zu erhöhen. Dies wird jedoch einen wesentlichen Einfluß auf die Entstehung und Verteilung von Wissen und auf den Charakter wissenschaftlicher Arbeit haben.

Das qualitativ Neue in der Forschungssituation durch die digitale Medien zeigt sich insbesondere in den Möglichkeiten:

- neuer Methoden der formalen Repräsentation
- neuer Formen der Verfügbarmachung von Daten
- neuer Formen technisierten Wissens
- neuer Formen der Organisation wissenschaftlicher Arbeit
- neuer Formen ambivalenter primärer und sekundärer Wirkungen der Informations- und Kommunikationstechnologien – z.B. neue Wissensordnung
- neuer Anwendungen im Bereich der Wissenschaft und Bildung, z.B. in Medizin, Umweltforschung sowie Verkehr, vor allem im Bereich der Information und Dokumentation, im Bibliothekswesen
- neuer Gesichtspunkte in der Methodologie der Wissenschaften, für die Wissenschaftsethik, für die Verantwortung des Wissenschaftlers.

Je tiefer die Wissenschaft in die Strukturen und Funktionen des menschlichen Lebens eindringt, je enger die Menschheit auf der Grundlage der modernen IKT zusammenwächst, um so dringlicher stellen sich die erkenntnistheoretisch-methodologischen sowie ethischen Probleme für das Individuum, die Forschungsgemeinschaft sowie für die Gesellschaft.

## 2.2. Informationsentstehung – eine neue Kategorie zum Verständnis der Forschungssituation, zur Vertiefung der Methodologie wissenschaftlicher Arbeit

Die Wissenschaftler am Ende dieses Jahrhunderts sind mit großen Veränderungen in ihrer Arbeit konfrontiert, Veränderungen, die auch dazu zwingen, bestimmte Kategorien der Wissenschaftstheorie und der Wissenschaftsorganisation neu zu sehen. Dabei, wie an anderer Stelle dargestellt<sup>19</sup>, erweist sich insbesondere die Kategorie der *Informationsentstehung* für die moderne Wissenschaftstheorie als besonders relevant.

Vom Ende des linearen Denkens wurde schon im Rahmen der Kybernetik (1. Ordnung nach H. von Förster<sup>20,21</sup>) gesprochen, aber erst mit der Theorie der Selbstorganisation tritt der Gedanke der Komplexität, verbunden mit dem Gedanken der Entstehung von Information<sup>22</sup>, immer stärker hervor. Erst dies führt zu einer endgültigen Überwindung des klassischen Weltbildes.

Zu dieser geistigen Entwicklung tragen auch die *digitalen Medien* bei:

- a) Indem durch Multimedia für viele deutlich wird, daß nicht das anschauliche Modell, das fixierte Abbild, welches nur das Gewordene erfaßt, das alleinige Ergebnis der Forschung und der Kunst sein kann, sondern vielmehr der Wandlungs- und Entwicklungsprozeß in seinem Fluß und Sprung nach vorn und zurück erfaßt werden muß.
- b) Indem man sich verdeutlicht, daß die technisierte Kommunikation die volle Wahrnehmung des Menschen einschränkt und doch erfolgreich ist, gerade weil nicht die Information, sondern nur ihre syntaktische Struktur gespeichert und übertragen wird. Kommunikation über weite Strecken ist überhaupt erst dadurch möglich, daß eine solche Einschränkung der menschlichen Wahrnehmung auf Signale, eine Abstraktion von der Semantik als Ideellem vorgenommen und die Information, als Trias von Syntax, Semantik und Pragmatik, erst

19 Fuchs-Kittowski, K., Heinrich, L. J., Rolf, A., Information entsteht in Organisationen – in kreativen Unternehmen – wissenschaftstheoretische und methodologische Konsequenzen für die Wirtschaftsinformatik – In: Wirtschaftsinformatik und Wissenschaftstheorie. Bestandsaufnahme und Perspektiven. Hrsg. v. J. B Becker, W. König, R. Schütte, O. Wendt, S. Zelewski, Wiesbaden: Gabler Verlag, 1999.

20 Foerster, H. von, Zopf, Jr, G. W. (Editors) Principles of Selforganization. Oxford, London: Pergamon Press, 1962.

21 Foerster, H. von, KybernEthik. Berlin: Merve Verlag, 1993.

22 Diese Feststellung bezieht sich auf mehrere persönliche Gespräche mit H. von Förster zu dieser Problematik, einmal auf der Konferenz Softwareentwicklung und Reality Construction 1991, zum anderen an der Universität Hamburg 1995 und an der Humboldt-Universität 1997. Da er den Begriff der Selbstorganisation in die Kybernetik mit eingeführt hat, ist seine heutige Haltung zum Verständnis selbstorganisierender Systeme besonders wichtig.

in einem selbstorganisatorischen Prozeß der Interpretation und Bewertung wieder erzeugt wird.

Zu den Grundprinzipien des von uns vertretenen evolutionären Konzepts der Information<sup>23, 24, 25, 26, 27</sup> gehört die Aussage: Auf keiner Ebene der Organisation lebender und sozialer Systeme läßt sich die Information mit ihrer syntaktischen Struktur identifizieren. Information, genauer die Semantik als das Ideelle, wird nicht gespeichert und nicht übertragen, denn sie hat keine räumliche Existenz. Gespeichert und übertragen wird nur die syntaktische Struktur der Information, die Bitmuster, auf deren Grundlage die Information im Kopf des Menschen erst wieder rekonstruiert wird. Interne Informationserzeugung wird damit zu einer zentralen Kategorie.

Dies bedeutet, daß sich die Stellung des Wissenschaftlers nachhaltig verändert. Aus der Position des Beobachters einer an sich seienden Welt wird er zum Handelnden, zum Akteur, der in der Einheit von Erkenntnis und Handeln die innere Widersprüchlichkeit der Entwicklungsprozesse erfaßt und für die Ergebnisse seines Tuns auch die Verantwortung tragen muß. Die Wissenschaftler sind also noch stärker als bisher gefordert, *interaktiv im technischen und sozialen Netzwerk zu wirken*, echte zwischenmenschliche Kommunikation zu entfalten, um den humanistischen Auftrag der Wissenschaft wirklich erfüllen zu können.

Diese grundsätzliche Veränderung der Forschungssituation durch Vertiefung des wissenschaftlichen Weltbildes und damit der Art und Weise des methodologischen Vorgehens, wie es durch die Entwicklung der Relativitäts- und Quantentheorie eingeleitet wurde, wird gegenwärtig verstärkt durch die Theorie der Selbstorganisation in den Naturwissenschaften und im verallgemeinerten Sinne auch in den Human- und Sozialwissenschaften in verschiedener Weise ausgeprägt<sup>28, 29, 30, 31, 32</sup>.

- 23 Fuchs-Kittowski, K., Reflection on the Essence of Information. – In: Software Development and Reality Construction. Floyd, C., Züllighofen, H., Budde, R., Keil-Slawik, R. (editors), Berlin, New York: Springer-Verlag, 1992.
- 24 Fuchs-Kittowski, K., Rosenthal, H.-A., Selbstorganisation, Information und Evolution – Zur Kreativität der belebten Natur – In: Information und Selbstorganisation – Annäherung an eine vereinheitlichte Theorie der Information. Hrsg. v. N. Frenzel, W. Hofkirchner, G. Stockinger. Innsbruck, Wien: Studien Verlag, 1998.
- 25 Fuchs-Kittowski, K., Rosenthal, H. A., Eine moderne Biologie bedarf der Kategorie Information. – In: Ethik und Sozialwissenschaften, Streitforum für Erwägungskultur, Westdeutscher Verlag, EUS 9 (1998) Heft 2, S. 200–203.
- 26 Fuchs-Kittowski, Information neither Matter nor Mind – On the Essence and on the Evolutionary Stage Conception of Information. – In: World Futures (1997) Vol. 49, pp. 53–57.
- 27 Fleißner, P., Hofkirchner, W., Müller, H., Pohl, M., Stary, Chr., Der Mensch lebt nicht vom Bit allein. Frankfurt a/M, Berlin, Wien: Peter Lang, Europäischer Verlag der Wissenschaften, (2. Auflage), 1997.
- 28 Ebeling, W., Freud, J., Schweizer, F., Entropie – Information – Komplexität, Konzepte SFB 230

Die im Ursprung biophysikalische und auch automatentheoretisch begründete Theorie der Selbstorganisation im Sinne von H. v. Förster<sup>33</sup>, von E. Jantsch<sup>34</sup> oder im Sinne der „Selbstorganisation der Makromoleküle“ von M. Eigen<sup>35, 36</sup> sowie der Konzeption der „Autopoiesis“ von Maturana und Varela<sup>37</sup> haben, bei aller Unterschiedlichkeit der philosophischen, erkenntnistheoretisch-methodologischen Positionen im Detail, gemein, daß sie nicht nur Paradigmenwechsel in einigen (Teil-) Disziplinen ankündigen oder realisieren, sondern, wie gesagt, ein ganzes Weltbild erschüttern – ein Weltbild, das, obwohl es zu Beginn unseres Jahrhunderts durch die Entwicklung der Relativitätstheorie und Quantentheorie immer mehr Risse bekommen hatte, doch weithin aufrechterhalten wurde. Mit der neuen Sichtweise wird zugleich eine Wissenschaftstheorie und Wissenschaftsmethodologie in Frage gestellt, die einseitig auf die analytische Methode, auf die Quantifizierung, auf wenn-dann Beziehungen orientierte und somit synthetisierende, qualitative, nicht formallogische Gesichtspunkte außer acht ließ. Die mit den oben genannten Theorien verbundene Wissenschaftstheorie drängt dagegen auf die Ergänzung des traditionellen, isolierten disziplinären Denkens. Wie weit die bisherigen Begrenzungen überwunden werden können, ist zu prüfen.

- 1) Durch die Entwicklung der Modellmethode ist zunächst ein wesentlicher Schritt zur Ergänzung der analytischen Methode durch eine nun mögliche analytisch-synthetische Vorgehensweise vollzogen worden. Die Modellmethode ist in der Tat erkenntnistheoretisches Korrelat zum komplexen System. Die Simulation, das Modellieren am Computer, gewinnt daher nicht nur für die

Heft 48, November, 1995.

- 29 Kornwachs, K., Jacoby, K., *Information – New Questions to a Multidisciplinary Concept*. Berlin: Akademie Verlag, 1996.
- 30 Kratky, K.W., Wallner, F. (Hrsg.), *Grundprinzipien der Selbstorganisation*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1990.
- 31 Mayntz, R., *Soziale Diskontinuitäten: Erscheinungsformen und Ursachen*. – In: *Phasensprünge und Stetigkeit in der natürlichen und kulturellen Welt*. Hrsg. v. Hierholzer, Wittmann. Stuttgart: Verlagsgesellschaft, 1988.
- 32 Paetau, M.: *Organizations as self-referential and autopoietic social systems*, in: FIT-KI (Research Focus Culture, Media, Technology), GMD.
- 33 Foerster, H. von, Zopf, Jr, G. W. (Editors): *Principles of Selforganization*. London, Oxford: Pergamon Press, 1962.
- 34 Jantsch, E., *Die Selbstorganisation des Universums – Vom Urknall zum menschlichen Geist*. München: dtv wissenschaft, Carl Hanser Verlag, 1979.
- 35 Eigen, M., *Selforganization of Matter and the Evolution of Biological Macromolecules*. – In: *Naturwissenschaften*, Heft 10, 1971.
- 36 Eigen, M., Winkler, R., *Das Spiel, Naturgesetze steuern den Zufall*. München, Zürich: Piper&Co Verlag, 1975.
- 37 Maturana, H.R., Varela, F.J., *Der Baum der Erkenntnis*. Berlin, München: Scherz Verlag, 1987.

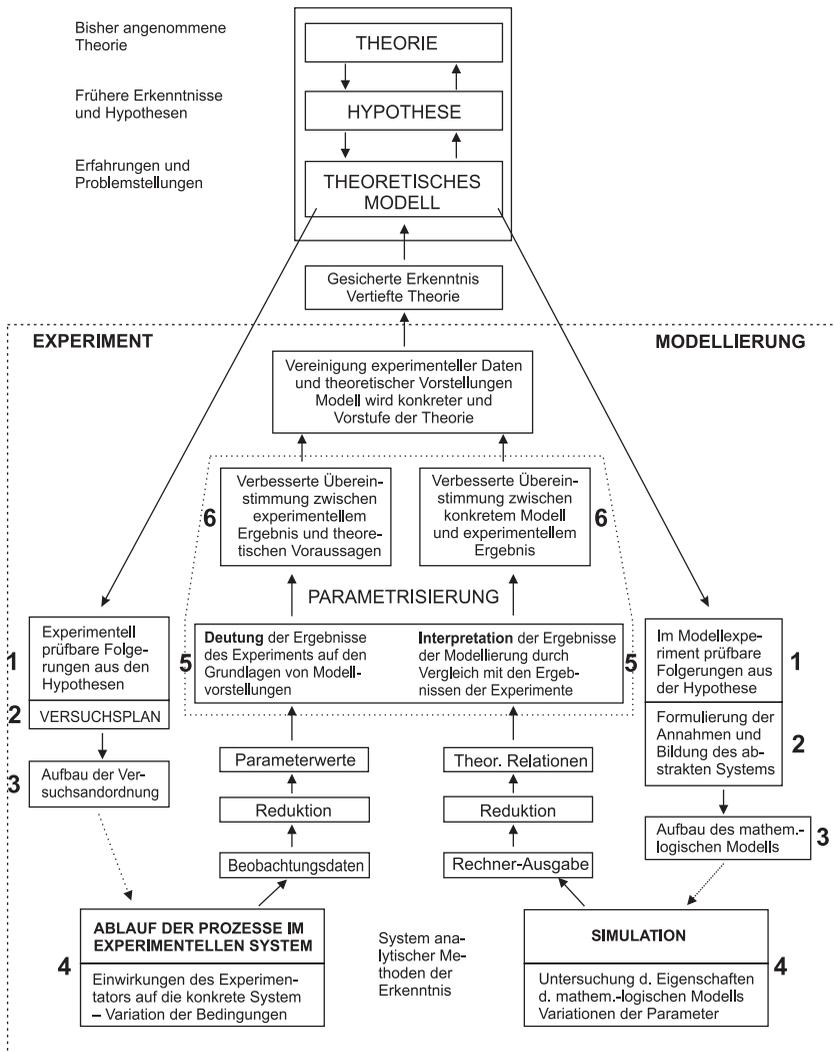


Bild 2

*Das Modell als Bindeglied zwischen Experiment und Theorie als Ausdruck der Einheit von Empirischem und Theoretischem in der wissenschaftlichen Erkenntnis*

naturwissenschaftliche, sondern auch für die sozialwissenschaftliche Forschung immer mehr an Bedeutung. Moderne ökonomische Forschung ist heute ohne Modelle nicht denkbar.

- 2) Wir erleben andererseits eine immer stärkere Verschränkung von Experiment am Objekt mit dem Modellexperiment. Im Modell sind experimentelle Daten und theoretische Vorstellungen vereint. Denn erst in der Vermittlung sind leere Begrifflichkeit des abstrakten Modells und reine Anschaulichkeit der rohen experimentellen Daten aufgehoben (vergl. K. Fuchs-Kittowski, J. Reich<sup>38</sup>).
- 3) Den von der Theorie der Selbstorganisation (der Kybernetik zweiter Ordnung, nach H. von Förster<sup>39</sup>) beeinflussten Erkenntnistheorien ist die Ablehnung eines naiven Realismus gemeinsam. Für den naiven Realismus ist Wissen die Abbildung einer Realität an sich. Mit den Grundbegriffen Selbstregelung und Autonomie, dem Prinzip der operationellen Geschlossenheit des Organismus und dem damit verbundenen Prinzip „keine unmittelbare Aufnahme von Informationen aus der Außenwelt, sondern interne Informationsentstehung“, kann in der Tat eine sich an der Theorie der Selbstorganisation und an der Informationsentstehung orientierende wissenschaftstheoretische Alternative zum naiven Realismus entwickelt werden, ohne daß man einem solipsistischen Konstruktivismus verfallen muß.
- 4) Unter dem Einfluß der Theorie der Selbstorganisation, verbunden mit dem Gedanken der internen Informationsentstehung, hat sich einerseits eine umfassende Biologie der Kognition entwickelt (Maturana und Varela<sup>40</sup>) und zum anderen eine Theorie der Wissenskonstruktion (H. v. Förster<sup>41</sup>), die sowohl

38 Fuchs-Kittowski, K., Reich J.G., Zur Darstellung von Regulationsprozessen des Zellstoffwechsels auf elektronischen Rechenautomaten. – In: Die elektronische Datenverarbeitung im Hochschulwesen, Rechentechnik/Datenverarbeitung 1. Beiheft, 1970.

39 In einer Erklärung der American Society for Cybernetics wird herausgearbeitet, daß es in der Kybernetik von Anfang an zwei grundlegende sich unterscheidende Denkrichtungen gab. Die eine orientierte auf die Entwicklung technischer Systeme, die auf den Mechanismen der Regelung auf der Grundlage von Rückkopplungen, kreisursachen Zusammenhängen, beruht. Diese Denkrichtung war die Grundlage für die Entwicklung von Robotern und vielen anderen Automaten. Die Computer haben ihrerseits zur Entwicklung von Funktionssystemen mit mehr oder weniger technischer Intelligenz geführt.

Die zweite Denkrichtung hat auf allgemeine Fragen des menschlichen Wissens orientiert. Ihre Ausprägung im Rahmen der Theorie der Selbstorganisation hat Heinz von Förster im Auge, wenn er von einer Kybernetik 2. Ordnung spricht, die mit den Grundbegriffen der Selbstregelung, der Autonomie und der operationellen Geschlossenheit gegenwärtig die Wissenschaftstheorie stark beeinflusst (vergl. E.v. Glaserfeld, Radikaler Konstruktivismus, Frankfurt 1997, S. 238–244).

40 Maturana, H.R. und Varela, F.J., Autopoiesis and cognition. Dordrecht: Reidel, 1980.

41 Förster, H. v., Sicht und Einsicht. Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg Verlag, 1985.

dem Extrem des naiven Realismus wie der Absurdität des Solipsismus entgehen kann.

Folgt man also, wie Kant, einem Ansatz, der die Aktivität des Subjekts berücksichtigt, zieht man die erkenntnistheoretischen Konsequenzen der Selbstreferenz, so wird die Realität interaktiv konzipiert, denn Beobachter und Beobachtetes sind wechselseitig voneinander abhängig.

Es sind also Interaktionsprozesse erforderlich, in denen das Wissen lokal produziert wird. Wissen entsteht im Interaktionsprozeß, im praktischen, verändernden Handeln und wird damit nicht einfach als Paket empfangen, ist nicht einfach Abbild einer an sich seienden, vom Beobachter unabhängigen Realität, sondern Wissen ist Konstruktion über Realitäten.

Das erlangte Wissen ist nicht unabhängig von den Theorien, Instrumenten und Zielen des Beobachters, die bei seiner Gewinnung maßgeblich waren, sowie von seiner Stellung in diesem Prozeß. Innen und Außen kann hier nur von jedem Beobachter selbst entschieden werden. Wenn dieser sich bewegt, bewegt sich diese Unterscheidung mit ihm. Man muß gerade bei der Anwendung der Modellmethode die Pluralität der Sichtweisen, d.h. die Multiperspektivität und Dezentralität beachten, ohne daß damit die postmoderne Gesamtsicht übernommen werden müßte<sup>42</sup>.

- 5) Für einen vagen Anti-Realismus gilt es schon als ausgemacht, nur Erzeuger und nicht Entdecker von Wirklichkeit zu sein. Eine genauere und weniger voreilige Besinnung auf das Verhältnis von „Medialität und Realität“ im Erkennen sollte uns dazu führen, einen Konstruktivismus zu entwickeln, der einen philosophischen Realismus nicht verwirft und einen Realismus, der nur gemeinsam mit einem philosophischen Konstruktivismus vertreten werden kann, so daß die u.E. weniger fruchtbare theoretische Alternative: naiver Realismus oder solipsistischer Konstruktivismus überwunden werden kann, wie dies u.a. auch von Martin Seel<sup>43</sup> dargestellt wird. Es wäre ein moderner Konstruktivismus<sup>44</sup>, ja ein konstruktiver Realismus<sup>45</sup> zu entwickeln.

42 Lyotard, J. F. Schrift: „La condition postmoderne“ (Das postmoderne Wissen, Wien, 1986) war ohne Zweifel in verschiedener Hinsicht der Ausgangspunkt für die philosophische postmoderne Debatte, die eine Reihe wichtiger Zusammenhänge zwischen Wissen und informatisierten Gesellschaften aufzeigte:

„Das Wissen hat den Bedingungen der Übersetzbarkeit in Maschinen zu genügen

Das Wissen ist gegenüber dem Wissenden veräußerlicht

Das Wissen wird wie Geld in Umlauf gebracht

Die Frage des Wissens ist mehr denn je eine Frage der Regierung

Die Forscher und Unterrichtenden sind demoralisiert.

43 Seel, M., Bestimmung und Bestimmenlassen – Anfänge einer medialen Erkenntnistheorie. – In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie, Berlin: Akademie Verlag (1998) Heft 3.

- 6) Mit der Theorie der Selbstorganisation ist die Wiedergewinnung des Entwicklungsgedankens verbunden, der durch prädeternistische oder teleologische Konzeptionen immer wieder verstellt wird. Damit erweist sich aber zugleich auch die Begrenztheit anschaulicher Modelle z.B. der Automatisierungstechnik, bezogen auf die sich entwickelnde lebende und soziale Organisation. Denn diese anschaulichen Modelle der Automatisierungstechnik sind am schon Gewordenen orientierte Modelle. Es zeigen sich die Grenzen formallogischer Beschreibungen, die Grenzen des Computermodells in Anwendung auf den kreativen Menschen und die lebendige, kreative Organisation.
- 7) *Im Lebendigen entsteht Information mit ihrer Nutzung, weil Funktion nur mit der durch die Information organisierten Struktur möglich ist, die Information aber erst über die realisierte Funktion ihre Bedeutung erhält.*

*Information Highways* sind Computernetze, die in der Lage sind, Daten wie Texte, Bilder und Töne in digitalisierter Form zu übertragen, und es darüber hinaus ermöglichen, „daß diese Daten live verfügbar werden“. Sie erzeugen aber selbst keine neue Information, die zuvor nicht in den schon eingegebenen Daten vorhanden war. In den Netzen werden, wie in jedem technischen Übertragungskanal, im idealen Fall die Daten (relativ) störungsfrei übertragen. In jedem realen Fall unterliegen sie massiven Störungen, gegen die man sich durch Redundanz schützen kann. In jedem realen Fall der Übertragung entsteht also immer ein „schlechteres Bild“, aber kein besseres, wenn es nicht verstärkt, wiederholt usw. wird. Natur und Mensch sind dagegen kreativ, d.h. sie sind zur Erzeugung neuer Informationen befähigt. Information entsteht in lebendiger und sozialer Organisation<sup>46</sup>. Kreativität ist ein besonderes Kennzeichen des wissenschaftlichen Arbeitsprozesses. Die Lösung eines wissenschaftlichen Problems bedeutet die Schaffung eines entsprechenden Informationsgewinns. Gerade in der Wissenschaftstheorie kann man daher Information nicht als eine vorgegebene Ordnung verstehen, die nur transformiert wird, sondern muß sich mit ihrer Entstehung beschäftigen.

44 Fuchs-Kittowski, K., Heinrich, L. J., Rolf, A., Information entsteht in Organisationen – in kreativen Unternehmen – Wissenschaftstheoretische und methodologische Konsequenzen für die Wirtschaftsinformatik, – In: Wirtschaftsinformatik und Wissenschaftstheorie. Bestandsaufnahme und Perspektiven. Hrsg. v. J. Becker, W. König, R. Schütte, O. Wendt, S. Zelewski, Wiesbaden: Gabler Verlag, 1999.

45 Fuchs-Kittowski, K., Heinrich, L. J., Wolff, B., Wahrheit und Wirklichkeit, (Wirtschafts-) Information und (Unternehmens-) Organisation. – In: Wirtschaftsinformatik und Wissenschaftstheorie. Grundpositionen und Theoriekerne. Hrsg. v. R. Schütte, J. Siedentopf, S. Zelewski. Arbeitsberichte des Instituts für Produktion und Industrielles Informationsmanagement. Nr. 4. Essen, Januar 1999, S. 123–145.

46 ebenda.

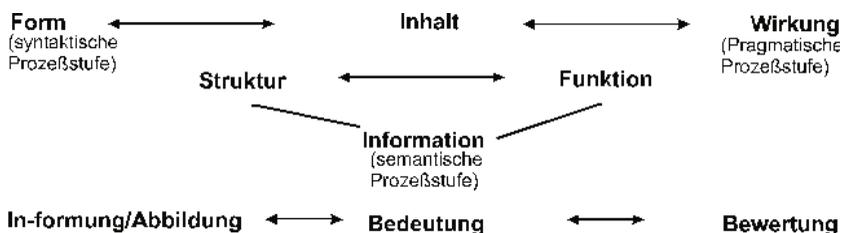


Bild 3 *Informationsentstehung in der Wechselbeziehung von Struktur (Form) und Funktion (Wirkung)*

Hier soll der Grundgedanke des evolutiven Konzepts der Information veranschaulicht werden, wonach die Funktion nur auf der Grundlage einer speziellen, durch Information organisierten Struktur realisiert werden kann und die Struktur nur durch die spezielle Funktion geschaffen und erhalten wird und dieser Zusammenhang von Struktur und Funktion durch Bedeutungen vermittelt wird, die erst in diesem Wechselwirkungsprozeß gebildet werden und somit Information erst entsteht, wenn durch die Realisierung der Funktion, durch die Wirkung eine Bewertung erfolgt ist und somit die Information ihre Bedeutung erhält.

1. Die Syntax von Informationen – ihre Darstellbarkeit durch Zeichen und Zeichenkombinationen
2. Die Semantik von Information – Empfänger- bzw. individuumsabhängige Bildung von Bedeutungen erfahrener Umweltereignisse aus der Welt in der wir leben.
3. Die Pragmatik von Informationen – die verhaltensmäßige Wirkung der Kommunikation (vergl. Watzlawick).
4. Die Sigmatik von Information – ihr Verhältnis zur erfahrenen bzw. wahrgenommenen Wirklichkeit. W. Steinmüller sieht die Fruchtbarkeit der Anwendung der Semiotik auf die Information zu Recht darin, daß sich somit verschiedene „Dimensionen“ oder (logische) Ebenen der Information gewinnen lassen.

Im Lebendigen, im Prozeß der Informationserzeugung sind es sich wechselseitig bedingende Prozeßstufen.

Bei höherer Komplexität bedingen Struktur und Funktion einander. Dieses evolutionäre Verständnis der Information, der Bildung ihrer Semantik (des Inhaltes) in der Wechselbeziehung von Struktur (Form) und Funktion (Wirkung), ist zu verallgemeinern. Dieser Trias von Form, Inhalt und Wirkung begegnet man auch auf anderen Ebenen der Organisation lebender und sozialer Systeme.<sup>47,48</sup>

Es liegt also auf der Hand, sich um ein tieferes Verständnis der Information zu bemühen. Die Fragen nach den charakteristischen Merkmalen der Information, der Art ihrer Erhaltung über längere Zeit, die Frage, ob sie als eine vorgegebene Ordnung zu verstehen ist oder im Prozeß der Entwicklung und der Kognition entsteht, ist heute in der Molekularbiologie, in den Neurowissenschaften, in den Sprachwissenschaften, im Paradigmenstreit der Kognitionswissenschaft und KI-Forschung, ja in der modernen Theorie der Unternehmensorganisation und der Wissenschaftsorganisation von besonderer Aktualität.

Der Gedanke, daß Information nicht unmittelbar aus der Außenwelt aufgenommen wird, sondern auf der Grundlage der erhaltenen Signale durch einen komplizierten Prozeß der Transition, Interpretation, Kontexteinbindung intern erzeugt wird, führt, wie wir sahen, zu Konsequenzen in der wissenschaftstheoretischen Grundhaltung.

Hier wird deutlich, warum Informationsentstehung für die Wissenschaftstheorie und Wissenschaftsorganisation von so besonderer methodologischer Relevanz ist, müssen sie doch das Wesen der Information und Kommunikation bei der geistigen Arbeit der einzelnen Wissenschaftler und in der betrieblichen Organisation der wissenschaftlichen Einrichtung verstehen, sollen die technischen Systeme zu ihrer Unterstützung sinnvoll zum Einsatz kommen.

### *2.3. Informationstechnologie und die methodologische Struktur der Forschungssituation*

#### *2.3.1. Das wissenschaftliche Problem*

Wissenschaft entwickelt sich durch theoretisches Denken und experimentelle Tätigkeit, indem Forscher Erkenntnisprobleme mittels Wissen und Geräten methodisch lösen. *Jedes Problem ist ein Wissen über Situationen in der geistigen oder*

47 Fuchs-Kittowski, K., Reflection on the Essence of Information. – In: Software Development and Reality Construction. C. Floyd, H. Züllighofen, R. Budde, R. Keil-Slawik (editors). Berlin, New York: Springer-Verlag, 1992.

48 Fuchs-Kittowski, K., Rosenthal, H.-A., Selbstorganisation, Information und Evolution – zur Kreativität der belebten Natur. – In: Information und Selbstorganisation – Annäherung an eine vereinheitlichte Theorie der Information. Innsbruck, Wien: Studien Verlag, 1998.

*praktisch-experimentellen Tätigkeit, in denen das verfügbare Wissen nicht genügt, die Ziele erreichen zu können, und deshalb entsprechend zu erweitern ist* (vergl. Parthey<sup>49</sup>, K. Fuchs-Kittowski, H. Parthey<sup>50</sup>).

Im engeren Sinne wird die Kenntnis eines derartigen Wissensmangels nur dann ein Problem genannt, wenn das fehlende Wissen nicht von anderen übernommen werden kann, sondern neu gewonnen werden muß, *wenn also wirklich eine Situation vorliegt, in der neue Information entstehen muß.*

In der gemeinsamen Arbeit von K. Fuchs-Kittowski und H. Parthey: „Veränderungen in der Forschungssituation durch die Entwicklung der Informationstechnologie“ aus dem Jahre 1987 wird definiert:

*Ein Forschungsproblem liegt dann vor, wenn für ein System von Aussagen und Fragen über bzw. nach Bedingungen der Zielerreichung kein Algorithmus bekannt ist, durch den der festgestellte Wissensmangel in einer endlichen Zahl von Schritten beseitigt werden kann. Ist ein Algorithmus bekannt, so liegt eine Aufgabe vor.*

Diese Unterscheidung zwischen Problem und Aufgabe entspricht unserer an anderer Stelle herausgearbeiteten Unterscheidung zwischen Informationstransformation und Informationserzeugung, wie dies einerseits für die Datenverarbeitung als logische Aussagenverknüpfung und andererseits für das schöpferische Denken mit der Entstehung neuer Informationen, der Verbindung von Aufgabenlösung und neu konstituierter Momente, charakterisiert ist<sup>51</sup>. Die begriffliche Differenzierung zwischen Problem und Aufgabe wird auch in neueren Arbeiten wieder aufgegriffen und für die Modellierungsmethodologie fruchtbar gemacht<sup>52</sup>.

Beim wissenschaftlichen Problem sind die Fragen durch das *vorhandene Wissen begründet, aber nicht beantwortet*. Ein Problem löst sich in dem Maße auf, wie neue Informationen, neues Wissen als verstandene, begründete Informationen die Fragen, die ein wissenschaftliches Problem repräsentieren, beantworten.

Zwischen dem Auftreten einer Problemsituation, die von dem Forscher im Problem erfaßt und dargestellt wird, und dem Gegebensein einer Forschungssituation besteht ein wichtiger Unterschied. So muß der kreative Wissenschaftler zwar ein Gefühl für die wirklich entscheidenden Fragen haben, aber er muß zugleich

49 Parthey, H., Problemsituation und Forschungssituation in der Entwicklung der Wissenschaft. – In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie (Berlin). 29(1981)2, S. 172–182.

50 Fuchs-Kittowski, K., Parthey, H., Veränderungen in der Forschungssituation durch die Entwicklung der Informationstechnologie, in: Arbeitstagung Forschungstechnologie'87 Informationstechnologie als Teil der Forschungstechnologie in den experimentellen Wissenschaften, Tagungsmaterialien, Akademie der Wissenschaften der DDR, 1987.

51 Fuchs-Kittowski, K., Kaiser, H., Tschirschwitz, R., Wenzlaff, B.: Informatik und Automatisierung. Berlin: Akademie-Verlag, 1976.

52 Dresbach, S., Modellierung by Construction – Entwurf einer Allgemeinen Modellierungsmethodologie für betriebliche Entscheidungen. Lüdenschied: Schaker Verlag, 1996.

auch das richtige Gespür dafür haben, inwieweit es beim gegebenen Stand der Forschungstechnologie überhaupt möglich sein wird, die Probleme mit dem zur Verfügung stehenden oder zu entwickelnden Instrumentarium wirklich bewältigen zu können. Demnach können unter einer Forschungssituation *solche Zusammenhänge zwischen Problemfeldern und Methodengefüge verstanden werden, die es dem Wissenschaftler gestatten, die Problemfelder mittels tatsächlicher Verfügbarkeit an Wissen und Forschungstechnik methodisch zu bearbeiten.*

In dem von H. Parthey herausgearbeiteten Verständnis der methodologischen Struktur von Forschungssituationen sind neben den zwei Gebilden: *Problemfeld und Methodengefüge* zwei wesentliche Relationen zwischen ihnen und zur Gesellschaft zu beachten: einmal die tatsächliche Verfügbarkeit ideeller und materieller Mittel zur Problembearbeitung und zum anderen die Erkenntnis- und Gesellschaftsrelevanz von Forschungsproblemen. Denn sollen *Forschungssituationen mit einem neuartigen Zusammenhang zwischen Problem und Methode sowie Gerät (Soft- und Hardware)* herbeigeführt werden, dann können sich von den denkbaren Forschungsmöglichkeiten auch nur die realisieren, für die von der Gesellschaft die entsprechenden Mittel und Kräfte bereitgestellt werden. Entscheidungen darüber sind jedoch von der aufgezeigten *Problemrelevanz* abhängig.

### 2.3.2. *Methodologische Struktur der Forschungssituation unter Einbeziehung der Informationstechnologie – der digitalen Medien*

Die *Problemrelevanz* reguliert die Bewertung der Probleme nach dem Beitrag ihrer möglichen Lösung sowohl für den Erkenntnisfortschritt als auch für die Lösung von gesellschaftlichen Praxisproblemen, letztlich die tatsächliche Verfügbarkeit an wissens- und gerätemäßigen Voraussetzungen zur Problembearbeitung.

Immer mehr beeinflussen IuK-Technologien die Forschungssituation, so daß heute wohl kaum noch zwischen Forschungssituationen mit oder ohne Informations- und Kommunikationstechnologien zu unterscheiden ist. Die Verschmelzung von universeller Datenverarbeitung, Textverarbeitung mit den neuen Kommunikationsmöglichkeiten führt zu einer lokalen und globalen Vernetzung. Diese informationstechnologischen Komplexe führen zu einer lokalen wie globalen informationellen Infrastruktur als Grundlage für jede Produktions-, Management- und Verwaltungstätigkeit und insbesondere auch für die wissenschaftliche Tätigkeit. Von ihr hatte diese Entwicklung z. B. zur Telekooperation auch zuerst ihren Anfang genommen. Die Entwicklung und Ausbreitung des Telepublishing<sup>53</sup> war

53 Sandkuhl, K. Kint, Telepublishing. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, 1995.

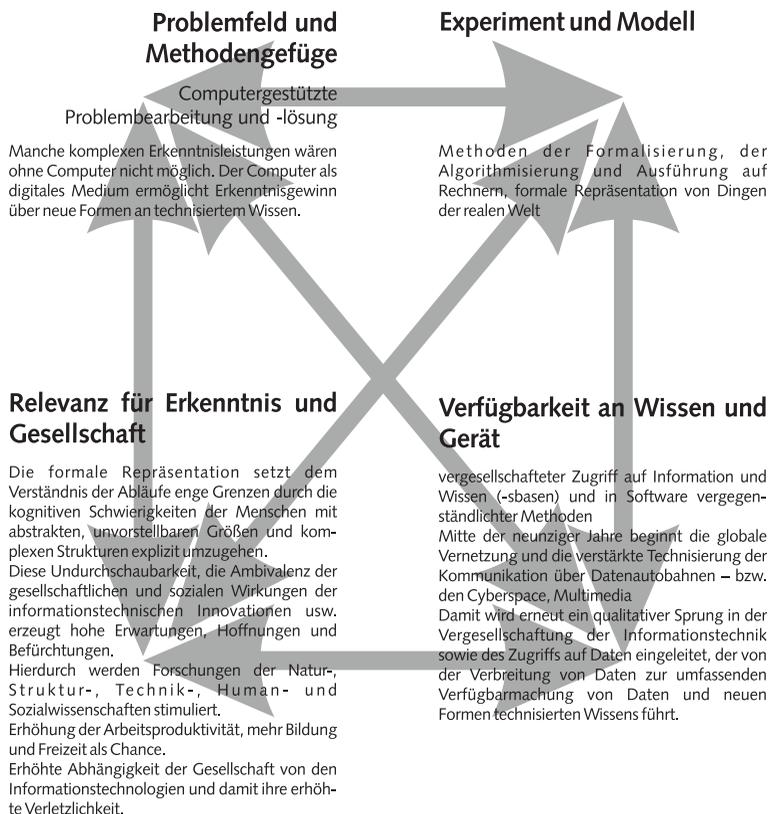


Bild 4 *Methodologische Struktur der Forschungssituation durch Entwicklung der Informationstechnologie*

die erste Form virtueller Unternehmen, auch wenn man den Begriff dafür noch nicht verwandte.

Wie die Physik zu Beginn und die Biologie in der Mitte unseres Jahrhunderts die Wissenschaft revolutioniert haben, revolutioniert die Informatik mit den modernen Informations- und Kommunikationstechnologien gegenwärtig die Wissenschaft. Das Niveau und die Verbreitung hochleistungsfähiger Methoden und ihre Vergegenständlichung in Form wissenschaftlicher Geräte, moderner Forschungstechnologien und damit heute insbesondere in Software vergegenständlichte Methodologie, der Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstech-

nologien bestimmen heute in hohem Maße den Rang und das Profil der Wissenschaft eines Landes, den Charakter der wissenschaftlichen Arbeit in der Gegenwart und in der Zukunft.

#### *2.4. Wichtige Veränderungen in der Forschungssituation durch den computerunterstützten Wissenschaftlerarbeitsplatz*

Der computerunterstützte Wissenschaftlerarbeitsplatz (hoher Leistungsfähigkeit) mit seiner internen und globalen Vernetzung verändert nachhaltig die Forschungstechnologie. Hohe Rechen- und Kommunikationsleistungen, entsprechende Graphikfähigkeit, ein differenziertes Modell der Mensch-Computer Interaktion und leistungsfähige Betriebssysteme werden durch den dezentralen, arbeitsplatzbezogenen und vernetzten Einsatz der Informationstechnologien *unmittelbar in den wissenschaftlichen Arbeitsprozeß integriert*.

- 1) Der computerunterstützte Wissenschaftlerarbeitsplatz ermöglicht heute multimediale Anwendungen, den praktischen Einsatz von Text, Bild und Tondokumenten und wird in naher Zukunft auch Video-Dokumente umfassen.
- 2) Der computerunterstützte Wissenschaftlerarbeitsplatz ermöglicht heute, daß große Dokumentenbestände in digitaler Form vorgehalten werden können.<sup>54</sup> Die Nutzung der Informationstechnologien zur Informationsrecherche, Informationsbereitstellung und Informationsverbreitung kann wohl heute allgemein im wissenschaftlichen Arbeitsprozeß unterstellt werden.
- 3) Der computerunterstützte Wissenschaftlerarbeitsplatz ermöglicht heute eine weitgehende globale und lokale Vernetzung und gestattet somit, verschiedene, weit auseinanderliegenden Standorte miteinander zu verbinden, so daß die Wissenschaftler zur Erreichung eines bestimmten Forschungszieles wesentlich leichter miteinander kooperieren können. Die internationale bzw. globale Vernetzung erlaubt dem Wissenschaftler den Zugriff auf eine Vielzahl von Daten unterschiedlicher Herkunft, Lokalität und Aktualität. Außer der direkten Verfügbarkeit, als ein wesentliches Charakteristikum der Forschungssituation, ist die rasche Beschaffung großer Datenmengen ein Schwerpunkt bei der Gestaltung der Datenautobahnen.
- 4) Der computerunterstützte Wissenschaftlerarbeitsplatz ermöglicht heute computerunterstützte kooperative Arbeit (CSCW). Dies führte insbesondere zur Entwicklung von Telekooperationssystemen (mit Video-, Audio- und Application Sharing-Funktionalität). Diese Entwicklung dient nicht nur zur Ko-

54 Bericht der IKB-Kommission, Neue Medien- und Kommunikationstechnologien für wissenschaftliche Bibliotheken. München: K.G. Saur, 1997.

steneinsparung und Beschleunigung der Prozesse, sondern es bilden sich im Bereich der Wissenschaft auf dieser Basis Formen gruppenorientierter Arbeit mit ihren besonderen Kreativitätspotentialen heraus, die heute auch die Organisationskonzepte in der Industrie stark beeinflussen.

- 5) Der computerunterstützte Wissenschaftlerarbeitsplatz ermöglicht heute, auf der Basis der elektronischen, digitalen Medien, die Virtualisierung von Teilen wissenschaftlicher Einrichtungen, wissenschaftlichen Bibliotheken, Universitäten und damit die Überwindung der Restriktionen von Raum und Zeit. Mit Virtualisierung wird der Transformationsprozeß bezeichnet, durch den physische Gegenstände und Prozesse wie Geld, Bücher u.a. mittels Abstraktion, Formalisierung sowie Programmierung in eine elektronische Existenz überführt werden. So ist eine digitale Bibliothek „durch die wesentliche Erweiterung um binäre Informationen gekennzeichnet“ (W. Umstätter<sup>55</sup>).
- 6) Mit den hier genannten Entwicklungen zeichnet sich ein tiefgehender Wandel in der Kultur der wissenschaftlichen Arbeit, verbunden mit Veränderungen im wissenschaftlichen Denken, in der Methodologie der Wissenschaften ab.

### *2.5. Zusammenhang von Problemfeld und Methodengefüge*

Der Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnologien im Forschungsprozeß, z. B. der Bio-Wissenschaften, vollzieht sich in verschiedenen Grundrichtungen. Einmal geht es um den Einsatz der Informationstechnik als Teil der experimentellen Technik zur Rationalisierung der Meß- und Analysemethoden<sup>56</sup>. Für den Betrieb klinischer Großlaboratorien entstehen sog. Laborinformations- und Steuersysteme<sup>57, 58</sup>. Zum anderen geht es um den Einsatz der Informationstechnologien zur Unterstützung der theoretischen Durchdringung der Forschungsobjekte mit Hilfe mathematisch-logischer Modelle<sup>59, 60, 61</sup>.

55 Umstätter, W., Die Rolle der Digitalen Bibliothek in der modernen Wissenschaft, in diesem Band.

56 Lehmann, Th., Oberschelp, W., Pelikan, E., Repges, R., Bildverarbeitung für die Medizin. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, 1997.

57 Züllighoven, H., Das objektorientierte Konstruktionshandbuch nach dem Werkzeug & Material-Ansatz. Heidelberg, dpunkt.verlag, 1998 .

58 Weske, D., Objektorientierte Modellierung verteilter, technisch eingebetteter Anwendungssysteme am Beispiel eines Laborinformations- und Steuersystems. Diplomarbeit, Universität Hamburg, Fachbereich Informatik, Arbeitsbereich Softwaretechnik, 1997.

59 Fuchs-Kittowski, K., Gudermuth, P., Adam, J. Mühlberg, E. (Hrsg.), Probleme der Informatik in Medizin und Biologie – III. Wissenschaftliches Kolloquium zur Organisation der Informationsverarbeitung. Berlin: Akademie-Verlag, 1982.

60 Page, B., Diskrete Simulation. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag, 1991.

61 Hucklenbroich, P., Toellner, R. (Hrsg.), Künstliche Intelligenz in der Medizin. Akademie der

Untersuchungen an Modellen werden zum Kristallisationspunkt der kooperativen, interdisziplinären Forschung. Dies ist eine der entscheidenden Aussagen, will man die Veränderung der Forschungssituation durch den Einsatz der modernen Informations- und Kommunikationstechnologien charakterisieren. Weiterhin verändern sie als Resultat sowohl der gegenständlichen als auch der theoretischen Arbeit, als Bindeglied zwischen Theorie und Experiment, die wissenschaftlichen Arbeitsprozesse. Das gegenwärtig viel diskutierte Human-Genome-Projekt hat zu Bewältigung der Genanalyse unmittelbar besonders leistungsfähige Computer zur Voraussetzung und stimuliert zugleich, noch leistungsfähigere zu entwickeln. Mit diesen einzelnen wissenschaftlichen und technischen Erfolgen und Herausforde-

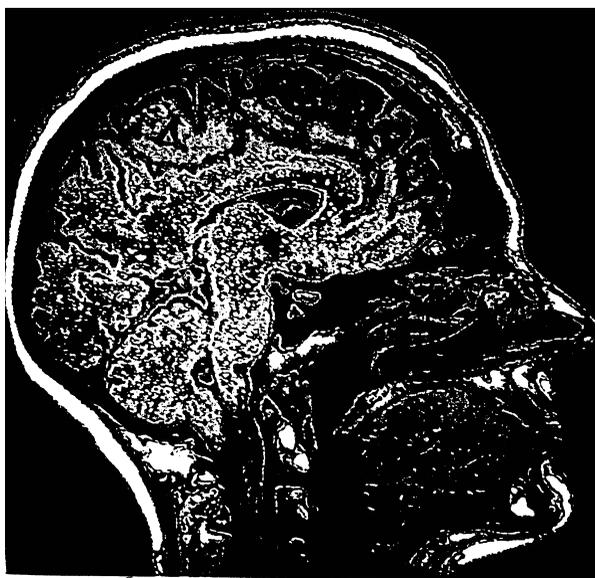


Bild 5 *Magnetresonananz-Tomographen enthüllen Weichteilgewebe – etwa das Gehirn – mit mehr Details als andere bildgebende Verfahren (Gaede, P.-M. (Hrsg): Ärzte, Technik, Patienten, GEO-Wissen. Hamburg: Gruner & Jahr, 1995)*

rungen bereitet sich ein neuer Umgang mit der Natur bzw. mit unserem Körper vor.

Leben wird nicht nur über die Modellmethode ingenieurmäßig verstanden und behandelt, sondern in den Anfängen auch schon so produziert. Computergestützte

Techniken verändern also auch unser Verhältnis zu unserer Umwelt und zu unserem eigenen Körper nachhaltig. Dies geschieht nicht nur durch die bekannten Erfolge in der Gen- und Neurotechnologie, sondern auch durch die digitalen Medien und die damit geschaffenen Computernetzwerke und virtuellen Realitäten. Denn sie beruhen auf immer neuen Schnittstellen zu unserem Körper, durch die er immer direkter an die technologischen Systeme angeschlossen wird, die neue Formen technisierten Wissen über unseren Körper bereitstellen. Hier sei nur verwiesen auf die bildgebenden Verfahren der Nuklearmedizin wie die Szintigraphie oder auf die Magnetresonanz (MR-)Tomographie. Solche Bilder und Daten aus dem Inneren des menschlichen Körpers haben eine „explorative Chirurgie“ weitgehend eingeschränkt.

Immer mehr verlassen sich Ärzte auf die Apparate und das von ihnen erzeugte technisierte Wissen, wenn sie Leiden erkennen und therapieren wollen. Die Patienten erwarten den Einsatz der neuesten Geräte, wie z.B. die Magnetresonanz (MR)-Tomographie, um geheilt zu werden. Immer schon wurde die Naturerkenntnis über die dazu verwendete experimentelle Technik vermittelt. Somit hatte man es auch nicht mit „Abbildungen“ im Sinne eines naiven Realismus zu tun. Doch waren es in einem gewissen Sinne immerhin noch „Abbildungen“. Beim klassischen Röntgenbild wird der Körper mit allen sich überlagernden Ebenen auf eine Filmebene produziert, wodurch Wirbelsäule und Speiseröhre auf der Aufnahme etwa übereinander liegen. Dagegen bildet der Tomograph einen Querschnitt ab. Der Arzt sieht jeweils nur eine dünne Schicht kann aber auf diesem Schnitt, eine Struktur, z.B. einen Tumor, genauer lokalisieren. Ein solches Tomogramm (griech. *tomein* = schneiden) entsteht nur mit Hilfe des Computers. Somit kann man mit Recht von wirklich neuen Formen technisierten Wissens sprechen, welches ohne den Computer nicht existieren würde. Das Ergebnis kann per Computer dann auch weiter verarbeitet werden – wie heute die Daten fast aller bildgebenden u.a. diagnostischen Verfahren. *Jetzt ist das erzeugte Bild von vornherein eine mathematische Rekonstruktion. Die dreidimensionale Computergraphik ist ein Artefakt – ein Datensatz von dem per bildgebenden Verfahren erfaßten Körper, der nun am Bildschirm zerlegt wird, wobei die einzelnen Organe gedreht und gewendet werden können, so daß auf zugrundeliegende Strukturen geschlossen werden kann.*

Die vom Computer erzeugten farbigen Welten, die 3-D-Bilder, sind besser zu verstehen, aber was sie wirklich zeigen, muß erst mühsam erlernt werden. Sie dürfen daher nicht zum Selbstzweck werden, sondern müssen nach medizinischen Kriterien bewertet, eben in den Gesamtzusammenhang eingeordnet werden.

Mag der Arzt noch so viele Daten über einen Patienten zur Verfügung haben: Röntgenbilder, Computertomogramme, EKG-Kurven, Labordaten, so bedarf es doch einer Strukturierung der Datenflut, einer Ordnung im Informationschaos.

Denn Information entsteht erst durch Interpretation der Daten, und Informationen werden erst durch Inbeziehungsetzung zu anderen Informationen, durch ihre Einordnung in einen Sinnzusammenhang, zu Wissen. Erst das Wissen über die Zusammenhänge ermöglicht sinnvolles wissenschaftliches und ärztliches Handeln<sup>62</sup>.

Wir haben also viele Daten, damit aber noch keine Information!

Wir haben möglicherweise viele Informationen, damit aber noch kein Wissen.

Wir haben Wissen, damit aber noch keine Weisheit, keine Bewertung seiner Dienlichkeit für unser Leben.

Die Technik soll nun wieder das Dilemma beseitigen helfen, welches erst durch die Technik entstanden ist: Computer sollen die Daten zentral archivieren, ordnen und verwalten, aber auch aufbereiten und interpretieren.

Die hiermit verbundene Veränderung in den Denk- und Arbeitsweisen zeigt sich z.B. bei der Arbeit der Röntgenärzte. Hier ist durch den Computer eine qualitativ neue Diagnostik entstanden, ausgelöst durch die Entwicklung des Computer-Tomographen (1972) von Godfrey Housfield. Jetzt geht es um die Bewältigung der von den neuen Verfahren erzeugten Datenflut.

Im elektronischen bzw. „digitalen Krankenhaus“ von morgen hat also dann der Arzt auf Knopfdruck über ein Sichtgerät Zugriff auf alle Daten. Aber mit diesem Zukunftsbild werden auch schon die enormen Schwierigkeiten bei der Bewältigung der Datenflut sichtbar: Es bereitet sich eine für den Patienten weitgehend unsichtbare Revolution vor, die ein weiteres Nachdenken über Zukunftsvisionen in der Medizin erforderlich macht<sup>63</sup>.

## *2.6. Verfügbarkeit von Wissen und Gerät – einschließlich in Software vergegenständlichten Methodenwissens*

Aus der aufgezeigten methodologischen Struktur der Forschungssituation ergibt sich die Verfügbarkeit von Wissen und Gerät als einer der die Forschungssituation entscheidend bestimmenden Faktoren. Dabei sind es die neue Formen eines vergesellschafteten Zugriffs zu Daten- und Informationbasen und in Software vergegenständlichten Methoden, die zu einer entscheidenden Beschleunigung der wissenschaftlich-technischen Entwicklung beitragen. Dies wird die Forschungssituation am nachhaltigsten beeinflussen.

62 ebenda.

63 Fuchs-Kittowski, K., Künstliche Intelligenz in der Medizin – Herausforderungen und Visionen an der Jahrtausendwende, in: Zukunftsvisionen in der Medizin, Dokumentation der 5. Wissenschaftlichen Arbeitstagung, Medizin und Gesellschaft, (1999) 1–95 Heft 19, S. 31–72.

Zur Zeit von G.W. Leibniz standen noch fast alle Gelehrten Europas in einem regen Briefwechsel untereinander. Die Entwicklung der Journale war zunächst eine Art Fortsetzung dieses Briefwechsels. Damit entstand aber eine Informationskette – Autor-Verlag-Bibliothek-Leser. Heute nun sind wohl fast alle Wissenschaftler in Universitäten und Forschungsinstituten weltweit über das Internet vernetzt. Entstehen nun elektronische Zeitschriften? Wird die frühere Informationskette verkürzt auf Autor und Leser und damit der Verlag und die Bibliothek in den Hintergrund gedrängt? Für eine konkrete Forschungssituation mag dies zunächst irrelevant sein, ja die Verkürzung der Kette verspricht sogar für die Spitzenfor-

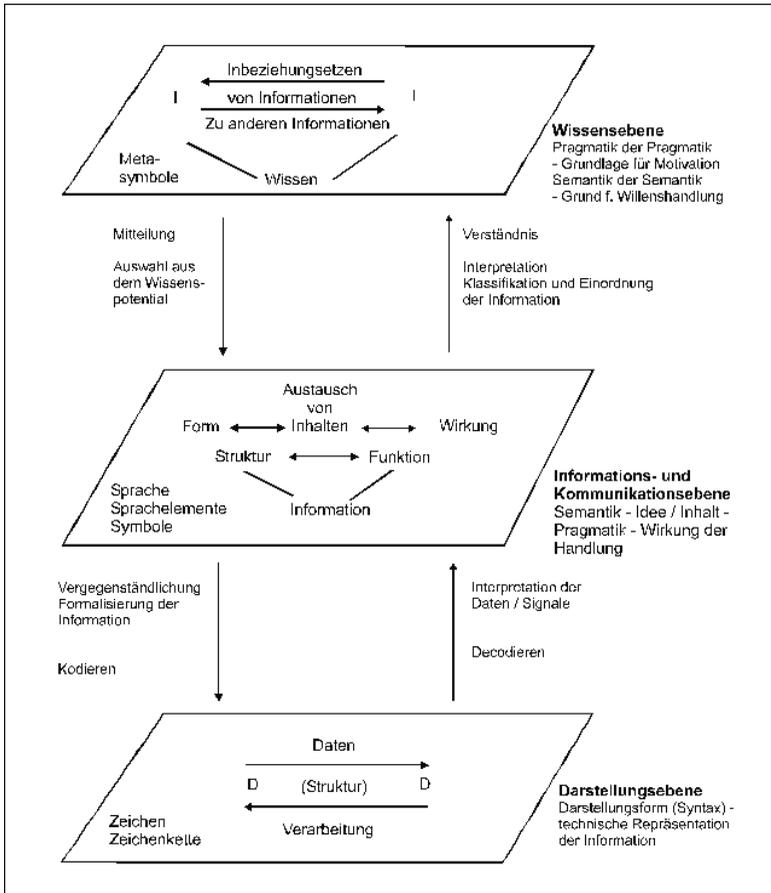


Bild 6

*Unterscheidung zwischen Daten, Information und Wissen*

schung eine weitere Beschleunigung. Ein direkter Informationsfluß vom Informationsproduzenten zum Konsumenten wird unbedingt zur Intensivierung der Forschungsarbeit beitragen. So sagte mein Lehrer und Doktorvater wiederholt: „Ich brauche keine Bibliothek, keine Retrievalsysteme. Wer an der Spitze der Forschung steht, dem werden die relevanten Forschungsergebnisse anderer persönlich ins Haus geschickt“ – und eben heute auch per Email.

Die Verfügbarkeit von Wissen kann also in unterschiedlichen Formen erfolgen. Ein *wichtiges Glied in dieser Kette ist und bleibt die Bibliothek. Eine Bibliothek* mit dem Attribut „virtuell“ zeigt sich besonders modisch und zukunftsorientiert, auch wenn real bisher nur die „Online-Benutzerkataloge“ der Bibliotheken zur Verfügung stehen, d.h. die Standorte der Bücher eingesehen werden können. Die meisten Bücher sind jedoch immer noch real.

Die elektronische Zeitschrift erleichtert bibliographische Auskünfte, die Wiederbeschaffung verlorener Ausgaben und bringt eine Papier- und Druckersparnis.

Elektronische Bücher, heute meist Lexika, Wörterbücher und andere Nachschlagewerke, können heute von einer ganzen Reihe von Verlagen, neben der normalen Buchproduktion, die das entscheidende Standbein bleibt, ausgeliefert werden. Eine ganz andere Dimension haben Projekte, ganze Bibliotheksbestände zu scannen und so zu digitalisieren. Hier sei nur das „American Memory Projekt“ der Library of Congress erwähnt. Hier werden gegenwärtig Tausende Bücher digitalisiert und auf CD-ROM zur Verfügung gestellt. Mit dem Gutenberg-Projekt der University of Illinois sollen im Jahre 2001 10 000 Bücher der Weltliteratur digitalisiert über das Internet kostenlos zur Verfügung gestellt werden.

Das dreistufige Schema zeigt, daß Information eine Zwischenstellung hat. Sie steht zwischen den Daten, ihrer Darstellungsform und ihren Wirkungen im Sinne der Organisation von Prozessen bzw. hier der Erweiterung von bestehendem Wissen, durch ihre Einordnung bzw. Inbeziehungsetzung zu anderen Informationen.

Hiermit wird deutlich, daß die Begriffe Daten, Information und Wissen zu unterscheiden sind, da sie sich in der Tat auf unterschiedliche Sachverhalte beziehen und nicht, wie oftmals suggeriert wird, mit unterschiedlichen Begriffen gleiche Sachverhalte beschrieben werden.

### 3. *Zur Ambivalenz der Wirkungen moderner Informations- und Kommunikationstechnologien*

#### 3.1. *Verlust im Fortschreiten – Ambivalenzen*

Sprechen wir von den Leistungen der Informatik, dann wissen wir heute nur zu gut, daß die sozialen und gesellschaftlichen Wirkungen der von den Informatikern entwickelten und eingesetzten modernen Informations- und Kommunikationstechnologien ambivalent sind. So entlasten diese Technologien von schwerer körperlicher und formalisierbarer geistiger Routinearbeit, und zugleich können sie zur Dequalifizierung menschlicher Arbeit beitragen.

Wie Ernst Bloch in seiner Arbeit „Differenzierungen im Begriff Fortschritt“<sup>64</sup> verdeutlichte, kommt es zu einem „Verlust im Fortschreiten“. Er schrieb: „Aber immer schon wurde auch klar, daß selbst ein gelungenes Vorwärts nicht durch und durch eins zu sein brauchte. Es kann etwas darin verloren gehen, so bereits sichtbar im Erwachen vom Kind zum Jüngling, von diesem zum Mann.“<sup>65</sup> Er spricht dann im weiteren vom besonderen Kulturverlust, der mit der technischen Entwicklung verbunden sein kann. Ein kleines, doch besonders sinnfälliges Beispiel, sogar am gleichen Objekt, bietet sich dar, sobald man etwa die Entwicklung der Beleuchtungstechnik betrachtet, die an signifikanten Exempeln im Deutschen Museum, dem Technik-Museum in München, dargestellt ist oder war. „Da geht es lange Zeit vom Kienspan, der Tonlampe aufwärts, sowohl technisch wie ästhetisch aufwärts, hin zur romantischen, gar byzantinischen Lichtkrone, zu Moscheelampen, die selber orientalische Märchen sind, und auch weiterhin läuft das schöne Bessere leidlich fort. Bis die technisch-ästhetischen Fortschrittswege, die bisher zusammengeblieben, sich trennen: es kommt die immer heller, doch auch immer häßlicher werdende Petroleumlampe, es kommt der wahrhaft nur photometrisch blendende Auerstrumpf, dann die anfangs zu grellnackte Glühbirne und erst allmählich wird sie durch Milchglas oder Schirme so passabel gemacht, daß ihre bedeutende Helle nicht auch sticht. Aber der Kerzenkandelaber, auf alten Mahagonitischen, verbreitet allerdings auch heute ein nicht nur milderer, sondern festlicheres Licht“<sup>66</sup>.

Sprechen wir von der Struktur und Funktion wissenschaftlicher Kommunikation auf der Basis der digitalen Medien, so wird man feststellen, daß die modernen Informations- und Kommunikationstechnologien den Zugang zum Weltwissen

64 Bloch, E., Zur Differenzierung des Begriffs Fortschritt, Sitzungsberichte der Deutschen Akademie der Wissenschaften. Berlin: Akademie Verlag, 1956.

65 ebenda, S. 5.

66 ebenda, S. 13.

erleichtern und die Möglichkeiten zum spielerischen Umgang mit virtuellen Welten bieten, zugleich aber können sie die Zugangsschwelle zum Wissen erhöhen, den Bezug zur realen Erfahrungswelt verbauen. Es verschärft sich offensichtlich der Gegensatz zwischen den „information rich and the information poor“, da gerade durch Erleichterung für die einen Nutzer eine verstärkte Ungleichheit für die anderen geschaffen wird. Die Debatte über „Informationsreichtum und -armut“ wird von der durchaus berechtigten und belegbaren Angst genährt, daß der Zugang zur Information dem Muster bestehender sozialer Ungleichheit folgt. Andererseits besteht jedoch die Hoffnung, daß Information ein Gut ist, das gemäß einer entsprechenden Wissensordnung der Informationsgesellschaft in wichtigen Bereichen der Gesellschaft den Gesetzmäßigkeiten des Warenverkehrs entzogen werden kann und daher die Potenz in sich birgt, entsprechend den Idealen der Aufklärung allen Mitgliedern der Gesellschaft in gleicher Weise zur Verfügung zu stehn.

Dies zeigt, daß moderne Informations- und Kommunikationstechnologien in der Tat nicht nur zu positiven Ergebnissen in unserem Arbeits- und Alltagsleben führen, sondern auch soziale und gesellschaftliche Risiken in sich bergen. Dies ist bekannt, zumindest seitdem mit dem umfassenden Einsatz dieser Technologien begonnen wurde, der unterdessen in der Tat alle Bereiche unseres Lebens, bis hin in die Privatsphäre, betroffen hat. Doch sind wir heute nochmals in einer neuen kulturellen Situation. Diese zeigt sich in einer jetzt erst deutlicher werdenden Beschleunigung und radikalen räumlichen Ausbreitung der kulturellen Veränderungen, die mit dem dezentralen sowie lokal und global vernetzten Einsatz der Informationstechnik verbunden sind. Unterdessen hat das Internet 20–50 Millionen Nutzer, die Anzahl der angeschlossenen Großrechner (Server) beträgt rund 2,5 Millionen und soll sich alle 7 Monate verdoppeln. Das Internet ist jedoch nicht das einzige elektronische Netz. Verwiesen sei z.B. auch auf Compuserve, den ältesten (seit 1979) kommerziellen Anbieter. Durch die Gesamtheit dieser elektronischen Netze wird ein Raum aufgespannt, den wir als Hyperspace bezeichnen können. Meist wird er auch Information Super Highway oder Cyberspace benannt. Dabei sollte aber nicht übersehen werden, daß diese Bezeichnungen zumindest in den USA. auch politisch belegt sind<sup>67</sup> und daher nicht, wie dies in Europa oft geschieht, einfach als Synonyme behandelt werden können.

67 Kleinsteuber, H. J. (Hrsg), Der „Information Superhighway“ – Amerikanische Visionen und Erfahrungen. Opladen: Westdeutscher Verlag, 1996.

### *3.2. Wissensordnung – Dritte Grundordnung des Informationszeitalters*

#### *3.2.1. Die Kultur ist ein wesentlicher Faktor menschlichen Zusammenlebens*

Kulturen haben sich immer schon nur im Rahmen von Informations- und Kommunikationsgesellschaften herausbilden können, gleichgültig ob diese durch reisende Boten, durch Postkutschen, Telegraf, Telefon oder durch das Internet oder ein Intranet konstituiert wurden. So ist z.B. Wittenberg als Ursprungsort der Reformation selbst sehr klein gewesen. Nur verbunden mit dem Kommunikationssystem der damaligen Zeit war ihr Erfolg möglich. Informations- und Kommunikationssysteme einer Gesellschaft und die Ordnung der Gesellschaft stehen in starker Wechselbeziehung zueinander. Die Stärke Roms gründete sich nicht allein auf seine Legionen, sondern insbesondere auf die Qualität der damaligen Nachrichtenverbindungen, und dies waren die Straßen. Es besteht bekanntlich ein enger Zusammenhang zwischen der Entwicklung des Buchdrucks und der Entwicklung des Bürgertums in der Neuzeit. Demokratien moderner Form sind ohne Zeitung, Rundfunk und Fernsehen nicht zu denken. Es wäre also naiv zu glauben, die weitere Entwicklung und Verbreitung der modernen Informations- und Kommunikationstechnologien in unserer Gesellschaft, insbesondere ihre globale Vernetzung, könnte die Gesellschaftsordnung unverändert lassen. Wir wollen dagegen deutlich sagen, daß die Grundordnungen der Gesellschaft, die Rechts- und Wirtschaftsordnung sowie die dritte Grundordnung moderner Gesellschaften – die Wissensordnung – wesentliche Veränderungen durch die Informations- und Kommunikationstechnologien erfahren werden. Das Informationszeitalter wird zwangsläufig eine Zeit großen gesellschaftlichen und sozialen Wandels sein. Inwieweit dies unserer Gesellschaft, den Betrieben und uns selbst genutzt haben wird, werden wir, eben aufgrund der Ambivalenz der Wirkungen, nicht einmal rückblickend voll beantworten können.

#### *3.2.2. Veränderung der Wissensordnung im Informationszeitalter*

Während die Wirtschaftsordnung und die Rechtsordnung schon immer umfassend diskutiert werden, gilt dies für die Wissensordnung nicht. Wie von H. F. Spinner deutlich herausgearbeitet wurde<sup>68</sup>, ist die Entwicklung einer neuen Wissensordnung als der dritten Grundordnung des Informationszeitalters eine besonders wichtige Problem- und Aufgabenstellung der Wissenschaftsforschung. Wie H. F. Spinner zeigt, lassen sich die klassische, die akademische und die archivarisches-bibliothekswissen-

68 Spinner, H. F., Die Wissensordnung – Ein Leitkonzept für die dritte Grundordnung des Informationszeitalters. Leske und Budrich, Opladen, 1994.

<b>Institutionelle Abkopplungen des Wissen(schaft)s-bereichs</b>	<b>vier große SEPERATIONEN als ordnungspolit. Sonderregelungen der Wissenschaftsverfassung i.e.S.</b>	<b>Innerwissenschaftliche Realisierung in der (Universitäts-) Wissenschaft</b>	<b>Außenwissenschaftliche Annäherungen in der Gesellschaft</b>
(Ia) der <b>Ideenwelt</b> von der Güterwirtschaft	<b>TRENNUNG VON ERKENNTNIS UND EIGENTUM</b> durch ENTPRIVATISIERUNG des "herrenlosen" Wissens	"Wissenskommunismus" der Forschungsgemeinschaft	Information als "freies" "öffentliches" Gemeingut
(IIa) der Erkenntnisfrage von externen, (nichtkognitiven) Interessenlagen	<b>TRENNUNG VON IDEEN UND INTERESSEN</b> durch UNIVERSALISIERUNG der "objektiven" Geltung	Zweckfreie, "uninteressierte" (Grundlagen-) Forschung	Ausschaltung oder "Einklammerung" partikularer Interessenlagen aus der Urteilsbildung durch richterliche Unabhängigkeit; Schiedsrichter, neutrale "Dritte"
(IIIa) der innerwiss. Forschung (teils auch der Lehre) von außerwiss. Voraussetzungen und Folgen	<b>TRENNUNG VON THEORIE UND PRAXIS</b> durch ENTLASTUNG vom "alltäglichen" Handlungszwang	Griechisch-abendländische Theorienwissenschaft	Handlungsentlastung des "hypothetischen" oder "symbolischen" Verhaltens in Sprache, Spiel, Schule, Kunst, u. ä.
(IVa) des akademischen-universitären Sondermilieus vom gesellschaftlichen Umfeld	<b>TRENNUNG VON WISSENSCHAFT UND STAAT</b> (früher: Kirche, heute Wirtschaft) durch EXTERRITORIALISIERUNG der "autonomen" Wissenschaft	Autonome Gelehrtenrepublik; Humboldtsche Universität; Freie Forschung & Lehre gemäß Art. 5 III GG	Rechtlich geschützte Privatsphäre; demokratische Informationsfreiheiten und "kognitive" Staatsbürger- oder Menschenrechte Meinungs-, Glaubens-, Urteils-, Pressefreiheit

Bild 7

*Alte und Neue Wissensordnung im Vergleich (H.F. Spinner S.98)*

<b>Postklassische GEGENTENDENZEN zur institutionellen An- oder Verbindung</b>	<b>vier große FUSIONEN zur Renormalisierung des Wissensbereich</b>	<b>vier große FUSIONEN zur Renormalisierung des Wissensbereich</b>
(Ib) der Ideenwelt mit der Güterwirtschaft durch <b>KOMMERZIALISIERUNG</b> des Wissen(schaft)sbereich	(zu Ib) <b>VERBINDUNG VON ERKENNTNIS UND EIGENTUM</b> durch uneingeschränkte Verfügungsrechte an "geistigen Gütern", mit Ausschlußbefugnis gegenüber Dritten	(zu Ib) Informations-Volleigentum; Quasi-Eigentum an den "eigenen Daten" kraft Recht auf informationelle Selbstbestimmung; Urheber- und Patentrechte; Reappropriation bislang nicht eigentumsfähiger Gegenstände
(IIb) der Erkenntnisfrage mit externen, partikularen Interessenlagen durch <b>FINALISIERUNG</b> , d. h. Zweckbindungen aller Art	(zu IIb) <b>IDEEN/INTERESSEN-VERSCHMELZUNG</b> durch Zweckbindungen an wirtschaftliche, gesellschaftliche, nationale etc. Interessenlagen	(zu IIb) wissensbasierte technische Artefakte; Kognitiv-Technischer Komplex; Technologie als Science-plus-Purpose.
(IIIb) des Wissens mit dem Handeln durch <b>PRAKTIZIERUNG und TECHNISIERUNG</b>	(zu IIIb) <b>THEORIE/PRAKIS-VERBUND</b> in der verwissenschaftlichen Praxis, Technik, Industrie	(zu IIIb) Transformationsformen der Wissenschaft. Angewandte Wissenschaft der PRAXIS; Realisierte Wissenschaft der TECHNIK; Kommerzialisierte Wissenschaft der INDUSTRIE
(IV b) der wissenschaftlichen Eigenwelt mit der gesellschaftlichen Umwelt durch <b>POLITISIERUNG</b> ("Durchstaatlichung") und <b>INDUSTRIALISIERUNG</b> oder sonstige "Gleichschaltung" auf nationaler und internationaler Ebene	(zu IV b) <b>WISSENSCHAFT/STAAT/POLITIK-INTERPENETRATIONEN</b> , z. B. Im Zuge staatlicher Forschungs- und industrieller Technologiepolitik	(zu IV b) "Staaskapitalismus" der (deutschen) Universitäten; Privatkapitalismus der industriellen Technik, staatlich geförderte Großforschung und Hochtchnik

Bild 8

*Alte und Neue Wissensordnung im Vergleich*

Bereichsordnungen	Wissenszonen			
	Qualitätszone	Schutzzone	Verbreitzungszone	Zukunftsoptionen
1. Akademische Bereichsordnung	In höchstem Maße: für wissenschaftlichen Erkenntnisfortschritt; in "Sondermilieus"	NEIN ausgenommen Rüstungsforschung	Für publizierte Forschungsergebnisse in der "wiss. Internationale" sowie Wissen als Kulturgut	Wahrung des Qualitätsniveaus sowie der Unabhängigkeit des wiss. Wissens (Staats- und Wirtschaftsfreiheit)
2. Archivarisch-Bibliothekarische Bereichsordnung	NEIN	gegen Vergeßlichkeit, Veränderung, Vernichtung von Dokumentarmaterial	Für verfügbar gemachtes Vorwahrmaterial in geöffneten Archiven	Auswahl der Verwahrunswürdiger; nur der Reikümene des "kulen" Wissens
3. Verfassungsrechtliche Bereichsordnung	NEIN	Für privates Wissen sowie Staatsgeheimnisse	Für geäußerte private sowie publizierte ("Öffentliche"); Meinungen	Vorkehrungen gegen die "Verrechtlichung" des Wissens; Schutz zonen kleinteiligen, informationellen Charactergleichheit
4. Ökonomische Bereichsordnung	NEIN, ausgenommen innerbetriebliches Produktions- und Anwendungswissen	Für gesetzlich geschütztes Wissen und Betriebsgeheimnisse	Für Werbung sowie Wissen als Ware	"Interne" Qualitätszonen für die kommerzialisierte Wissenschaft der Industrie
5. Technologische Bereichsordnung	JA, für Ingenieure	Für technische Patente sowie Fabrikationsgeheimnisse	Für technische Artefakte	Verursacherprinzip für Technikfolgen
6. Bürokratische Bereichsordnung	NEIN	Für Amtsgeheimnisse	NEIN, (wider Willen durch Spionage)	Aktenöffentlichkeit für Betroffene und externe Gegeninformation
7. Militärisch-Polizeiliche Bereichsordnung	NEIN, ausgenommen Fachwissen über Waffentechniken, polizeiliche Ermittlungen u. dgl.	Anschottung nach außen für sicherheitsrelevantes Sonderwissen	NEIN	Qualitätskriterien für Geheimwissen
8. Nationale / Internationale Bereichsordnung	NEIN, eher gegenläufige Nivellierungsstandenzen	Bei "geleiteten" Medien für "ausstragende" Informationen	Für Nachrichten, Unterhaltung, Werbung	Freier Informationsfluß auch für Gegeninformation; "doppelter Pluralismus"; Vorkehrungen gegen staatliche Informationsengpässe und Parteieneinwirkung; internationale Chancengleichheit

Bild 9

*Wissenszonen für die Bereichsordnungen der neuen Wissensordnung  
(H.F. Spinner S.148/149)*

schaftliche Wissensordnung voneinander deutlich unterscheiden. Eine Grundordnung charakterisiert bestimmte grundsätzliche Ansichten und Verhältnisse einer Gesellschaft auf dem betreffenden Gebiet. Hinsichtlich der Wissensordnung gibt es jedoch bisher nur einige ad hoc-Lösungen, wie sie mit dem Datenschutzgesetz, der Rundfunkordnung u.a. geschaffen wurde. Dies ist jedoch unzureichend. Wenn z.B. in der Öffentlichkeit wiederholt zu hören ist, der Gedanke der Humboldtschen Universität sei tot, so zeigt dies, wie dringend man genereller ordnungspolitischer, gesellschaftspolitischer und kultureller Leitbestimmungen gegenwärtig bedarf, durch die methodisch, juristisch und ethisch die Erzeugung, Verarbeitung, Anwendung und Verfügung von Daten, Information und Wissen geregelt wird.

Die klassische Wissensordnung, wie sie u.a. insbesondere durch die Gedanken von Wilhelm von Humboldt repräsentiert wird, sah, wie H.F. Spinner<sup>69</sup> verdeutlicht, vier große Trennungen vor:

1. Trennung von Erkenntnis und Eigentum
2. Trennung von Idee und Interessen
3. Trennung von Theorie und Praxis
4. Trennung von Wissenschaft und Staat

Heute erleben wir, nicht nur unter dem Einfluß der neuen Medien, jedoch offensichtlich durch sie verstärkt, die Herausbildung einer neuen Wissensordnung, die durch vier große Fusionen charakterisiert werden kann.

1. Verbindung von Erkenntnis und Eigentum
2. Ideen-/Interessenverbindung
3. Theorie- und Praxisverbund

Es ist nun eine zentrale Problem- und Aufgabenstellung moderner Wissenschaftsforschung, genau zu prüfen, wann wirklich das alte von einem neuen Konzept abzulösen ist oder wann – insbesondere im Zusammenhang mit der akademischen Wissensordnung wie auch der archivarischen / bibliothekarischen Wissensordnung – die alten Prinzipien *beizubehalten, zu festigen und gar noch zu erweitern sind*. So ist zum Beispiel die Entwicklung freier Software ein Versuch zur Aufrechterhaltung der Trennung von Erkenntnis und Eigentum.

Von H. Spinner<sup>70</sup> wurden für jede der bereichsspezifischen Ordnungen Wissenszonen mit charakteristischen Merkmalen, wie Qualität, Schutz, Verbreitung und Zukunftsoption herausgearbeitet und gezeigt, daß für die akademische Wissensordnung das Höchstmaß an Qualität weiterhin zu fordern ist.

69 ebenda.

70 ebenda.

Dies ist nur über die wissenschaftliche Publikation, nicht aber über die Bereitstellung von „Wissen aller Art und Güte“, wie es über die technischen Netze realisiert wird, zu sichern.

Bisher hat man sich, wenn überhaupt, im Rahmen der Technologiefolgenforschung mit den direkten Wirkungen der Technologien beschäftigt, mit den Wechselbeziehungen zwischen Individuum und Technik und zwischen Unternehmensorganisation und Informationstechnologien. Die indirekten oder sekundären Wirkungen, die Veränderungen, die sie in der Rechts-, Wirtschafts- und Wissensordnung zwangsläufig nach sich ziehen werden, sind noch weniger diskutiert. Die Wissenschaftsforschung ist hier speziell gefordert, da die entscheidenden Entwicklungen gerade im Überschneidungsbereich von Wissen & Technik zusammenlaufen und hier viele der gegenwärtig kontrovers diskutierten Probleme ihren Platz haben: „von Meinungs-, Glaubens-, Wissensfreiheit und Informationsrechten als Grund- oder Menschenrechten über die Wissenschaftsfreiheit und die wissenschaftliche Verantwortung für die Folgen der Forschung bis zu den tendenziell gegenläufigen Entwicklungen im Datenschutz und im Immaterialgüterrecht“<sup>71</sup>.

Wie schon deutlich gemacht wurde, gehört hierzu die Entwicklung neuer Wissensarten und neuer Formen der Wissensbereitstellung. Die Ambivalenz der

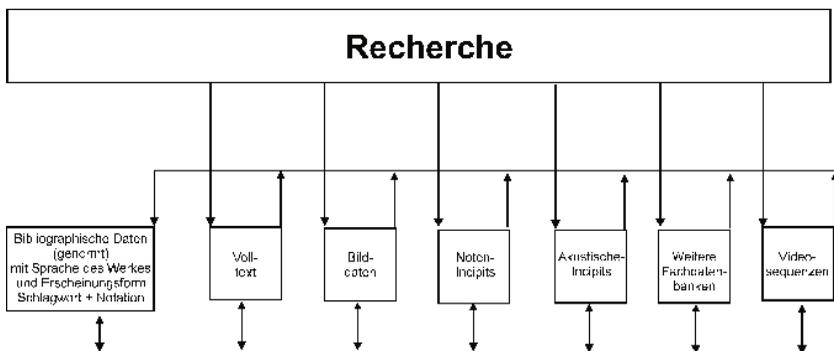


Bild 10 *Recherche*

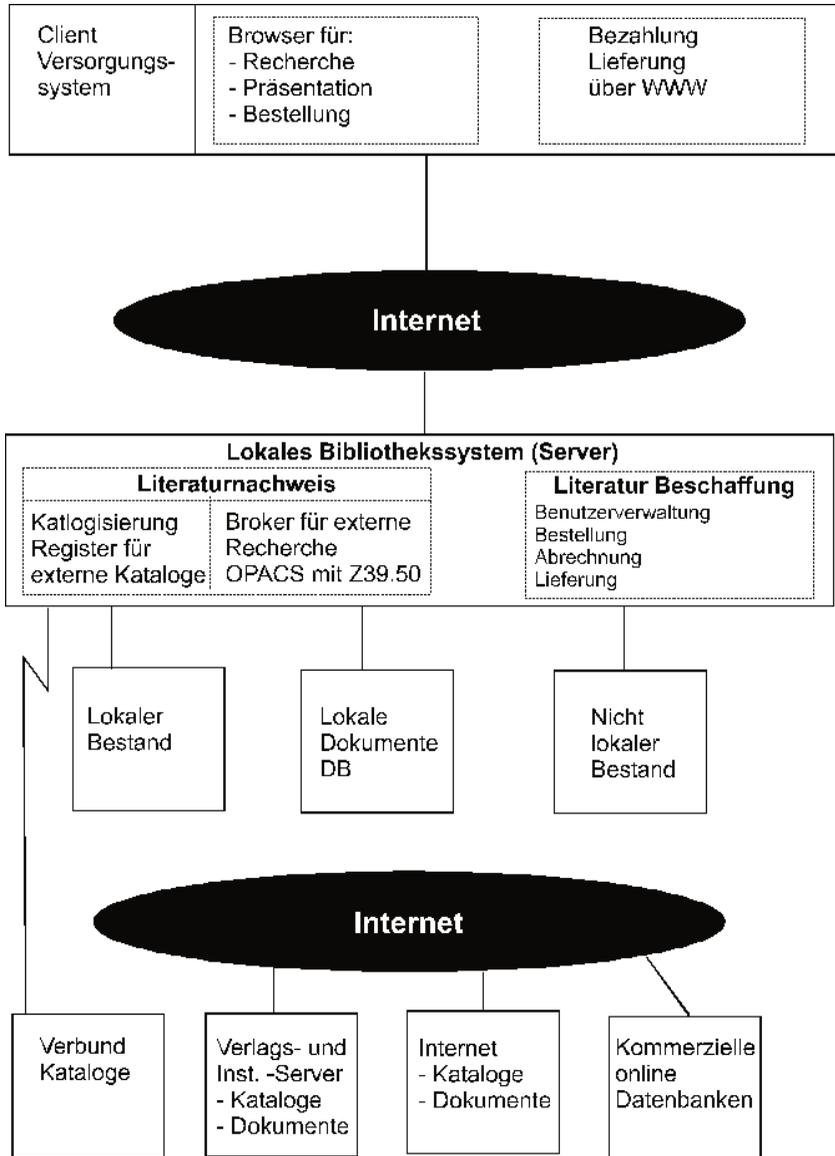


Bild 11

*Internet – lokales Bibliothekssystem*

Wirkungen liegt zwischen der Unterstützung der freien Entfaltung der Persönlichkeit z.B. durch computerunterstützte kooperative Arbeit (computer supported cooperative work – CSCW-Systeme), durch den freien Informationsfluß aus digitalen Bibliotheken im Rahmen der nationalen Medienordnung und/oder eine internationale Weltinformationsordnung einerseits oder einer Verschärfung der Arbeitsteilung, einer verstärkten sozialen Isolierung des Individuums (trotz Zugriff zu den Datenbanken der Welt), einer Verschärfung des Gegensatzes zwischen den an Information Armen und den an Information Reichen andererseits, nicht zuletzt durch eine Hypostasierung der Information zu einem wirtschaftlichen Gut, wobei außer acht gelassen wird, daß das Ideal der Aufklärung für weite Bereiche weiterhin Gültigkeit hat und daher bestehen bleiben und weiter ausgebaut werden muß. Es sind also in der Tat diese indirekten Wirkungen der modernen Informations- und Kommunikationstechnologien oder Wirkungen „zweiter Art“, wie sie uns im Wandel der Wissensordnung entgegentreten, die die stärkste Aufmerksamkeit der Wissenschaft und Politik verdienen.

Wir haben die Gedanken von H.F. Spinner, unabhängig davon, wie weit sie noch der weiteren Diskussion bedürfen, hier relativ ausführlich dargestellt, da wir seinem Grundanliegen und den Aussagen zur Technisierung des Wissens, Kommerzialisierung von Wissensgütern und Globalisierung der Informationsströme sowie insbesondere der These zustimmen, daß die Informatik bisher zwar über eine Theorie und Methodologie der Hardwareentwicklung, über eine Theorie und Methodologie der Softwareentwicklung verfügt, mit dem Orgwarekonzept (vergl. K. Fuchs-Kittowski<sup>72, 73, 74</sup>, wie es auch von W. Steinmüller<sup>75</sup> dargestellt wurde, sowie mit weiteren Arbeiten zur Organisationsinformatik<sup>76, 77</sup>) hat sie auch eine

- 72 Fuchs-Kittowski, K., Wenzlaff, B., Integrative Participation – A Challenge to the Development of Informatics. – In: System design for human development and productivity: participation and beyond. Edited by P. Docherty, K. Fuchs-Kittowski, P. Kolm and L. Mathiassen. Amsterdam, New York: North-Holland, 1986.
- 73 Fuchs-Kittowski, K., System design of work and organization. The paradox of safety, the orgware concept, the necessity for a new culture in information systems and software development. – In: Information System, Work and Organization Design. P. Van Den Besselaar, A. Clement, P. Järvinen (Editors). Amsterdam, New York: North Holland, 1991.
- 74 Fuchs-Kittowski, K., Theorie der Informatik im Spannungsfeld zwischen formalem Modell und nichtformaler Welt. – In: Sichtweisen der Informatik. Hrsg. v. W. Coy, et al. Braunschweig, Wiesbaden: Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, 1992.
- 75 Steinmüller, W., Informationstechnologie und Gesellschaft – Einführung in die Angewandte Informatik. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1993.
- 76 Wolff, B., Fuchs-Kittowski, K., Klischewski, R., Möller, A., Rolf, A., Organisationstheorien als Fenster zur Wirklichkeit – In: Wirtschaftsinformatik und Wissenschaftstheorie. Bestandsaufnahme und Perspektiven. Hrsg. v. J. B. Becker, W. König, R. Schütte, O. Wendt, S. Zelewski, Wiesbaden: Springer Verlag, 1999.

Theorie und Methodologie der Orgwareentwicklung, mit der man die unmittelbaren Wechselbeziehungen zwischen den modernen Informationstechnologien und der betrieblichen Organisationsstrukturen berücksichtigt. Sie hat aber noch kein Konzept, das die mittelbaren Wirkungen hinsichtlich Wissenswachstum und Wissensordnung berücksichtigt, keine „informationspolitische Gesamtkonzeption“, wie sie auch von W. Steinmüller als erforderlich gehalten wird (vergl. H. F. Spinner<sup>78</sup>).

#### 4. *Kommunikation im Internet / Intranet und Konsequenzen für das Wissen und die wissenschaftliche Bibliothek*

Hier wollen wir uns einigen speziellen Fragestellungen in Bezug auf globale, digitale Vernetzung im Allgemeinen und das Internet als das größte weltweite Datennetz im Besonderen zuwenden.

Im Bericht der IKB-Kommission: „Neue Informations- und Kommunikationstechnologien für wissenschaftliche Bibliotheken“ heißt es: „Gefragt ist aber nicht eine utopische Vision, wie das wissenschaftliche Bibliothekswesen und die Literaturversorgung im digitalen Zeitalter aussehen könnten, sondern wie sie sich unter den gegebenen Randbedingungen vorhandener Märkte, Vertriebs- und Beschaffungswege sowie Organisationsstrukturen voraussichtlich entwickeln werden und welche Maßnahmen getroffen werden müssen, um steuernd einzugreifen“.<sup>79</sup>

In dieser Arbeit der IBK-Kommission von 1997 werden sehr detailliert Empfehlungen zur entsprechenden Entwicklung der wissenschaftlichen Bibliotheken, als wichtige und unentbehrliche Infrastruktureinrichtungen für Forschung und Entwicklung gegeben und damit auch erste Antworten auf die uns hier interessierenden Fragen.

Weitere Antworten auf die recht umfangreichen und vielschichtigen Fragestellungen hinsichtlich des aktuellen Einsatzes der Informations- und Kommunikationstechnologien und der damit verbundenen Wirkungen der digitalen Medien auf die künftige Entfaltung des Wissens, der Wissenschaft und der Kultur, auf den Charakter der wissenschaftlichen Arbeit werden wir erst in weiteren Diskussionen gemeinsam finden müssen. Während wir uns auf dieser Tagung darüber verständigen, gelangt in der Praxis schon die nächste Generation der Technologieanwendun-

77 Rolf, A., Grundlagen der Organisations- und Wirtschaftsinformatik. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, 1998.

78 Spinner, H.F., a.a.O. S. 197/198.

79 Bericht der IKB-Kommission: Neue Medien- und Kommunikationstechnologien für wissenschaftliche Bibliotheken. München: K.G. Saur 1997.

gen zum Einsatz, so daß wir in der Gefahr sind, viele der positiven wie auch die negativen Entwicklungen erst nachträglich feststellen zu können. Dies gilt insbesondere für den sich abzeichnenden Wandel in der Kultur der wissenschaftlichen Arbeit. *Denn gerade im Bereich der Wissenschaft werden durch die neuen Kommunikationskanäle traditionelle Formen menschlicher Interaktion ergänzt und zum Teil ersetzt. Die bisherigen Vorstellungen von Entfernung und Nähe, von Trennung und Gemeinsamkeit werden von einer sich gegenwärtig entwickelnden neuen Konzeption von Raum und Zeit überlagert, die die menschlichen Beziehungen, die gesellschaftliche Arbeit, insbesondere auch in der Wissenschaft, quantitativ und qualitativ wesentlich verändern wird.*

#### *4.1. Inhaltlicher, zeitlicher und räumlicher Geltungsbereich von Wissen*

Eine entscheidende Aussage ist: Das Wissen hat einen inhaltlichen, aber auch einen zeitlichen und räumlichen Geltungsbereich<sup>80</sup>.

Vermittels Telenet, ftp, www, gopher, lynx, bulletin boards, verschiedenen Recherchesystemen und Datenbanken (z.B. Bibliothekskatalogen) sind gezielt Zugriffe auf Programme, Daten und Informationen möglich, die irgendwo auf der Welt gespeichert sind. Die online-Überbrückung sehr weiter Distanzen vergrößert die Reichweite des einzelnen Wissenschaftlers sowie die Möglichkeiten zur Recherche nach den benötigten wissenschaftlichen Informationen. Sie vervielfacht die eigene Kraft zur Suche, die sich früher auf die Bibliotheken, auf Telefonate oder persönliche Mitteilungen stützte. Information und Wissen im Netz ist beliebig reproduzierbar, erleichtert Fälschungen wie auch den Diebstahl. Wissenschaftliches Wissen ist somit schwieriger zu schützen. Wissen wird in mehrfacher Hinsicht unverlässlicher, denn gewollte und ungewollte Veränderungen sind leichter möglich, der Gültigkeitsbereich des Wissens kann unzulässig erweitert werden und veraltetes Wissen bleibt unberechtigt erhalten, z.B. wenn Dateien nicht mehr auf den neuesten Stand gebracht werden. Wenn man die künftigen Probleme diskutiert, darf man natürlich nicht den Blick vor der gegenwärtigen Realität verschließen. Betrachtet man die Gegenwart nüchtern, so muß doch festgestellt werden, daß die zuletzt genannte Gefahr, daß veraltetes Wissen unberechtigt erhalten bleibt, in den bisherigen Bibliotheken größer als in der Digitalen Bibliothek ist, in der „veraltetes Wissen“ Fehler, und informationstheoretisches Rauschen leichter zu beseitigen sind. Allerdings gilt dies eben unter der Voraussetzung, daß das Ganze für den Nutzer, auch für den modernen Bibliothekar, noch durchschaubar bleibt.

80 Coy, W., Media Control. Wer kontrolliert das Internet? – In: Medien, Computer, Realität – Wirklichkeitsvorstellungen und Neue Medien. Hrsg. v. S. Krämer, Frankfurt a/M: Suhrkamp Verlag, 1998.

#### *4.2. Charakterisierung digitaler Kommunikation*

Bei der Kommunikation herkömmlicher Art d.h. der sog. Face-to-Face-Kommunikation, aber auch unter Nutzung von Telefon oder Funk, trifft der Mensch noch direkt auf seinen Gesprächspartner. Bei der digitalen Kommunikation dagegen tritt der Computer intermediär und damit stärker entkoppelnd dazwischen. Denn um digital übertragbar und verarbeitbar zu sein, wird analoge Information und Kommunikation in digitale Signale umgewandelt. Damit erfolgt eine Reduktion von Qualität auf die Quantität (beliebig langer Bitfolgen). Dieser Einschränkung der sozialen Kommunikation wird z.B. bei Telekonferenzen, bei der Telekooperation generell Rechnung getragen, indem man sich schon zuvor face-to-face kennenlernt und auch später möglichst noch persönlichen Kontakt hält. Dies ist für die Entstehung, aber auch für die Verbreitung wissenschaftlichen Wissens eine nicht zu unterschätzende Erfahrung, denn wissenschaftliches Wissen ist nur unter eingeschränkten Bedingungen wie eine materielle Ware zu behandeln, bei der man bekanntlich von den sozialen Bedingungen ihrer Herstellung und Verbreitung weitgehend abstrahieren kann. Dies macht ja die globale Wirtschaft erst möglich. Wissen, also die Semantik der Information, ist ideell, und, was hier das Entscheidende ist, Wissen ist ein unmittelbar soziales Produkt, d.h. seine Entstehung, seine Bewahrung über längere Zeit, ist sehr stark abhängig von der sozialen Gemeinschaft, der „scientific community“, für die dieses Wissen Gültigkeit besitzt. Verstehen wir Wissen als begründete Information, so macht auch dies deutlich, daß Wissen ein soziales Produkt ist, denn gerade die Begründung erfolgt durch die scientific community.

Wenn man also schon in der Industrie beim Teleconferencing, aufgrund des erforderlichen persönlichen Kontakts, nur in geringem Maße Dienstreisen einspart, so wird Teleconferencing in der Wissenschaft, so wird die digitale Bibliothek die Kontaktmöglichkeiten erhöhen, aber aufgrund der Reduktion der Kommunikation die persönliche Diskussion in der scientific community nicht ersetzen, sondern noch dringlicher machen.

Als Semantik, als Idee, ist Information ideell, als Codierung materiell. Wissen hat, wie wir sagten, eine inhaltlichen, es hat aber auch einen räumlichen und zeitlichen Geltungsbereich. Der soziale Raum ist als ein Netzwerk von sozialen Kommunikationen zu verstehen. Die realen Räume unterscheiden sich daher von den virtuellen Räumen in der Tat nur durch das Dazwischentreten des Mediums Computer (-netz). Demnach ist das digitale Netz zunächst nicht so etwas entschieden Neues und doch erfolgt durch die Verbindung vermittels der Kommunikationskanäle eine wesentliche Erhöhung der technisch vermittelten Kommunikation,

wie sie aus Platzgründen bei körperlicher Nähe nicht möglich wäre. Dies gilt auch für die den Raum überwindende Transporttechnik.

Der durch die Informationstechnologie verfügbare virtuelle Raum – (Speicher) – wird mit Texten, Standbildern, dreidimensionalen Bewegtbildern in Form von virtuellen Innen- und Außenräumen, in die interaktiv fiktive Reisen unternommen werden können, gefüllt.

Für die Planung und Durchführung unserer Konferenz an der Humboldt-Universität waren verschiedene Fragen in diesem Zusammenhang besonders wichtig:

- Ändert sich mit dieser Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnologien die Rolle der Publikation in der Wissenschaft?<sup>81</sup>

In der Tat hat sich damit die Rolle der Publikation ansatzweise bereits geändert<sup>82</sup>

- Bringt die Vernetzung ein großes internationales Buch?<sup>83</sup>

In der Tat entstehen damit innerhalb der Digitalen Bibliothek große, in internationaler Zusammenarbeit geplante, digitale Hand- und Lehrbücher!<sup>84</sup>

- Verändert sich das Verhältnis von Sprechen und Schreiben? Welche Rolle spielte und spielt das Buch in der Wissenschaft?<sup>85</sup>

In der Tat vereinigt sich im multimedialen, digitalen Buch Sprechen und Schreiben, indem an die Stelle der zahlreichen Schriften dieser Welt, der Ton- und Bildaufzeichnungen eine einheitliche binäre Schrift zur Grundlage fast jeder Information und Publikation wird!

Ändern die digitalen (Massen-) Medien unsere (künstlerischen) Ausdrucksformen?<sup>86</sup>

#### 4.3. Bibliothek – Computernetze / Computermedien

##### 4.3.1. Das elektronische Buch

Es werden also immer mehr Anteile der menschlichen Arbeit und der sozialen Organisation unmittelbar dem Netz übergeben. Dies hat nicht nur ihre Generalisierung und Formalisierung zur Voraussetzung, sondern auch die Virtualisierung,

81 vergl. Beitrag von W.G. Stock, „Was ist eine Publikation“, in diesem Jahrbuch.

82 vergl. Beitrag von Heinrich Parthey, „Publikation und Bibliothek in der Wissenschaft“, in diesem Jahrbuch.

83 vergl. Beitrag von Walther Umstätter, „Die Rolle der Digitalen Bibliothek in der modernen Wissenschaft“, in diesem Jahrbuch.

84 vergl. Beitrag von Roland Wagner-Döbler, „Was ist eine Bibliothek?“, in diesem Jahrbuch.

85 vergl. Beitrag von Hubert Laitko, „Das Buch in der Wissenschaft“, in diesem Jahrbuch.

86 Bollmann, S. (Hrsg.), Kursbuch Neue Medien – Trends in Wirtschaft und Politik, Wissenschaft und Kultur. Mannheim: Bollmann Verlag GmbH, 1996.

d.h. ihre Entkörperlichung und erneute Vergegenständlichung als syntaktische Struktur auf einem Datenträger.

So können Anbieter mit der Post zu liefernde Ware über das Netz bestellen lassen, sie können aber als syntaktische Struktur speicherbare und damit beliebig reproduzierbare Ware, wie z.B. Bücher, auch direkt über das Netz liefern. Als Gegenwert erhalten sie Geld von ihrer Bank oder auch virtuelle Münzen und Scheine.

Verlust im Fortschreiten! Was – wenn überhaupt – geht verloren, wenn Bücher von der gedruckten zur elektronischen Form übergehen? Wird nicht eher etwas gewonnen?

Gilt hier das kleine Beispiel der ungleichen Entwicklung von Ernst Bloch in analoger Weise oder nicht? Die erwähnte Verfügbarkeit des elektronischen Buches zu jeder Zeit an jedem Ort ist eine Eigenschaft, die das gedruckte Buch nicht hat. Es bleibt aber die Frage, ob der Umgang wie mit einem 'echten Buch' in vollem Umfang erhalten bleibt. Ein wichtiger Unterschied ist sicher, daß man bei einem elektronischen Buch darauf angewiesen ist, dieses am Bildschirm zu lesen. Es sei denn, man will sein persönliches Exemplar drucken. Dies ist ein wichtiges ergonomisches Problem. Auch das gemütliche Zurücklehnen und vielleicht auch Zurückziehen mit einem Buch wird am Bildschirmplatz schwierig. Auch der persönliche Computer ändert m.E. daran nicht sehr viel. Die für die Auswertung wissenschaftlicher Publikationen wichtigen Anstreichungen und Annotationen lassen sich dagegen auch technisch realisieren (vielleicht wie bei den kooperativen Texterstellungssystemen). Eine Bilanz der positiven und negativen Effekte elektronischer Bücher erscheint daher wichtig.

#### *4.3.2. Digitale Informations- und Wissensvermittlung und die Verteilung der Arbeit*

Eine weitere Eigenschaft der digitalen Bibliothek in ihrer globalen Vernetzung ist die Förderung der Dezentralisierung mit starken Auswirkungen auf die Organisationsstruktur der Unternehmen und der Gesellschaft. So wie durch die Vernetzung viele Arbeitnehmer von morgen nicht mehr an einen Arbeitsplatz im Unternehmen gebunden sind, so wird auch der künftige Nutzer einer digitalen Bibliothek dies vom Wohnzimmer aus realisieren können. Die Gesellschaft wird sich also hier an die Möglichkeiten des Mediums anpassen. So wie die Dampfmaschine als universelles Agens der damaligen modernen Industrie eine Konzentration großer Menschenmassen in Städten möglich machte, wird mit dem Mikroprozessor als universellem Agens der heutigen modernen Industrie, in gewissem Maße die Umkehrung dieses Konzentrationsprozesses möglich. Das Leben wird sich nicht mehr so in den Großstädten konzentrieren. Durch die relative Unabhängigkeit der Arbeit von

Raum und Zeit werden auch Kleinstädte und ländliche Regionen einen Aufschwung erleben können, die generelle Verstädterung kann zumindest durch die Ausbreitung globaler Datennetze abgebremst werden.

Die Technik hat als Maschine (Dampfmaschine), als Verkehrsmittel (Eisenbahn) immer schon Einfluß auf gesellschaftliche Strukturen gehabt, in diesen Fällen z.B. auf die Herausbildung der Großstädte. Vermutlich wird nun die globale Vernetzung mit der damit möglichen Dezentralisierung eine gegenteilige Wirkung auf die Gesellschaft haben.

Die sich abzeichnenden Veränderungen führen zu dynamischen Organisationsstrukturen in der Wirtschaft, zum Abbau hierarchischer Organisation und zum Aufbau modularer und vernetzter sowie virtueller Organisationen<sup>87</sup>. Dies gilt ebenfalls für die Organisationsstrukturen von Gesundheitseinrichtungen<sup>88</sup> sowie für die wissenschaftlicher Einrichtungen. Diese auf der Grundlage der digitalen Netze mögliche Organisationsstrategie bzw. Dezentralisierungsstrategie wird wesentlich für die künftige Entwicklung der Wissenschaftsproduktion und Wissenschaftsorganisation. Das Leitbild für diese Entwicklung ist das einer kreativ-lernenden Organisation.<sup>89</sup> Sie ist insbesondere durch Entfaltung von Individualität, interner Informationserzeugung sowie die Nutzung aller Formen sozialer Überlieferung für die individuellen und organisatorischen Lernprozesse charakterisiert.

Die neuen dynamischen Organisationsstrukturen der Wirtschaft, des Gesundheitswesens und der Wissenschaft werden neue Anforderungen an die Mitglieder dieser Organisationen stellen. Sie verlangen nach neuen Formen der Führung und der besseren Zusammenarbeit der Menschen zur Entfaltung ihrer Fähigkeiten, ihrer Kreativitätspotentiale.

Wie schon verdeutlicht, sind alle diese Entwicklungen ambivalent.

Ort und Dauer der Handlungen und der Interaktion werden zu einem immer größeren Anteil in den Computer verlegt. Die höhere Verarbeitungsgeschwindigkeit führt zu einer Leistungssteigerung. Es wird eine höhere Genauigkeit, Qualität, Effizienz sowie Synchronisation in der Arbeitswelt erreicht und Arbeitskräfte werden freigesetzt. Die große Räume überbrückende Kommunikation und der

87 Picot, A., Reichwald, R., Wigand, R.T., Die Grenzenlose Unternehmung – Information, Organisation und Management. Wiesbaden: Gabler Verlag, 1998.

88 Meyer-Ebrecht, D. et al., Multimediale Iu.K-Technik für die Unterstützung der der Krankenpflege. Förderung durch das BMB+F Dezember 1993 bis Dezember 1996 Förderkennzeichen 01 HK 152/3 (Abschlußbericht).

89 Fuchs-Kittowski, F., Fuchs-Kittowski, K., Sandkuhl, K., Synchrone Telekooperation als Baustein virtueller Unternehmen: Schlußfolgerungen aus einer empirischen Untersuchung. – In: Groupware und organisatorische Innovation. Tagungsband der D-CSCW '98. Hrsg. v. Th. Herrmann, K. Just-Hahn. Stuttgart, Leipzig: B.G. Teubner, 1998.

Transport ermöglichen die Verlagerung von Arbeit in Entwicklungsländer. Was heute mit der Verlagerung von Programmierarbeit nach Indien schon geschieht, kann sehr bald für weitere Forschungs- und Entwicklungsarbeit gelten zum Schaden der weiteren Entwicklung der Forschung in der alten Welt, wenn es nicht gelingt, durch entsprechende Bedingungen, Kreativität in vollem Umfang zu entfalten.

Die negativen Folgen für die Arbeitswelt auch in der Wissenschaft sind eine offensichtliche Vergeudung des kreativen Potentials, einmal beim richtigen und rechtzeitigen Einsatz der jungen Menschen und insbesondere auch durch eine Entwertung der Erfahrung, damit auch des Alters, als speziellem Erfahrungsträger in der Gesellschaft<sup>90</sup>.

#### *4.3.3. Information als Trias von Form, Inhalt und Wirkung und die Konsequenz der Verantwortung der Bibliothek als Informationszentrale*

Nach dem evolutionären Konzept der Information ist Information charakterisiert durch die Trias von Form (Syntax), Inhalt (Semantik) und Wirkung (Pragmatik). Es läßt sich zeigen, daß auf keiner Ebene der Organisation lebender und sozialer Systeme die Information auf ihre syntaktische Struktur zu reduzieren ist. Die Information wird nicht vollständig syntaktisch gespeichert, so daß ein ganz wesentlicher Teil der Information erst in einem komplizierten Prozeß der Gewinnung der Semantik durch Interpretation der syntaktischen Struktur und ihrer Bewertung durch ihre Wirkung (Pragmatik) zustande kommt. Digital gespeichert, übertragen und maschinell verarbeitet wird nur die syntaktische Struktur, die Darstellungsform der Information – die Daten (in Bits und Bytes gemessen). Dies erfordert je einen Transformationsprozeß beim Sender und beim Empfänger der Information, jeweils in unterschiedlicher Richtung.

Nach der Signalübertragung und der Gewinnung der Information durch Interpretation der Strukturen erfolgt erst in einem nächsten Schritt der Aufbau von Wissen durch das In-Beziehungsetzen von Informationen zu anderen Informationen beim Empfänger. Wissen entsteht also, indem neue Informationen in einen sinnvollen Zusammenhang zu bereits vorhandenen Informationen gesetzt werden. Wissen als begründete Information erfordert Zusammenhänge, die es erfahrungsgemäß, heuristisch oder am besten kausal begründen helfen.

Für die kulturelle Evolution ist es besonders wichtig, daß neue Informationen, neue Ideen entstehen, und zum anderen, daß diese neuen Ideen weitergegeben

90 Kubicek, H., Rolf, A., Mikropolis – Mit Computernetzen in die „Informationsgesellschaft“. Hamburg: FSA-Verlag (2. Auflage), 1986.

werden können. Die „konkreten Ideen“, d.h. der Inhalt, die Semantik der Information, wird also nicht gespeichert, da Ideen nicht in Raum und Zeit existieren und daher auch nicht materiell teilbar usw. sind. Weitergegeben wird nur die materielle Hülle mit dem darauf fixierten „Ideekern“ (von Born<sup>91</sup> als Meme bezeichnet). Zugleich muß dies verbunden sein mit einer Erfahrungsweitergabe, damit diese Ideen auch etwas nützen. Daraus ergibt sich die grundsätzliche Verantwortung des sog. information broker.

Wie das Internet, so ist auch die digitale Bibliothek, wenn auch nicht allein, so doch vorrangig zur Vermittlung von Faktenwissen effizient einsetzbar. Dieses Faktenwissen muß jedoch auf einer universellen Sprache und einem „universellen Common Sense“ aufbauen. Der Zeitgewinn durch die schnelle Kommunikation von Faktenwissen muß daher unbedingt für die Kommunikation von Interpretationsmöglichkeiten genutzt werden, damit zum Aufbau impliziten Wissens verwendet werden. Wir gewinnen ein digitales Lehr- und Handbuch. Der Gesamtprozeß darf sich aber nicht auf die reine Vermittlung von Faktenwissen beschränken, da sonst eine Reduktion der Lebenswelt auf reine Fakten erfolgen würde und damit verbunden eine Erstarrung und Ritualisierung von Lebens- und Wissensformen eintreten würde. Wir haben auf die neuen Erscheinungsformen (Strukturen) technisierten Wissens schon zuvor verwiesen. Für diese neuen Erscheinungsformen technisierten Wissens muß es auch entsprechende Aufbewahrungsmöglichkeiten wie: Programme, Bilder, Grafiken, Videos, Tonträger geben. Die Nutzung der Computernetze, der digitalen Bibliothek, bedeutet also eine Koppelung syntaktischer und semantischer Informationsprozesse. Informationen und Wissen werden also nicht direkt aus der digitalen Bibliothek gewonnen, über ein lokales oder über globale Netze weitergegeben, sondern es bedarf eines Übersetzungsprozesses und Interpretationsprozesses beim Sender und beim Empfänger, der aus den übertragenen Daten durch Interpretation Informationen und daraus durch Begründung dann verwertbares Wissen erzeugt. Die Bibliothek im Informationszeitalter wird immer mehr zur Informationszentrale bzw. Informationspunkt, der die richtige Koppelung von semantischer und syntaktischer Informationsverarbeitung in umfangreicher verantwortungsvoller Weise unterstützen hilft, ja helfen muß!

91 Born, R., Prometheus in Hell. – In: ARS Electronica 96. Stocker, G., Schöpf Chr. (Editors). Wien, New York: Springer, 1996.

#### *4.3.4. Die syntaktische Speicherung der Information und Konsequenzen für ihre Archivierung*

Wie bei der Unterscheidung zwischen dem normalen Buch und dem elektronischen Buch stellt sich auch beim Übergang von einer normalen Bibliothek zu einer digitalen Bibliothek die Frage, wie sich der Umgang mit der Bibliothek für den Nutzer und für den Bibliothekar verändert. Kann der Nutzer weiterhin recherchieren, auf einen Katalog zugreifen, Bücher einsehen, Bücher entleihen, die Atmosphäre einer Bibliothek in sich aufnehmen usw.? Antworten auf diese Fragen müssen gefunden werden, indem, wie in den Spezialreferaten zu diesen Fragen zu zeigen ist, geprüft wird, was für und was gegen digitale Bibliotheken spricht. Wir können hier nur feststellen, daß die Möglichkeiten wissenschaftlicher Kommunikation eine wesentliche Erweiterung erfahren.

Da die durch das Bibliothekswesen geprägte Wissensordnung vorrangig auf die Erhaltung und Verbreitung des vorhandenen Wissens gerichtet ist, kann diese Aufgabe außerordentlich gut durch die neuen Technologien unterstützt werden. Archiviert wird heute in digitalen Bibliotheken. Diese Archivierung bringt aber neue große Probleme.

Eine tiefere Analyse des Wesens der Information zeigt, daß es einen gravierenden Unterschied zwischen Lebewesen und Automaten gibt. In der Biosphäre wird die Information nicht vollständig syntaktisch gespeichert, sondern auch in anderen Formen für längere Zeit stabil gehalten, sonst wäre der Panzer der Schildkröte auch ihr bester Informationsspeicher.

W. Elsasser hat als einer der ersten den Gedanken geäußert, daß ein Lebewesen Information nicht mechanisch, sondern nur durch ständiges Inbeziehungsetzen für längere Zeit stabil erhalten (speichern) kann. Wir kamen zu dem präziseren Schluß, daß demnach zwischen syntaktischem Speicher und biologischem Gedächtnis klar zu unterscheiden ist, daß eine „nicht vollständige syntaktische Speicherung“ vorliege. Informationen in technischen Systemen können dagegen nur dann für längere Zeit erhalten werden, wenn ihre reduzierten Darstellungsformen vollständig syntaktisch gespeichert werden.

Diese Frage der Speicherung von Information, ihrer Archivierung für längere Zeit, ist schon immer auch eine Grundfrage des Bibliothekswesens gewesen.

Die Frage nach dem Verhältnis von syntaktischem Speicher und semantischem Gedächtnis, die Frage also, wie Information in ihren unterschiedlichen Existenzweisen bei nicht vollständiger syntaktischer Speicherung für längere Zeit erhalten werden kann, ist in der Tat eine grundlegende Frage, insbesondere angesichts der mit der Digitalisierung, der Übersetzung aller Arten von Informationen in die Sprache der Computer verbundenen Hoffnung, daß damit ein alter

Menschheitstraum zu erfüllen sei, die Informationen digitalisiert, d.h. in Bits und Bytes verwandelt, über längere Zeit erhalten zu können als z.B. auf Papier, einem biologisch und physikalisch-chemisch abbaubaren Informationsträger. In der Tat weiß jeder Bibliothekar, mit welchem großen finanziellen Aufwand Bücher der vergangenen 150 Jahre erhalten werden müssen. Aber eben auch die Bits und Bytes sind sehr störanfällig. Um nun den längeren Erhalt zu sichern, wird der Bibliothekar der Zukunft mit sehr kostspieligen und arbeitsaufwendigen Kopierarbeiten beschäftigt sein. Denn die Schaffung einer genauen Kopie, die Transformation der Information auf einen neuen physikalischen Träger, ist die einzige Möglichkeit der Erhaltung der Information auf längere Zeit im Rahmen der technischen, nur zur syntaktischen Speicherung befähigten Systeme. Aber auch dann, wenn solche Kopien mit großem Aufwand hergestellt werden, ist, wie von dem Informatiker Jeff Roth im *Scientific American*<sup>92</sup> eindrucksvoll geschildert wurde, doch keineswegs gesichert, daß die Bits und Bytes auf den Neuen Datenträgern dann auch wirklich nach 100 Jahren noch entziffert werden könnten, da ja dann die Gerätegeneration, die Betriebssysteme, die Anwendersoftware usw. sicher zum wiederholten Mal gewechselt haben. Da man sich kein Gerätemuseum dazu stellen kann, ist man also gezwungen, ständig den weiteren Zugriff auf alte und schließlich uralte Bestände zu sichern. Diese Probleme, die sich aus dem Wesen der Information – ihrer nur syntaktischen Speicherung und Übertragung und Wiederauffindung –, aus der Tatsache, daß sie als Semantik ideell, aber als Codierung materiell ist und die materiellen Speichermedien den physikalischen Gesetzen der Zerstörbarkeit unterliegen, ergeben, sind die künftigen Grundprobleme des Archivars.

Im Lebendigen und Sozialen gibt es noch andere Formen der Erhaltung der Information über längere Zeit.

Information wird nicht einfach linear übertragen, sondern in zyklischen Prozessen, in immer neuen Sinnzusammenhängen gedeutet und neu erzeugt. Eine wichtige Rolle spielt die soziale Überlieferung, durch Vergegenständlichung in Werkzeugen, wie auch insbesondere heute Software, aber vor allem auch in der Arbeitsorganisation, in der Unternehmens- und Wissenschaftskultur.

Das richtige Funktionieren des Internets, der globalen Vernetzung, hat die Berücksichtigung dieser Formen der Erhaltung der Information einschließlich ihrer nationalen bzw. ethnischen Spezifika zur Voraussetzung, denn das Geschehen im World Wide Web (WWW) zeigt, daß Informationsnetze, an denen heute schon über 30 Millionen Menschen teilnehmen, keine protokollierbare Geschichte haben. Von Augenblick zu Augenblick unterliegen sie der Veränderung, kommen neue Teilnehmer hinzu oder gehen frühere Teilnehmer vom Netz.

92 Roth, J., *Scientific American*, Jan. 1995.

Es entsteht also das Paradoxon: *Im Zeitalter der Digitalisierbarkeit aller Informationen und damit der syntaktischen Speicherbarkeit aller ihrer reduzierten Abbilder zeigt sich, daß der Hyperspace kein Gedächtnis hat, kaum eine syntaktische Speicherung des Gesamtgeschehens vornehmen kann.*

Dies kann zu einer neuen Verletzlichkeit der Informationsgesellschaft führen, wenn es nicht gelingt, die globalen Netze in die lokale Kultur der Arbeitsprozesse, in die damit verbundene soziale Überlieferung, als das soziale Gedächtnis, wirklich zu integrieren.

## 5. *Digitale Medien und ihre Wirkungen auf Weltwissen und Kultur – Informationsgesellschaft als The Global Village?*

### 5.1. *Die Botschaft der digitalen Medien*

#### 5.1.1. *Veränderte Wahrnehmung*

Die durch die digitalen Medien zu verzeichnenden Veränderungen beziehen sich insbesondere auch darauf, *wie wir die Welt um uns herum und uns in ihr wahrnehmen.* Die Entwicklung ist eine Herausforderung an zahlreiche traditionelle Vorstellungen, von denen wir immer überzeugt waren, seitdem Gutenberg das erste Buch gedruckt hatte<sup>93</sup>. Der Medientheoretiker Marshall McLuhan schreibt dazu: „Das Zeitalter, in dem das gedruckte Buch die menschliche Wahrnehmung formte, ist vorbei – wir sind nachliterarisch und tatsächlich den Vorliterarischen näher als der Kultur – und Weltanschauung des Buchdrucks“<sup>94</sup>.

Der Medientheoretiker Marshall McLuhan versteht Medien generell als eine Erweiterung der menschlichen Sinnes- und Aktionsorgane. Er spricht von einer „extension of man“<sup>95</sup>.

Der Begriff Medium wird dabei sehr weit gefaßt, so daß darunter sowohl primitive Werkzeuge (der Hammer als Verlängerung der Hand) sowie elektrisches Licht als auch komplexe Maschinen, wie Computer als Extension des Nervensystems, wie auch gesellschaftliche Tänze fallen.

Der Inhalt des Mediums ist immer ein anderes Medium. Die Botschaft des Mediums Text ist z.B. Sprache, die Botschaft der Sprache ist wiederum ein Prozeß

93 McLuhan, M., Die magischen Kanäle/ Understanding Media. Dresden, Basel: Verlag der Kunst, 1995, S. 10.

94 McLuhan, M., Die Gutenberg-Galaxis, Das Ende des Buchzeitalters. Bonn, Paris: Addison-Wesley, 1995.

95 McLuhan, M., Powers, B. R., The Global Village – Der Weg der Mediengesellschaft in das 21. Jahrhundert. Paderborn: Junfermann Verlag, 1995.

des Denkens, der nonverbal verläuft. So hat die Eisenbahn z.B. nicht erst Bewegung und Transport eingeführt. Sie hat die bereits existierenden Erweiterungen menschlicher Funktionen weiterhin erweitert und beschleunigt.

Was ist demnach die Botschaft, der eigentliche Kern oder die wesentliche Aussage des globalen Netzes, des Mediums Internet?

McLuhan unterschied schon in seiner Arbeit: „Understanding Media“<sup>96</sup> zwischen heißen und kühlen Medien. Heiße Medien erweitern einen einzelnen Sinn mit hoher Auflösung („high definition“), wie z.B. das Radio. Das heißt, sie „füllen“ den Menschen mit einer großen Menge an Signalen. Bei heißen Medien haben wir einen niedrigen Grad an Partizipation. Ein unmittelbarer Austausch ist nicht vorgesehen. Es gibt einen Sender und einen Empfänger. Das ermöglicht Übermittlung, aber keinen Dialog. Goebbels hat die Struktur dieses Mediums für seine Propaganda entschieden genutzt. Hat sich heute auch die Anzahl der Sender vermehrt, so bleibt doch die Struktur Sender-Empfänger bisher in den Massenmedien erhalten, sieht man ab von den Versuchen, über das Telefon den Hörer doch etwas zu beteiligen.

Nach der Einteilung von McLuhan wäre das Internet wie das Fernsehen ein kühles Medium. Die digitalen Medien füllen nicht nur einen Sinn in „high definition“, sondern mit Hilfe der neuen multimedialen Möglichkeiten mehrere Sinne. Dies erfolgt allerdings nicht vollständig, wie dies beim Radio der Fall ist. Sie benötigen auf Grund ihrer Interaktivität Aktionen, den Dialog des Nutzers.

Globale Netze sind ihrem Wesen nach die globale Verlängerung des Zentralnervensystems. Diese Verlängerungen wirken in beide Richtungen:

Die Wahrnehmung kann ohne zeitliche Verzögerung überall erfolgen, aber die Sender-Empfänger-Struktur der Massenmedien wirkt auch umgekehrt auf die zentralnervösen Systeme der Empfänger ein. Die Medien sind nicht nur als Erweiterung des menschlichen Nervensystems, sondern auch als Einengung, ja als Falle für den Geist zu sehen.

Information ist per definitionem eine Einengung. In der Evolutionsstrategie, mit dem sog. random walk, werden mit Versuch und Irrtum diese Beschränkungen ausgelotet. Die Information wird zur begrenzenden Bedingung, die im Lebendigen die immense Anzahl physikalisch-chemisch möglicher Wechselwirkungen einschränkt.

Information ist eine Einengung, weil sie uns beispielsweise mit Fakten konfrontiert, die unser Wissen auf bestimmte Bahnen lenken, auf bestimmte Annahmen beschränken.

96 McLuhan, M., Die magischen Kanäle / Understanding Media. Dresden, Basel: Verlag der Kunst, 1995, S. 44 ff.

Mit der globalen Zugänglichkeit beliebig lokalisierter Informationen wird es letztlich unerheblich sein, an welchem Ort die digitale Bibliothek sich befindet, wo die Bibliotheksleistungen erbracht bzw. genutzt werden. Durch die elektronische Bibliotheksnutzung können die Nutzer (Leser) weltweit beliebig verteilte Leistungen vor Ort gebündelt zur Verfügung haben. Die digitale Bibliothek ist, in einem Wort, überall und gleichzeitig. Die Leistungen stehen überall und gleichzeitig zur Verfügung, mit der Gefahr, daß der Inhalt von den Strukturen in den Hintergrund gedrängt wird – denn Inhalt ist nicht unabhängig von Form.

### *5.1.2. Ist das Medium Internet schon die Botschaft?*

Kann man dann mit M. McLuhan sagen: „The medium is the message!“ und trifft dies auch schon auf das Internet zu?

Viele Autoren sind der Auffassung, daß jede Technologie, jedes Medium für sich selbst gesehen neutral sei und daß es nur auf die Art der Anwendung ankäme, ob die Technologie gut oder schlecht sei. Der Medientheoretiker Marshall McLuhan macht dagegen deutlich, daß man damit die Natur des Mediums verleugnet. Nach ihm ist alles, was ein neues Medium bzw. eine neue Technologie bewirken kann, sich selbst zu den bereits bestehenden hinzuzufügen.<sup>97</sup> Deshalb ist die Botschaft eines jeden Mediums – das Medium selbst. „The Medium is the message“ ist wohl die bekannteste, weil provozierendste Aussage von McLuhan<sup>98</sup>.

Diese These muß, so hilfreich provozierend sie für viele auch sein mag, sicher genauer hinterfragt werden. Denn sie enthält auch eine durchaus irreführende Aussage. In Wirklichkeit werden Nachrichten (Information, Redundanz, Rauschen und Wissen) bei Kopien regelmäßig von ihrem Trägermedium getrennt und je nach Wunsch relativ verlustlos übertragen. Dieser Vorgang wird auch als Migration bezeichnet und spielt in der Digitalen Bibliothek eine wichtige Rolle. Bei der wiederholten Behauptung, daß eine Information nicht von ihrem Medium (genauer gesagt ihrem Trägermedium) zu trennen ist – ein Text in einem alten Buch ist von seinem Eindruck her selbstverständlich nicht identisch mit demselben Text auf einem Bildschirm –, werden zwei Probleme unerlaubt vermengt. Die Information über das Medium (z.B. Buch mit Jahrhunderte alter Geschichte) hat zunächst nichts mit dem Inhalt des Textes in diesem Buch zu tun. Er kann um Jahrhunderte älter sein. Auch das Trägermedium Papier und Druckerschwärze sollte nicht mit dem Informationsmedium Schrift oder Bild verwechselt werden.

97 McLuhan, M., *Die magischen Kanäle/ Understanding Media*. Dresden, Basel: Verlag der Kunst, 1995.

98 ebenda, S. 11.

Wenn McLuhan im obigen Sinne (gegenwärtig immer häufiger in Europa) zitiert wird, dann sollte man daraus den Gedanken nehmen, daß durch die elektronischen Medien unsere Sinne verlängert, hinausgestellt werden und daß man die Medien, auch wenn man die übermittelten syntaktischen Strukturen mit der formalisierten Semantik der Informationen von ihnen abtrennen kann, nicht als eine völlig neutrale Technologie verstehen kann.

Allerdings soll deutlich gesagt werden, wie von Chr. Stry herausgearbeitet wurde, daß das Medium Internet jedenfalls noch nicht seine Botschaft ist!<sup>99</sup>. Dies hat insbesondere seinen Grund in den vorrangig technikzentrierten Möglichkeiten zum Auffinden der Informationen in den globalen Datenräumen. Erst mit einem „Content management“, mit der Entwicklung an der Semantik der Information sich orientierender Konzepte, wird der Information Highway wirklich als ein wertvolles Hilfsmittel für die menschliche Navigation einzusetzen sein.

### *5.1.3. Hypertext und Publikation*

Durch das Hypertextsystem, das vor allem im WWW weithin Anwendung findet, wird eine völlig neue Art der Wissensvermittlung möglich. Bisher lineare Texte werden untereinander vernetzt. So entstehen „plastische“, in sich parallele und vielfältig offene Texte.

Speziell unter Informatikern wird, davon ausgehend, vielfach die These vertreten, daß die Folge einer solchen Entwicklung einmal die völlige Verdrängung herkömmlicher Bücher sein könnte.

Eine solche Vorstellung erscheint uns als grundsätzlich abwegig. Wir lesen seit dem Erscheinen von Computern mehr denn je, da Computer inzwischen auch Maschinen zur Erzeugung von Büchern sind. Der Bildschirm ist für multimediale Angebote eine fundamental wichtige Erweiterung, aber keinesfalls ein Ersatz des Buches. Sonst brauchten wir nicht immer mehr Druckmaschinen. Aber auf jeden Fall wird es sich auf zukünftige Arten der Wissensdarstellung und -vermittlung auswirken: – Wissensdarstellung in Büchern – Wissensdarstellung in Bildern – multimedial vernetzte Wissensdarstellung.

Im Zusammenhang mit elektronischen Büchern (z.B. Lexika auf CD-ROMs) kommt neben dem Hypertext heute verstärkt die Variante Hypermedia zur Anwendung. Gegenüber dem Hypertext können so nicht nur Textteile verknüpft werden, sondern viele denkbare Medien (Text, Graphik, Sprache, Bild, Bewegtbild, Musik, Geräusche oder Computerprogramme).

99 Stry, Chr., *The Medium ist Still Not the Message: Zur Kommunikation und Orientierung in Globalen Datenräumen*, Informatik Forum, Bd. 9, 2/1995.

Bibliothek und Rechenzentrum müssen Strukturen schaffen, die eine digitale Archivierung und Wissensverwaltung ermöglichen und die Produktion und Darstellung von Information und Wissen, die Domäne der Wissenschaftler, weitgehend unterstützen.

## *5.2. Der Hyperspace und die Intelligenten Softwareagenten (Intelligence Agencies)*

### *5.2.1. Werkzeuge der Informationsgesellschaft: eine umfassende Vision der Bereicherung an Weltwissen und Kultur*

Auf dem Wege zur postindustriellen Gesellschaft des einundzwanzigsten Jahrhunderts werden auch die Werkzeuge der Informations- und Wissensgesellschaft entwickelt, so daß nicht nur die Arbeit der Bauern und der Industriearbeiter durch Maschinen erleichtert wird, sondern zunehmend nun auch die Tätigkeit der Kopfarbeiter. Intelligente Softwareagenten sollen als Stellvertreter agieren.

Mit dem Thema: „Intelligente Softwareagenten“ kommen wir zu einem der aktuellsten Gebiete der gegenwärtigen KI-Forschung. In bewußter Analogie zu Agenten wie James Bond, dem Agent 007, der im Auftrag der englischen Krone schwierige Probleme eigenständig löst, helfen nun intelligente Softwareagenten privaten und gesellschaftlichen Nutzern bei der Suche nach Informationen sowie bei der Erledigung von Aufgaben im Hyperspace der digitalen Netze. Wie intelligente menschliche Agenten sollen sie den verschiedenen Individuen beim kommunikativen Abgleich ihrer unterschiedlichen Interessen helfen.

Intelligente Softwareagenten stellen eine neue Kategorie von Software dar, mit deren Entwicklung eines der wichtigsten Werkzeuge der künftigen Informationsgesellschaft geschaffen wird. Ihre Entwicklung steht erst am Anfang. Doch im Internet begegnet man schon einigen Prototypen, wie den Agenten BargainFinder und Firefly<sup>100</sup>.

Man unterscheidet heute entsprechend der verschiedenen Anwendungen zwischen drei Agentenkategorien: 1. dem Informationsagenten, 2. dem Kooperationsagenten und 3. dem Transaktionsagenten.

Mit der Entwicklung der intelligenten Softwareagenten verändert sich die Perspektive in der Informatik von der Kontrolle und Ausführung einer Funktion, hin zur *Dienstleistung eines Kunstproduktes*.

100 Brenner, W., Zarnekow, R., Wittig, H., Intelligente Softwareagenten. Berlin, Heidelberg: Springer, 1998.

Die geronnene Erfahrung des Arbeitsprozesses wird hier in der Welt der Software reflektiert: Objekte tauschen Nachrichten aus, nehmen Dienste in Anspruch und halten Kontrakte ein<sup>101</sup>.

Neu ist die Hervorhebung des Aktiven, der Autonomie und der organisierten Verteilung. Ein intelligenter Softwareagent verfügt über innere Zustände und steht mit seinesgleichen in Wechselwirkung, so daß er sich von ihnen ein inneres Modell machen kann. Sog. mental states repräsentieren Wissen, Annahmen, Fähigkeiten, Verpflichtungen, Ziele und Absichten. Man schreibt diesen Agenten beliefs, desires sowie intentions zu. Diese intelligenten Softwareagenten sind nicht wie passive Objekte, die durch eine message aktiviert werden müssen. Sie können ständig aktiv sein und sich beim Empfang einer Nachricht entsprechend ihres „Wertesystems“ entscheiden, wie sie reagieren werden<sup>102</sup>.

Neben Electronic Commerce und Entertainment ist Information Retrieval und Filterung eines der wichtigsten Anwendungsgebiete. Letzteres wird sicher unmittelbar für die wissenschaftlichen Bibliotheken relevant. Denn macht man sich bewußt, welche ungeheure Menge technisierten Wissens durch die Digitalisierung von Daten, Bild und Ton z.B. für die Medizin bereitgestellt werden kann, so wird die Möglichkeit dieser Bereitstellung für die Medizin selbst wiederum zu einem zentralen Problem, welches nach technischer Unterstützung verlangt.

Der Einsatz dieser intelligenten Softwareagenten als Informationsfilter soll das Auffinden der Informationen und die Entscheidung über ihre Relevanz erleichtern.

Es ist anzunehmen, daß die Visionen mancher KI-Forscher hinsichtlich der Intentionalität und Subjektivität sowie Autonomie der Systeme nicht in Erfüllung gehen werden, denn der Automat bleibt auf die maschinelle (syntaktische) Informationsverarbeitung beschränkt, während der Mensch zur semantischen Informationsverarbeitung, zur Erzeugung echt neuer Informationen befähigt ist, Subjekt der Entwicklung ist und bleibt<sup>103</sup>. Doch auf der syntaktischen Ebene, auf der Grundlage formalisierter Semantik, eines wahrscheinlich auch noch zu findenden Formalismus zur Wissensrepräsentation wird es möglich, sehr komplexe Wissensstrukturen zu speichern und selbständig wieder aufzufinden.

Die lokalen und globalen Netze ermöglichen eine Reihe von Zeit und Raum verdichtenden Operationen, so daß sie dem Transport von Information und Wissen über große Distanzen dienen können. Zur Wiederauffindung im Internet vorhan-

101 Pflüger, J., Distributed Intelligence Agencies. – In: Hyperkult. Hrsg. v. M. Warnke, W. Coy, Ch. Tholen. Frankfurt a/M., Basel: Strömfeld Verlag, 1999.

102 ebenda.

103 Fuchs-Kittowski, K., Künstliche Intelligenz in der Medizin – Herausforderungen und Visionen an der Jahrtausendwende, in: Zukunftsvisionen in der Medizin, Dokumentation der 5. Wissenschaftlichen Arbeitstagung, Berlin, (1999), Heft 19, S. 31–72.

dener Informationen sind daher spezielle Informationsagenten entwickelt worden. Diese „Schatzgräber“ sind in der Tat eine recht erstaunliche und sinnvolle Entwicklung. Sie erzeugen in unglaublich großen Indexdatenbanken (z.B. Altavista) eine gezielte Redundanz, die es uns erlaubt, in Millionen Dokumenten jedes Wort einzeln und im Kontext, teilweise sogar feldspezifisch zu suchen. Es wird täglich millionenmal genutzt. Aber auch hier gibt es ambivalente Wirkungen. Die negativen Auswirkungen der beliebigen Vervielfachung, z.B. durch Agenten im Netz, kann zu einem Zumüllen der Leitungen mit schlechthin unbrauchbaren Informationen führen.

*Solche Effekte, wie auch die überall und gleichzeitige Präsenz der im Netz gespeicherten Daten – Information, Redundanz, Rauschen und Wissen –, haben das Filtern der Information mit Hilfe lernender Agenten entstehen lassen, aber auch mit Hilfe des Menschen. Der Einfluß dieser Informationszentralen als Filterinstanzen ist sehr groß, und ihre Interessen können erheblichen Einfluß auf die Verfügbarkeit von Wissen haben. Mit der weiteren Entwicklung der intelligenten Softwareagenten ergibt sich auch eine Vision der digitalen Bibliothek der Zukunft.*

### *5.2.2. Bibliothek der Zukunft und intelligente Softwareagenten*

Heutige Bibliotheken sind eine Art Lagerhaus, in dem Bücher stehen, die darauf warten, aufgefunden und gelesen zu werden, d.h., daß die Zeichen interpretiert werden, ihr Inhalt erfaßt wird, so daß wir diesen dann anderen mitteilen können. Es handelt sich also um passive Gegenstände. Die heutigen digitalen Bibliotheken sind hierin nicht besser. Die Bücher werden zwar elektronisch gespeichert, aber auch die Seiten in diesen Dateien sind passiv. Es sind künftig jedoch auch Bibliotheken als aktive, intelligente Wissens-Server vorstellbar<sup>104</sup>. Hier wird das Wissen verschiedener Fachgebiete in komplexen Wissensstrukturen, auf der Grundlage, wie gesagt, eines wahrscheinlich noch zu findenden Formalismus zur Wissensrepräsentation, gespeichert. Die Bedürfnisse der Nutzer können natürlichsprachlich formuliert werden, so daß das System wie ein elektronisches Lehrbuch funktioniert. Es kann wichtige Informationen sammeln, miteinander in Beziehung setzen und begründen helfen. Wenn der Nutzer eine Annahme macht bzw. eine Hypothese formuliert, so kann diese vom System überprüft und auch kritisiert werden.

Benutzer dieser zukünftigen Bibliothek muß nicht allein der Mensch, sondern kann auch ein anderes Wissenssystem sein. So ist die digitale Bibliothek der Zukunft ein Netzwerk verschiedener Wissenssysteme, in dem Menschen und

104 Feigenbaum, E.A., Wissensverarbeitung: Vom Daten-Server zum Wissens-Server, In: Kurzweil, R., Das Zeitalter der Künstlichen Intelligenz. München, Wien: Carl Hanser Verlag, 1993.

intelligente Softwaresysteme zusammenarbeiten<sup>105</sup>. Die intelligenten Softwareagenten agieren als Stellvertreter für den menschlichen Nutzer der Bibliothek.

Es entsteht das Problem des Content-Management. Man muß Verantwortlichkeiten verfolgen können. Die Beiträge sind zu autorisieren und auch der Zugriff zu kontrollieren. Die Aktualisierung der Wissensbasis und ihre Aufrechterhaltung wird zu einer neuen wichtigen Aufgabe der Verlage.

### 5.2.3 Informationsverbreitung versus Informationsentstehung – neues Wissen

Wenn wir von der Verarbeitung und Verbreitung von Informationen sprechen, dann haben wir immer schon vorhandenes Wissen, seine Verfügbarkeit und Verbreitung im Auge. In der Wissenschaft geht es aber nicht nur um die Kommunikation bzw. Verarbeitung und Verbreitung schon gegebener Information und schon bekannten Wissens sondern vorrangig um die Produktion neuer Informationen bzw. neuen Wissens – Informationsentstehung ist die zentrale Kategorie und nicht die von der Informatik in den Vordergrund gestellte Kategorie der Informationsverarbeitung und technisierten Kommunikation. Information entsteht in lebendigen, sich entwickelnden Organisationen – so in der lernenden bzw. kreativen Unternehmensorganisation, wie dies mit unserem evolutionären Konzept der Information näher begründet wurde.

Wissen entsteht durch kreative Menschen in sozialer Organisation. Das Wissen, mit dem wir es zu tun haben, wenn wir uns diesen sozialpolitischen Fragen zuwenden, entsteht durch Kreativität in sozialer Organisation. Es beruht auf der Kultur, in der es produziert wird.

Von Born wurde ein Modell zur Entstehung von Wissen entwickelt<sup>106</sup>. Dies veranschaulicht, wie von der Sprache (Struktur, Prozeß) ausgehend über verschiedene Arten von Hintergrundwissen neues Wissen über die reale Welt beim Empfänger aufgebaut wird. Beim Hintergrundwissen wird zwischen theoretischem und vernakulärem Wissen unterschieden. Das theoretische Wissen wird weiterhin in abstraktes, mathematisches Wissen (mathematische Strukturen, Modelle) und formales Wissen (Computerprogramme, Algorithmen, Kalküle usw.) unterteilt.

Aber auch das von der Mathematik abgebildete Wissen ist formal. Es ist hier noch klarer zu unterscheiden. Vernakuläres Wissen dagegen wird differenziert in effektives Wissen (Verbindung zwischen Wissenschaft, Ideekern usw.) und konkretes, materielles Wissen (Lebenswelt, Common sense, Volksweisheit, konkrete Erfahrungen bzw. Beispiele in der Lebenswelt).

105 ebenda.

106 Born, R., Prometheus in Hell. – In: ARS Electronica 96. Stocker, G., Schöpf, Chr. (Editors). Wien, New York: Springer, 1996.

Auch hier lassen sich sicher noch weitere Differenzierungen vornehmen.

Es gibt narratives (beschreibendes) und stärker formalisiertes Wissen. Diese beiden Formen haben ihr Pendant im Erfahrungswissen (heuristischen Wissen) und im stärker kausal abgeleiteten Wissen (beispielsweise durch mathematische Gleichungen, funktionale Zusammenhänge) – auch in bildlicher Darstellung oder auch durch eine logische sprachliche Ableitung.

## 6. *Metapher und Visionen zur Gesellschaftsentwicklung und die Gefahr ihrer technischen Entleerung*

### 6.1. *Die Vision der Entwicklung zum „globalen Dorf“ von Marshall McLuhan aus der Perspektive weltumspannender Kommunikation*

Bereits 1962 hat M. McLuhan in seinem Buch „The Gutenberg Galaxy“<sup>107</sup> das globale Dorf vorhergesehen. „The Global Village – Transformation in World Life and Media in the 21st Century“ war dann der Titel seines letzten Buches. Auch wenn er den Gedanken der digitalen Bibliothek und ihrer globalen Vernetzung z.B. in Form des Internets noch nicht kannte, wird doch der Begriff des „global village“ sofort mit dieser Entwicklung in Verbindung gebracht. Denn durch die Eigenschaften der digitalen Kommunikation entstehen nun in der Tat auch neue Formen der Gemeinschaft, ja in gewisser Weise eine neue – digitale – Gesellschaft. Zumindest gibt es neue Aspekte unseres Zusammenlebens, neue Formen menschlicher Kultur. Damit sind nicht die digitalen Menschen prognostiziert, die es im Raumschiff Enterprise ohnehin schon genug gibt, sondern wirklich neue Aspekte des Zusammenlebens, der Kultur<sup>108</sup>. Es sollte insbesondere auf die verschiedenen Arbeiten im Rahmen der ARS Electronica<sup>109, 110</sup> in Linz hingewiesen werden, denn hier bemüht man sich in besonderem Maße um die Entwicklung der cyber arts<sup>111</sup>.

Mit den Begriffen wie „Cyber space“ und „Global village“ wird ein Bild von einer neuen Gesellschaft entworfen, die durch die Möglichkeiten der elektronischen Kommunikation entstehen könnte. So wird es besonders wichtig, auf die

107 McLuhan, M., Die Gutenberg-Galaxis, Das Ende des Buchzeitalters. Bonn, Paris: Addison-Wesley 1995.

108 Coy, W., Media Control. Wer kontrolliert das Internet? – In: Medien, Computer, Realität – Wirklichkeitsvorstellungen und Neue Medien. Hrsg. v. S. Krämer, Frankfurt a/M: Suhrkamp Verlag, 1998.

109 Stocker, G., Schöpf, Chr. (editors), ARS Electronica 96., Wien, New York: Springer, 1996.

110 Stocker, G., Schöpf, Chr. (editors), ARS Electronica 97., Wien, New York: Springer, 1997.

111 Leopoldseder, H., Schöpf, Chr., Cyber arts – Prix ARS Electronica, Wien, New York, Springer Verlag, 1997.

Probleme hinzuweisen, die unsere Gesellschaft durch den Umgang mit den globalen Netzen, speziell dem Internet, haben wird und zum Teil schon hat. Es gilt jedoch in der Tat auch darauf hinzuweisen, welche Potenzen für eine weitere soziale Evolution zu einer wirklichen Informations- und Kommunikationsgesellschaft real gegeben sind. Da die globale Vernetzung, wie sie durch das Internet bisher realisiert ist, noch im Anfangsstadium der Entwicklung steht, sind viele soziale und gesellschaftliche Wirkungen dieser Technologie noch nicht überschaubar.

*Mit den kommenden Ausbaustufen des globalen Netzes wird es eine weitgehend gleichzeitige und überall benachbarte Welt geben, damit ist das globale Dorf schon weitgehend Realität geworden. Hier sei aber kritisch angemerkt, daß damit doch eine heimatliche Weltkultur vorausgesetzt wird. Es geht nicht um eine Landidylle, nicht um ein Kubdorf. McLuhans Global Village knüpft, wie W. Coy<sup>112</sup> herausgearbeitet hat, an „der griechischen Agora an, am Marktplatz, den Sokrates nutzte, um seine Mitbürger im mündlichen, direkten Dialog bei der Erkenntnis ihrer Unkenntnis zu helfen und Phaidros die Nachteile der Schrift zu erklären. Für McLuhan ist das Global Village ein Weg zur sekundären Oralität, die Rückkehr aus der Welt dominanter Schriftkultur in eine neue elektronisch vermittelte Redekultur, die dem Literaturwissenschaftler McLuhan als Rückkehr in die antike Heimat des europäischen Geistes erscheint“<sup>113</sup>. Wobei McLuhan hier insofern überzieht, als diese sekundäre Oralität schon durch das Telefon und das Radio entstanden ist.*

Die Rückkehr aus einer Welt dominanter Schriftkultur in eine neue elektronisch vermittelte Redekultur sollte nicht verabsolutiert werden; denn der Mensch hat die Redekultur nie verlassen. Sie hatte nur keine brauchbare Archivierung!

Die gelungene Überwindung bisheriger Begrenzungen von Raum und Zeit bedeutet also nicht schon den Durchbruch zum „globalen Dorf“ im Sinne der Vision McLuhans oder gar zu einer wirklichen Informations- und Kommunikationsgesellschaft, haben wir es doch, wie beim Fernsehen, auch mit den Gefahren eines wachsenden Realitätsverlustes, eines Gesprächersatzes sowie verstärkter sozialer Isolierung zu tun.

## 6.2. Die Vision der Entwicklung der „Noosphäre“ von Teilhard de Chardin und von V.I. Vernadsky aus der Perspektive weltweiter Kommunikation

Durch die elektronischen Medien werden unsere Sinne verlängert und es entsteht nach McLuhan, „was Teilhard de Chardin die ‘Noosphäre’ nennt: ein technisches

112 Coy, W., Media Control. Wer kontrolliert das Internet? – In: Medien, Computer, Realität – Wirklichkeitsvorstellungen und Neue Medien. Hrsg. v. S. Krämer, Frankfurt a/M: Suhrkamp Verlag, 1998.

113 ebenda.

Gehirn für die Welt“<sup>114</sup>. Dies ist natürlich eine grobe Vereinfachung, denn Teilhard de Chardin<sup>115</sup> sowie V. I. Vernadsky<sup>116</sup> verstanden unter der ‘Noosphäre’, die Sphäre des Geistes und der Arbeit, deren Herausbildung durch technische Mittel unterstützt werden kann, aber nicht von diesen allein gebildet wird oder gar mit dem technischen Netz zu identifizieren ist<sup>117</sup>.

Aber in der Tat sind durch die modernen Informations- und Kommunikationstechnologien früher nicht überwindbare Entfernungen überwunden worden. Die Menschheit, so scheint es, rückt durch diese Technologien enger zusammen.

Eng damit verbunden ist die Frage, entsteht mit den globalen Netzen so etwas wie „A global Brain“?, kommen wir mit der globalen Vernetzung der digitalen Bibliotheken vielleicht der Konzeption von der Entwicklung einer „Noosphäre“, wie sie von dem katholischen Philosophen und Naturforscher Teilhard de Chardin und im Anschluß an ihn von dem Geophysiker Vladimir I. Vernadsky vertreten wurde, näher?

Teilhard de Chardin und I. Vernadsky dachten nicht daran, ihre Vision der Entwicklung der „Noosphäre“ technisch zu entleeren. Sie sahen beide in der internationalen wissenschaftlichen Zusammenarbeit, in der international scientific community mit hohem fachlichen und moralischem Anspruch, die Keimzellen für die sich entwickelnde Noosphäre. Wird also das technische Netz zum Hilfsmittel wirklicher zwischenmenschlicher Kommunikation und Interaktion, so könnten sich auch die sich mit dem Netz entwickelnden Informationszentralen bzw. -punkte, mit den dort in hoher Verantwortung für die Gemeinschaft arbeitenden Menschen, zu solchen Keimen zur Entwicklung einer wirklichen Sphäre des Geistes und der Arbeit entwickeln.

### *6.3. Handeln im Sinne des Manifestes der UNESCO erforderlich!*

Die Kultur ist ein wesentlicher Faktor menschlichen Zusammenlebens. Die weitere Globalisierung eliminiert jedoch soziale und kulturelle Schutzräume durch die Normierung. Die Frage ist: Muß eine globale Kultur unbedingt dazu führen, daß die Vielzahl von kleinen Kulturen verschwindet, und sind wirklich alle Kulturen,

114 McLuhan, M., Die Gutenberg Galaxis – Das Ende des Buchzeitalters. Bonn, Paris: Addison-Wesley, 1995, S. 40.

115 Chardin, T. de, Der Mensch im Kosmos. München: C.H. Beck'schen Verlagsbuchhandlung, 1959.

116 Vernadskij, V.I., Der Mensch in der Biosphäre – Zur Naturgeschichte der Vernunft. Hrsg. v. W. Hofkirchner. Frankfurt a/M, New York, Wien: Peter Lang Verlag, 1997.

117 Fuchs-Kittowski, K., Krüger, P., The Noosphere Vision of Pierre Teilhard de Chardin and Vladimir I. Vernadsky in the Perspective of Information and of World-Wide Kommunikation. – In: World Futures (1997) vol. 50, pp. 757–784.

unter denen es recht anachronistische, um nicht zu sagen bestialische, gibt, unter humanen Gesichtspunkten schutzwürdig? Die Versuche zur Durchsetzung von grundlegenden Menschenrechten scheinen offensichtlich ein Zeichen dafür zu sein, daß es äußerst schwierig ist, zwischen diesem Schutz der Kulturen und dem einzelner Personengruppen abzuwägen.

Die Anonymität macht die „Wahrung des Gesichts“ überflüssig und soziale Sanktionen unmöglich. Die Anonymität im Internet ist bekanntermaßen äußerst trügerisch. Auch hier ist die momentane Suche nach Abwägung zwischen Pretty Good Privacy und netzweiter Überwachung eine interessantes Problem der Abwägung und Optimierung! Für den Electronic Commerce, die verschiedenen Formen der sich gegenwärtig stark entwickelnden kommerziellen Nutzung des Internets<sup>118</sup>, wird dies wichtig sein.

In der Wissenschaft wird sich die Frage nach Anonymität eines Autors wohl kaum stellen, denn der Wissenschaftler muß und will sich der Kritik sowie der Anerkennung durch die wissenschaftliche Gemeinschaft stellen. Wenn dies nicht geschieht, wenn die Kritik an der Publikation und damit auch am Autor durch die wissenschaftliche Gemeinschaft über Gebühr eingeschränkt ist, hört Wissenschaft auf, Wissenschaft zu sein.

Die einfache Reproduzierbarkeit und verlängerte Lebensdauer des digital gespeicherten erleichtert den Diebstahl! Hier scheinen wichtige Gruppierungen in den USA gewillt zu sein, im Rahmen des Fair Use, das im angloamerikanischen Raum eine fast fünfzigjährige Geschichte hat, Bibliothekare mit einzusetzen, um diesen Schutz weiterhin zu gewährleisten.

Es sollte hiermit deutlich geworden sein, daß ich mit meinen Ausführungen klar zur Durchsetzung des Manifests der UNESCO zur Unterstützung, Förderung und Entwicklung Öffentlicher Bibliotheken beitragen möchte. In diesem Manifest der UNESCO, das zu politischem Handeln aufruft, heißt es: Als örtlich verfügbarer Zugang zum Wissen bietet die öffentliche Bibliothek eine Grundvoraussetzung für lebenslanges Lernen, unabhängige Urteilsbildung und die kulturelle Entwicklung des Einzelnen und gesellschaftlicher Gruppen.

Die öffentliche Bibliothek ist das kommunale Informationszentrum. Sie macht ihren Benutzern jede Art von Wissen und Information leicht zugänglich.

Die öffentliche Bibliothek bietet ihre Dienstleistungen nach dem Prinzip der Gleichberechtigung des freien Zuganges ungeachtet des Alters, des Geschlechts, der Religion, Nationalität, Sprache oder sozialen Herkunft an. Spezielle Dienstlei-

118 Alpar, P., Kommerzielle Nutzung des Internet – Unterstützung von Marketing, Produktion, Logistik und Querschnittsfunktionen durch Internet, Intranet und kommerzielle Online-Dienste. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag, 1998.

stungen und Materialien müssen für die Benutzer bereitgestellt werden, die – aus welchen Gründen auch immer – die normalen Angebote nicht wahrnehmen können, wie z.B. sprachliche Minderheiten, Behinderte, Personen in Krankenhäusern oder Gefängnissen.

Alle Altersgruppen müssen für ihre Bedürfnisse geeignetes Material finden. Die Bestände und Serviceangebote müssen sowohl alle Typen geeigneter Medien und die modernen Informationstechnologien als auch traditionelle Materialien einbeziehen...

Die Bibliotheksbestände und Dienstleistungsangebote dürfen weder irgendeiner Form von ideologischer, politischer oder religiöser Zensur noch kommerziellem Druck unterliegen...

Die Benutzung der öffentlichen Bibliothek soll grundsätzlich gebührenfrei sein...

Die Vernetzung öffentlicher Bibliotheken muß sowohl mit den National-, Landes-, Forschungs-, und Spezialbibliotheken als auch mit den Schul-, Fachhochschul- und Universitätsbibliotheken abgestimmt werden...

Der Bibliothekar/ die Bibliothekarin erfüllen die Aufgabe des aktiven Vermittlers zwischen Benutzern und den Quellen von Information und kulturellem Erbe.

Professionelle Aus- und Weiterbildung des Bibliothekars/ der Bibliothekarin stellen unverzichtbare Voraussetzungen der Qualitätssicherung dar.

Darf ich vielleicht mit folgender Erinnerung schließen: daß es ein entsprechend gebildeter und umsichtiger Bibliothekar der Universitätsbibliothek der Humboldt-Universität war, der mich eines Tages anrief und sagte, hier wäre ein Buch mit dem Titel „Computer Power and Human Reason“, das so sehr meinem Anliegen entsprechen würde, daß ich es gleich holen sollte, bevor es durch den Registrationsprozeß erst wieder eine Zeit verschwindet. Er konnte nicht ahnen, daß er durch diesen Literaturhinweis viel mehr tat, als nur Wissen zu vermitteln, daß er einen andauernden wissenschaftlichen Austausch und feste freundschaftliche Beziehungen stiftete.

*Danksagung:*

*Der Autor dankt Herrn Prof. Walther Umstätter für intensive Diskussionen zur Thematik digitale Medien und Bibliothek.*

---

HEINRICH PARTHEY

## Publikation und Bibliothek in der Wissenschaft

An der Schwelle zum 21. Jahrhundert sehen sich die Kultur wissenschaftlicher Tätigkeit und die wissenschaftlichen Bibliotheken mit dem Schritt ins Informationszeitalter neuen Anforderungen gegenübergestellt.<sup>1</sup> Die gegenwärtigen Diskussionen über die Eigenart von Publikationen in der Wissenschaft gehen in der Regel davon aus, „daß der Wandel von Texten, die der wissenschaftlichen Kommunikation dienen, wissenschaftlich intern motiviert ist und funktionalen Erfordernissen des wissenschaftlichen Betriebs Rechnung trägt“.<sup>2</sup> Bereits frühere Betrachtungen, die den Übergang von der Laborarbeit zu deren schriftlichem Produkt markieren, sprechen der wissenschaftlichen Publikation die Absicht zu, die Leserschaft „über methodische Vorgangsweisen zu instruieren, unter der Voraussetzung, daß diese Angelegenheiten von den Lesern selbst erledigt werden können. Auch das implizite Wissen eines Spezialgebietes muß ... dabei vorausgesetzt werden.“<sup>3</sup> Auch hinsichtlich Patentschriften als wissenschaftlicher Literatur wird vom Erfinder gefordert, daß er „seine subjektive Erfindung objektivieren“ muß.<sup>4</sup>

Damit dienen wissenschaftliche Texte nicht nur der wissenschaftlichen Kommunikation, sondern sind erforderlich, damit die zuerst stets subjektiven Entdeckungen und Erfindungen durch andere wissenschaftlich Tätige nachvollzogen und reproduziert werden können. Wir möchten betonen, daß Publikationen in der Wissenschaft eine Funktion erhalten haben, die, einmal herausgebildet, bestehen bleiben wird. Es geht dabei weniger um ein Angebot zum wissenschaftlichen

- 1 Siehe Fuchs-Kittowski, K., Digitale Medien und die Zukunft der Kultur wissenschaftlicher Tätigkeit, in diesem Jahrbuch, und Umstätter, W., Die Rolle der Digitalen Bibliothek in der modernen Wissenschaft, in diesem Jahrbuch.
- 2 Jäger, G., Vom Text der Wissenschaft. Überlegungen zum Wandel des Textbegriffs im Rahmen vernetzter EDV-Kommunikation. – In: Am Ende – das Buch: semiotische und soziale Aspekte des Internets. Hrsg. v. U. Jochum u. G. Wagner. Konstanz: Universitäts-Verlag Konstanz 1998. S. 59.
- 3 Knorr-Cetina, K., Die Fabrikation von Erkenntnis. Zur Anthropologie der Naturwissenschaft. Frankfurt am Main: Suhrkamp 1984. S. 234.
- 4 Greif, S., Patentschriften als wissenschaftliche Literatur, in diesem Jahrbuch.

Meinungsstreit, sondern vor allem um eine Darstellung von Problem und Methode erfolgreicher Forschung, die unabhängig von Ort und Zeit der Veröffentlichung eine Reproduzierbarkeit gestattet, wodurch die Objektivierung des Neuen in der Wissenschaft gesichert wird.

Unsere Überlegungen thematisieren erstens die Nachvollzieh- und Wiederholbarkeit wissenschaftlicher Erkenntnis als Kriterien für die Funktion wissenschaftlicher Publikationen, zweitens die Verfügbarkeit von Wissen in Forschungssituationen als Kriterium für die Funktion wissenschaftlicher Bibliotheken und schließlich drittens historische Grundlinien des Wandels wissenschaftlicher Bibliotheken.

### *1. Wissenschaft als publiziertes methodisches Problemlösen*

Soziologische Untersuchungen der Wissenschaft betrachten die Publikation als Vertextung der Wissenschaft, „in gewissem Sinne eine Übung in Entpersonifizierung“.<sup>5</sup> Eine die Wissenschaftssoziologie übergreifende Wissenschaftsforschung sollte davon ausgehen, daß die Wissenschaft zur Objektivierung von Erkenntnissen auf die Reproduktion ihrer Erstgewinnung angewiesen ist. Dies schließt aber auch die Wiederholbarkeit an anderem Ort und zu anderer Zeit durch andere wissenschaftlich Tätige ein, was schriftlicher Dokumente bedarf, deren Leser die Erkenntnisgewinnung nachvollziehen können. Mit anderen Worten: Wissenschaft kommt ohne einen schriftlichen Bericht über die Entstehung von Neuem nicht aus. Und die sowohl in früheren wissenschaftlichen Publikationen als auch in neueren Texten der Wissenschaft enthaltenen Behauptungen müssen vor allem dem Kriterium der Wahrheit genügen. Davon geht auch der Wissenschaftssoziologe Peter Weingart in seinen Überlegungen über Interdisziplinarität in der Forschung aus, indem er den entscheidenden Punkt einer grundlegenden Klasse von Kriterien der Wissenschaftlichkeit vorstellt: „das erwartete Resultat ist immer ‘wahres’ Wissen“.<sup>6</sup> Und das Kriterium für diese Eigenschaft von Behauptungen ist bekanntlich von der Erkenntnistheorie in der bis heute gültigen Form definiert worden: der Nachweis der Existenz des behaupteten Sachverhaltes. Wissenschaftssoziologische Überlegungen können diese Wahrheitsauffassung nicht außer Kraft setzen, sondern betreffen Befindlichkeiten von Menschen in der Aufnahme, Annahme, Durchsetzung und Verbreitung der Wahrheit von Wissen. Darüber haben im letzten Jahrzehnt vor allem Naturwissenschaftler wie Alan Sokal und Jean Bricmont einen klärenden Disput mit Wissenschaftssoziologen geführt.<sup>7</sup>

5 Knorr-Cetina, K., Die Fabrikation von Erkenntnis. Frankfurt am Main: Suhrkamp 1984. S. 214.

6 Weingart, P., Interdisziplinarität – der paradoxe Diskurs. – In: Ethik und Sozialwissenschaft. Streitforum für Erziehungskultur (Opladen). 8(1997)4. S. 528.

Bekanntlich erhält Sprache durch Schrift eine neue Qualität, sie wird „Text“. Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte der menschlichen Intelligenz charakterisieren ein Denken auf der Meta-Ebene wie Definieren, Schlußfolgern und Beweisen, das erst über die Schrift aufgeschlossen wird.<sup>8</sup> Grundsätzlich ist von Schöpfern des Neuen in der Wissenschaft zu fordern, damit es auch von anderen Wissenschaftlern nachvollzogen und reproduziert werden kann, daß es (mit Angabe von Autor und Datum, gegebenenfalls auch mit Angabe von Institut und Labor) schriftlich dokumentiert wird. Ohne auf ein schriftliches Dokument zurückgreifen zu können, das die Entstehung des Neuen nachvollziehbar beschreibt, hätten andere Wissenschaftler außer den Schöpfern des Neuen keine Chance, das Neue auf seine Wahrheit hin zu überprüfen. Jeder, der neues Wissen in methodischer Bearbeitung eines Problems erzeugt hat, steht bekanntlich vor der Schwierigkeit, seine kreative Leistung in einem auch für andere les- und verstehbaren Dokument so darzustellen, damit andere Wissenschaftler das vom Autor neu Gefundene auch methodisch nachvollziehen können. Darin besteht die grundsätzliche Funktion der Publikation in der Wissenschaft, die selbst in Fälschungsfällen deutlich wird, wie es das Beispiel des Fälschungsfalles am Kölner Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung zeigt, das vom Biologen Hubert Markl (als Präsident bei der Festversammlung der Max-Planck-Gesellschaft im Sommer 1998) angesprochen wurde. Danach „hat eine Technische Angestellte, aus Gründen, über die wir nur Vermutungen anstellen können, pflanzenzellbiologische Versuche so verfälschend manipuliert, daß fast sensationell schöne, unerwartete, aber auch für Fachleute nicht nur überraschende, sondern auch glaubwürdige Ergebnisse herauskamen, die international Aufsehen, nicht aber – jedenfalls nicht leicht erkennbar – Argwohn erregten. Der Stoff also, aus dem wissenschaftliche Erfolgsgeschichten entstehen, aus einem Institut, das unbestritten – auch heute ganz unbestritten! – große Erfolge vorzuweisen hatte und hat. Wie wurde die Fälschung dennoch entdeckt? Wie praktisch in jedem Fall einer solchen Fälschung – weil andere Wissenschaftler, hier im selben Institut, die Befunde nicht replizieren konnten, dadurch aufmerksam, argwöhnisch und schließlich auch detektivisch fündig wurden. ... Die möglicherweise vom Betrug betroffenen Publikationen werden mit großem Aufwand akribisch überprüft und – soweit nötig – in den jeweiligen Journalen zurückgezogen.“<sup>9</sup> „Der Selbstkontrollprozeß der Wissenschaft – vor allem durch kritisch prüfenden Kon-

7 Sokal, A. / Bricmont, J., *Eleganter Unsinn*. München: Beck-Verlag 1999.

8 Klix, F., *Erwachendes Denken. Eine Entwicklungsgeschichte der menschlichen Intelligenz*. Berlin: Akademie-Verlag 1980. S. 217.

9 Markl, H., *Forschung an den Grenzen des Wissens*. – In: Max-Planck-Gesellschaft: *Jahrbuch 1998*. Hrsg. v. d. Generalverwaltung der Max-Planck-Gesellschaft. Göttingen: Verlag Vandenhoeck & Ruprecht 1998. S. 19.

trolle durch kompetente Kollegen und Konkurrenten – mag zwar manchmal langsam und nicht immer vollkommen sein, aber er führt über kurz oder lang dazu, daß Fälschungen genauso wie Irrtümer korrigiert werden. Um es drastisch zuzuspitzen: Selbst wenn Galilei, Newton oder Mendel bei der Begründung von ihnen entdeckter Gesetzmäßigkeiten gemogelt haben sollten, gilt das, was sie als richtig erkannt haben, weil es sich in vielfacher Überprüfung als richtig erwiesen hat.<sup>10</sup>

Unsere Überlegungen zur Struktur wissenschaftlicher Publikationen gehen deshalb davon aus, daß Wissenschaft ein auf Wissenszuwachs gerichtetes methodisches Problemlösen ist,<sup>11</sup> das schriftlich publiziert werden muß. Dabei bezieht sich das auf Wissenszuwachs gerichtete methodische Problemlösen immer auf den vorher methodisch erreichten Wissenszuwachs, der in der eigenen Publikation durch Zitation auszuweisen ist. Ein Anspruch auf Neues kann nur durch Zitation einschlägiger Publikationen des bisherigen auf Wissenszuwachs gerichteten methodischen Problemlösens dokumentiert werden. Kein Wissenschaftler kann sich dem Vorwurf eines Plagiats entziehen, wenn ihm anhand der Zitation seiner Publikation nachgewiesen werden kann, daß Publikationen anderer Wissenschaftler mit denselben Inhalten in allen Bestandteilen in der Publikationsstruktur nicht zitiert worden sind.

In diesem Sinne kann unter der Struktur einer wissenschaftlichen Publikation die Aufteilung des Textes in folgende Abschnitte verstanden werden:

- Erstens, die wissenschaftliche Problemstellung zum weiteren Wissensgewinn. Das Neue entsteht in der Wissenschaft in Form von Problemen, indem auf der Grundlage bisheriger Aussagen mit Phantasie weiterführende Fragen plausibel gestellt werden, die mit dem bisherigen Wissen nicht beantwortbar sind. Ein Auflösen dieser eigentümlichen Verbindung von Aussagen und Fragen in Form von Problemen ist erst dann möglich, wenn es gelingt, weitere Aussagen zu gewinnen, die es nicht mehr gestatten, die mit dem bisherigen Problem verbundenen Fragen auch weiterhin zu stellen.<sup>12</sup> So gibt es früher gestellte Probleme, die heute als Probleme nicht mehr existieren, weil sie inzwischen mehr oder weniger aufgelöst sind. Aber ebensogut gibt es bereits früher gestellte Probleme die bislang nicht aufgelöst sind und deshalb immer wieder aufgegriffen werden. Vorgänge dieser Art lassen sich anhand des Publizierens und Zitierens in der

10 Ebenda, S. 20. Vgl. auch: Di Trochio, F., *Der große Schwindel. Betrug und Fälschung in der Wissenschaft*. Frankfurt am Main: Campus 1994; Finetti, M. / Himmelrath, A., *Der Sündenfall. Betrug und Fälschung in der deutschen Wissenschaft*. Stuttgart: Josef Rabe Verlag 1999.

11 Siehe: Parthey, H., *Wissenschaft und Innovation*. – In: *Wissenschaftsforschung: Jahrbuch 1996/97*. Hrsg. v. Siegfried Greif, Hubert Laitko u. Heinrich Parthey. Marburg: BdWi-Verlag 1998. S. 10 ff..

12 Ebenda, S. 10.

Wissenschaft rekonstruieren, worauf wir im folgenden Exkurs zur Langzeititation auch in der Naturwissenschaft beispielhaft hinweisen.

- Zweitens, die Darstellung des methodischen Vorgehens zur Bearbeitung des gestellten Problems. Wir denken hier in Übereinstimmung mit dem Wissenschaftsmethodologen Wolfgang Balzer „weniger an allgemein wissenschaftliche Methoden, wie Induktion, Deduktion, Abduktion, sondern an spezielle Methoden, die zum Handwerkszeug bestimmter Disziplinen gehören: Methoden der Messung, des Experiments, der statistischen Analyse.“<sup>13</sup>
- Drittens, die Angabe des Objektbereichs, auf den das methodische Problemlösens angewandt wird.
- Viertens, die Ergebnisse des methodischen Problemlösens.
- Fünftens, die Interpretation der Ergebnisse (im Sinne von Beschreibungen und/oder Erklärungen sowie weiterführenden Problematisierungen in der Wissenschaft).

Vor dem Vorwurf eines Plagiats in der Wissenschaft sichert – wie bereits gesagt – letztlich nur, wenn bei allem denkbaren Bezug auf vorangehende wissenschaftliche Publikationen mindestens in einem der genannten Abschnitte der eigenen Publikation etwas Neues vorgestellt wird. Wie gesagt, etwas Neues in Bezug auf bisher publizierte Forschung.

Wenn bibliometrisch untersucht wird, wie häufig eine Publikation zitiert wird, dann liegt dem Verfahren die Annahme zugrunde, daß häufig zitierte Publikationen für den Fortgang der Forschung bedeutsamer sind als weniger zitierte. Für den Sozialwissenschaftler Ulrich Schmoch ist es bei der Betrachtung von Zitierungen wichtig, „daran zu denken, daß zwischen einer Publikation und deren Zitierung Zeit verstreicht. In dynamischen Gebieten werden viele Artikel noch im Jahr ihres Erscheinens zitiert, in anderen Bereichen kann dies mehrere Jahre dauern.“<sup>14</sup>

Für unser Verständnis von Wissenschaft sind Beobachtungen über Zitation wissenschaftlicher Publikationen vor allem dann interessant, wenn unerwartet tiefe Zitationszeiträume vorliegen, und zwar auch in der Naturwissenschaft. Man kommt nicht umhin, die Langzeitaufnahme des Neuen in der Wissenschaft danach inhaltlich zu untersuchen, welche Eigenschaften des Erkenntnisprozesses sich dahinter verbergen. Damit werden Auffassungen nahegelegt, die Wissenschaft als methodischen Problemlösungsprozeß mit historisch größerer Dimension verstehen, die einzelne Wissenschaftlergenerationen weit überschreitet. Als denkbare Erklärung dafür können verschiedene Annahmen aufgestellt werden. Die vom

13 Balzer, W., Die Wissenschaft und ihre Methoden. Grundsätze der Wissenschaftstheorie. Ein Lehrbuch. Freiburg/München: Verlag Karl Alber 1997. S. 24.

14 Schmoch, U., Noten für die deutsche Forschung? – In: Bild der Wissenschaft. (1999)1, S. 46.

Physiker Helmut A. Abt über einen Zeitraum von 40 Jahren beobachteten Langzeitzitationen in zwei naturwissenschaftlichen Zeitschriften (*Astrophysical Journal*, *Physical Review*) zeigen, daß sowohl die Länge der zitierten Artikel (etwa bei Übersichtsartikeln) als auch die Wachstumsgeschwindigkeit des jeweiligen Wissenschaftsgebietes entscheidend sind für die Dauer und die Anzahl der Zitationen.<sup>15</sup>

Wir vermuten bei der Langzeitaufnahme des Neuen in der Wissenschaft<sup>16</sup> aufgrund ihrer genannten Publikationsstruktur drei unterschiedliche Fälle: erstens, Aufnahme eines bereits früher gestellten Problems, das bis dahin nicht bzw. nicht ausreichend aufgelöst wurde; zweitens, Aufnahme einer zur Bearbeitung früher gestellter Probleme erfolgreich verwendeten Methode zur Bearbeitung neuer Probleme; drittens, Verwenden von Aussagen, insbesondere Daten über einen Objektbereich, die bei früherer Bearbeitung früher gestellter Probleme gewonnen wurden, aber auch für die Bearbeitung neuer Probleme wegen des interessanten Objektbereiches relevant sind.

Wir haben Zitationen in der Naturwissenschaft des 20. Jahrhunderts unter diesen Aspekten untersucht, und zwar die Zitation von 13 103 Publikationen von 2 804 Autoren aus den Instituten der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, die in den Jahren 1925 bis 1939 geschrieben wurden.<sup>17</sup> Wir erfaßten zu diesem Zweck mit Hilfe der CD-ROM-Version des Science Citations Index, Philadelphia, die Anzahl der in den 80er Jahren zitierten Publikationen der genannten Institute aus den 20er und 30er Jahren.<sup>18</sup>

Auf der Grundlage der allgemeinen Charakteristik der Zitation in den achtziger Jahren von Publikationen aus den Kaiser-Wilhelm-Instituten aus den zwanziger und dreißiger Jahren können zwei Fragen gestellt werden:

Erstens, welchen Charakter haben diese Publikationen, sind es Originalartikel, Überblicksartikel oder Bücher, und zweitens, in welchem oben genannten Kontext (bis heute ungelöste Probleme, bis heute erfolgreiche Methoden, bis heute interes-

15 Abt, H. A., Why some papers have long citation lifetimes. – In: *Nature*. 395(1998)22 October. S. 756–757.

16 Vgl.: Parthey, H., Langzeitaufnahme des Neuen in der Wissenschaft. – In: 25 Jahre Wissenschaftsforschung in Ostberlin. „Wie zeitgemäß ist komplexe integrierte Wissenschaftsforschung?“. Reden eines Kolloquiums. Berlin: Schriftenreihe des Wissenschaftssoziologie und -statistik e.V., Heft 10, 1996, S. 87–93.

17 Hartung, G. / Parthey, H., Wissenschaftliche Elite und ihre Rezeption 50 Jahre später. Autoren der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft. – In: *Wissenschaftsforschung: Jahrbuch 1994/95*. Hrsg. v. H. Laitko, H. Parthey u. J. Petersdorf. Marburg: BdWi-Verlag 1996. S. 45–66.

18 Parthey, H., Quantitative Methoden bei der historischen Analyse von Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Instituten. – In: *Die Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Gesellschaft und ihre Institute. Das Studien zu ihrer Geschichte: Das Harnack-Prinzip*. Hrsg. v. Bernhard vom Brocke u. Hubert Laitko. Berlin-New York: Walter de Gruyter 1996. S. 507–520.

sante Daten) werden Publikationen aus den zwanziger und dreißiger Jahren nun in den achtziger Jahren zitiert?

In einem ersten Herangehen zur Beantwortung von Fragen dieser Art wurde eine entsprechende Titelliste der Langzeitzitationen (ab fünf Zitationen) in dem Gesamtzeitraum der achtziger Jahre zusammengestellt.<sup>19</sup>

Von diesen 452 Publikationen enthält die im Anhang wiedergegebene Titelliste nur diejenigen 35 Arbeiten, die in jedem der achtziger Jahre zitiert und von 1925 bis 1939 publiziert worden sind. Außerdem kann dieser Titelliste die Anzahl der Zitationen in den drei Intervallen 1965–1974, 1975–1984, 1985–1994 und 1995–1998 entnommen werden. Angaben dieser Größenordnung belegen recht deutlich eine Langzeitaufnahme des Neuen in der Wissenschaft, und zwar offensichtlich nicht in historischen Rückblicken, sondern in natur- und technikkwissenschaftlichen sowie medizinischen Originalarbeiten, die die laufende Forschung dokumentieren.

Unter den 35 Publikationen sind drei Monographien: Warburg 1926 zur Krebsforschung (Über den Stoffwechsel der Tumoren), Kolle 1931 zur Hirnforschung (Über die primäre Verrücktheit) und Polanyi 1932 zur Atomforschung (Atomic reactions).

Unter den 32 Artikeln in wissenschaftlichen Zeitschriften befinden sich Originalarbeiten über grundlegende Entdeckungen und gefundene Verfahren: die Erdölsynthese von Fischer/Tropsch 1926 und die Peptidsynthese von Bergmann/Zervas 1932 und vor allem die Jahrhundertentdeckung der Kernspaltung durch Hahn/Straßmann 1939. Eine breite Anwendung in Chemie, Mineralogie, Technik und Medizin hat im 20. Jahrhundert die dynamische Theorie der Röntgenstrukturanalyse (Laue 1931) gefunden.

Eine der fundamentalen Errungenschaften auf dem Gebiet der Biochemie in unserem Jahrhundert war die Entdeckung energiereicher und energiearmer Phosphatverbindungen. Dazu gehört auch die Beschreibung der Struktur und Funktion des Adenosintriphosphats (ATP) und damit auch des Adenosindiphosphats (ADN) für die Energiespeicherung und die Energiefreisetzung im Stoffwechsel (Lohmann 1934). Wie sich in den vierziger und fünfziger Jahren des 20. Jahrhunderts zeigte, ist ATP die allgemein verwendete Energiequelle bei den meisten Stoffwechselreaktionen im menschlichen Körper.

19 Enthalten in: Parthey, H., *Bibliometrische Profile von Instituten der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften (1923–1943)*. Institute der Chemisch-Physikalisch-Technischen und der Biologisch-Medizinischen Sektion. Berlin: Archiv zur Geschichte der Max-Planck-Gesellschaft 1995. S.147–172.

Von den übrigen 27 Artikeln beschäftigen sich etwa ein Viertel mit Untersuchungen zur Turbulenz (Prandtl 1925, Tollmien 1926, Kaden 1931, Schlichting 1932, Nikuradse 1932 und 1933, Adler 1934), einem bis heute nicht gelösten Forschungsproblem.

Ein Sechstel der 27 Artikel sind Originalarbeiten zur architektonischen Hirnforschung (Spielmeyer 1925 und 1927, Rose 1927, Vogt 1937, Scholz 1938).

Ein weiteres Sechstel der 27 Artikel beschäftigt sich mit ökologisch relevanten Themen (Utermöhl 1931, Geitler 1932, Hustedt 1937, Ohle 1937, Hausser 1938).

Weiterhin befindet sich unter den 27 Artikeln eine Publikation, in der die 1928 von Fritz London erarbeitete neue Methode zur Berechnung der Aktivierungsenergie von Atomsystemen weiterentwickelt wurde, was sich als grundlegend für die Untersuchung reaktionskinetischer Probleme erwies (Eyring/Polanyi 1931).

Eine hohe Zitationsaufnahme fanden auch Arbeiten über den Mechanismus der Stahlhärtung (Kurdjumov/Sachs 1930) sowie der Eigenschaftsänderungen von Kupferlegierungen (Ageew/Hansen/Sachs 1930) und der Elastizität von Solen (Rabinowitsch 1929).

Aus den zahlreichen Arbeiten von Richard Kuhn (1938 Nobelpreis für Chemie für seine Arbeiten über Carotinoide und Vitamine) wird nach den hier angewandten Kriterien nur eine Publikation zur Kenntnis der Xanthophylle, eine Gruppe der Carotinoide (Kuhn/Winterstein/Lederer 1931), aufgeführt.

Neben Richard Kuhn erhielten von den genannten Autoren den Nobelpreis Otto Hahn (1944 Nobelpreis für Chemie für die Entdeckung der Kernspaltung schwerer Atome), Max von Laue (1914 Nobelpreis für Physik für die Entdeckung der Beugung von Röntgenstrahlen beim Durchgang von Kristallen) und Otto Heinrich Warburg (1931 Nobelpreis für Physiologie und Medizin für die Entdeckung der Natur und Wirkungsweise des Atmungsferments).

Die im Anhang genannten Artikel nehmen aus heutiger Sicht im wissenschaftlichen Gesamtwerk der einzelnen Autoren einen hervorragenden Platz ein. So umfaßt das wissenschaftliche Werk von Franz Fischer, Gründer des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Kohlenforschung, neben einigen Monographien etwa 430 Publikationen in Zeitschriften und 71 Patente. Eine Langzeitzitation hat vor allem seine Publikation mit Hans Tropsch über ein Verfahren erhalten, das in den großtechnischen Maßstab übertragen wurde.<sup>20</sup>

Eine erste Deutung der Proportion zwischen den Zahlen der betrachteten Publikationen nach diesen Fällen weist neben der Wiederaufnahme früher gestellter Probleme, die bislang nicht aufgelöst wurden, und der Weiternutzung der zur

20 Roelen, O.: Die Entdeckung der Fischer-Tropsch-Synthese. In: Erdöl und Kohle, Petrochem. verein. Brennstoff-Chem. 31(1978), S. 524–529.

Tabelle 1 *Verteilung der in jedem der 80er Jahre zitierten Publikationen (1925–1939) aus der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften nach der im Anhang angegebene Titelliste von Langzeit-zitationen unter den drei Möglichkeiten der Langzeitaufnahme des Neuen in der Wissenschaft.*

<b>Bis heute ungelöste Probleme</b>	<b>Bis heute erfolgreiche Methoden</b>	<b>Bis heute interessante Daten</b>
Prandtl 1925	Bergmann/Stern/Witte 1926	Spielmeyer 1925
Tollmien 1926	Fischer/Tropsch 1926	Lohmann/Jendrassik 1926
Warburg 1926	Eisenschitz/London 1930	Rose 1927
Kaden 1931	Eyring/Polanyi 1931	Spielmeyer 1927
Schlichting 1932	Laue 1931	Albrecht 1928
Nikuradse 1932	Utermöhl 1931	Rabinowitsch 1929
Nikuradse 1933	Bergmann/Zervas 1932	Ageew/Hansen/Sachs 1930
Adler 1934		Kurdjumov/Sachs 1930
		Kolle 1931
		Kuhn/Winterstein/Lederer 1931
		Rosenhead 1931
		Geitler 1932
		Polanyi 1932
		Lohmann 1934
		Hustedt 1937
		Ohle 1937
		Vogt C./Vogt O. 1937
		Hausser 1938
		Scholz/Nieto 1938
		Hahn/Straßmann 1939

Bearbeitung früher gestellter Probleme erfolgreich verwendeten Methoden vor allem auf ein Überwiegen von Beschreibungen und Daten hin, die bei früherer Bearbeitung alter Probleme gewonnen wurden, aber auch späterhin für die Bearbeitung neuer Probleme relevant sind. Wie lange das Neue in der Wissenschaft neu ist, muß nach genannter Unterscheidung unterschiedlich beurteilt werden. Im Fall von Daten könnte eine Alterung nicht in Erwägung gezogen werden, denn in neuen Problemen werden auch die bei früherer Problembearbeitung gewonnenen Daten über einen interessanten Objektbereich immer wieder verwendet, wenn auch in neuer Sicht.

## *2. Bibliothek und Forschungssituation*

Wissenschaft als ein methodisches Problemlösen, das schriftlich dokumentiert werden muß, erfordert einmal authentische, d.h. die Echtheit bezeugende, archivierbare und allgemein verfügbare Dokumente über auf Wissenszuwachs gerichtetes methodisches Problemlösen und zum anderen Einrichtungen, die wissenschaftliche Publikationen im genannten Sinne archivieren, dabei Wissen als begründete Information nach bestimmten Themen geordnet sammeln und den Interessenten verfügbar machen. Letzteres als Aufgabe der wissenschaftlichen Bibliotheken verstanden, folgt in seiner Funktion auch unserem Konzept der Forschungssituation, nach dem nur solche Zusammenhänge zwischen Problemfeldern und Methodengefüge als Forschungssituation verstanden werden, die es den Wissenschaftler gestatten, die Problemfelder mittels tatsächlicher Verfügbarkeit an Wissen und Forschungstechnik methodisch zu bearbeiten, worüber letztlich die Problemrelevanz entscheidet.<sup>21</sup> Dabei verweisen die beiden letztgenannten Merkmale der Verfügbarkeit und der Problemrelevanz nach Auffassung der Wissenschaftssoziologen Grit Laudel und Jochen Gläser auf folgende institutionelle Faktoren: „Ob ein Forschungsproblem eine solche Relevanz hat, daß seine Bearbeitung durch die Wissenschaftler erfolgt, wird durch Institutionen der scientific community und der Gesellschaft geregelt. Welche Probleme eines Wissenschaftsgebietes eine besondere Relevanz haben, wird durch die Programmkomitees von Konferenzen und durch die Herausgeber und Gutachter von Zeitschriften entschieden. Wichtige Probleme erhalten mehr Raum und Publizität als unwichtige. Diesen durch die Peers einer scientific community im Rahmen von formalen Institutionen vorgegebenen informellen Regeln müssen sich alle Wissenschaftler der scientific community fügen, wenn sie ihre Ergebnisse publizieren wollen. Eine Alternative dazu besteht nur

21 Siehe: Parthey, H., *Wissenschaft und Innovation*, a.a.O. S. 12 ff.

darin, von der Gesellschaft in ihren Institutionen als relevant bestimmte Probleme zu bearbeiten, sich Reputation und Existenzgrundlage also über eine andere Bezugsgruppe zu beschaffen. (Anmerkung: Als eine besonders glückliche Fügung wird es von den Wissenschaftlern im allgemeinen betrachtet, wenn sie den Regeln beider Bezugsgruppen genügende Problem bearbeiten können.)<sup>22</sup>

Wir möchten vor allem wissenschaftliche Bibliotheken als Einrichtungen zur Sicherung einer tatsächlichen Verfügbarkeit an Wissen (in Form von Gelehrtenbibliotheken, Akademie- und Universitätsbibliotheken sowie wissenschaftlichen Allgemein- und Spezialbibliotheken) betrachten. In jedem Fall ist die Bibliothek „eine Einrichtung, die unter archivarischen, ökonomischen und synoptischen Gesichtspunkten publizierte Information für die Benutzer sammelt, ordnet und verfügbar macht“.<sup>23</sup> Gottfried Wilhelm Leibniz hat als erster das Wesen der Bibliothek so tief erfaßt wie keiner vor ihm. Von seiner Auffassung aus, daß für wissenschaftlich Tätige alles bisherige Wissen verfügbar sein muß, stellt er folgende Forderungen an eine Bibliothek: Erstens, „der Nützliche gebrauch einer großen Bibliothec beruhet darin[,] daß sie gleichsam eine Schatzkammer sey von allerhand Wißenschaften und Nachrichten.“<sup>24</sup> Zweitens, „alleine weilen eine Haupt-Bibliothec unter die Dinge zu rechnen; so nicht durch bloße bewahrung des vorhandenen in guthen Stand erhalten werden können, sondern gleich dem Feuer und Leben ein stetes aliment und zuwachs haben müßen; in dem eine Bibliothec bald herunter komt, wenn man die guthen Neüen Bücher in zugänglicher quantitate et qualitate nachzuschaffen unterläßt.“<sup>25</sup> Drittens sei es oberste Pflicht der Bibliotheken, die Bestände durch sorgfältige Kataloge nach Verfassern, nach Erscheinungsjahren und in systematischer Form allen Interessenten zugänglich zu machen. Zur Verfügbarkeit der Bestände einer Bibliothek gehören für G. W. Leibniz auch möglichst ausgedehnte Öffnungszeiten, angemessene Beleuchtung und Heizung und vor allem eine liberale Ausleihe.

- 22 Laudel, G. / Gläser, J., Konzepte und empirische Befunde zur Interdisziplinarität: Einige Möglichkeiten für die Wissenschaftssoziologie, an Arbeiten von Heinrich Parthey anzuschließen. – In: Interdisziplinarität – Herausforderung an die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler. Festschrift zum 60. Geburtstag von Heinrich Parthey. Hrsg. v. W. Umstätter u. K.-F. Wessel. Bielefeld: Kleine Verlag 1999. S. 32.
- 23 Ewert, G. / Umstätter, W., Lehrbuch der Bibliotheksverwaltung/ auf der Grundlage des Werkes von Wilhelm Krabbe und Wilhelm Martin Luther völlig neu bearbeitet von Gisela Ewert und Walther Umstätter. Stuttgart: Anton Hiersemann 1997. S. 10.
- 24 Leibniz, G.W., Leibniz an die Herzöge Rudolf August und Anton Ulrich, Wolfenbüttel, 7. (17.) Juni 1695. – In: Leibniz, G. W., Sämtliche Schriften und Briefe – Erste Reihe: Allgemeiner und historischer Briefwechsel. Elfter Band. Berlin: Akademie-Verlag 1982. S. 60.
- 25 Ebenda, S. 61.

Zur Struktur wissenschaftlicher Bibliotheken gehören in jeden Fall erstens die Verwaltung publizierten Wissens, zweitens die Magazinierung und drittens Orte der Benutzung der Schriftstücke. Letzterem dienen verschiedene Formen persönlicher Dokumentenverweise und persönlicher Bibliotheken, um die zeitaufwendige Angelegenheit der Literaturrecherche zu verkürzen und um insbesondere die für die eigene Publikationstätigkeit erforderlichen Zitationsnachweise zu sichern. Keinesfalls kann bei Überlegungen über Zeitaufwendungen wissenschaftlich Tätiger daran vorbeigegangen werden, daß Forscher einen großen Teil der Zeit, die von ihnen für wissenschaftliche Tätigkeit aufgewandt wird, dem Studium und der Anfertigung wissenschaftlicher Publikationen widmen, wie folgender Exkurs zeigt.

Um die Zeitaufwendungen wissenschaftlich Tätiger für das Studium von Literatur und für das Anfertigen wissenschaftlicher Publikationen zu erfassen, wurde von uns ein Fragebogen entwickelt, mit dessen Hilfe Zeitaufwendungen von Wissenschaftlern für bestimmte experimentierende und theoretische Tätigkeitsphasen durch die Methode der Selbstanalyse deutlich werden können.<sup>26</sup>

Der Fragebogen enthält folgende Tätigkeitsphasen:

1. Studium von Literatur über experimentelle Ergebnisse, experimentelle Anordnungen, Geräte etc.;
2. Studium von Literatur theoretischen Charakters;
3. Auswerten von Patenten;
4. Zusammenstellen und Ordnen der experimentellen Ausgangsdaten;
5. Zusammenstellen und Ordnen der theoretischen Ausgangsdaten;
6. Bilden der experimentellen Arbeitshypothese;
7. Bilden der theoretischen Arbeitshypothese;
8. Zusammenstellen und Diskussion der für die Lösung des Problems relevanten experimentellen Methoden;
9. Zusammenstellen und Diskussion der für die Lösung des Problems relevanten theoretischen Lösungswege;
10. Gedanklicher Entwurf der experimentellen Anordnung;
11. Mathematisch-statistische Planung der Experimente;
12. Aufbau der experimentellen Anordnung;
13. Experimentieren, Messen, Anfertigen des Versuchsprotokolls;
14. Analyse der Meßergebnisse, Erarbeiten der Sekundärdaten (einschließlich Berechnungen außer elektronische Datenverarbeitung);
15. Interpretation der experimentellen Ergebnisse;

26 Vgl.: Parthey, H. / Wolf, J., Zur Analyse und rationellen Gestaltung des methodischen Vorgehens in der experimentellen Forschung. – In: Leitung der Forschung. Probleme und Ergebnisse. Hrsg. von G. M. Dobrov und D. Wahl. Berlin: Akademie-Verlag 1976. S. 381–402.

16. Bilden beschreibender Hypothesen auf der Grundlage der erzielten experimentellen Ergebnisse;
17. Bilden erklärender Hypothesen;
18. Berechnungen (theoretische Verifikation) mittels elektronischer Datenverarbeitung;
19. Berechnungen (theoretische Verifikation) ohne elektronische Datenverarbeitung;
20. Ableiten von Folgerungen für die experimentelle Überprüfung (einschließlich Berechnungen außer elektronische Datenverarbeitung);
21. Programmieren zu 11 und 14;
22. Berechnungen zu 11 und 14 mittels elektronischer Datenverarbeitung;
23. Berechnungen zu 20 mittels elektronischer Datenverarbeitung;
24. Programmieren zu 18 und 23;
25. Abfassen noch nicht zu publizierender Manuskripte über experimentelle Ergebnisse, Anordnungen, Geräte etc.;
26. Abfassen noch nicht zu publizierender Manuskripte über erzielte theoretische Forschungsergebnisse;
27. Abfassen satz- bzw. druckreifer Manuskripte über experimentelle Ergebnisse, experimentelle Anordnungen, Geräte etc.;
28. Abfassen satz- bzw. druckreifer Manuskripte über erzielte theoretische Forschungsergebnisse;
29. Reparaturen, Wartungsarbeit;
30. Laborhilfsarbeiten.

Die Wissenschaftler wurden gebeten, jeden ausgefüllten Fragebogen mit dem entsprechenden Datum zu versehen und die aufgewendete Zeit für je eine der genannten Tätigkeitsphasen in ganzen Stunden anzugeben. Die Befragung erfolgte innerhalb von insgesamt acht Wochen und zwar vier Wochen im Frühjahr und vier Wochen im Herbst des Jahres in fünf naturwissenschaftlichen Instituten. Die Analyse der 4 544 auswertbaren Fragebogen mit insgesamt 26 077 angegebenen Stunden ergab die in Tabelle 2 dargestellten prozentualen Anteile der aufgewandten Stunden für jeweils eine Tätigkeitsphase an der Summe aller aufgewandten Stunden für alle Tätigkeitsphasen, und zwar getrennt

- (A) für wissenschaftliche Mitarbeiter auf der Grundlage von 21 959 Stunden in 3 637 auswertbaren Fragebögen;
- (B) für Gruppenleiter auf der Grundlage von 2 403 Stunden in 416 auswertbaren Fragebögen;
- (C) für Abteilungsleiter auf der Grundlage von 1 715 Stunden in 491 auswertbaren Fragebögen.

Tabelle 2 *Prozentuale Anteile der aufgewandten Stunden für jeweils eine Tätigkeitsphase an der Gesamtsumme der aufgewandten Stunden für alle Tätigkeitsphasen, und zwar getrennt für Mitarbeiter, Gruppen- und Abteilungsleiter.*

wissenschaftliche Tätigkeitsphase	Mitarbeiter	Gruppenleiter	Abteilungsleiter
Studium von Literatur	25	24	30
Auswertung von Patenten	0,2	0,5	0,5
Ordnen der Ausgangsdaten	3,5	7	5
Bilden der Hypothese	1	3	3
Diskussion der Methoden	2	2	6
Entwurf der Anordnung	1	1,5	2
Planung des Experiments	0,7	0,1	0,2
Aufbau des Experiments	4	2	1
Ausführen des Experiments	30	22	4
Analyse der Messung	7	6	4
Deutung der Ergebnisse	3	2	4
beschreibende Hypothesen	1	1,5	2
erklärende Hypothesen	0,3	0,3	0,5
Berechnungen	2,5	3	1
Programmieren	3	0,5	5
Folgerungen	0,5	0,3	0,3
Abfassen von Publikationen	8,5	17	30
Reparaturen	2	4	1,5
Hilfsarbeit	5	7	0,5

Aus der Tabelle 2 geht hervor, daß Forscher für das Studium von Publikationen etwa ein Viertel bis zu einem Drittel der Zeit aufwenden, in der sie insgesamt wissenschaftlich tätig sind. Dieser – für Außenstehende unerwartet – hohe Zeitaufwand (selbst von experimentell arbeitenden Wissenschaftlern) für das Studium wissenschaftlicher Literatur führte stets und wird stets zu einer ständigen Aufmerksamkeit für die Entwicklung wissenschaftlicher Bibliotheken führen. Nach unseren theoretischen Überlegungen über die Struktur und Entwicklung von Forschungssituationen gehören zu ihrer Institutionalisierung auch die wissenschaftlichen Bibliotheken, die dazu beitragen, die Verfügbarkeit von Wissen als begründende Information zu sichern.

### *3. Historische Grundlinien des Wandels wissenschaftlicher Bibliotheken*

Bislang liegt eine Geschichte wissenschaftlicher Bibliotheken im Ganzen noch nicht vor. Für einzelne Regionen<sup>27</sup> und einzelne Zeiträume wurden Untersuchungen vorgelegt, so von Karl Dziatzko für das 19. Jahrhundert in Deutschland<sup>28</sup> und von Clemens Köttelwesch und Georg Leyh für das 20. Jahrhundert in Deutschland<sup>29</sup>. Darüberhinaus wurden spezielle Aspekte der Entwicklung wissenschaftlicher Bibliotheken analysiert, darunter auch Betrachtungen über geschichtliche Grundlagen ihres Benutzungsrechts.<sup>30</sup> Vor allem aber liegen historische Darstellungen über die Entwicklung einzelner wissenschaftlicher Bibliotheken vor, insbesondere über einzelne Universitätsbibliotheken.<sup>31</sup> Verallgemeinernd aus einer Vielzahl von Bibliotheksgeschichten verschiedener Universitäten kann behauptet werden, daß Universitätsbibliotheken erst in der frühen Neuzeit entstanden sind und

27 Vgl. Spratt, H. Ph., *Libraries for scientific research in Europa and America*. London 1936.

28 Dziatzko, K., *Entwicklung und gegenwärtiger Stand der wissenschaftlichen Bibliotheken in Deutschland*, Leipzig 1893.

29 Köttelwesch, C., *Das wissenschaftliche Bibliothekswesen in der Bundesrepublik Deutschland*. Frankfurt am Main 1980; Leyh, G., *Die wissenschaftlichen Bibliotheken nach dem Kriege*. Tübingen 1947.

30 Vgl.: Plassmann, E., *Geschichtliche Grundlagen des öffentlich-rechtlichen Benutzungsrechts der wissenschaftlichen Bibliothek in Deutschland*. Vorstellungen der Bibliothekare und Normen der Benutzungsordnungen in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts.- In: *Buch und Bibliothek* 8(1972), S. 142–208.

31 Siehe u.a.: Buzas, L., *Geschichte der Universitätsbibliothek München*. Wiesbaden 1972; Hartmann, K. J. / Füchsel, H. (Hrsg.), *Geschichte der Göttinger Universitätsbibliothek*. Göttingen 1937; Pongratz, W., *Geschichte der Universitätsbibliothek Wien*. Wien 1977; Dietze, J. (Hrsg.), *275 Jahre Universitäts- und Landesbibliothek zu Halle (Saale)*. Halle 1971; Zedler, G., *Geschichte der Universitätsbibliothek zu Marburg von 1527–1887*. Marburg 1896.

daß vom 16. Jahrhundert an jede neugegründete Universität eine öffentliche Bibliothek erhielt. Vorher legten in den Universitäten des Mittelalters nur Kollegien, seltener Nationen, und schließlich Fakultäten eigene Bibliotheken an. Das 1853 erschienene „Handbuch Deutscher Bibliotheken“ läßt erkennen, wie Universitätsbibliotheken in Deutschland entstanden sind.<sup>32</sup> Daraus wird allerdings auch erkennbar, daß die meisten sich erst im 18. Jahrhundert zu wissenschaftlichen Arbeitsstätten entwickelten, wie es verallgemeinert etwa aus der Sicht der Gesamtgeschichte der Universität in Europa formuliert wird.<sup>33</sup>

### *3.1. Sicherung der Authentizität wissenschaftlicher Publikationen vor und nach dem Aufkommen des Buchdrucks*

Vor dem Buchdruckzeitalter war die Verbesserung fehlerhaft überlieferter Texte durch systematischen Handschriftenvergleich eine vergebliche Liebesmühe, da jeder Abschreiber neue Fehler machen konnte. Versuche, durch Textvergleich und Textkritik eine möglichst authentische Form wissenschaftlicher Aussagen herzustellen und historisch zu situieren, waren das Anliegen von Historiker.<sup>34</sup>

Mit dem Buchdruck konnte ein kritisch edierter Text ohne die Gefahr erneuter Fehlerquellen beliebig vervielfältigt werden.

Die Historikerin Elisabeth I. Eisenstein bezweifelt in ihrer Analyse der Auswirkungen der Druckerpresse auf die neuzeitliche Wissenschaft deshalb auch, „daß vor dem Erscheinen des Buchdrucks“ „identische Ausgaben“ „vervielfältigt“ wurden. Dieser Punkt ist besonders wichtig, wenn es sich um naturwissenschaftliche Fachliteratur handelt. Selbst eine einzige „identische“ Ausgabe eines bedeutenden naturwissenschaftlichen Werkes anzufertigen, war so schwierig, daß man diese Aufgabe nicht dem nächstbesten Lohnschreiber anvertrauen konnte. Gebildete Männer mußten sich damit befassen, Tafeln, Diagramme und ihnen nicht geläufige Termini „sklavisch zu kopieren“. Die Produktion vollständiger Ausgaben von Serien von astronomischen Tafeln hat die vorangegangene Praxis nicht nur „intensiviert“. Es hat sie umgekehrt und eine neue Situation geschaffen, die Zeit zu Beobachtung und Forschung ließ.<sup>35</sup>

32 Petzholdt, J., Handbuch Deutscher Bibliotheken. Halle 1835.

33 Ridder-Symoens, H. de, Organisation und Ausstattung. – In: Die Geschichte der Universität in Europa. Band II: Von der Reformation zur Französischen Revolution (1500–1800). Hrsg. v. W. Rüegg. München: Verlag C. H. Beck 1996. S. 139–179.

34 Coluccio Salutati (1331–1406) betrieb als erster systematische Textkritik. Siehe: Epistolario di Coluccio Salutati. Hrsg. v. F. Novati. Rom 1905; Salutati, C., De nobilitate legum et medicinae, De verecundia. Hrsg. v. E. Garin. Florenz 1947.

35 Eisenstein, E. I., Die Druckerpresse: Kulturrevolutionen im frühen modernen Europa. Wien-New York: Springer-Verlag 1997. S. 16–17.

Der Buchdruck entlastet den Wissenschaftler vom zeitraubenden Abschreiben. Zudem war das hergebrachte Kopieren im Handschriftenzeitalter eine Quelle von Irrtümern – das Drucken und wiederholte Nachdrucken hingegen speicherte Informationen weitaus zuverlässiger und erlaubte überdies fortlaufend Korrekturen der Veröffentlichungen. Der Autor erteilt das Imprimat für Druckvorlagen und vertraut der Sorgfalt bei der Drucklegung. Treten erneut Druckfehler auf, so hat er die in schriftlichen Beilagen dem Leser mitzuteilen. Die Publikation von Errata war ein Beleg für die neue Fähigkeit, textliche Fehler zu lokalisieren und diese Information gleichzeitig verschiedenen Lesern an verschiedenen Orten zukommen zu lassen. Außerdem unterstützen das Paginieren, Numerieren und Indexieren im Buchdruckzeitalter die Systematisierung des Wissens. Als Folge der Bemühungen um authentische Texte etablierten sich auch Drucker, die selbst studiert hatten und eng mit Wissenschaftlern zusammenarbeiteten.<sup>36</sup>

Weitreichende Folgen hatte der Buchdruck für den Universitätsunterricht. Herrschte vor dem Buchdruck das gesprochene Wort im Universitätsunterricht vor, so übernahmen geschriebene wissenschaftliche Texte mit der Zeit, als der gewöhnliche Student Bücher kaufen konnte, eine zunehmende Funktion in der Studen-tenausbildung. Damit wurden Quellen unmittelbarer und umfassender zugänglich. Lehrbücher erschienen auf dem Markt. Unterschiedliche Lehrmeinungen und neue Einsichten wurden rasch Gegenstand intensiver Diskussion und des Meinungsstreites.

Bereits vor dem Buchdruck legten einige Statuten genaue Regeln für die Ordnung der Bibliothek und die Ausleihe der handgeschriebenen Bücher fest.<sup>37</sup> Im Zeitalter des Buchdruckes sind jedoch Bibliotheken nun nicht mehr nur mehr oder weniger geordnete Speicherhallen für wissenschaftliche Dokumente, sondern sie sind Orte des sinnlichen Kontaktes mit gedruckten Texten, der vom Vertrauen in die Authentizität gedruckter Texten getragen ist. Dieses Vertrauen in die Authentizität wissenschaftlicher Texte gehört zwar von Anfang an zu den Grundlagen der Wissenschaft, gesichert werden konnte dieses Vertrauen aber erst im Zeitalter des Buchdruckes.

36 Typisches Beispiel ist Aldus Manutius (1450–1515), der sich im universitären Grundstudium umgesehen hatte und 1490 in Venedig eine Druckerei gründete. Manutius, vor allem sein zeitweiliger Mitarbeiter Erasmus von Rotterdam, der unmittelbar am Korrekturpult arbeitete, sind Beispiele für die Entwicklung des wissenschaftlichen Buchdruckes.

37 So erließ der Rektor der Universität Heidelberg 1439 besondere Vorschriften für die Büchersammlung, die Pfalzgraf Ludwig III. der Universität hinterlassen hatte. Siehe: Thorndike, L., *University Records and Life in the Middle Ages*. New York 1949. S. 315–317.

### *3.2. Sicherung minimierter Redundanz von Originalmitteilungen über methodisches Problemlösen vor und nach dem Aufkommen wissenschaftlicher Zeitschriften*

Eine beabsichtigte Weitschweifigkeit eines wissenschaftlichen Textes zur besseren Verständlichkeit und Aufnahmefähigkeit, wie sie bei Lehrbüchern sinnvoll ist und als fördernde Redundanz verstanden wird, ist für die Übermittlung der eigentlichen Information zwischen Forschern, die auf demselben Gebiet tätig sind, mehr oder weniger überflüssig. Originalmitteilungen über methodisches Problemlösen sollten die Redundanz (als Maß für den entbehrlichen Teil einer Information) so gering wie möglich halten. Bereits der weit ins Handschriftenzeitalter zurückreichende Briefwechsel zwischen Forschern läßt diese äußerst sinnvolle Minimierung der Redundanz von Originalmitteilungen über methodisches Problemlösen erkennen. Je nach Kenntnis des Wissens des anderen verfahren Wissenschaftler in ihrem Briefwechsel entsprechend dieser Forderung sehr konsequent, kennen sie doch das Wissensniveau des anderen Forschers aus seinen Briefen ganz gut. In diesem Fall genügen zur Problemstellung bereits Fragestellungen, die dem Adressaten ausgehend von seinem Wissen plausibel erscheinen, jedoch mit seinem Wissen nicht beantwortbar sind. Ähnlich verhält es sich mit der Darstellung des methodischen Wissens im Briefwechsel zwischen Forschern, die auf demselben Gebiet tätig sind. Nach unseren Vorstellungen sind private Gelehrtenkorrespondenzen nicht nur informelle Kommunikationsmedien<sup>38</sup>, sondern eine Dokumentation über erfolgreiches methodisches Problemlösen für andere Forscher, die auf ähnlichem Gebiet wissenschaftlich tätig sind. Aus genannten Gründen kann hierbei auf einen Überschuß der in den verwendeten Zeichen enthaltenen Informationsmenge über diejenige eines Idealcodes weitgehend verzichtet werden, und zwar soweit das Wissen, auf das bezogen Probleme gestellt beziehungsweise Methoden begründet werden, unter Forschern eines Spezialgebietes als bekannt vorausgesetzt werden kann. Diese seit Beginn der Wissenschaft gewonnenen Erfahrungen im Umgang mit minimierter Redundanz von Originalmitteilungen über methodisches Problemlösen sind mit dem Aufkommen gedruckter wissenschaftlicher Zeitschriften im Jahre 1665 weiter gepflegt und weitgehend standardisiert worden. Im gewissen Sinne ist jede wissenschaftliche Zeitschrift für sich genommen eine Bibliothek von wissenschaftlichen Originalarbeiten eines Fachgebietes, in der sich die Publikation des Neuen in der Wissenschaft sogar im Umfang nach Originalarbeit beziehungsweise Übersichtsartikel standardisiert. In einer der ersten wissenschaftsforschenden

38 Zott, R., Private Gelehrtenkorrespondenzen als informelles Kommunikationsmedium. – In: Wissenschaftliche Briefeditionen und ihre Probleme. Editionswissenschaftliches Symposium. Berlin: eidler Buchverlag 1998. S. 43–72.

Untersuchungen darüber schrieb der Physikochemiker Wilhelm Ostwald: „In jenen Zeiten, wo die Anzahl der Forscher klein war und die ... Bedeutung ihrer Tätigkeit von der Allgemeinheit noch keineswegs begriffen war, genügten auch primitive Hilfsmittel, um den nötigen Verkehr zwischen den einzelnen Mitarbeitern und damit die Basis einer Organisation der Wissenschaft herzustellen. Persönliche Nachrichten, die häufig bei einem besonders eifrigen und gewissenhaften Briefschreiber als einer automatisch entstehenden Zentralstelle zusammenliefen und von diesem allen Interessenten mitgeteilt wurden, dienten dazu, die einzelnen Forscher von dem zu unterrichten, was jeder andere erzielt hatte, und somit die Arbeiten der Arbeitsgenossen jedem einzelnen zur Förderung seiner eigenen Tätigkeit zur Verfügung zu halten. Die alsdann entstandenen wissenschaftlichen Zeitschriften sind die unmittelbare Fortsetzung jener ersten Organisationsform.“<sup>39</sup>

Im Januar 1665 erschien in Paris das „Journal des Savants“, im März 1665 in London das Organ der Royal Society, die „Philosophical Transactions“. In Deutschland wurde 1682 die erste wissenschaftliche Zeitschrift, die „Acta eruditorum Lipsiensium“ veröffentlicht. „Das Unternehmen, zu dem sich die ersten Gelehrten jener Zeit, wie Carpzov, Leibniz, Seckendorff, Cellarius, Thomasius, Sagittarius, Wagenseil u. a. mit Mencke vereinigt hatten, und dessen Hauptzweck auf die Mitteilung von gedrängten Inhaltsanzeigen und Auszügen aus neuen wichtigen Schriften, außerdem noch von Beurteilungen und kleinen selbständigen Aufsätzen (auch von Leibniz) gerichtet war, fand allgemeine, von Jahr zu Jahr steigende Anerkennung. ... Zu einem vollständigen Exemplar gehören folgende Bände: Acta eruditorum, 1682–1731, 50 Bände; Nova acta eruditorum, 1732–1776, 43 Bände; Acta eruditorum Supplementa, 1692–1734, 10 Bände; Ad nova Acta eruditorum Supplementa, 1735–1757, 8 Bände; Indices, 6 Bände; zusammen 117 Bände.“<sup>40</sup> Sie wurde 1715 ergänzt durch die deutschsprachige „Neue Zeitungen von gelehrten Sachen“. Die jetzt entstehenden Universitätszeitschriften brauchten weiterhin die lateinische Gelehrtensprache, so 1718 die „Bibliotheca academica“ in Halle, 1733 die „Acta Lipsiensium academica“. Einige Jahrzehnte später entstanden auch im Umkreis der deutschen Universitäten zahlreiche deutschsprachige Zeitschriften, so etwa 1749 „Marburgische Beyträge zur Gelehrsamkeit, nebst den Neuigkeiten der Universität Marburg und Rintelen“ und 1753 „Göttingische Anzeigen von gelehrten Sachen“.

39 Ostwald, W., Handbuch der allgemeinen Chemie. Band I: Die chemische Literatur und die Organisation der Wissenschaft. Leipzig: 1919. S. 8.

40 Siehe: Meyers Konversations-Lexikon. Fünfte Auflage. Erster Band: A bis Aslang. Leipzig/Wien: Bibliographisches Institut 1897. S. 106.

Die 1704 erstmals publizierte „Introduction in notitiam re litterariae et usum bibliothecarum“ enthält in der 6. Auflage 1754 Hinweise auf zahlreiche in Deutschland, England, Frankreich, Italien, Holland, Belgien, Schweiz gegründete wissenschaftliche Zeitschriften. Seitdem hat sich international die Anzahl wissenschaftlicher Zeitschriften alle halben Jahrhunderte um eine Zehnerpotenz erhöht und sie zum bestimmenden Bestandteil der wissenschaftlichen Spezialbibliotheken werden lassen, was sich auch als Indikator in der jüngsten Bewertung der naturwissenschaftlichen Teilbibliotheken aller deutschen Universitätsbibliotheken bewährte.<sup>41</sup>

### *3.3. Volltext-Recherchieren wissenschaftlicher Publikationen vor und nach dem Aufkommen digitaler Medien*

Universitätsbibliotheken sind für die Versorgung von Studierenden und Wissenschaftlern mit entsprechenden Zeitschriften- und Monographienliteratur verantwortlich. Längst jedoch kann nicht jede Bibliothek alle wichtigen Neuerscheinungen anschaffen und sämtliche relevanten Zeitschriften abonnieren. Heute kann ein Nutzer Artikel bei anderen Bibliotheken elektronisch bestellen und wird auch auf Wunsch elektronisch beliefert. Damit sind dem Forscher Volltext-Recherchen und Zeitgewinn bei der wissenschaftlichen Arbeit möglich, denn Literaturrecherche ist bekanntlich eine zeitaufwendige Angelegenheit, worauf auch unsere obengenannten Untersuchungen hinweisen. Die Vorteile elektronischer, papierloser wissenschaftlichen Zeitschriften liegen auf der Hand – Schnelligkeit und weltweiter Zugriff auf alle relevanten Informationen. Einiges spricht dafür, daß wir erst am Anfang des Informationszeitalters stehen. Es ist aber heute schon gewiß, daß die elektronischen Medien nicht nur technisch neue Möglichkeiten der Wissensvermittlung erschließen, sondern die Wissensproduktion selbst verändern werden.

Die Digitalisierung löst aber die mit bedrucktem Papier garantierte Authentizität wissenschaftlicher Texte in allen Exemplaren eines Buches oder einer Zeitschrift auf. Ein digitaler Text ist prinzipiell manipulierbar. Die Authentizität wissenschaftlicher Texte würde entgeltig in Frage gestellt, wenn dank „Electronic publishing“ wissenschaftliche Texte direkt in die elektronischen Netze eingeschleust würden, ohne daß wenigstens ein gedrucktes Exemplar in mindestens einer Bibliothek existiert. Bei vollständiger Digitalisierung läßt sich zwar vieles unter gewissen Annehmlichkeiten, vor allem enormem Zeitgewinn, finden, wenn aber nichts mehr an gedruckten Texten auf seine originale, vom Autor imprimierte Richtigkeit überprüft werden kann, verlöre Wissenschaft eine ihre Grundlagen.

41 Die Hochschulcharts für Jura, Informatik, Mathematik, Chemie. Hamburg: Stern 1999. S. 29.

*Anhang*Titelliste der Langzeitzitationen (*mit jährlicher Zitation in den 80er Jahren*) von Publikationen (1925–1939) aus Instituten der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft

- Adler, Max: Strömung in gekrümmten Rohren. In: Z. angew. Math. u. Mech. /1934/14/257. (zit. 1965–74: 27; 1975–84: 37; 1985–94: 14; 1995–98: 6)
- Ageew, Nikolai / Hansen, Max / Sachs, Georg: Entmischung und Eigenschaftsänderung übersättigter Silber-Kupferlegierungen. In: Z. Physik /1930/66/350–376. (zit. 1965–74: 12; 1975–84: 5; 1985–94: 4; 1995–98: 0)
- Albrecht, H. O.: Über die Chemilumineszenz des Aminophthalsäurehydrazids. In: Z. physik. Chem. (A) /1928/136/321. (zit. 1965–74: 38; 1975–84: 43; 1985–94: 27; 1995–98: 15)
- Bergmann, Max / Stern, Ferdinand / Witte, Charlotte: Über neue Verfahren der Synthese von Dipeptiden und Dipeptidanhidriden. In: Liebigs. Ann. Chem. /1926/449/277. (zit. 1965–74: 7; 1975–84: 9; 1985–94: 6; 1995–98: 1)
- Bergmann, Max / Zervas, Leonidas: Über ein allgemeines Verfahren der Peptidsynthese. In: Ber. Dtsch. chem. Ges. /1932/ 65/1192. (zit. 1965–74: 276; 1975–84: 192; 1985–94: 149; 1995–98: 40)
- Eisenschitz, Robert Karl / London, Fritz: Über das Verhältnis der VAN DER WAALSschen Kräfte zu den homöopolaren Bindungskräften. In: Z. Physik /1930/60/491. (zit. 1965–74: 59; 1975–84: 66; 1985–94: 33; 1995–98: 11)
- Eyring, Henry / Polanyi, Michael: Über einfache Gasreaktionen. In: Z. physik. Chem. (B)/1931/ 12/279. (zit. 1965–74: 38; 1975–84: 68; 1985–94: 62; 1995–98: 32)
- Fischer, Franz / Tropsch, Hans: Die Erdölsynthese bei gewöhnlichem Druck aus den Vergasungsprodukten der Kohlen. In: Brennstoff-Chem. /1926/7/97. (zit. 1965–74: 3; 1975–84: 73; 1985–94: 52; 1995–98: 21)
- Geitler, Lothar: Der Formwechsel der pennaten Diatomeen (Kieselalgen). In: Arch. Protistenkunde /1932/78/1-226. (zit. 1965–74: 18; 1975–84: 39; 1985–94: 32; 1995–98: 10)
- Hahn, Otto / Straßmann, Fritz: Über den Nachweis und das Verhalten der bei der Bestrahlung des Urans mittels Neutronen entstehenden Erdalkalimetalle. In: Naturwiss. /1939/27/12. (zit. 1965–74: 17; 1975–84: 38; 1985–94: 48; 1995–98: 15)

- Hausser, Isolde: Über spezifische Wirkung des langwelligen ultravioletten Lichtes auf die menschliche Haut. In: *Strahlentherapie* /1938/62/315. (zit. 1965–74: 3; 1975–84: 10; 1985–94: 15; 1995–98: 1)
- Hustedt, Friedrich: Systematische und ökologische Untersuchungen über die Diatomeenflora von Java, Bali und Sumatra. In: *Arch. Hydrobiol., Suppl. (Tropische Binnengewässer)* /1937/15. (zit. 1965–74: 14; 1975–84: 12; 1985–94: 17; 1995–98: 10)
- Kaden, Heinrich: Aufwicklung einer unstablen Unstetigkeitsfläche. In: *Ingenieur-Arch.* /1931/2/140. (zit. 1965–74: 6; 1975–84: 29; 1985–94: 15; 1995–98: 2)
- Kolle, Kurt: Die primäre Verrücktheit. Leipzig: Georg Thieme 1931. (zit. 1965–74: 10; 1975–84: 19; 1985–94: 17; 1995–98: 4)
- Kuhn, Richard / Winterstein, Alfred / Lederer, Edgar: Zur Kenntnis der Xanthophylle. In: *Hoppe-Seylers Z. physiol. Chem.* /1931/197/141. (zit. 1965–74: 26; 1975–84: 29; 1985–94: 20; 1995–98: 5)
- Kurdjumov, Georg / Sachs, Georg: Über den Mechanismus der Stahlhärtung. In: *Z. Physik* /1930/64/325–343. (zit. 1965–74: 82; 1975–84: 115; 1985–94: 97; 1995–98: 1)
- Laue, Max von: Die dynamische Theorie der Röntgenstrahlinterferenzen in neuer Form. In: *Erg. exakt. Naturwiss.* /1931/10/133. (zit. 1965–74: 20; 1975–84: 28; 1985–94: 19; 1995–98: 3)
- Lohmann, Karl / Jendrassik, Lorand: Colorimetrische Bestimmung der Phosphorsäure im Muskelextrakt. In: *Biochem. Z.* /1926/178/419. (zit. 1965–74: 83; 1975–84: 52; 1985–94: 20; 1995–98: 1)
- Lohmann, Karl: Über die enzymatische Aufspaltung der Kreatinphosphorsäure; zugleich ein Beitrag zum Chemismus der Muskelkontraktion. In: *Biochem. Z.* /1934/271/264. (zit. 1965–74: 43; 1975–84: 25; 1985–94: 19; 1995–98: 4)
- Nikuradse, Johann: Gesetzmäßigkeiten der turbulenten Strömung in glatten Rohren. In: *VDI-Forschungsh.* /1932/356. (zit. 1965–74: 81; 1975–84: 58; 1985–94: 28; 1995–98: 12)
- Nikuradse, Johann: Strömungsgesetze in rauhen Rohren. In: *VDI-Forschungsh.* /1933/361. (zit. 1965–74: 50; 1975–84: 67; 1985–94: 44; 1995–98: 3)
- Ohle, Waldemar: Kolloidgele als Nährstoffregulatoren der Gewässer. In: *Naturwiss.* /1937/25/471-474. (zit. 1965–74: 7; 1975–84: 9; 1985–94: 13; 1995–98: 2)
- Polanyi, Michael: *Atomic reactions*. London: Williams & Nortage Ltd. 1932. (zit. 1965–74: 54; 1975–84: 43; 1985–94: 47; 1995–98: 18)

- Prandtl, Ludwig: Untersuchungen zur ausgebildeten Turbulenz. In: Z. angew. Math. u. Mech. /1925/5/136. (zit. 1965–74: 52; 1975–84: 71; 1985–94: 73; 1995–98: 45)
- Rabinowitsch, Bruno: Über die Viscosität und Elastizität von Solen. In: Z. physik. Chem. (A) /1929/145/1. (zit. 1965–74: 95; 1975–84: 93; 1985–94: 73; 1995–98: 16)
- Rose, Maximilian: Der Allocortex bei Tier und Mensch. In: J. Psychol. u. Neurol. /1927/34/261-401. (zit. 1965–74: 26; 1975–84: 17; 1985–94: 29; 1995–98: 7)
- Rosenhead, Louis: The Formation of Vortices from a Surface of Discontinuity. In: Proc. roy. Soc. London A /1931/134/170. (zit. 1965–74: 16; 1975–84: 38; 1985–94: 57; 1995–98: 10)
- Schlichting, Hermann Theodor: Berechnung ebener periodischer Grenzschichtströmungen. In: Physik. Z. /1932/33/327. (zit. 1965–74: 40; 1975–84: 33; 1985–94: 28; 1995–98: 13)
- Scholz, Willibald / Nieto, D.: Studien zur Pathologie der Hirngefäße. I. Fibrose und Hyalinose. In: Z. Neurol. /1938/162/694. (zit. 1965–74: 5; 1975–84: 4; 1985–94: 13; 1995–98: 11)
- Spielmeyer, Walther: Zur Pathogenese örtlich elektiver Gehirnveränderungen. In: Z. Neurol. /1925/99/756. (zit. 1965–74: 10; 1975–84: 24; 1985–94: 38; 1995–98: 5)
- Spielmeyer, Walther: Die Pathogenese des epileptischen Krampfanfalls. In: Z. Neurol. /1927/109/501. (zit. 1965–74: 20; 1975–84: 29; 1985–94: 33; 1995–98: 8)
- Tollmien, Walter: Berechnung turbulenter Ausbreitungsvorgänge. In: Z. angew. Math. u. Mech. /1926/6/468. (zit. 1965–74: 37; 1975–84: 30; 1985–94: 16; 1995–98: 1)
- Utermöhl, Hans: Neue Wege in der quantitativen Erfassung des Planktons. In: Verh. int. Vereinig. Limnol. /1931/5/567. (zit. 1965–74: 25; 1975–84: 35; 1985–94: 47; 1995–98: 28)
- Vogt, Cécile / Vogt, Oskar: Sitz und Wesen der Krankheiten im Lichte topistischer Hirnforschung und des Variierens der Tiere. In: J. Psychol. u. Neurol. /1937/47/437. (zit. 1965–74: 25; 1975–84: 11; 1985–94: 15; 1995–98: 3)
- Warburg, Otto Heinrich: Über den Stoffwechsel der Tumoren. Berlin: Julius Springer 1926. (zit. 1965–74: 86; 1975–84: 69; 1985–94: 58; 1995–98: 15)



---

HUBERT LAITKO

## **Das Buch in der Wissenschaft. Betrachtungen eines Wissenschaftshistorikers**

Das Buch und sein Platz im Gefüge der wissenschaftlichen Kommunikation ist merkwürdigerweise kein Gegenstand, der sich in der Wissenschaftsforschung größerer Aufmerksamkeit erfreut. Das Interesse der Scientometrie konzentriert sich auf Struktur und Dynamik des Massivs der „Papers“ einschließlich des Massivs der Zeitschriften, in denen sie erscheinen, und der Zitationen, durch die sie – im Grenzfall global – untereinander verknüpft sind. Man mag die Aussagekraft der Zitationsanalysen als diagnostisches Instrument zur Bestimmung des Status quo der Wissenschaft und seiner Tendenzen euphorisch oder skeptisch beurteilen<sup>1</sup> – an der Tatsache selbst ist nicht zu rütteln. Als literarische Gattung findet das wissenschaftliche Buch ebenfalls nur selten Beachtung. F. Holl, der eine bemerkenswerte Dissertation über die Produktion und Distribution wissenschaftlicher Literatur am Beispiel der Beziehungen zwischen dem Physiker Max Born und seinem Verleger Ferdinand Springer geschrieben hat, stellt im einleitenden Überblick über den Forschungsstand fest, daß die zahlreichen vorliegenden Untersuchungen über Autor-Verleger-Beziehungen fast ausschließlich auf die Sphäre der Belletristik beschränkt seien, während ausführlichere Betrachtungen der Zusammenarbeit zwischen einem Wissenschaftsautor und einem Wissenschaftsverleger bis heute im wesentlichen ein Desiderat geblieben wären – vielleicht deshalb, weil sich für einen solchen Gegenstand keine Disziplin eigentlich zuständig fühle<sup>2</sup>.

Einen gewissen Wandel zum Besseren sieht Holl in den Fortschritten der sich allmählich zu einer eigenständigen Disziplin entwickelnden „Buchwissenschaft“ begründet; dabei beruft er sich insbesondere auf seinen Münchener Lehrer G. Jäger<sup>3</sup>.

1 Garfield, E.: Citation Indexing – its Theory and Application in Science, Technology, and Humanities. New York 1979.

2 Holl, F.: Produktion und Distribution wissenschaftlicher Literatur. Der Physiker Max Born und sein Verleger Ferdinand Springer 1913–1970. In: Archiv für die Geschichte des Buchwesens (AGB) 45(1996), S. 1225, hier S. 5.

3 Jäger, G.: Buchhandel und Wissenschaft. Zur Ausdifferenzierung des wissenschaftlichen Buchhandels. Siegen 1990.

Es ist nicht die Aufgabe dieses Aufsatzes, der Frage nachzugehen, warum sich der Schwerpunkt der Wissenschaftsreflexion, soweit sie dem papierernen „Output“ der wissenschaftlichen Tätigkeit gilt, so sehr auf das „Paper“ konzentriert hat, daß das Buch im Schatten bleibt. Dabei würde eine solche Betrachtung zweifellos nichttriviale Aufschlüsse über das gegenwärtige Selbstverständnis der Wissenschaft liefern. Schon die Tatsache, daß das deutsche Äquivalent für das Paper vielfach „Originalarbeit“ heißt, verrät manches über die implizite Wertehierarchie des Wissenschaftsbetriebes. Besonders in den Naturwissenschaften, aber von dort auch auf andere Gebiete ausstrahlend, ist die – eher stillschweigend akzeptierte als explizit thematisierte – Ansicht verbreitet, die gesamte Erkenntnisproduktion gehe auf der Ebene der Papers vonstatten, während Büchern allein die Funktion zukomme, den Ertrag der Papers zu ordnen, ohne ein Jota an neuer Erkenntnis hinzuzufügen. Diese wissenschaftliche common-sense-Haltung ist in der Regel nicht erkenntnistheoretisch durchdacht; wenn aber nach einer erkenntnistheoretischen Legitimation dafür gesucht wurde, dann könnte es kaum eine andere sein als die eines radikalen Positivismus. Auch solche Naturwissenschaftler, die gern und gut Bücher schreiben, fühlen sich – aus der Sicht ihres inneren Wertekodex – dazu am ehesten dann berechtigt, wenn ihnen die „eigentliche“ Forschung im Labor eine zeitliche Lücke läßt oder wenn sie aus irgendwelchen Gründen von der Laborarbeit abgeschnitten sind. Der bekannte Zoologe A. Kühn verfaßte seine ersten beiden Monographien – „Anleitung zu tierphysiologischen Grundversuchen“ (1917) und „Die Orientierung der Tiere im Raum“ (1919) – während des ersten Weltkrieges, als ihm seine militärhygienischen Aufgaben beim Generalstab der Armee in Berlin zwar genügend Zeit zum Schreiben ließen, ihm aber keine regelmäßige Experimentalarbeit gestatteten. In seiner späteren Laufbahn sprach er sich nachdrücklich dagegen aus, je wieder in eine Situation zu geraten, in der er sich vorrangig mit „literarischer“ Arbeit befassen müßte<sup>4</sup>. O. Warburg schrieb 1944/45, als sein Kaiser-Wilhelm-Institut für Zellphysiologie nach Liebenberg in der Mark ausgelagert war, in seinem Refugium in Nonnevitz das Buch „Schwermetalle als Wirkungsgruppen von Fermenten“. Nachdem er das 1946 erschienene Werk zur Kenntnis genommen hatte, bemerkte A. Butenandt in einem Brief an den Autor vom 10.7.1947: „Nun hat Ihre durch die Zeitverhältnisse erzwungene Entfernung vom Experiment doch für uns alle etwas Gutes gehabt, denn ich fürchte, diese schöne Zusammenfassung Ihrer Arbeiten mit den lehrreichen historischen Rückblicken würde unter normalen Verhältnissen noch nicht oder vielleicht nie von Ihnen

4 Rheinberger, H.-J.: Ephesia: Alfred Kühns experimenteller Entwurf einer entwicklungsphysiologischen Genetik. In: Dahlemer Archivgespräche Bd.4. Hrsg. von E. Henning. Berlin 1999 (in Druck).

geschrieben worden sein“<sup>5</sup>. Gewiß ist die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen, daß manchem das Buch als etwas Archaisches erscheinen mag, als ein Kommunikationsmedium, dessen Menetekel für jeden, der genügend Einsicht besitzt, schon am Horizont der Geschichte zu lesen ist, obwohl die Büchermärkte noch immer expandieren. Ohne dieser Ansicht frontal zu entgegnen, sei an eine beachtenswerte Diskrepanz erinnert. Schon 1962 sah M. McLuhan in seinem damals vielbeachteten und 1968 in deutscher Übersetzung erschienenen Buch „The Gutenberg Galaxy“ für die nahe Zukunft eine „papierfreie Gesellschaft“ als notwendiges Produkt der technischen Entwicklung voraus<sup>6</sup>. Obwohl die Leistungsfähigkeit der Computertechnik viel rasanter gestiegen ist, als selbst die kühnsten Prognosen der 60er Jahre zu behaupten wagten, ist der als Konsequenz eben dieser technischen Entwicklung vermutete Bedeutungsverlust des Buches bis heute nicht zu erkennen – oder, um es mit einer treffenden Formulierung von J. Mayerhöfer zu sagen: „Das Buch wehrt sich“<sup>7</sup>.

Die nachfolgenden Überlegungen greifen nur am Rande in die aktuellen Diskussionen um den gegenwärtigen und künftigen Strukturwandel im Medienspektrum der wissenschaftlichen Kommunikation ein. Im wesentlichen begnügen sie sich damit, aus wissenschaftshistorischer Sicht Überlegungen zum Verständnis der Rolle des Buches im Netzwerk der wissenschaftlichen Kommunikation beizusteuern. Den Respekt des Wissenschaftshistorikers beansprucht es schon deshalb, weil es unter allen heute noch gebräuchlichen Medien der Fixierung und des Austausches wissenschaftlicher Texte das älteste ist. Dem gedruckten Buch ging das geschriebene voraus. Den Bestand der Bibliothek des berühmten Museion in Alexandria in ihrer Blütezeit schätzt man auf etwa 700.000 handbeschriebene Papyrusrollen. Auch dies waren Bücher, und P. Siewert bemerkt zu Recht, allen heutigen Großbibliotheken liege die von Ptolemaios I. in seiner Hauptstadt erstmals verwirklichte epochemachende Einsicht zugrunde, „daß es Aufgabe eines modernen Herrschers bzw. Staates ist, Einrichtungen für möglichst alle Wissenschaften und die dafür nötigen Bücher zu schaffen; ein Unternehmen, das Aristoteles mit den beschränkten Mitteln eines Privatmannes in Athen vergeblich versucht hatte“<sup>8</sup>. Wenn man – wofür es gute Gründe gibt – den weltgeschichtlichen Übergang vom vorwissenschaftlichen Erkennen zur Wissenschaft im eigentlichen

5 Zit. in: Ein Genie irrt seltener... Otto Heinrich Warburg. Ein Lebensbild in Dokumenten. Hrsg. und kommentiert von P. Werner. Berlin 1991, S.321.

6 McLuhan, M.: Die Gutenberg-Galaxis. Das Ende des Buchzeitalters. Düsseldorf/Wien 1968.

7 Mayerhöfer, J.: Das Buch wehrt sich. Die Zukunft von Buch und Bibliotheken zwischen Informationsgesellschaft und Lesegesellschaft. In: Biblos 38(1989), S.1–11.

8 Siewert, P.: Geschichte Alexandrias und seiner antiken Bibliothek. In: Biblos 39(1990), S.274–277, hier S.276.

Sinne in der Antike lokalisiert<sup>9</sup>, dann kann man mit einer gewissen Zuspitzung sagen: Die Geschichte der Wissenschaft ist die Geschichte des wissenschaftlichen Buches.

Dies ist nicht so zu verstehen, als seien Bücher die ganze Wissenschaft -, wohl aber als Behauptung, daß sich der gesamte geschichtliche Weg der Wissenschaft in der Evolution ihrer Bücherwelt spiegelt und ausdrückt. Die „Elemente“ des Euklid<sup>10</sup> oder die „Physik“ des Aristoteles<sup>11</sup> sind ohne jede Einschränkung als Bücher zu qualifizieren. Die Wissenschaft der Gegenwart erweist ihren „Klassikern“ ihre Reverenz, indem sie sie auch heute in Neuausgaben verfügbar hält – sowohl in der Originalsprache für Leser mit klassischer Bildung als auch in Übersetzungen in die lebenden Sprachen unserer Tage. H. Wußing nennt die „Elemente“ das „zweifelloso erfolgreichste mathematische Buch der Weltgeschichte“<sup>12</sup>. Noch weiter geht D.J. Struik, der meint, die „Elemente“, von denen seit Erfindung der Buchdruckerkunst über tausend Ausgaben erschienen sind, seien „wohl nächst der Bibel das am meisten gedruckte und studierte Buch in der Geschichte der westlichen Welt“<sup>13</sup>. Die „Elemente“ wurden zum historischen Vorbild abgeschlossener Systematik, ausgefeilter deduktiver Organisation des Wissens. Die nachgelassenen Werke des Aristoteles hingegen, „zumeist unterschiedlich überarbeitete Vorlesungs- und Forschungsmanuskripte“, wurden zum Prototyp einer anderen Art wissenschaftlicher Literatur – der Forschungsmonographie, die aus der unabgeschlossenen Problembearbeitung heraus geschrieben ist und offene Erkenntnishorizonte präsentiert. F. Jürß und D. Ehlers betrachten Aristoteles als den Schöpfer der wissenschaftlichen Prosa: „Insofern diese Problemstudien häufig die dialektische Bewegung des Denkens beim Durchspielen provisorischer Problemlösungen direkt widerspiegeln, hat wohl auch der Stil an dieser Unfertigkeit Anteil und kann sich gar nicht zu künstlerischer von formaler Geschlossenheit und Perfektion gekennzeichneter Prosa aufschwingen. Aristoteles meint denn auch, daß ohne den wunderbaren Wohlklang der Worte die Sache selbst deutlicher zur Sprache käme“<sup>14</sup>. Die Aristoteles- und Euklid-Ausgaben in den Regalen einer modernen Bibliothek sind Symbole für die temporale Ganzheit der Wissenschaft über die ganze Geschichte

9 Schwarzkopf, E.: Das Problem der Wissenschaftsentstehung. Dissertation B. Humboldt-Universität zu Berlin 1971; Geschichte des wissenschaftlichen Denkens im Altertum. Von einem Autorenkollektiv unter Leitung von Fritz Jürß, Berlin 1982.

10 Eukleides von Alexandria: Die Elemente. Nach Heibergs Text aus dem Griechischen hrsg. von C. Thaer. Teil I – V. Leipzig 1933–1937.

11 Aristoteles: Physikvorlesung. übers. von H. Wagner. Berlin 1972.

12 Wußing, H.: Vorlesungen zur Geschichte der Mathematik. Berlin 1979, S.71.

13 Struik, D.J.: Abriss der Geschichte der Mathematik. Berlin 1976, S.59.

14 Jürß, F.; Ehlers, D.: Aristoteles. Leipzig 1982, S.23.

ihrer Entwicklung hinweg, deren Elemente in der chronologischen Kette ihrer Entstehung angeordnet, zugleich aber auch – mit jenem Grad an Vollständigkeit, den die geschichtlichen Überlieferungsverluste zulassen – in der jeweiligen Gegenwart versammelt und, unabhängig von der zeitlichen Tiefe ihres Ursprungs, im Idealfall jederzeit zugreifbar sind<sup>15</sup>.

Vielfach assoziiert man mit dem Terminus „Buch“ seine uns vertraute äußere Gestalt als gebundenes oder broschiertes Konvolut durchnummerierter bedruckter Papierblätter. Die Diskussionen darüber, ob das Buch eine Zukunft habe oder nicht, gehen in der Regel von einem solchen Verständnis aus. Für die wissenschaftshistorische Forschung ebenso wie für die Analyse rezenter wissenschaftlicher Kommunikationssysteme erscheint uns indes eine abstraktere Vorstellung des Buches angezeigt: seine Auffassung als eine bestimmte Textgattung unabhängig von der Beschaffenheit des Mediums, das die Texte trägt. Der Foliant, den Mönche in den Scriptorien mittelalterlicher Klöster mühsam kopierten, ist ebenso ein Buch wie die im Computersatz hergestellte 33. Auflage eines gängigen Lehrbuchs der Betriebswirtschaftslehre, das ein Verlag von heute in kürzester Frist in einer großen Zahl von Exemplaren unter das Publikum bringt. Diese weitgehende Unabhängigkeit von der Art der technischen Realisierung gestattet es, auch dann von einem Buch zu sprechen, wenn es nur in Form einer elektronischen Aufzeichnung vorliegt – um so mehr, als die Informationstechnik der Gegenwart ohne weiteres ermöglicht, es in die herkömmliche Papierform zu konvertieren. „Wir stellen Ihre Texte ins Internet in die neue Internet-Bibliothek [www.german-books.de](http://www.german-books.de). Auch unveröffentlichte Texte von 20–350 Seiten. Günstige Einführungspreise!“ Das immer häufigere Auftauchen solcher Inserate in der Presse zeigt, wie locker sich der Übergang von einer technischen Gestalt des Buches zu einer anderen gestaltet.

Für eine medienunabhängige Auffassung des Buches scheinen mir zwei Merkmale zusammengenommen notwendig und hinreichend zu sein. Erstens stellt der als Buch figurierende Text eine über eine innere Struktur verwirklichte Sinnganzheit dar; zweitens steht dieser Text für sich und bildet kein Element eines Periodikums. Diese Bestimmung ist nur eine oberflächliche Näherung, doch man kann damit operieren. Die ganzheitsstiftende Struktur kann sehr locker, etwa beim Protokollband einer Tagung, oder sehr streng, etwa bei der Ausführung eines deduktiven Theorieaufbaus, angelegt sein oder irgendwo zwischen diesen Polen liegen, doch sie muß vorhanden sein. Der allgemeine Sprachgebrauch berücksich-

15 Laitko, H.: Kumulation und Wandel in der Wissenschaftsentwicklung. In: Proc. XVth World Congress of Philosophy Vol.2. Sofia 1973, S.335–339; Laitko, H.: Die Kategorie „Zeit“ und die Wissenschaftswissenschaft. In: Probleme der Methodologie der Wissenschaft. Konferenzmaterialien Teil II. Hrsg. von B.S. Grjaznov, H. Parthey, D. Schulze, A.A. Starčenko. AdW der DDR. ITW-Kolloquien H.20/2. Berlin 1978, S.160–190.

tigt die Unterscheidung zwischen Textcharakteristik und äußerer Buchgestalt in gewissem Maße. Ein Buch kann mehrere Bände haben, manchmal sogar viele wie die zwischen 1960 und 1972 erschienene 40bändige „Geschichte der Lage der Arbeiter unter dem Kapitalismus“ von Jürgen Kuczynski<sup>16</sup> – dann ist nicht der einzelne Band das Buch, sondern erst die Gesamtheit der zugehörigen Bände. Das Fehlen der Sinn Ganzheit bei der Gesamtheit in einem Band vereiniger Beiträge wird beanstandet, indem man diesen Band eine „Buchbindersynthese“ nennt. Doch man darf dem Phänomen „Publikation“ auch keine schärferen Unterscheidungen aufprägen wollen, als ihm immanent eigen sind. Die Gesamtheit der Textgattungen bildet in der Wissenschaft ähnlich wie in der Belletristik eher ein Kontinuum als ein diskretes Spektrum. Immer wieder begegnet man Übergangsformen. Eine solche Form ist das Jahrbuch – auch jenes, in dem der vorliegende Beitrag erscheint. Die hybride Bezeichnung, die es als Buch und als Periodikum zugleich ausweist, bringt treffend seinen ambivalenten Charakter zum Ausdruck: Ein Band eines solchen Jahrbuchs kann dann Züge eines selbständigen Buches tragen, wenn seine Beiträge ein deutlich größeres Maß an Gemeinsamkeit aufweisen als allein die Zugehörigkeit zu dem Fachgebiet, dem die ganze Serie verpflichtet ist. Beispielsweise pflegt das im Auftrag der Landesgeschichtlichen Vereinigung für die Mark Brandenburg herausgegebene Jahrbuch keine thematischen Schwerpunkte zu bilden, sondern publiziert in der Regel in jedem Band Aufsätze und Rezensionen über das ganze thematische und chronologische Spektrum seines Objektbereiches hinweg<sup>17</sup>; das Jahrbuch „Selbstorganisation“ ist hingegen zu thematischen Bänden übergegangen, die neben den für die ganze Serie zuständigen Gesamtherausgebern jeweils noch besondere Herausgeber haben<sup>18</sup>.

Wenn das Buch die Wissenschaft durch ihre ganze bisherige Geschichte begleitet und über alle Wendungen dieser Geschichte hinweg Züge von Identität bewahrt hat, dann muß dieses Genre mit tiefliegenden Eigenschaften der Wissenschaft korrespondieren – mit solchen, die ihr von Anfang eigen waren und nicht erst in irgendeinem späteren Stadium ihrer Geschichte auftauchten. Die Permanenz des Buches über eine mehr als zweieinhalb Jahrtausende hinweg erstreckte Geschichte ist andererseits nur zu erklären, wenn man davon ausgeht, daß diese Textgattung selbst über enorme Ressourcen der Anpassung an veränderte Funktionsbedingun-

16 ZeitGenosse Jürgen Kuczynski. Hrsg. von Th. Heubner. Berlin 1994.

17 Jahrbuch für brandenburgische Landesgeschichte. Hrsg. von E. Henning und W. Neugebauer. Berlin.

18 Selbstorganisation. Jahrbuch für Komplexität in den Natur-, Sozial- und Geisteswissenschaften. Hrsg. von F. Pohlmann (geschäftsführend) in Zusammenarbeit mit H.-J. Krug und U. Niedersen Bd.9(1998). Evolution und Selbstorganisation in der Ökonomie. Hrsg. von F. Schweitzer und G. Silverberg. Berlin 1998.

gen verfügt. Die historische Überlebensfähigkeit des Buches wurzelt in der Grundbestimmung der Wissenschaft, kommunikativ und dabei zugleich tradierend und kumulierend zu sein. Das Buch bedient in idealer Weise diese funktionelle Trias, die die Entwicklungstabilität der Wissenschaft und damit ihren inneren Zusammenhang in der historischen Zeit begründet. A. Scharnhorst zitiert in ihrer Analyse der kognitiven Möglichkeiten des Umgangs mit abstrakten Wissenschaftslandschaften, die auf der Basis von (Ko-)Zitationsnetzen (Zitationen von Zeitschriftenaufsätzen in Zeitschriftenaufsätzen!) modelliert werden, die Feststellung A. van Raans, ein Nachteil dieser Methode für Zwecke bibliometrischer Evaluation bestehe darin, daß die Struktur zu dynamisch sei, und bemerkt dazu: „The question seems to be whether a stable reference space can be found, whose dimensions are relatively stable over some periods in time and in which changing positions of dynamic networks can be compared to each other“<sup>19</sup>. Das Massiv der aktuellen Bücher ist relativ beständiger als die wissenschaftliche Zeitschriftenliteratur und bildet nach wie vor ein stabilisierendes Gegengewicht zu deren außerordentlicher Dynamik. Seit sich Bücher und Periodika funktionell voneinander geschieden haben, kommt dem Buch diese Rolle zu. Wenn die Gattung der Papers einschließlich ihrer noch volatileren Vorformen (der Preprints und der Mitteilungen im Internet, die den gedruckten Preprints vorausgehen oder diese ersetzen) die hochdynamischen „Forschungsfronten“ bildet, dann sind die Bücher, um im Bild zu bleiben, die Etappe, das zentrierende Hinterland, ohne das die Fronten nach einiger Zeit in ein unübersichtliches Chaos von Einzelgefechten aufsplintern würden.

Genuin ist das Buch ein Mittel der wissenschaftlichen Kommunikation<sup>20</sup>, das mit dem kommunikativen zugleich auch direkt oder indirekt einen sozialen Zusammenhang zwischen Personen herstellt oder bestätigt. Direkt schafft es einen solchen Zusammenhang zwischen Autoren, Verlegern (Lektoren, Gutachtern usw.) und Lesern. Das ist ein Zusammenhang, der keineswegs immer nur unidirektional sein muß, sondern in günstigen Fällen auch forschungswirksame Rückkopplungen aufweisen kann. Dies ist manchmal beispielsweise im Verhältnis zwischen Wissenschaftlern und ihren Verlegern stark ausgeprägt. W.J. Mommsen kommt in einer Analyse der Zusammenarbeit zwischen der Verlegerdynastie Siebeck und dem Pionier der Soziologie M. Weber zu dem Schluß, „daß Max Webers wissenschaftliches Werk ohne die beständige einfühlsame, geduldige, aber in der Sache zähe Begleitung durch Paul Siebeck und seinen Sohn Oscar niemals die Gestalt ange-

19 Scharnhorst, A.: Citation-Networks, Science Landscapes and Evolutionary Strategies. In: *Scientometrics* 43(1998), S.95–106, hier S.105.

20 Laitko, H.: Das Buch als Element der wissenschaftlichen Kommunikation. In: *Probleme der Kommunikation in den Wissenschaften*. Hrsg. von A. Vogt und R. Zott. ITW-Kolloquien H.75. Berlin 1991, S.1–34.

nommen haben wurde, in der wir es heute vor uns haben. Mehr noch, vieles wäre gar nicht aus dem Manuskriptstadium herausgekommen, hätten nicht die Verleger beständig drängend und mahnend im Hintergrund gestanden. Vor allem war es Paul Siebeck, der Max Weber mit dem großangelegten Plan des 'Grundriß der Sozialökonomik' dazu anregte, seine eigenen sozialwissenschaftlichen Studien zu idealtypischen Synthesen von einer universalen Spannweite voranzutreiben, die seitdem nur selten wieder erreicht worden ist<sup>21</sup>.

Indirekt entsteht auch ein sozialer Zusammenhang der Leser ein und desselben Buches untereinander. Sie rezipieren mit der Lektüre den gleichen Ausschnitt aus dem Universum des wissenschaftlichen Erkennens und werden damit dessen Teilhaber. Gemeinhin ist dieser Zusammenhang eher locker. Er kann aber auch sehr intensiv werden, wenn das Studium eines bestimmten Werkes dessen Rezipienten zu einer wissenschaftlichen Paradimgemeinschaft verbindet und zu einer bestimmten Denkweise konditioniert. Diese Beobachtung veranlaßte Th.S. Kuhn zu seiner Auffassung der „normalen“ Wissenschaft als paradigmagebundene Tätigkeit: „Die **Physik** des Aristoteles, der **Almagest** des Ptolemäus, Newtons **Principia** und **Opticks**, Franklins **Electricity**, Lavoisiers **Chimie**, Lyells **Geology** – diese und viele andere Werke dienten eine Zeitlang dazu, für nachfolgende Generationen von Fachleuten die anerkannten Probleme und Methoden eines Forschungsgebietes zu bestimmen. Sie vermochten dies, da sie zwei wesentliche Eigenschaften gemeinsam hatten. Ihre Leistung war neuartig genug, um eine bestimmte Gruppe von Anhängern anzuziehen, die ihre Wissenschaft bisher auf andere Weise betrieben hatten, und gleichzeitig war sie noch offen genug, um der neuen Gruppe von Fachleuten alle möglichen ungelösten Probleme zu stellen“<sup>22</sup>.

Ebenso elementar wirkt das Buch tradierend<sup>23</sup>. Es enthält wie jede Publikation eine immanente Zeitrichtung, indem es das von den Autoren bei seiner Formulierung Gedachte, unter Einschluß des von ihnen von vorhergehenden Autoren Übernommenen, seinen Lesern zu einem späteren Zeitpunkt zugänglich macht. Insofern ist es nicht nur ein Medium der simultanen Kommunikation, sondern auch ein Mittel des temporalen Transfers kognitiver Inhalte. Das Buch ist besonders dazu geeignet, nicht nur innerhalb ein und derselben Generation von Wissenschaft-

- 21 Mommsen, W.J.: Die Siebecks und Max Weber. Ein Beispiel für Wissenschaftsorganisation in Zusammenarbeit von Wissenschaftlern und Verlegern. In: Geschichte und Gesellschaft 22(1996) H.1, S.19–30, hier S.30.
- 22 Kuhn, Th.: Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen. Zweite revidierte und um das Postskriptum von 1969 ergänzte Auflage. Frankfurt a.M. 1996, S.25.
- 23 Fabian, E.: Traditionen in der Wissenschaft. Eine historisch-theoretische Studie zur Funktion wissenschaftlicher Traditionen, untersucht in der Geschichte der Kristallographie. Dissertation B. AdW der DDR. Berlin 1983.

lern zu vermitteln, sondern den mentalen Rahmen einer Generation zu überschreiten und als ein Medium der Rekrutierung und Assimilation neuer Generationen für die Wissenschaft zu dienen. Sein Umfang gibt ihm die Chance zu ausgebreiteter, systematisch einführender Argumentation, während das Paper aufgrund der funktionellen Restriktionen, denen es unterliegt, eher eine Abbriviaturliste darstellt, die nur von Fachleuten mit paßgerecht spezialisiertem Hintergrundwissen vollkommen dechiffriert werden kann. Zwar gibt es mit dem Lehrbuch ein eigens für Einführungszwecke geschaffenes Genre, aber im Prinzip ist der größte Teil der Bücher in diesem oder jenem Grade zum Brückenschlag zwischen den Generationen in der Wissenschaft disponiert.

Die kumulierende Natur der Wissenschaft, die im Medium des Buches besonders prägnant zum Ausdruck kommt, darf nicht mit Kumulativität im Sinne bausteinartiger Aneinanderreihung von Einzelbeiträgen verwechselt werden. Gemeint ist vielmehr die grundlegende Eigenschaft der Wissenschaft, ständig ihr eigenes Fazit als Grundlage ihrer weiteren Entwicklung zu bilden. J.D. Bernal drückte das mit den Worten aus: „Zu jeder Zeit ist die Wissenschaft das Gesamtergebnis dessen, was bis dahin Wissenschaft war“<sup>24</sup>. Die von vielen getrennt erbrachten Erkenntnisbeiträge werden im Buch durch geistige Verarbeitung – wozu auch Operationen der Verallgemeinerung, Umdeutung oder Widerlegung gehören – zusammengeführt, konzentriert und verdichtet. Der Begriff der „Verdichtung“ des Wissens, der in diesem Zusammenhang sehr geeignet erscheint, ist im Rahmen einer im Vorfeld der Scientometrie angestellten und wesentlich durch Ideen von D.J. de Solla Price<sup>25</sup> angeregten erkenntnistheoretischen Untersuchung 1968 von A.K. Suchotin eingeführt, aber anscheinend nicht weiter verfolgt worden. Das Grundproblem dieser Überlegungen drückte Suchotin einleitend in dem Satz aus: „Der Fortschritt der Wissenschaft wird unmöglich, wenn die Forscher nicht die Summe des Wissens beherrscht, über das die Menschheit verfügt“<sup>26</sup>. In neuerer Zeit, in der sich ein Buch auf zahlreiche andere Bücher und Aufsätze explizit (und auf noch größere Massive vorangegangener Publikationen implizit) bezieht, ist diese kumulierende Arbeitsweise offenkundig. Zugleich ist hier die Unersetzbarkeit des Buches unmittelbar einsichtig. Die modernen Mittel der Informationstechnik gestatten zwar, enorme Massive von Wissensquanta über Verweise zu vernetzen, aber dann hat man immer noch ein extensives Netz und keine geistige Synthese, wie sie von einem Buch gemeinhin gefordert wird (natürlich abgesehen von solchen

24 Bernal, J.D.: Die Wissenschaft in der Geschichte. Berlin 1961, S.32.

25 Solla Price, D.J. de: Regular Patterns in the Organization of Science. In: Organon (Warszawa) Jg.1965, H.2, S.244–245.

26 Suchotin, A.K.: Gnosologičeskij analiz jemkosti znanija. Tomsk 1968, S.4.

Sonderformen des Buches wie etwa Tabellenwerken, die auf die geordnete Präsentation und nicht auf die Synthese von Daten spezialisiert sind).

Im idealen Grenzfall bildet die Kohorte der jeweils vorliegenden aktuellen Bücher ein vollständiges Fazit der gesamten bisherigen Wissenschaftsentwicklung. Real ist die Fazitbildung infolge von Defiziten im Kommunikationssystem der Wissenschaft immer lückenhaft. Neben den Lücken, die durch den Verlust der Informationsträger – etwa bei der Zerstörung von Bibliotheken – eintreten, spielt der Verlust durch Nichtbeachtung und Nichtverwertung vorhandener Leistungen mit dem Anschwellen der Publikationsmassive eine immer größere Rolle. J.D. Bernal stellte bereits 1939 in seiner damals aufgrund des Kriegsausbruchs viel zu wenig beachteten kritischen Analyse des derzeitigen Zustandes der Wissenschaft fest, daß zahlreiche Veröffentlichungen lediglich für das „wissenschaftliche Massengrab“ geschrieben werden. Die gigantische Zunahme der Zeitschriftenliteratur mache es „dem normalen Wissenschaftler, falls er nicht den Hauptteil seiner Zeit mit Lesen zubringen will, unmöglich, sich über den Fortschritt auf seinem Spezialgebiet auf dem laufenden zu halten, noch weniger, den Fortschritt der Wissenschaft als Ganzes zu verfolgen, und sei es nur in großen Zügen. Gleichzeitig kann eine große Menge wertvoller wissenschaftlicher Arbeit für immer verlorengehen, weil sie zum Zeitpunkt ihrer Veröffentlichung nicht richtig eingeschätzt wurde und später jeder eifrig damit beschäftigt ist, sich mit den jeweils neuesten Publikationen zu befassen, so daß er keine Zeit mehr übrig hat, sich durch frühere Arbeiten hindurchzuwühlen“<sup>27</sup>.

Bernal's Argument ist aus heutiger Sicht sehr bedenkenswert. Die in den seither vergangenen sechs Jahrzehnten vollbrachten informationstechnischen Fortschritte dürften die Gefahr, daß eine relevante Arbeit aus technischen Gründen unbemerkt bleibt, drastisch verringert haben. Ob sie bemerkt und verwertet wird, hängt dann – ein technisch perfektes Informationssystem unterstellt – im Grenzfall allein von der Einschätzung ihrer Relevanz durch ihre potentiellen Nutzer ab. Die Relevanzbewertungen indes sind stets historisch bestimmt und historisch beschränkt, und diese Schranke können technische Mittel nicht aufheben. Es gibt spektakuläre Beispiele einer „Wiederentdeckung“ von im Dickicht der Literatur untergegangenen bedeutenden Arbeiten. Eines dieser Exempel ist die 1866 erschienene Arbeit „Versuche über Pflanzen-Hybriden“ von G. Mendel, die späterhin als Ausgangspunkt der klassischen Genetik galt – aber erst, nachdem im Jahre 1900 die drei renommierten Biologen H. de Vries, C.E. Correns und E. v. Tschermak-Seysenegg unabhängig voneinander Anspruch auf ihre Wiederentdeckung erhoben hatten. Lange Zeit hatte man verbreitet geglaubt, diese Rezeptionslücke von fast 35 Jahren

27 Bernal, J.D.: Die soziale Funktion der Wissenschaft. Hrsg. von H. Steiner. Berlin 1986, S.136.

sei auf technisch-organisatorisch bedingte relative Unzugänglichkeit zurückzuführen gewesen: Mendel hatte in einem entlegenen Periodikum publiziert, das von den Biologen nicht gelesen wurde. Die nähere wissenschaftshistorische Untersuchung dieses Falles<sup>28</sup> hat aber ein ganz anderes Bild an den Tag gebracht: Mendel selbst war geradezu strategisch vorgegangen, um seine Arbeit möglichst vielen angesehenen Biologen seiner Zeit zur Kenntnis zu bringen, doch er war dabei auf eine Mauer der Nichtbeachtung gestoßen. Ein wesentliches Verdienst daran, daß Mendels Arbeit nicht gänzlich aus dem Kreis biologischer Wahrnehmung herausfiel, gebührt dem 1881 erschienenen Buch „Pflanzen-Mischlinge“ von W.O.Focke, in dem Mendel ausführlich zitiert worden war. I. Jahn gelangt zu dem Schluß: „Durch dieses Buch fanden Mendels Arbeiten Aufnahme in die Fachliteratur und schließlich um 1900 eine allgemeine Aufmerksamkeit, nachdem weitere Pflanzenzüchter ebenso systematische, methodisch einwandfreie Kreuzungsexperimente durchgeführt und dadurch gleiche Ergebnisse erzielt hatten“<sup>29</sup>.

Im Fall Mendels ist die „Wiederentdeckung“ gelungen. Wenn ein solcher Glücksfall nicht eintritt, können die wertvollsten Arbeiten unbemerkt und damit wirkungslos bleiben. Seitdem die globalen Zitationsanalysen des ISI vorliegen, kann man auch quantitativ beziffern, ein wie riesiges Quantum der weltweiten Produktion wissenschaftlicher Arbeiten niemals zitiert wird. Natürlich liegt der Nichtzitation eine Bewertung durch die zur betreffenden Zeit aktiven Forscher zugrunde: Aus der Sicht jener Probleme, mit denen sie jeweils befaßt sind, halten sie die nichtzitierten Arbeiten für irrelevant. Vollkommen unberechtigt wäre es aber, aus der Beschaffenheit des aktuellen Aufmerksamkeits- und Wertungshorizonts auf eine etwaige kognitive Belanglosigkeit der nichtzitierten Arbeiten zu schließen; ein solcher Schluß würde vielleicht dem jeweiligen wissenschaftlichen Zeitgeist entgegenkommen, aber einer seriösen erkenntnistheoretischen und wissenschaftshistorischen Kritik hielte er nicht stand. Daß die Zitiergewohnheiten und -präferenzen von zahlreichen Faktoren beeinflusst werden, die nicht eindeutig vom relativen Erkenntniswert der zitierten (und der nichtzitierten) Arbeiten abhängig sind, ist erst neuerdings wieder durch die Entdeckung des von M. Bonitz, E. Bruckner und A. Scharnhorst untersuchten scientometrischen Matthäuseffekts für Länder eindringlich nahegelegt worden<sup>30</sup>. Ein indirekter Einwand gegen das

28 Jahn, I.: W.O.Focke – M.W.Beijerinck und die Geschichte der „Wiederentdeckung“ Mendels. In: *Biologische Rundschau* 3(1965), S.12–25; *Geschichte der Biologie*. Hrsg. von I.Jahn, R.Löther und K.Senglaub. Abschn 9.3. Die experimentelle Bastardforschung und die Entdeckung der Vererbungsregeln durch G.J.Mendel und seine „Wiederentdecker“. Jena 1982, S.439–442.

29 *Geschichte* (wie Anm.28), S.435.

30 Bonitz, M.; Bruckner, E.; Scharnhorst, A.: Characteristics and Impact of the Matthew Effect for Countries. In: *Scientometrics* 40(1997), S.407–422; Bonitz, M.; Bruckner, E.; Scharnhorst, A.:

selbstgerechte Vorurteil von der wissenschaftlichen Bedeutungslosigkeit der nicht-beachteten Arbeiten liegt auch in dem Nachweis, daß das kognitive Potential solcher Aufsätze, deren Bedeutung frühzeitig bemerkt wurde, mit ihrer Verwertung innerhalb des schmalen Zeitfensters von wenigen Jahren, in dem sie sich an der „Forschungsfront“ befanden, keineswegs ausgeschöpft worden ist. H. Parthey hat in seiner Untersuchung der bibliometrischen Profile der naturwissenschaftlichen Kaiser-Wilhelm-Institute von 1923 bis 1943 jene Arbeiten aus dieser Zeit, die in den 80er Jahren des zwanzigsten Jahrhunderts noch fünf und mehr Zitationen erhalten haben, gesondert aufgeführt und ist zu einer imponierenden Liste gelangt<sup>31</sup>.

Die Gründe für die Nichtbeachtung einer Fülle wissenschaftlicher Produktion sind nicht systematisch bekannt. Sie dürften nicht zuletzt damit zu tun haben, daß das wissenschaftliche Denken im ganzen blind, spontan evolutioniert. Konzentrierter Bewußtheit im Schaffen der einzelnen Forscher ebenso wie in den Diskursen der diversen Forschungsrichtungen steht Bewußtlosigkeit über das Ganze der Erkenntnis gegenüber. Ökonomisch betrachtet stellt die Nichtbeachtung wissenschaftlicher Arbeiten einen volkswirtschaftlichen Verlustposten dar – von den frustrierenden und demotivierenden Rückwirkungen auf die Autoren ganz zu schweigen. Dieser Verlust ist die Kehrseite des überhitzten Wettbewerbs-, Prioritäts- und Anerkennungsdrucks, der an den Forschungsfronten herrscht und die Aufmerksamkeitshorizonte der Forscher strikt fokussiert – mit den Worten eines der tiefgründigsten Science-Fiction-Autoren unserer Zeit: „Im Grunde ist es jedoch einerlei, ob das Unbekannte im Schoße der Natur verborgen liegt oder auch begraben in den Scharteken ungelesener Buchbestände, denn Inhalte, die in den Blutkreislauf der Wissenschaft nicht eingeflossen sind und nicht befruchtend darin zirkulieren, existieren für uns praktisch nicht. Die Aufnahmefähigkeit der Wissenschaft einer jeden historischen Zeit für eine radikal abweichende Betrachtungsweise der Erscheinungen ist in Wahrheit nicht sehr groß“<sup>32</sup>.

Das wissenschaftliche Buch, dessen Herstellung in der Regel nicht einem so rigorosen Zeitdruck unterliegt wie das Abfassen eines Papers und dessen Autoren in der Lage sind, mit mehr Distanz weit umfangreichere, temporal und disziplinar breiter gestreute Quellenmassive kritisch zu sichten und unterschiedliche Positio-

The Matthew Effect – Concentration Patterns and Matthew Core Journals. In: *Scientometrics* 44(1999), S. 361–378.

31 Parthey, H.: *Bibliometrische Profile von Instituten der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften (1923–1943)*. Institute der Chemisch-Physikalisch-Technischen und der Biologisch-Medizinischen Sektion. (Veröffentlichungen aus dem Archiv zur Geschichte der Max-Planck-Gesellschaft. Hrsg. von E. Henning, Bd.7). Berlin 1995, S.147–172.

32 Lem, S.: *Die Stimme des Herrn*. Berlin 1981, S.38.

nen gegeneinander abzuwägen, kann einen Teil dieser Verluste auffangen und damit zur Ökonomisierung der Erkenntnisproduktion beitragen. Wenn zwischen Buch und Zeitschriftenbeitrag eine reguläre funktionelle Differenzierung und eine gegenseitige arbeitsteilige Ergänzung besteht, dann dürfte es auch eine optimale Proportion zwischen diesen beiden Formen wissenschaftlicher Literaturproduktion geben. Anscheinend weichen auf vielen Gebieten – von den Geisteswissenschaften abgesehen – die faktischen Proportionen zuungunsten der Buchproduktion weit von diesem Optimum ab. Fast überall ist das Feld der Papers die entscheidende Arena des karrierebestimmenden Wettstreits um Reputation. Die Mechanismen der Akquisition von Forschungsmitteln befördern am wenigsten die Erzeugung von Monographien. Dadurch ist das Massiv der aktuellen Bücher relativ zu dünn, um die auf dem Niveau der Periodika eintretenden Rezeptionsverluste einigermaßen aufzufangen. Die Verzerrung der innerwissenschaftlichen Bewertungsmaßstäbe, die dieser Disproportion zugrunde liegt, datiert nicht erst aus jüngster Vergangenheit, sondern hat ihre Wurzeln schon in der primären Ausdifferenzierung der disziplinären Struktur der Wissenschaft um 1800 und in den ersten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts, der damit verbundenen Entstehung von Fachzeitschriften als einem von den Büchern deutlich unterschiedenen Kommunikationsmedium<sup>33</sup> und der Einbürgerung des „Forschungsimperativs“ als dominantem Reputationskriterium für Hochschullehrer<sup>34</sup>. Ein aufschlußreiches Symptom für diesen Trend findet man beispielsweise in der von J. Folta und L. Nový verfaßten kurzen chronologischen Übersicht zur Geschichte der Naturwissenschaft; dabei ließen sich die Autoren, ohne sich an irgendwelche formellen Vorgaben zu halten, einfach von der Absicht leiten, für jedes Jahr die bedeutendsten (kognitiven oder institutionellen) Ereignisse zu notieren. Für jede der beiden Hälften des 19. Jahrhunderts findet man hier etwa 30 Bücher, deren Erscheinen als ein Ereignis dieses Ranges angesehen wurde; für die erste Hälfte des 20. Jahrhunderts wurden hingegen nur noch ganz wenige Bücher erwähnt<sup>35</sup>. Unzweifelhaft wäre es den Autoren ein leichtes gewesen, für das 20. Jahrhundert 30 oder auch 50 bedeutende Bücher zu nennen. Symptomatisch ist das Faktum, daß in einer nicht ausdrücklich auf Bücher ausgerichteten Auswahl hochrangiger Leistungen deren Anteil so drastisch zurückging. Eine sachliche Barriere, die eine Veränderung der Proportion zwischen Büchern und Papers zugunsten der ersteren verbieten würde, ist schwer vorstellbar. Das Problem ist weder technischer noch unmittelbar kognitiver Art, sondern wurzelt in den

33 Houghton, B.: *Scientific Periodicals. Their Historical Development, Characteristics and Control.* London 1975.

34 Turner, R.S.: *The Prussian Universities and the Research Imperative 1806 to 1848.* Ann Arbor 1973.

35 Folta, J.; Nový, L.: *Dějiny přírodních věd v datech. Chronologický přehled.* Praha 1979.

Wertpräferenzen, die den Wissenschaftsbetrieb regeln; mit einer Veränderung dieser Wertorientierungen würden sich auch die Proportionen zwischen den unterschiedlichen Publikationsarten ändern.

Die Aggregationsfunktion von Büchern wird, besonders augenfällig in Lehrbüchern, als Gegengewicht gegen die zentrifugale Tendenz fortschreitender Arbeitsteilung verstanden. Viele Wissenschaftler zahlreicher Disziplinen haben im 19. und 20. Jahrhundert immense Anstrengungen unternommen, um das gesamte Wissen einer Disziplin oder gar einer ganzen Familie von Disziplinen zu geschlossenen enzyklopädischen Darstellungen zu verdichten – Beispiele sind die 1898 begonnene Enzyklopädie der mathematischen Wissenschaften<sup>36</sup> oder das 1926 begonnene Handbuch der Physik<sup>37</sup>. An diesen enzyklopädischen Unternehmungen zeigt sich besonders deutlich der auf Dauer hoffnungslose Wettlauf zwischen dem Anschwellen der Ströme nichtaggregierter Information und den herkömmlichen Aggregationsweisen, der eine Umgestaltung der technischen Basis der wissenschaftlichen Kommunikation schon verlangte, als die dafür adäquaten Mittel – anders als heute – noch gar nicht in Sicht waren. Dies demonstrieren die zahlreichen Unternehmen enzyklopädischen Typs, die darauf ausgehen, alle Natur- oder Kulturobjekte einer bestimmten Art klassifiziert aufzulisten und mit einer zumindest minimalen Beschreibung zu versehen. Für Beilsteins Handbuch der organischen Chemie – einem berühmten Unternehmen dieser Art – lagen schon im frühen 20. Jahrhundert bis zu zehn Jahre zwischen dem Abschlußdatum der berücksichtigten Zeitschriften und dem Erscheinen der entsprechenden Bände. Die Schätzungen, die die verantwortlichen Redakteure – höchst erfahrene und kompetente Leute – über die Zahl der für die jeweils nächste Ausgabe erforderlichen Druckbogen abgaben, wurden von der Realität stets um ein Mehrfaches übertroffen. Auch nach Ende des zweiten Weltkrieges setzte der Springer-Verlag die Herausgabe des Beilstein fort. Der Redaktionsleiter F. Richter erwartete einen Maximalausstoß von 120 Druckbogen für die 60er Jahre und danach eine rückläufige Entwicklung; tatsächlich waren 1960 noch 78, 1970 schon 380 und 1980 sogar 900 Druckbogen erforderlich. Damit waren die Grenzen der Möglichkeiten gedruckter Medien erreicht; der Beilstein existiert heute als ein vom Bund finanzierter Online-Dienst weiter<sup>38</sup>.

Ist die Umwandlung in Online-Dienste das letztendliche Schicksal des wissenschaftlichen Buches überhaupt? Es ist zu vermuten, daß Buchunternehmen enzy-

36 Pogrebysski, I.B.: Das zwanzigste Jahrhundert (erste Hälfte). In: Struik (wie Anm. 13), S.205–206.

37 Dreisigacker, E.; Rechenberg, H.: Karl Scheel, Ernst Brüche und die Publikationsorgane. In: Festschrift 150 Jahre Deutsche Physikalische Gesellschaft. Hrsg. von Th.Mayer-Kuckuk. Weinheim 1995, S.135–142, hier S.138.

38 Götze, H.: Der Springer-Verlag. Stationen seiner Geschichte Teil II: 1945–1992. Berlin u.a. 1994, S.51–55.

klopädischen Zuschnitts mehr und mehr in die Form von Datenbanken übergehen werden<sup>39</sup>. Je ganzheitlicher ein Buchtext von seinen inneren Zusammenhängen her ist, je unabdingbarer es ist, ihn im ganzen zu rezipieren, um so mehr wird sich die Form des Buches behaupten – als Forschungsmonographie, vielleicht auch als Lehrbuch. Wenn damit die Forschungsmonographie zur eigentlichen Grundform des wissenschaftlichen Buches werden sollte, durfte auch der Zug zur Individualisierung, zur persönlichen Handschrift zunehmen, da man die Funktion der Normierung getrost den elektronischen Medien überlassen kann. Noch ist kein Erschlaffen der Produktion gedruckter wissenschaftlicher Bücher feststellbar, doch das muß für eine weitere Perspektive nichts bedeuten. Zumindest aber muß bedacht werden, daß sich diese Frage nicht ausschließlich nach den Kriterien technischer Rationalität entscheidet. Das gedruckte und gebundene Buch ist auch ein ästhetischer Gegenstand, ein Kulturwert – und in dieser Eigenschaft ist es durch keinen Monitor zu ersetzen. Es wird auch eine Frage der von den Wissenschaftlern selbst gesetzten kulturellen Präferenzen sein, ob sie einmal auf diesen Wert verzichten wollen. Als der Verleger S. Unselde von der Heidelberger Universität die Honorarprofessur für literarisches Leben erhielt, sagte er zum Schluß seiner Antrittsvorlesung am 16. Juni 1993: „Ich stehe hier nicht als einer der letzten Dinosaurier der Gutenberg-Galaxis, referierend über eine zu Ende gehende Buchkultur. Das Buch, die Verlagsgeschichte lehrt es, wird seit seiner Existenz von der Dame Cassandra begleitet, bei jedem Auftreten eines neuen Mediums wurde vom Tod des Buches gesprochen ... Wir werden wachsam sein, damit das Buch bewahrt bleibt als das menschlichem Maß angemessene Medium für die Literatur, die wir als tägliche Selbstbehauptung dringlich brauchen“<sup>40</sup>. Auch die wissenschaftliche Literatur ist ein Stück täglicher Selbstbehauptung des Menschen.

39 Hedrich, R.: Vom „Kreis des Wissens“ zum Netz des Wissens. Enzyklopädie und Enzyklopädisten. In: Universitas. Zeitschrift für interdisziplinäre Wissenschaft 53(1998), S.263–275.

40 Unselde, S.: Was heißt und zu welchem Ende studiert man Verlagsgeschichte? In: Heidelberger Jahrbücher XXXVIII. Berlin u.a. 1994, S.215–226, hier S.226.



REGINE ZOTT

## Klio und Kalliope.

### Wissenschaft und Technik des 19. Jahrhunderts in der deutschsprachigen schöngeistigen Literatur jener Zeit

*Arthur Honegger (1892–1955) schrieb über seine sinfonische Komposition „Pacific 231“ (1923), die „verständlich für Massen“ und „künstlerisch fesselnd“ sein solle: „Was ich im Pacific zu schildern versucht habe, ist nicht die Nachahmung der Geräusche der Lokomotive, sondern die Wiedergabe eines visuellen Eindrucks und eines psychischen Wohlbefindens durch eine musikalische Konstruktion. Diese Wiedergabe geht von sachlicher Beobachtung aus: das ruhige Atmen der stillstehenden Maschine, die Anstrengung beim Start, die allmähliche Steigerung der Geschwindigkeit bis zum lyrischen Zustand, zum Gewaltig-Pathetischen eines Eisenbahnzuges, der mit seinem 300-Tonnengewicht mit einer Stundengeschwindigkeit von 120 Kilometern durch die Nacht rast. Als Vorwurf wählte ich eine Lokomotive vom Typ Pacific 231, für schwere Schnellzüge.“<sup>1</sup>*

\*

*„Gothe behauptet mit Recht, daß ein Buch wenig einen Menschen ändere; aber – setz' ich dazu – wohl die Bücher, zumal die Menschen. Denn wer entbindet am Ende die flüchtigen Geister-Welten der Zeiten als meistens die Bücherwelt (und umgekehrt), obgleich die Wirkung der Theile auf Theile, zumal bei dem Antagonismus untereinander unsichtbar bleiben muß? – Eben so scheint das Simultan- (nicht blos das Sukzessiv-) Publikum im Ganzen einen genialischen Sinn zu haben, den man in der Mehrheit der Einzelnen nicht merklich nachzuweisen vermöchte ...“*

*Jean Paul<sup>2</sup>*

Von den neun Musentöchtern des Zeus war Kalliope die ranghöchste, zuständig für epische Dichtung, Philosophie, Rhetorik und Wissenschaften. Mit der ihr nächstentsprossenen Schwester Klio, der Muse für Geschichte, mag es manchen

1 Zitiert nach Milos Safranek, Text der Schallplattentasche von 1963.

2 Paul, J., Komischer Anhang zum Titan. Zweites Bändchen. Einladungs-Zirkulare an ein neues kritisches Unter-Fraisgericht über Philosophen und Dichter. Berlin: 1800, S. 185f.

Disput gegeben haben, zumal, wenn sie beide auch noch die vor allem für Astronomie zuständige Schwester Urania einbezogen. Gemeinsam suchten sie dann solche Erdenbewohner, die zum einen am Fortschritt und am Schicksal ihrer Mitmenschen teilzunehmen sowohl fähig als auch bereit waren, zum anderen sich als genügend talentiert erwiesen, darüber in irgendeiner der künstlerischen Sprachen Aussagen zu treffen. Diese Auserwählten wurden geküßt, und wenn die Malerei ihre Sprache war, dann malten sie Bilder, Musiker komponierten Sonaten und Sinfonien, war das Wort ihr künstlerisches Gestaltungsmittel, dann entstanden Novellen oder Romane oder Gedichte ...

### *Kunst und Wissenschaft, These*

Der Zusammenhang von Wissenschaften und Künsten ist in den Musen „personifiziert“. Mit dem Rollenspiel beschreibt der antike Mythos eine Wechselwirkung von wissenschaftlicher, technischer und künstlerischer Aneignung der Welt, die als einheitlicher Erkenntnisprozeß verstanden wird.

Der in dieser Hinsicht heute meist unklar gebrauchte Kulturbegriff darf demnach nicht auf die Künste reduziert werden; Wissenschaft konstituiert ihn in gleichem Maße.

Wissenschaft und Technik einerseits, Literatur und Kunst andererseits sind wesentliche Formen der Aneignung dieser Welt, unsere „Weltbildner“ je auf ihre besondere Weise.

Zwischen ihnen findet naturgemäß ein ständiger Austausch statt, der ein zeitlicher Ablauf ist. Kommunikation ist Aufnahme, Verarbeitung und Weitergabe von Informationen, und dieser Vorgang hat objektive und subjektive Seiten, rationale und emotionale, inhaltliche und formale. Das Verhältnis von Wissenschaft und Kunst, das Literatur einschließt, wird also durch Prozesse des Kommunizierens und der subjektiven Verarbeitung (intellektuell und emotionell, inhaltlich und formal) dieses Aneignungsprozesses gekennzeichnet.

Folgende These wird postuliert:

- Objekt der Wissenschaft ist alles Existierende, einschließlich des Menschen selbst, Wissenschaft produziert spezialisierte, durch problemspezifisch eingegrenzte, „disziplinierte“ Methoden erworbene Erkenntnis.
- Objekt der Kunst ist die Interpretation, wie eben dieser Vorgang des Erkennens sowie das Erkannte, das Faktum und die erkannten Zusammenhänge selbst ihrerseits auf den suchenden Menschen zurückwirken, mit anderen Worten: das Registrieren und Gestalten der Art und Weise, *wie* der Mensch seine eigene Auseinandersetzung mit allem Existierenden, einschließlich sich selbst, erlebt

und verarbeitet, – das Ganze gesehen, angeeignet und vermittelt durch die Individualität des Künstlers.

An vielen einschlägigen Untersuchungen zum Zusammenhang von Wissenschaft und Technik in der Malerei oder in der Literatur oder in anderen Bereichen fällt allerdings Einseitigkeit insofern auf, daß eher ein illustrierender Nachweis von thematisiertem Aufgreifen einzelner Ergebnisse aus Wissenschaft und Technik in Werken der Malerei oder Literatur gezeigt werden soll, anstatt daß deren gnoseologischen sowie inhaltlichen und formalen Wechselbeziehungen erörtert werden.

In der Geschichte der Kunst, also auch der Literatur sind das Niveau und die Intensität jener Auseinandersetzung des Menschen mit Natur und Gesellschaft zu allen Zeiten gestaltet worden. Wie aufmerksam der jeweilige Künstler diese Prozesse beobachtete und sich damit auseinanderzusetzen bereit war – im Gegensatz zu einem *l'art pour l'art* oder im Glasperlenspiel, wie dies Hermann Hesse beschrieb –, ob der Künstler politischen Sinn besaß und ob er Wesentliches von Unwesentlichem unterscheiden konnte, und schließlich, wie talentiert und wie gekonnt er sein künstlerisches Medium für eine Aussage einzusetzen vermochte, alles dies widerspiegelt sich im künstlerischen Werk.

### *Probleme der Untersuchung*<sup>3</sup>

Das Anliegen, Aspekten dieser Wechselwirkung im literarischen Metier eines Jahrhunderts nachzuspüren, ist kompliziert; einige Probleme sind folgende:

- Die Gesamtleistung von Wissenschaft und Technik wäre dem Gesamtmassiv der Literatur gegenüberzustellen, und deren Untersuchung erfordert mindestens dreifaches Herangehen:

Zum einen ist die Reflexion von Naturwissenschaft und Technik in der literarischen Aussage aufzufinden, die – sofern vorhanden – im allgemeinen relativ zugänglich ist, wenn auch oft nur in indirekter und verschlüsselter Form.

Aber wie – zum zweiten – ist die umgekehrte Einflußnahme zu untersuchen? Gibt es Hinweise, daß künstlerische Arbeiten ihrerseits wissenschaftliche Untersuchungen bewirkt hätten? Ergaben sich stilistische Veränderungen bei der Formulierung wissenschaftlicher Resultate?

Lessing vermerkte:

„Unsere schönen Geister sind selten Gelehrte und unsere Gelehrte selten schöne Geister. Jene wollen gar nicht lesen, gar nicht nachschlagen, gar nicht sammeln; kurz, gar nicht arbeiten: und diese wollen nichts als das. Jenen mangelt es am Stoffe, und

3 Wichtige Hinweise und viele Impulse hierzu verdanke ich Gesprächen mit Herrn Hermann Wolf / Leipzig.

diesen an der Geschicklichkeit, ihrem Stoffe eine Gestalt zu erteilen.“<sup>4</sup>

Der dritte, methodisch schwierigste Aspekt solcher Untersuchungen beträfe die Frage nach dem Gesamtbild dieser Wechselwirkung, dem qualitativ Neuartigen, das sich im Zeitgeist der Epoche darstellt, – „das ist im Grund der Herren eigener Geist, in dem die Zeiten sich bespiegeln“<sup>5</sup> ...

- Wie verhalten sich die Naturwissenschaften, die sich gerade im 19. Jahrhundert von einigen Bevormundungen befreien, zur Literatur – dies im Gegensatz zu den Geistes- oder gar den Kunstwissenschaften beziehungsweise zu jenen eben neu entstehenden, transdisziplinären Wissenschaftsgebieten wie Völkerkunde oder Politökonomie?
- Philosophische Schriften wurden – und das nicht nur im 19. Jahrhundert – nachdrücklich von den Naturwissenschaften inspiriert und außer dem vielfach stilistisch glänzend abgefaßt: Müßten nicht auch diese in die einschlägigen Untersuchungen einbezogen werden?
- Bei der literarischen und publizistischen Verarbeitung wissenschaftlicher und technischer Ereignisse ist eine zeitliche Verzögerung naturgemäß – man könnte von einem „Gesetz der Zeitverschiebung“ sprechen –, sie ist jedoch bei den einzelnen Schriftstellern unterschiedlich lang: Heinrich Heine reagierte in seinen Pariser Berichten wie ein Seismograph, Jean Paul erörterte Aktuelles aus Wissenschaft und Technik jeweils gleich im nächsten Roman, wodurch dies als literarischer Gegenstand also nach längstens drei Jahren zugänglich war. Meist – ja sogar fast in der Regel – vergingen aber bis zu zwei Menschenalter, bis eine Erfindung oder eine Entdeckung in literarisch verarbeiteter Form erschien, bis aus dem „Ding an sich“ ein „Ding für uns“ wurde, um mit Engels zu sprechen<sup>6</sup>. Dann konnte Sir Charles Darwin bei Felix Krull wiederbegrüßt und „Das Kapital“ im Dreigroschenroman gefunden werden. Die Funktionsweise des Telegraphen war seit Mitte der 30er Jahre bekannt. Etwa 65 Jahre später gestaltet Theodor Fontane im „Stechlin“ anläßlich eines harmlosen Tischgespräches, wie der Telegraph in den Köpfen „funktioniert“, als eine Aussage darüber, wie der Mensch die Außenwelt zu seiner Innenwelt gemacht hat, wie diese Welten miteinander korrespondieren<sup>7</sup>.

4 Lessing, G. E., Briefe, die neueste Litteratur betreffend. 52. Brief, 23. August 1759. – In: G. E. Lessings ausgewählte Werke in sechs Bänden. 5. Bd., Stuttgart: J. G. Cotta'sche Buchhandlung Nachf. (o.J.), S. 141.

5 Goethe, J. W. v., Faust. – In: Goethes Werke in sechs Bänden. Leipzig: 1910, 1.Bd., S. 232 f.

6 Engels, F., Ludwig Feuerbach und der Ausgang der klassischen deutschen Philosophie. (1888). – In: Marx, K. / Engels, F., Ausgewählte Werke in sechs Bänden. Berlin: 1972, Bd. 4, S. 278.

7 Fontane, T., Romane. 2. Aufl. Berlin: 1990. Der Stechlin (1899), Drittes Kapitel, S. 508 – 518 (Hervorhebungen R. Z.).

„Aber erst um zwölf kam Woldemars Telegramm. Es ist das mit dem Telegraphieren solche Sache, manches wird besser, aber manches wird auch schlechter, und die feinere Sitte leidet nun schon ganz gewiß. Schon die Form, die Abfassung. Kürze soll eine Tugend sein, aber sich kurz fassen heißt meistens auch, sich grob fassen. Jede Spur von Verbindlichkeit fällt fort, und das Wort ‚Herr‘ ist beispielsweise gar nicht mehr anzutreffen. Ich hatte mal einen Freund, der ganz ernsthaft versicherte: ‚Der häßlichste Mops sei der schönste‘; so läßt sich jetzt beinahe sagen, ‚das größte Telegramm ist das feinste‘. Wenigstens das in seiner Art vollendetste.“

Jeder, der wieder eine neue Fünfpfennigersparnis herausdoktert, ist eine Genie.“

... „Ja, Herr Stechlin, alles Zeichen der Zeit. Und ganz besonders bezeichnend, daß gerade das Wort ‚Herr‘, wie Sie schon hervorzuheben die Güte hatten, so gut wie abgeschafft ist. ‚Herr‘ ist Unsinn geworden, ‚Herr‘ paßt den Herren nicht mehr – ich meine natürlich die, die jetzt die Welt regieren wollen. Aber es ist auch danach. Alle diese Neuigkeiten, an denen sich leider auch der Staat beteiligt, was sind sie? Begünstigungen der Unbotmäßigkeit, also Wasser auf die Mühlen der Sozialdemokratie. Weiter nichts. Und niemand da, der Lust und Kraft hätte, dies Wasser abzustellen. Aber trotzdem, Herr von Stechlin – ich würde nicht widersprechen, wenn mich das Tatsächliche nicht dazu zwänge –, trotzdem geht es nicht ohne Telegraphie, gerade hier in unserer Einsamkeit. Und dabei das beständige Schwanken der Kurse. Namentlich auch in der Mühlen- und Brettschneidebranche ...“

„Versteht sich, lieber Gundermann. Was ich da gesagt habe ... Wenn ich das Gegenteil gesagt hätte, wäre es ebenso richtig. Der Teufel ist nicht so schwarz, wie er gemalt wird, und die Telegraphie auch nicht. Schließlich ist es doch was Großes, diese Naturwissenschaften, dieser elektrische Strom, tipp, tipp, tipp, und wenn uns daran läge (aber uns liegt nichts daran), so könnten wir den Kaiser von China wissen lassen, daß wir hier versammelt sind und seiner gedacht haben. Und dabei diese merkwürdigen Verschiebungen in Zeit und Stunde. Beinahe komisch. Als Anno siebzig die Pariser Septemberrevolution ausbrach, wußte man's in Amerika drüben um ein paar Stunden früher, als die Revolution überhaupt da war“ ... „Gewiß, Herr von Stechlin“, sagte Czako, „Erstlich aus reiner Gourmandise, dann aber auch aus Forschertrieb oder Fortschrittsbedürfnis. Man will doch an dem, was gerade gilt oder überhaupt Menschheitsentwicklung bedeutet, auch seinerseits nach Möglichkeit teilnehmen, und da steht denn Fischnahrung jetzt obenan. Fische sollen außerdem viel Phosphor enthalten, und Phosphor, so heißt es, macht ‚helle‘.“ ...

- Ist dieser zeitliche Versatz auch in der Literatur anderer Länder anzutreffen, modifiziert beispielsweise in der von Frankreich oder England? Welche historischen Strukturen werden wirksam?

- Wissenschaftliche und technische Resultate wurden durch die Öffentlichkeit, die Schriftsteller und die Gelehrten jener Zeit unterschiedlich bekannt, aufgenommen und gewertet; welche Wertungsunterschiede ergeben sich zwischen damals und heute, wie lassen sie sich feststellen?
- Die Art und Weise der Aufnahme von Wissenschaft und Technik in die Literatur konnte unterschiedlich von statten gehen: entweder mehr formal oder mehr inhaltlich geprägt, mittels Titelgebung oder Themenwahl oder durch nur gelegentliches Einflechten entsprechender Sachverhalte, in stilistischer Form, durch Gestaltung von Biographien, Ereignissen, chronologischen oder philosophischen Zusammenhängen usw. Traten dabei allgemeine, von der Individualität des Schriftstellers weitgehend unabhängige, zeitbedingte Dominanzen auf?

...

Eingrenzungen der Problematik sind einerseits unerlässlich, andererseits unmöglich. Das hier vorgestellte Thema läßt sich beispielsweise nur zeitweilig und anteilig auf die deutschsprachige Literatur beziehen; von der interkulturellen Wechselwirkung mit der Literatur, Wissenschaft und Technik in Frankreich, England und anderen Ländern kann aber generell nicht abgesehen werden. Die vorliegende Skizze berührt ausschließlich einige Aspekte.

### *Wissenschaft im 19. Jahrhundert in Deutschland*

Anlässlich der 59. Naturforscherversammlung im Jahre 1886 in Berlin nannte Werner v. Siemens das 19. Jahrhundert das der Naturwissenschaften. Naturwissenschaftliche und technische Fachgebiete hatten sich weiterentwickelt, herausgebildet, differenziert, als Disziplinen verselbständigt, als neue Querschnittsgebiete zusammengeschlossen.

Im Überblick betrachtet, waren in diesem Säkulum hauptsächlich etwa folgende Problembereiche bearbeitet worden: Elektrizität und Magnetismus – (K. F. Gauß, W. Weber), organische Chemie und Düngemittel (J. Liebig), Zelltheorie (Th. Schwann, M. Schleiden), Wärmelehre und Sinnesphysiologie (R. Meyer, H. Helmholtz), Zahlen- und Mengentheorie und Geometrie (K. F. Gauss, G. Cantor, B. Riemann), weiterhin Optik und Astronomie, Keimtheorie und Infektionslehre, vergleichende Anatomie, Morphologie, Erdgeschichte, Entwicklungs- und Abstammungstheorie.

Die Ergebnisse der Fortschritte in Wissenschaft und Technik begannen deutlicher in Erscheinung zu rücken. Sie wurden sichtbar mit der Durchsetzung und Verbreitung von Impfanstalten und Blitzableitern (beides erstmals bereits im 18.

Jahrhundert), imponierten beim Einsatz neuer oder veränderter Materialien bei Brücken-, Glas- und Industriebauten, bei der Einführung von Petroleum-, Gas- und elektrischer Beleuchtung, beim Aufkommen von Dampfschiff und Eisenbahn, Telegraphie und Fotografie, traten als Schornsteine, Qualmwolken und als Verdrahtung der Großstadtstraßen in Erscheinung, erwiesen sich als lukrativ bei der Erfindung von Dynamit und Dynamomaschine, wurden unüberhörbar durch Maschinen- und Fahrzeuglärm, und sie verblüfften bei der Entdeckung der gar „alles“ durchdringenden x-Strahlen – als grandiosem Schlußpunkt des Jahrhunderts.

Im Bereich der geisteswissenschaftlichen Forschung entfalteten sich Linguistik, Pädagogik oder auch Psychologie als zunehmend selbständige Fachgebiete. Die inzwischen zahlreichen und weltweit ausgedehnten Expeditionen und Eroberungen sowie die wachsende Akzeptanz großer Zusammenhänge und eines wissenschaftlichen Weltbildes beeinflussten die Entstehung von transdisziplinären Wissenschaften wie Völkerkunde, Archäologie, vergleichender Sprachwissenschaft und anderen, heute etablierten Forschungsgebieten. Andere Fächer, wie die Chemie, eroberten endlich ihre disziplinäre Eigenständigkeit, die Biologie profilierte sich unter dieser seit Ende des Jahrhunderts nunmehr geltenden Fachbezeichnung.

Die im Zusammenhang mit den Prozessen der Differenzierung und Integration wechselseitig sowie mit den Humaniora ausgetragenen Prioritäts- sowie Prestigekämpfe wirkten sich (erstens) auf die Institutionalisierung aus, auf die Gründung von Instituten, Zeitschriften, Gesellschaften, sie beeinflussten (zweitens) den Status und das Prestige von Bildungseinrichtungen wie Gymnasien und Realschulen, Universitäten und Polytechnika, und sie prägten sowie präzisierten (drittens) die Formung neuer Berufsbilder. Und umgekehrt wurden die Beziehungen zwischen Natur- und Geisteswissenschaften sowie die Einzelwissenschaften für sich ihrerseits von all diesen Faktoren beeinflusst.

### *Literatur des 19. Jahrhunderts*

In der Literatur des beginnenden 19. Jahrhunderts war die Klassik ausgeprägt – mit Jean Paul, J. W. v. Goethe und F. Schiller; stark wirkten noch die Einflüsse der Aufklärung und von Sturm und Drang nach. Als Gegenbewegung setzte die Romantik ein, so mit J. v. Eichendorffs und L. Uhlands Gedichten, mit den von der Antike beeinflussten Elegien von F. Hölderlin, mit naturbeobachtender Novellistik bei A. Stifter und Spielarten des Phantastischen bei E. T. A. Hoffmann und L. Tieck; Novalis' „blaue Blume“ wurde zum Sinnbild romantischer Poesie. Historisch-traditionsorientierte sowie volks- und völkerkundliche Sammlungen und Romane erschlossen neue Quellen – bearbeitet durch C. Brentano, A. v. Arnim, J. und W. Grimm, ebenso die Übersetzungen aus dem Indischen, dem Griechischen,

dem Altenglischen – durch Chr. M. Wieland, F. Rückert, A. W. v. Schlegel und anderen. Romantisch stille, jedoch auch realistische sowie mystische Weltansicht gestaltete Th. Storm. Die Berichte von A. v. Chamisso und Th. Fontane repräsentierten die neue Gattung der Reiseliteratur. Bildungs- und Erziehungsromane von G. Keller bis W. Raabe boten Konzepte für die individuelle Persönlichkeitsentwicklung sowie generelle Lebensentwürfe. H. Heine schrieb sarkastisch-schmerzliche und zarte Gedichte, historische und politisch-kritische Reiseberichte. Die neue Realistik des Vormärz setzte sich mit G. Herwegh und G. Büchner und anderen durch. Soziale und regionale Probleme wurden von A. v. Droste-Hülshoff sowie weiteren Dichtern aus dem westfälischen Kreise gestaltet; sozialkritische Romane über das Landleben schrieb F. Reuter, G. Freytag griff Motivationsfragen aus dem modernen Kaufmannsleben und Probleme wirtschaftlicher Konkurrenz auf.

Der erwähnte Neuheitsgrad von Reiseliteratur oder Bildungsromanen usw. meint eine neue beziehungsweise andere Akzentuierung inhaltlicher und formaler Aspekte; Lehrgedichte, Abenteuer-Romane usw. waren vorangegangen, das „Narrenschiff“, der „Simplicissimus“, „Lienhard und Gertrud“ und andere.

Von den genannten Namen paßt keiner nur in eines der Raster, die Grenzen sind fließend, und viele Autoren und Strömungen bleiben ungenannt.

Dies gilt selbstverständlich analog für Namen, Resultate, Entwicklungen und Ereignisse in Wissenschaft und Technik.

### *Gesamtansicht und Ursachen*

Dem heutigen Betrachter, dem Naturwissenschaften und Technik allgegenwärtig sind, der mit der Kenntnisaufnahme ihrer Auswirkungen heranwächst, erscheinen sie als literarischer Gegenstand, als problematisierender Denkanstoß in der deutschen Literatur des 19. Jahrhunderts insgesamt eher unterrepräsentiert zu sein. Zwar finden sich vielfältige Auseinandersetzungen, jedoch vorwiegend indirekter Art. Eine konkrete Thematisierung erfolgt relativ selten, das gilt auch für Biographien. Dinge wie Gaslicht oder Chloroform werden allenfalls erwähnt, und selbst über spektakuläre Ereignisse wie die Lokomotive äußert sich mancher Schriftsteller sogar der „ersten Reihe“ nur verhalten, dämonisierend, überheblich oder gar nicht. Auch wenn bedacht wird, es könne dies die Auswirkung des in der Regel auftretenden kürzeren oder längeren Zeitversatzes in der Aneignung und Gestaltung bestimmter Ereignisse sein, entsteht doch insgesamt der Eindruck, als seien Probleme der Wissenschaft nicht als literaturrelevant empfunden worden, als sei die Technik manchem der großen deutschen Schriftsteller nicht salonfähig erschienen. Technik riecht nach Maschinenöl und Mörtel.

Auch zeitlich zurückliegende Erfindungen und Neuerungen wie Blitzableiter oder Pockenimpfung tauchen in der Literatur kaum auf.

Der Naturbegriff im Weltbild veränderte sich in diesem Jahrhundert tiefgreifend, dennoch erscheinen Naturwissenschaften und Technik in der Literatur nur wie Spezialfälle eines allgemeinen Verhältnisses zur Natur. Dementsprechend erfolgt die Aneignung eines Naturbegriffes in verschiedenen Spielarten, als Zuwendung zur Folklore, zur Geschichte, zu sozialen Problemen, zur Phantasie und sogar zur Mystik. Für die besonderen Gebiete der naturwissenschaftlichen Auseinandersetzung war nur bei einem Teil der Schriftsteller und Dichter Interesse und Sachkenntnis vorhanden.

Umgekehrt verfügten aber die Gelehrten in den meisten Fällen über beträchtliche literarische, sprachliche und historische Kenntnisse sowie entsprechendes Interesse. Darüberhinaus war deren literarische Erwartungshaltung anscheinend dermaßen tradiert und zeitgemäß geprägt, daß sie selbst gar nicht erst annahmen, ihre eigene Forschungs- und Lehrtätigkeit in der Literatur wiederzufinden. Und vielleicht wollten sie das nicht einmal, da Naturwissenschaft und Technik für sie selbst zwar interessante Lebensbereiche darstellten, die jedoch mit „schöner Literatur“ scheinbar kaum oder nicht in Beziehung standen, zumindest da nichts zu suchen hatten ...

Die Gründe für diese Sachverhalte und Haltungen waren verschiedener Art.

- *Erstens* wirkte sich der Stand der Entwicklung von Naturwissenschaft und Technik im Zusammenhang mit der Entfaltung von Handel, Gewerbe, städtischen Lebens und industrieller Produktionsweise aus. Erst im Verlaufe des 19. Jahrhunderts wurde deren Aufschwung deutlich spürbar und sichtbar. England war in dieser Entwicklung um etwa zwei Jahrhunderte vorangegangen, Frankreich um eines. Im England der industriellen Revolution rauchten längst die Schloten, gab es erste Prozesse wegen Umweltverschmutzung, und auch in Frankreich war die Entfaltung bürgerlicher Macht vorangeschritten. Demgemäß setzte sich die Literatur dieser Länder bereits seit langem mit diesen Problemen auseinander.
- *Zweitens* wurde die eher zögerliche Aufnahme von Naturwissenschaften und Technik in die deutsche Literatur durch die föderalistische Zersplitterung Deutschlands mitverursacht. Bis zum Beginn der letzten Dezennien des 19. Jahrhunderts gab es beispielsweise kein Wissenschafts- und Technikzentrum wie etwa in England und Frankreich, von dem starke Impulse ausgehen konnten. Allerdings hatten sich in Deutschland statt dessen eine ganze Reihe kleinerer Wissenschaftszentren herausgebildet. Es wirkte sich aber erst gegen Ende des 19. Jahrhunderts aus, daß dadurch das Spektrum der Ausbildung erweitert und eine breite soziologische Basis für ein künftiges Klima schneller und nachhaltiger

Wissenschaftsakzeptanz qualifiziert wurde. Nach der Reichsgründung erstarkte Berlin als Wissenschafts- und Industriestandort, und in der Literatur erfolgte eine spürbare Fokussierung auf Probleme von Wissenschaft und Technik.

- *Drittens* wirkten sich natürlich die deutschen Bildungs- und Erziehungsstrukturen auf das Bild der Literatur aus. Bis in das letzte Drittel des 19. Jahrhunderts dominierten an den Universitäten die Geisteswissenschaften, sie prägten vorwiegend die für das geistige Leben zuständigen Ministerialbeamten; die Beschäftigung mit Naturwissenschaften konzentrierte sich auf wenige Studienfächer. Die allgemeine Geisteswelt wurde durch die Mühen des Forschens in unzureichenden Laboratorien, des Messens in zu engen Räumen, der umständlichen Beschaffung von chemischen Präparaten und technischen Hilfsmitteln nicht besonders berührt. In der Literatur verdeutlichte sich die Dominanz des den klassischen Humaniora verpflichteten Bildungsprofils jener Zeit.
- *Viertens* ist im Zusammenhang mit der Betrachtung der politischen und wirtschaftlichen Verhältnisse in Deutschland unübersehbar, daß sich die Diskussion großer zentraler Fragen der Zeit speziell hier in eigenartiger Weise darstellte. Wichtigste Schwerpunkte der Kämpfe und Dispute waren Religionskritik, Sozialkritik, Entwicklungslehre und Nationalgefühl. Aber es gab im 19. Jahrhundert wohl nicht jene Vereinigung von Kunst und Wissenschaften in der politischen Auseinandersetzung wie zuvor im 18. Jahrhundert der Franzosen (Descartes, R., Fontenelle, Voltaire) mit seiner geistigen „Entdeckung“ der Engländer, der Emanzipation von den „Alten“, der Religions- und Gesellschaftskritik. Die deutsche Auseinandersetzung mit dem (englischen) Empirismus und dem (französischen) Rationalismus, die Vermittlung und Vereinigung beider bei Kant unter dem Prüfsiegel der kritischen Vernunft, die Polemiken um Materialismus und Monismus der Wissenschaftler, den Darwinismus – alles das verläuft in Deutschland ziemlich konservativ. Es wundert nicht, daß und in welchem Ausmaße in der Kunst zugleich mit dem klassischen Ideal auch der platonische Idealismus fortlebt. Der Gegensatz von sakral und profan, die Frage, welche erhabenen Gegenstände kunstwürdig sind, beherrscht auch als politische Größenordnung das klassisch-humanistische Bildungsprofil sowie Forschung und Lehre in den Geisteswissenschaften.
- Noch 1795, an der Schwelle zum 19. Jahrhundert, lehrte Friedrich Schiller platonisches genialisch-ideales Denken und hochmütige Abkehr vor dem Niederen:

„Wie verahrt sich aber der Künstler vor den Verderbnissen seiner Zeit, die ihn von allen Seiten umfassen? Wenn er ihr Urteil verachtet. Er blicke aufwärts nach seiner Würde und dem Gesetz, nicht niederwärts nach dem Glück und dem Bedürfnis. Gleich frei von der eiteln Geschäftigkeit, die in den flüchtigen Augenblick gern ihre

Spur drücken möchte, und von dem ungeduldigen Schwärmergeist, der auf die dürftige Geburt der Zeit den Maßstab des Unbedingten anwendet, überlasse er dem Verstande, der hier einheimisch ist, die Sphäre des Wirklichen; er aber strebe, aus dem Bunde des Möglichen mit dem Notwendigen das Ideal zu erzeugen. Dieses präge er aus in Täuschung und Wahrheit, präge es in die Spiele seiner Einbildungskraft und in den Ernst seiner Taten, präge es aus in allen sinnlichen und geistigen Formen und werfe es schweigend in die unendliche Zeit.“<sup>8</sup>

Bei solcher Flucht ins Idealische besteht der Gegensatz von körperlicher und geistiger Arbeit, von höherer und niederer Bildung als realer sozialer Standesunterschied und Standesausweis, der Gegensatz des Edlen zum (All)gemeinen. Später spricht daraufhin der Bürger von Erwerbsarbeit und brotloser Kunst ...

Die staatsplatonischen Züge der Aufklärung in der Suche nach dem Edlen in der Prinzenerziehung usw. werden im zwischenzeitlichen Rationalismus der Spätaufklärung zurückgedrängt und schließlich von der Frühromantik zusammen mit der Verarbeitung der Kriterien der deutschen Klassik neu aufgegriffen, jedoch umgedeutet und mit bislang scheinbar völlig Gegensätzlichem vereinbart.

Der Persönlichkeit des Dichters werden neuartige Freiheiten zugesprochen, zugleich erfolgt die Zuwendung zu realer Natur- und Weltbetrachtung, zur Erforschung eigener Wurzeln im Volkstümlichen und in der Geschichte. Die im 18. Jahrhundert verbreiteten Formen literarisch verschlüsselter Belehrung wie Fabeln und Tierepos, in denen die individualisierte Ansprache des Lesers zugunsten hehrer allgemeiner, unpersönlicher Aufrufe verdrängt worden war, verlieren an Funktion und Publikum.

Der Entwicklungsgedanke hatte sich – prinzipiell – durchgesetzt und wurde in seiner Anwendbarkeit auf soziale Bereiche geprüft, vor allem in Gestalt sozialdarwinistischer Hypothesen und entsprechender literarisch-fiktiver Interpretationen.

Mit dem Erstarken wirtschaftlicher und politischer bürgerlicher Macht in Deutschland bahnte sich in zunehmendem Maße öffentliche Aufgeschlossenheit für Naturbetrachtung an, als Naturwissenschaften und Technik sich entfalteten und auch optisch in Erscheinung traten, als der künftige Leser und Interessent für naturwissenschaftlich und technisch motivierte Literatur mit dem Bildungsbürgertum heranwuchs und das Analphabetentum zurückging. Der allgemein zunehmende Sinn für das Realistische bewirkte allerdings auch eine spezielle romantische Gegenreaktion in Form der Abkehr vom Diesseitigen und Faßbaren.

8 Schiller, F., Über die ästhetische Erziehung des Menschen, in einer Reihe von Briefen. Neunter Brief. – In: Schillers sämtliche Werke in zwölf Bänden. 12. Band. Leipzig: Philipp Reclam jun. (o. J.), S. 18 – 19. (Hervorhebung R. Z.)

Eine bedeutsame Basis für die Entwicklung des Interesses an naturwissenschaftlichen und technischen Problemen erstarkte insbesondere in geistig-kulturellen Grenzbereichen. Bereits seit dem 17. und 18. Jahrhundert hatte sich auf einer Art „diagonal-disziplinärer“ Schiene die stärkere Verflechtung natur- und geisteswissenschaftlicher sowie anderer kultureller Interessen vollzogen, sogar bereits institutionalisiert und zwar über die Herausbildung der bereits genannten Querschnittswissenschaften wie Archäologie, Ethnographie, Linguistik oder vergleichende Anatomie an, die zuerst in der Reiseliteratur und in Bildungsromanen vermittelte Aufnahme fanden. Hier vollzogen sich auch erste Umsetzungen von Entwicklungs- und Sozialtheorien.

Die Querschnittswissenschaften, deren besondere Funktion im Wissenschaftsganzen bei der Durchsetzung der Entwicklungs- und anderer großer Theorien der Epoche mehr herausgestellt werden sollte, hatten auf Grund der vielschichtigen Inhalte zwar längere Zeit um ihre disziplinäre Eigenständigkeit zu kämpfen, verfügten jedoch über eine umfangreiche Lobby und fanden bald auch wachsendes populäres Interesse, da ihre Akteure und ihr Publikum naturgemäß vielen Interessengruppen entstammten. Es scheint, als ob insbesondere von hier aus die literarische Umsetzung entsprechende Impulse empfing und weiterreichte.

### *Naturbegriff und Motivation*

Das Verhältnis zum Naturbegriff war ein „Schlüsselindikator“ für Wissenserwerb und dessen literarische Gestaltung im 19. Jahrhundert, grundsätzlich weit wirksamer als punktuelle Ereignisse aus der Reihe wissenschaftlicher oder technischer Resultate. Schon seit dem 18. Jahrhundert hatte sich das allgemeine Verhältnis zur Natur als Erkenntnisobjekt verändert. Mit geschärftem Blick für „kritische“ und „praktische Vernunft“ sowie mit Entdeckungen und öffentlich augenfälligen Erfindungen in der Technik stellte sich eine neue Position für objektive Weltbetrachtung heraus.

Hatte man im 18. Jahrhundert eine reduktionistisch-mechanische Deutung des Organischen aus den Gesetzen der anorganischen Natur versucht, aus dem „Geist der Zahl“, so unternahmen es Naturwissenschaft und romantische Naturphilosophie nunmehr, die anorganische Natur von der organischen aus zu deuten, vor allem aber, große Zusammenhänge alles Seienden zu erkennen, beispielsweise im Pantheismus, der zugleich zum späteren szientistischen Wissenschaftskult als Religionsersatz überleitete. Die Naturphilosophie versuchte, naturwissenschaftliche und allgemeine Probleme in ihrer Wechselbeziehung zu erklären. J. G. Fichtes Wissenschaftslehre, seine Betonung des die Welt der Objekte reflektierenden absoluten Ich, sowie insbesondere F. W. J. v. Schellings „Ideen zur Philosophie der

Natur“ beeinflussten das Denken von Gelehrten und Dichtern in oft zwiespältiger Weise. – Die Durchsetzung des Entwicklungsgedanken vollzieht sich in unterschiedlichen, teilweise ganz gegensätzlichen Auffassungen und auf den verschiedensten Gebieten, von der Erdgeschichte bis zur Ökonomie und Politik. Die Metamorphose der Pflanzen, Fakten und Funde der Geologie usw. wurden als natürlich gegebene Sachverhalte aufgenommen, nicht mehr als Launen der Natur, und in ihrem Werden und ihren Beziehungen geordnet und systematisiert. Darwins Theorie von der Entwicklung der Arten und der Abstammung des Menschen wurde zu einem zentralen Streitpunkt und repräsentierte die Suche nach einem einheitlichen wissenschaftlichen Weltbild. Sie fand insbesondere durch populärwissenschaftliche Schriften Verbreitung, und in die Geisteswissenschaften wurde sie vielfach durch Erziehungs- und historische Romane eingeführt.

In der Literatur ist eine starke Naturbejahung fast durchgehendes Motiv. Teilweise führte sie zu Schwärmerei und Weltflucht, zu einer Neubelebung religiöser Bedürfnisse, die eine Gegenbewegung zur Aufklärung des 18. Jahrhunderts bedeutete; teilweise suchte sie ihre Erfüllung in der Zuwendung zu Sagen und Mythen und Ritterromantik, mit denen ethische Motive gestaltet wurden. Auch hieran wird die Vielschichtigkeit der Frühromantik erkennbar.

Aus der zunehmenden Akzeptanz der Naturwissenschaft im 19. Jahrhundert resultierte die immer stärkere Durchsetzung des Materialismus und Monismus, populär und literarisch insbesondere durch Ernst Haeckel und andere gestaltet.

Der Wissenschaftsoptimismus des 19. Jahrhunderts führte zu literarischer Glorifizierung, aber auch zu einer Mystifizierung der Wissenschaft, die geeignet war, dem Volke Respekt einzuflößen, weniger meist, sie einander zu nähern. Wissenschaftspessimismus war in der Literatur entweder mit Gesellschaftskritik oder ebenfalls mit einer Mystifizierung, oft jedoch in nihilistischem Sinne verbunden. Materialistische Gesellschaftstheorien gegen Ende des Jahrhunderts versuchten, Bildung, Wissenschaft und künstlerische Widerspiegelung in kulturpolitischen Konzeptionen zusammenzuführen.

### *Innovationen*

Die Wissenschaft des 19. Jahrhunderts war ebenso wie die Literatur durch eine Kommunikationskrise gekennzeichnet.

Die zunehmende Differenzierung der Wissenschaften im 19. Jahrhundert hatte zum einen zu innerwissenschaftlichen Informationsdefiziten, zum anderen zu Verständnisbarrieren zwischen den Gelehrten und der Öffentlichkeit geführt. Hinzu kam, daß beträchtliche Teile der Bevölkerung noch leseunkundig waren, daß Literaturrezeption faktisch nur begrenzt erfolgen konnte. Masseninformation

geschah vielfach noch mittels öffentlicher Ausrufer. In zunehmendem Maße wurde nunmehr Bildung über die vorhandenen Möglichkeiten von Schulen oder privaten Salons hinaus durch öffentlich zugängliche und allgemein verständliche Vorträge wie etwa die Berliner Humboldtschen Vorlesungen vom Jahre 1828 oder durch Vorführungen in Sternwarten verbreitet sowie durch jedermann zugängliche Ausstellungen, aus denen später Museen und Zoogärten hervorgingen, zu Anfang des Jahrhunderts in ländlichen Gebieten mitunter auch noch mittels zu kommentierender Bildtafeln auf Märkten (*der Bänkelsänger von damals tat im Grunde das gleiche wie der Postervortragende von heute!*).

Die Prozesse der Urbanisierung im 19. Jahrhundert brachten die verstärkte Entwicklung von Gewerbe, Verkehrswesen, Beleuchtungstechnik und Schulen mit sich, gingen einher mit einer Verkürzung des Arbeitstages (von ca. 15 oder 16 Arbeitsstunden auf etwa 10–11 Stunden) sowie einer Verringerung des Analphabetentums. Wissenschaftliches Schrifttum und schöngeistige Literatur konnten in steigendem Maße durch das Laienpublikum erschlossen werden.

Um diese Zeit drang auch die Arbeitswelt als Thema in die deutsche Literatur ein.

Die Gelehrten bemühten sich ihrerseits vielfach schon seit der Aufklärung, gegen die bislang tradierte elitäre Selbstaussgrenzung der Wissenschaft anzugehen, erinnert sei an das Wirken bereits von Chr. Thomasius. Durch den verstärkten Einsatz der deutschen Sprache verlor das Lateinische als grenzüberschreitendes Verständigungsmittel an Bedeutung, und die soziologische Basis für den Zugang zu Bildung, Wissenschaften und Künsten wurde erweitert, durch die Einrichtung von Studienkursen für Gewerbetreibende rückten öffentliches Leben und Gelehrtenwelt gegenseitig näher, gingen ineinander über. So wurden in Forschung, Lehre und Wissenschaftspublizistik der innerwissenschaftliche Informationsaustausch und der Zugang zur Wissenschaft zwar zunächst erleichtert und auch für die Literatur erweitert, später aber – mit zunehmender Globalisierung der Wissenschaft – die Fragen des Ermangelns einer internationalen Hilfssprache, eines gemeinsamen kommunikativen Nenners neu problematisiert.

Genau an der Berührungsstelle von Naturwissenschaft und Literatur entwickelte das 19. Jahrhundert eine Reihe bedeutender innovativer Veränderungen, die das Verhältnis von Naturwissenschaft, Technik und Literatur zueinander in neuem Lichte erscheinen ließ, und von denen nur einige kurz genannt seien – auch hier bedeutet die Reihenfolge in der Aufzählung keinerlei Bewertung.

Zum einen profilierte sich ein dadurch neuer Beruf, als in verstärktem Maße von Spezialisten geschriebene Feuilletons wissenschaftlichen Inhaltes in Zeitschriften, Morgenblättern, Sonntagsbeilagen usw. erschienen, so etwa in der „Gartenlaube“, dem „Morgenblatt für gebildete Leser“ oder der „Augsburger allgemeinen Zei-

tung“. Es professionalisierten sich hier die modernen Wissenschaftsjournalisten. Gleichzeitig entstanden auch spezielle Periodika: So gab beispielsweise Ludwig Börne (Löb Baruch, 1786–1837) von 1818–1821 „Die Waage, eine Zeitschrift für Bürgerleben, Wissenschaft und Kunst“ heraus, – darüberhinaus engagierte er sich mit seinen „Briefen aus Paris“ gegen eine vereinsseitig romantische und für eine mehr rationalistische Weltansicht.

*Zum zweiten* entstand im Rahmen des Schrifttums der Gelehrten, im wahrsten Wortsinne durch deren *F e d e r f ü h r u n g* – eine neue Literaturgattung, und zwar die populärwissenschaftliche Literatur. Alexander v. Humboldts „Kosmos“ (1845) gehörte dazu, ebenso Johann Heinrich Mädlers „Der Wunderbau des Weltalls“ (1841) oder Karl Vogts „Köhlerglaube und Wissenschaft“ (1854). Innerhalb dieser neuen Gattung bildete sich eine besonders interessante spezielle Spielart heraus, die sogenannte „*Wissenschafts-Briefstellerei*“. Das bekannteste Beispiel hierfür dürften J. Liebig's „Chemische Briefe“ (in Buchform ab 1844) darstellen, auch Carl Vogts „Physiologische Briefe“ und andere einschlägige Publikationen fanden große Verbreitung. Die Gelehrten hatten hier die insbesondere in der schöngestigen Literatur des 18. Jahrhundert beliebte Form des Brief-Romans, vor allem bekannt durch Goethes „Werther“, übernommen und für die allgemeinverständliche Gestaltung wissenschaftlicher Inhalte modifiziert. Die wissenschaftliche Brief-Literatur fand in deutschen Landen und über deren Grenzen hinaus große Verbreitung. Sie stellt wohl das eindrucksvollste Beispiel für wissenschaftlich- und schöngestig-literarische Wechselwirkung dar, zumal sich dies auch in der sprachlichen Gestaltung zeigte.

Eben diese sprachlich-formale, die wechselseitige stilistische Einflußnahme von Naturwissenschaften und Literatur ist als *dritte* Innovation zu nennen. In der schöngestigen Literatur wirkte sich dies als eine Art von „neuer Sachlichkeit“ und Objektivität in der Qualität der Erzähltechnik aus, in der populärwissenschaftlichen Literatur durch stilistisch gute, verständliche und dennoch wissenschaftlich seriöse Darlegung. Nicht umsonst hoben Jacob und Wilhelm Grimm im Jahre 1854 im Vorwort ihres Deutschen Wörterbuches hervor, die Chemie werde „sprachgewaltig“ in Liebig's Munde<sup>9</sup>.

Eine *vierte* Innovation bestand in der zunehmend wissenschaftlich-objektiven Untersuchung der Gedanken- und Gefühlswelt und der Prozesse des Schöpferischen. Das Interesse für individuelle Persönlichkeitsbildung, Psychologie und Pädagogik widerspiegelte die Herausbildung neuer Grenzwissenschaften.

Zu denken gibt H. v. Kleist, der auf die Wechselwirkung von Gefühlslogik, bewußt vollzogener gedanklicher Logik und einer spezifischen inneren Logik beim

9 Grimm, J. u. W., Deutsches Wörterbuch. Leipzig: ab 1854, 1. Band, S. XXXI.

Finden des sprachlichen Ausdrucks hinweist, diesen Vorgängen Objektivität beimißt:

„Die Reihen der Vorstellungen und ihrer Bezeichnungen gehen nebeneinander fort, und die Gemütsakte, für eins und das andere, kongruieren. Die Sprache ist alsdann keine Fessel, etwa wie ein Hemmschuh an dem Rade des Geistes, sondern wie ein zweites, mit ihm parallel fortlaufendes, Rad an seiner Achse. Etwas ganz anderes ist es, wenn der Geist schon, vor aller Rede, mit dem Gedanken fertig ist. Denn dann muß er bei seiner bloßen Ausdrückung zurückbleiben, und dies Geschäft, weit entfernt, ihn zu erregen hat vielmehr keine andere Wirkung, als ihn von seiner Erregung abzuspannen. Wenn daher eine Vorstellung verworren ausgedrückt wird, so folgt der Schluß noch gar nicht, daß sie auch verworren gedacht worden sei; vielmehr könnte es leicht sein, daß die am verworrenst ausgedrückten grade am deutlichsten gedacht werden.“<sup>10</sup>

Die *fünfte* Innovation bestand in der Herausbildung eines neuartigen Typs von Informationsliteratur. Im Rahmen der immer mehr beliebten wissenschaftspopularisierenden Literatur bildete sich eine spezielle Erscheinungsform allgemein verständlich geschriebener belehrender Literatur heraus, und zwar durch naturgeschichtliche Übersichts- und Nachschlagewerke sowie auch die kommentierten und reich bebilderten Volkskalender, die große Verbreitung fanden.

Zu nennen sind beispielsweise Brehms „Illustriertes Thierleben“ (1863 bis 1869), weiterhin die Konversationslexika von Brockhaus und Meyer (1840 bis 1855) u. a.

Prominente und stilistisch begabte Gelehrte stellten sich als Wissenschaftspropagandisten in den Dienst der Volksbildung. Sie bestätigten die Schwierigkeit, populär und zugleich wissenschaftlich seriös zu schreiben und wandten sich gegen elitäres Verächtlichmachen dieser Art von Literatur ebenso wie gegen Oberflächlichkeit der Darstellung und dadurch Verfälschung von Wissenschaft und Technik.

Eine *sechste* Innovation repräsentierten die preiswerten broschiierten Buchproduktionen, Volksausgaben mit umfassendem literarischem Programm in bezug auf Wissenschaft und Technik sowie schöngeistige Literatur. Diese Bändchen, wie sie beispielsweise vom Reclamverlag seit 1867 angeboten wurden, bedeuteten eine generell neue Marktform literarischen Massenangebots überhaupt.

Ob es wohl auch als eine Innovation, die *siebente*, zu bezeichnen ist, wenn die genormte Fabrikproduktion – zeitversetzt für den Massenkonsum – auch formierende, deformierende, normierende und unnormale Auswirkungen in der Trivialliteratur erzeugt: wenige Gefühlsschablonen, billige Ausführung, Sichgehenlassen,

10 Kleist, H. v., Über die allmähliche Verfertigung des Gedankens beim Reden. – In: Kleists Werke in zwei Bänden. Berlin, Weimar: 1965, 1. Band, Schriften zur Kunst und Literatur, S. 322.

Heulen, Stampfen, Massenhysterie ? Die Trivilliteratur, ehemed elitär verspottet, macht nun die „edle“ Kunst arm und unpopulär.

Eine *achte* Innovation war der Aufschwung der Science-Fiction-Literatur.

Diese verarbeitet naturwissenschaftliche und technische, philosophische, pädagogische, soziale und andere Probleme in phantastischer, realistisch extrapolierender, vielfach ironischer Verbrämung. Die bedeutsamsten und bekanntesten Vertreter dieser Literatur kamen aus den politisch, industriell und naturwissenschaftlich-technisch fortgeschrittenen Ländern England und Frankreich – also kann die vorliegende Problemskizze sich doch nicht ausschließlich auf die deutsche Literatur begrenzen. Der skurrile und weitblickende, überaus moderne Jonathan Swift (1667–1745) darf mit seinem Gulliver als Vorläufer gelten, und unübersehbar trug die französische Literatur zur phantastischen Diskussion menschlicher Probleme und ethischer Werte bei, allen voran der geistvolle Honoré Balzac (1799–1850) mit seinem Roman „Chagrinleder“. Physikalische und chemische Sachverhalte, Probleme von Naturkonstanten und Stoffumwandlung wurden integraler Bestandteil der Handlung und der Argumentation. Die geniale Science-fiction-Literatur von Jules Verne (1828–1905) entstand in Zusammenhang mit seiner wissenschaftsjournalistischen Tätigkeit, sodaß er („Zwanzigtausend Meilen unter dem Meer“ 1878)<sup>11</sup> einer der ersten Meister des als innovative Neuerung erwähnten neuen Berufes wurde.

Robert Louis Balfour Stevenson (1850–1894) thematisierte physisch-psychologische Experimente zwecks Persönlichkeitsmanipulation in „Dr. Jekyll und Mr. Hyde“ (1889).

Das große Thema von Wissenschafts- und Sozialutopien griff der Amerikaner Edward Bellamy (1850–1898) auf mit „Ein Rückblick vom Jahre 2000 auf das Jahr 1887“ (1888), und ihm antwortete der Engländer William Morris (1834–1896) mit einer Technikkritik: „Die Kunde von Nirgendwo“ (1922). An der Schwelle zum 20. Jahrhundert zu nennen sind unbedingt der Engländer Herbert George Wells (1866–1946) mit „Die Zeitmaschine“ (1904) und, wenn auch zwei Dezennien später, in der Reihe der Amerikaner Mark Twain (Samuel Langhorne Clemens, 1835–1910) mit der Satire „Ein Yankee an König Artus' Hof“ (1923).

In der deutschen Literatur war diese wahrlich brisante Gestaltungsmöglichkeit zunächst noch nicht bodenständig. Erst gegen Ende des 19. Jahrhundert wurde sie aufgegriffen, als sich Wissenschafts- und Technikoptimismus ausbreiteten und das Bestreben nach Gestaltung der mit der Ergründung des bisher Nichtsichtbaren, mit X-Strahlen, Tiefenpsychologie, Mikroskopen und Teleskopen verbundenen

11 Vgl. Evans, A. B. / Miller, R., Jules Verne – ein verkannter Visionär. – In: Spektrum der Wissenschaft. Oktober 1997, S. 88 – 93.

Probleme sich verstärkte. So schrieb Curd Lasswitz nicht nur eine „Geschichte der Atomistik vom Mittelalter bis Newton“ (1890), sondern auch den Roman „Auf zwei Planeten“<sup>12</sup>.

### *Literarische Verarbeitung*

Die Verarbeitung der politischen, naturwissenschaftlichen und technischen Auseinandersetzungen führte zu gewaltiger Auffassungsvielfalt, vielfach direkt, vielfach indirekt literarisch formuliert, eingebettet in die allgemeine und in die individuelle Regelung des Verhältnisses zur Natur und zur Gesellschaft.

Der folgende chronologischer Abriß muß naturgemäß lückenhaft bleiben; es wird versucht, einige der wichtigsten Vertreter der deutschen Literatur auf ihre Auseinandersetzung mit den Wissenschaften hin anzusprechen.

Jean Paul Friedrich Richter (1763–1825) eröffnete das 19. Jahrhundert mit den „Flegeljahren“ (1804) und dem „Titan“ (1801/02), beide Werke waren dem Anliegen nach Bildungsromane. Er zeichnete das Bild der „allkräftig“ gebildeten Persönlichkeit, das Ideal eines politisch orientierten und reformbereiten Menschen, – aber nicht: des umtriebigen und anpassungsbereiten Bürgers. Zugleich verarbeitete er eine Reihe von hochaktuellen wissenschaftlichen Debatten, jeweils sogleich in seinem „Zettelkasten“ vermerkt, so über Magnetismus, Astronomie, Zündstoffe und Medizin. In der skurrilen Erzählung „Katzenbergers Badreise“ (1809) spielt beispielsweise die vergleichende Anatomie eine Rolle. Und als er die Anfertigung eines Diamanten als Gegenstand für eine komische Geschichte nahm, griff er authentische Chemikerdiskussionen auf. Es war, obgleich eine „komische Geschichte“ genannt, gewiß mehr als ein Spaß, wenn er Argumente aus der aktuellen chemischen Forschung als literarisches Gestaltungselement einsetzte: In „Der Komet, oder Nikolaus Marggraf“ schrieb er:

„Um indes chemischen Laien – besonders weiblichen Geschlechts – in einer so wichtigen Sache doch einiges Licht mehr zu geben, als der Apotheker angezündet, hab' ich über das Verhältnis zwischen Kohle und Diamant mit unsäglichem achttägiger Mühe (denn Chemie versteh' ich nicht) folgende chemischen Tabellen entworfen ...  
(*es folgen chemische Formeln*)

Nach Biot und Arago besteht jeder Diamant aus Kohlenstoff und Wasserstoff. Verbrennt jener, so bildet der Kohlenstoff mit dem Oxygene kohlen-saures Gas und der Wasserstoff mit dem Oxygene Wasser, wie folgendes Schema zeigt: ... (*es folgen chemische Formeln*)

12 Lasswitz, C., Geschichte der Atomistik vom Mittelalter bis Newton. Weimar: 1890 sowie: Auf zwei Planeten. 2. Aufl. Weimar: 1898, Nachdruck 1984.

Nur wollte im Diamanten der Wasserstoff und folglich bei dem Verbrennen das Wasser sich noch nicht finden lassen; aber vermuthet ist der Stoff längst geworden aus des Steins großer Brechkraft des Lichts.

Wenn ich jetzo dazu setze, daß nach Peppy's und Allen's Versuchen die Kohle soviel Oxygen zur Verbrennung bedarf als der Diamant – denn es gehen 28, 46 Kohle oder Diamant mit 71, 54 Oxygen 100 Theile kohlensaures Gas (fixe Luft), so sieht schon ein scheidekünstlerischer Laie, daß diese Versuche ungemein mit den Marggraf'schen übereintreffen, hingegen mit denen von Biot und Arago weit weniger. Die Zeit muß freilich zwischen Beiden entscheiden; nur nimmt sie sich immer so gar viel Zeit zu Allem.“<sup>13</sup>

Jean Pauls Werk würde insgesamt eine Studie zur Reflexion von Wissenschaft, Technik und von Politik rechtfertigen.

*Heinrich v. Kleists* (1777–1811) Novelle „Michael Kohlhaas“ (1808), das Schauspiel „Prinz Friedrich von Homburg“ und weitere Arbeiten erörtern Widerspruch und Zusammenhang von Pflichtgefühl und individueller Moral, ergreifen den Leser durch ihren sozialen Realismus. Kleist hatte ein paar Semester Mathematik und Physik studiert und sich auch mit Chemie beschäftigt, doch überwog ihm das Bedürfnis, sich künstlerisch auszudrücken (sie „sprechen mir von Alkalien und Säuren, indessen mir ein allgewaltiges Bedürfnis die Lippe trocken.“<sup>14</sup>). Seine literarische Aussage offenbart nunmehr sein historisches, philosophisches und wissenschaftliches Weltbild und -verständnis:

„Was gilt es in diesem Kriege? ... Eine Gemeinschaft gilt es, die den Leibniz und Gutenberg geboren hat; in welcher ein Guericke den Luftkreis wog, Tschirnhausen den Glanz der Sonne lenkte und Kepler der Gestirne Bahn verzeichnete; eine Gemeinschaft, die große Namen, wie der Lenz Blumen, aufzuweisen hat; die den Hutten und Sickingen, Luther und Melanchthon, Joseph und Friedrich auferzog; in welcher Dürer und Cranach, die Verherrlicher der Tempel, gelebt, und Klopstock den Triumph des Erlösers gesungen hat. Eine Gemeinschaft mithin gilt es, die dem ganzen Menschengeschlecht angehört; ...“<sup>15</sup>

In diesem Zitat scheint die Reihenfolge der Aufzählung, die Einordnung des Einzelnen in ein Ganzes, des Potentaten in die Gemeinschaft, die ihn „geboren hat und auferzogen“, die Gestaltung des Verhältnisses von Teil und Ganzem bemerkenswert. Um seine Ansprechpartner zu erreichen, muß sich Kleist auf Dinge

13 Paul, J., *Der Komet, oder Nikolaus Marggraf. Eine komische Geschichte.* (1820). Nachschrift des guten Rezepts zu ächten Diamanten. – In: Jean Pauls Werke. Vierundzwanzigster bis sechsundzwanzigster Theil. Berlin: Gustav Hempel (o.J.), S. 212 – 213.

14 Zitiert nach Brandt, H., *Einleitung zu Kleists Werke in zwei Bänden.* Berlin, Weimar: 1965, S. XII.

15 Kleist, H. v., *Politische Schriften.* – In: *Kleists Werke in zwei Bänden.* Berlin, Weimar: 1965, 1. Bd., S. 312.

stützen, die ihnen bereits bekannt sind und in und mit ihnen bereits Gestalt geworden sind. Also nutzt er das Bild, das die Wissenschaft gibt, und das in ihnen zur Bildung wurde. In Kleists Werk stellt sich etwas für seine Zeit Neues dar, das als Logik der Moral bezeichnet werden kann, eine Logik des Handelns, das sich nicht aus dem Getriebensein von dämonischen Mächten, aus Machtgier oder aus dem Walten des Schicksals oder aus der Verantwortung vor der Gottheit ergibt, sondern aus dem inneren Schwerpunkt der Persönlichkeit, aus der Verantwortung vor sich selbst, aus der Selbstachtung. Kleist geht hier der Romantik voran mit ihrer Selbstbefreiung des inneren Menschen, dem seine innere Welt ebenso wahr ist wie die äußere. Dies ist die Verstehensbrücke für das Naturgefühl der meisten Romantiker, das die Natursehnsucht, die phantastische Natur ebenso wie die erkannte Naturgesetzlichkeit und objektive Naturbeobachtung in sich vereint.

Die Dichter der Befreiungskriege, unter ihnen *Ernst Moritz Arndt* (1769–1860), *Theodor Körner* (1791–1813) und *Friedrich Rückert* (1788–1866) sollen jedenfalls genannt sein; als Rufer nationalen Selbstbewußtseins und politischen Engagements beeinflussten sie maßgeblich das geistige Profil ihrer Zeit. Rückerts schwärmerische Gedichte sind bekannt, ebenfalls seine Nachdichtungen aus dem Chinesischen und dem Indischen um 1828, ein Beitrag also zur Völkerkunde. Nachhaltig beeinflussten die Brüder Schlegel und weitere Persönlichkeiten das deutsche Geistesleben.

*Johann Wolfgang Goethes* (1749–1832) Interesse für Naturwissenschaften, für Chemie, Botanik, Mineralogie, Meteorologie, Optik und Technik ist bekannt und in vielen Bänden dokumentiert; von 1817–1824 gab er zehn Folgen der Reihe „Zur Naturwissenschaft überhaupt“ heraus. In seiner romanhaften Novelle „Wahlverwandtschaften“ von 1809 analogisierte er chemische Affinität und Probleme menschlicher Partnerschaftsbeziehungen.

Mit seinem „Faust“ (Teil I 1808, Teil II 1832), einem Werk des 19. Jahrhunderts, insbesondere mit dem Schluß des 2. Teiles dokumentiert er seine bewußte Auseinandersetzung mit wissenschaftlichen und ingenieur-technischen Problemen und deren Funktion für menschliche Lebenserfüllung. Goethe war selbst Chef der Wege- und Wasserbaubaudirektion im Herzogtum Sachsen-Weimar-Eisenach, interessiert an den Deichbauten in Friesland, am Hafenaufbau im Nieder-Elbegebiet, an der Austrocknung westpreußischer Sümpfe, interessiert an den Ursachen der Sturmflutbedrohung von Küstenlandschaften, an Kanalprojekten zwischen Rhein und Donau und am Suez. Goethe realisierte mit Faust II wahrlich die Wechselwirkung zwischen Technik und Literatur<sup>16</sup>. Die Leserschaft reagierte vielfältig; er-

16 Vgl. Segeberg, H., „Technikers Faust-Erklärung“. Über ein Dialogangebot der technischen Kultur. – In: Technikgeschichte. 49(1982), S. 177–264.

schreckt ob eines absolutistischen Herrschaftsanspruchs über die Erde oder skeptisch spöttisch wie Du Bois-Reymond: wieso diese Leistung, wobei sich kein holländischer Wasserbaumeister etwas Besonderes denke, der höchste Augenblick sein solle ... Oder: stünde die Frage, ob das technische Großprojekt des Einsatzes von Menschenmassen bei der Sumpfdrainage den Kampf des Menschen gegen Naturelemente zwecks gemeinschaftlichen Friedens durch Landgewinn symbolisiert, also: den gemeinsamen Kampf der Menschen statt deren Kampf untereinander? Insgesamt überwiegen in der Faust-Rezeption in der Tat Technikoptimismus und eine Heroisierung des Ingenieurs.

*Josef Eichendorffs* Naturstimmung in seinen herrlichen Gedichten, in seinem Entwicklungsroman „Ahnung und Gegenwart“ (1815) sowie in der Erzählung „Aus dem Leben eines Taugenichts“ (1826) wird durch ein „Hineintragen von Stimmungen“ quasi vermenschlicht. Ihm geht es um Zuwendung und moralischen Gewinn durch Naturgenuß, nicht um bewußten Erkenntnisgewinn. Seine Lyrik hat den Heimatsinn, seine Sprache die Ausdrucksfähigkeit bereichert.

*Adalbert v. Chamisso* (1781–1838), seit 1819 Kustos am botanischen Garten zu Berlin, war wissenschafts- und technikbegeistert. („Das Dampfroß“). Seine Märchenovelle „Peter Schlemihl“ (1814) widerspiegelte Auseinandersetzungen mit Weltschmerz, Dämonik und Realistik. Mit seinem Buch „Reise um die Welt“ (1821, vollständig 1836), das seine Weltumsegelung mit einer russischen Schiffsexpedition beschrieb, trug er in bedeutendem Maße zur deutschen Reiseliteratur bei.

Als völkerkundlich engagierter und seinerzeit viel gelesener Reiseschriftsteller ist hier etwas später im Jahrhundert auch *Friedrich Gerstäcker* (1816–1872), u. a. mit „Regulatoren des Arkansas“ (1845) zu nennen, als einer der Schöpfer des Gesellschaftsromans auch *Karl Leberecht Immermann* (1796–1840) mit „Epigonen“.

Die romantischen und skurrilen Romane von *Ernst Theodor Wilhelm (Amadeus) Hoffmann* (1776–1822) enthalten eine beträchtliche Reihe von Anspielungen auf mechanische Kunstfertigkeiten, auf technische Kulturgeschichte und verblüffen durch Verschmelzungen von Realem und Dämonischem.

In keiner Literaturgeschichte ist *Th. Th. Mügge* (1806–1881) zu finden, der in „Afraja“ die unerhörte Unterdrückung der Samen und Lappen beschrieb, woran sich die politischen Möglichkeiten völkerkundlicher Literatur zeigen konnten.

Nach der Julirevolution in Frankreich 1830 entfaltete sich in Deutschland die antifeudale liberale Opposition, die ihren Ausdruck 1832 im Hambacher Fest fand; in diesem Zusammenhang erfolgte eine Politisierung der Literatur:

Der hochbegabte *Ludwig Büchner* (1813–1837), der nur 24 Jahre alt wurde, aber in die Weltliteratur eingegangen ist, wandte sich an alle, die „wie Dünger auf dem Acker“ liegen. Büchner hatte Experimentalvorlesungen beim Chemiker Liebig gehört; in seinen Schriften setzt er prononciert und wiederholt chemische Kennt-

nisse ein. So schreibt er im „Woyzeck“ 1835/36 über ernährungsphysiologische Experimente zum tieferrsten Zwecke literarisch-sozialkritischer Argumentation. Bei Büchner gehen Anerkennung der Wissenschaft und Warnung vor menschenverachtender Anwendung konform.

Durch die Stabilisierung bürgerlicher Macht und bürgerlichen Denkens kam es zur Auflösung des Biedermeier und im bewußten Kontrast zur Klassik zu einer Neustrukturierung der romantischen Ästhetik. Dieser Prozeß ging mit Erfindungen und Entdeckungen einher, von denen man – aus heutiger Sicht – erwartet hätte, daß sie im deutschen Anteil an der Weltliteratur stärker reflektiert würden.

1833 bauten Gauß und Weber in Göttingen den ersten Telegraphen, – und eine der relativ wenigen literarischen Antworten darauf, die unmittelbar erfolgten, gab der Dichter und Journalist *Karl Gutzkow* (1811–1878), der ab 1837 in Hamburg das Literaturblatt „Der Telegraph für Deutschland“ publizierte. Das öffentliche Interesse daran trat aber erst mit der allgemeinen Nutzbarkeit des Telegraphen ein, die literarische Aneignung, gestaltet in Fontanes „Stechlin“, erfolgte erst gegen Ende des Jahrhunderts.

Dampfschiffe, Blitzableiter, Elektromotoren – sie tauchen in der schöngestigen Literatur faktisch nicht oder nur kaum auf. Über die Spektralanalyse wurde keine Geschichte geschrieben – aber sie machte Geschichte !

Als ein besonderes Beispiel soll das Phänomen *Lokomotive* hervorgehoben werden: Das erste Dampfroß schnaubte im Jahre 1835 von Nürnberg nach Fürth, 1837 über 116 Kilometer von Leipzig nach Dresden, und das war doch wahrlich spektakulär. Tatsächlich beeindruckte diese Maschine die Zeitgenossen zutiefst. Von den Schriftstellern wurde sie bewundert, gefürchtet, bespöttelt, doch nur vereinzelt literarisch verarbeitet.

*Goethe* hatte den zu seinen Lebzeiten schon absehbaren Eisenbahnbau begeistert als einigendes, zusammenführendes Element gerühmt, wenn er ihn auch selbst nicht mehr erlebte. *Peter Rosegger* (1843–1918) machte sich im „Waldbauernbub“ auf das lebenswürdigste über Ängste und Bauernschläue des Publikums ob des „Ungeheuers mit angehängten Häusern“ lustig.

Der weitblickende *Heinrich Heine* (1797–1856) setzte sich in zweierlei Hinsicht mit diesem technischen Novum auseinander: Zum einen beleuchtete er anlässlich erster Eisenbahnkatastrophen die Aktiengeschäfte und Bankspekulationen, worin Unfälle bei der Einführung technischer Neuerungen von vornherein kalkuliert waren. Zum zweiten philosophierte er 1843 über nachhaltige Veränderungen im Epochenempfinden, die durch die Einführung des Bahntransportes zustandekämen, sogar die Elementarbegriffe von Zeit und Raum seien schwankend geworden:

„Die Eröffnung der beiden neuen Eisenbahnen, wovon die eine nach Orléans, die andere nach Rouen führt, verursacht hier eine Erschütterung, die jeder mitempfindet,

wenn er nicht etwa auf einem sozialen Isolierschemel steht. Die ganze Bevölkerung von Paris bildet in diesem Augenblick gleichsam eine Kette, wo einer dem anderen den elektrischen Schlag mitteilt. Während aber die große Menge verdutzt und betäubt die äußere Erscheinung der großen Bewegungsmächte anstarrt, erfährt der Denker ein unheimliches Grauen, wie wir es immer empfinden, wenn das Ungeheuerste, das Unerhörteste geschieht, dessen Folgen unabsehbar und unberechenbar sind. Wir merken bloß, daß unsere ganze Existenz in neue Gleise fortgerissen, fortgeschleudert wird, daß neue Verhältnisse, Freuden und Drangsale uns erwarten, und das Unbekannte übt seinen schauerlichen Reiz, verlockend und zugleich beängstigend. So muß unseren Vätern zumute gewesen sein, als Amerika entdeckt wurde, als die Erfindung des Pulvers sich durch ihre ersten Schüsse ankündigte, als die Buchdruckerei die ersten Aushängebogen des göttlichen Wortes in die Welt schickte. Die Eisenbahnen sind wieder ein solches providentielles Ereignis, das der Menschheit einen neuen Umschwung gibt, das die Farbe und die Gestalt des Lebens verändert; es beginnt ein neuer Abschnitt in der Weltgeschichte, und unsere Generation darf sich rühmen, daß sie dabei gewesen. Welche Veränderungen müssen jetzt eintreten in unsrer Anschauungsweise und in unsern Vorstellungen! Sogar die Elementarbegriffe von Zeit und Raum sind schwankend geworden. Durch die Eisenbahnen wird der Raum getötet, und es bleibt uns nur noch die Zeit übrig. Hätten wir nur Geld genug, um auch letztere anständig zu töten! In vierhalb Stunden reist man jetzt nach Orléans, in ebensoviel Stunden nach Rouen. Was wird das erst geben, wenn die Linien nach Belgien und Deutschland ausgeführt und mit den dortigen Bahnen verbunden sein werden! Mir ist, als kämen die Berge und Wälder aller Länder auf Paris angerückt. Ich rieche schon den Duft der deutschen Linden; vor meiner Türe brandet die Nordsee.

Es haben sich nicht bloß für die Ausführung der Nordeisenbahn, sondern auch für die Anlage vieler andern Linien große Gesellschaften gebildet, die das Publikum in gedruckten Zirkularen zur Teilnahme auffordern. Jede versendet einen Prospektus, an dessen Spitze in großen Zahlen das Kapital paradiert, das die Kosten der Unternehmung decken wird.<sup>17</sup>

*Theodor Fontane* (1819–1898) begrüßte ganz ausdrücklich und technikfroh die Lokomotive als Sieg über die Elemente.

*Justinus Kerner* (1786–1862), an Spiritismus interessiert, viel in Kontakten mit Dichterfreunden und Gelehrten, dämonisiert sie: „...Fahr zu, o Mensch! Treib's auf die Spitze, vom Dampfschiff bis zum Schiff der Luft! Flieg mit dem Aar, flieg mit dem Blitze! Kommst weiter nicht, als bis zur Gruft“ (1852).

17 Heine, H., Lutezia. Berichte über Politik, Kunst und Volksleben. Leipzig: Insel Verlag 1959, S. 226–227 (LVII, Paris, 5. Mai 1843). Hervorhebungen R.Z.

Ansonsten wurde die Lokomotive in der Literatur kaum reflektiert, dagegen in der heute meist vergessenen Literatur der „zweiten Reihe“ überschwenglich umdichtet, animalisiert. Darüberhinaus erschienen allerdings eine Fülle auch literarischer kleiner Karikaturen.

Vielfach äußerte sich die Zuwendung zur Natur in liebevollen Details und in heimatverbundenen Dichtungen. Annette v. *Droste-Hülshoff* (1797–1848) bereicherte die romantische und die realistische Literatur. In der Erzählung „Die Judenbuche“ (1842) geht es um Dorfleben, Jagd- und Holzfrevel.

Lebensbejahende und liebenswerte Poesie ist auch der Lyrik von *Eduard Mörike* (1804–1875) zu danken – beide können als Gestalter des Lebensgefühls und der Lebensinhalte in ländlicher Umgebung gelten, das von naturkundlichen oder technische Debatten jedoch nur mittelbar geprägt wurde.

*Friedrich Christian Hebbel* (1813–1863) gestaltete historische, Volks- und Familienthemen. Um 1843 entstand das bekannte Trauerspiel „Maria Magdalena“.

Ein Musterbeispiel für wissenschaftsverständige und interessierte und künstlerisch hochwertige Literatur bietet *Adalbert Stifter* (1805–1868), der selbst naturwissenschaftliche, mineralogische, meteorologische und physikalische Studien betrieben hatte. Bei ihm wird die Natur zum Handlungsträger; ihm sind die Naturwissenschaften ein Argument neuer, zukunftsorientierter Weltansicht: „Wir arbeiten an einem besonderen Gewicht der Weltuhr ... an den Naturwissenschaften. Wir können jetzt noch nicht ahnen, was die Pflege dieses Gewichtes für einen Einfluß haben wird auf die Umgestaltung der Welt und des Lebens.“ (Nachsommer 1857). Für Stifter sind Schönheit der Forschung, magnetische Gewitter, das Sammeln von Steinen, Pflanzen und das Erkennen ihrer Gesetzmäßigkeiten sowohl Motiv als auch Inhalt sachkundig und literarisch eindrucksvoll gestalteter Erzählungen („Bunte Steine“ 1853). In seiner Liebesgeschichte „Der Condor“ (Studien 1844/50) wird eine Ballonfahrt geschildert und zwar mit so genauen sphärischen Beobachtungen, einschließlich einer erklärenden Fußnote Stifters für Nichtphysiker, daß mehr als 120 Jahre später ein Autor in der BASF-Zeitschrift dieser Erzählung den Bericht von Gagarins erstem Weltraumflug im Jahre 1961 gegenüberstellte und eine hohe Übereinstimmung sowohl der wissenschaftlichen Beobachtung als auch des emotionalen Engagements fand<sup>18</sup>.

*Heinrich Heine* (1797–1856), eine der vielseitigsten Dichterpersönlichkeiten, war Lyriker, Realist, politischer Ironiker (Deutschland, ein Wintermärchen, 1844). Er argumentierte für die Einheit von Kunst und Politik, – dies mit satirischen und historischen Reisebildern (Italienische Reise, Harzreise), jedoch mit nur relativ wenigen Äußerungen zu unmittelbar punktuellen Ereignissen in Wissenschaft und

18 Zimmermann, P. A., Intuition und Phantasie beim Entdecken und Erfinden. – In: Die BASF. 14(1964)4, S. 189 – 195.

Technik, aber er sah die Auswirkungen weitreichender neuer wissenschaftlich-technischer Entwicklungen. Heine war einer jener bedeutenden Schriftsteller, die das Werden einer neuen Querschnittsdisziplin, der Wirtschaftswissenschaft, literarisch gestaltete, indem er die ökonomischen und politischen Strukturen der Nutzung wissenschaftlich-technischer Möglichkeiten beobachtete und in seine Schriften einbezog (analog zu dem Anliegen, das Honoré Balzac mit seinen großen, das Getriebe der Marktwirtschaft durchleuchtenden sozialkritischen Romanen (Verlorene Illusionen, 1846) gestaltete).

Dem *Münchener Kreis* mit Emanuel Geibel (1815–1884), *Adolf Friedrich Graf von Schack* (1815–1894) *Paul Heyse* (1830–1914) und anderen Persönlichkeiten, die König Max II. um sich versammelt hatte, gehörten zwar auch Justus Liebig und andere wissenschaftskompetente Persönlichkeiten an; dennoch entstanden hier vorwiegend lyrisch-historische Schriften, kommen naturwissenschaftliche oder technische Probleme nicht zu vordergründiger Gestaltung. *Joseph Viktor v. Scheffels* (1826–1886) „Ekkehard“ und Gesänge über Studentenherrlichkeit sind in diesem Zusammenhang zu nennen.

Die Neoromantik, beeinflusst durch Schopenhauer, fand in *Richard Wagners* (1813–1883) Operndramen ihren Höhepunkt. Wagner erstrebte und realisierte eine neuartige Verschmelzung von Musik und Drama, dies mit vorwiegend historischen Themen, fußend auf altdeutschen Mythen, nicht in Konfrontation mit der wissenschaftlichen oder technischen Gegenwart.

*Gottfried Keller* / Schweiz: (1819–1890) ist mit seinem Bildungsroman „Der Grüne Heinrich“ (1854) zu nennen, worin er das Lenken auf nützliche Lebensbahnen gestaltet.

Es wurde bereits auf die Bedeutung dieser Literatur für die Durchsetzung von Sozialpädagogik (vgl. die institutionellen und literarischen Einflüsse, die von Johann Heinrich Pestalozzi ausgingen) und Psychologie als Wissenschaften sowie auf die Diskussion des Entwicklungsgedankens in Bezug auf das menschliche Individuum hingewiesen. Analog zu den Naturwissenschaften fand in diesen Fächern eine spezifisch geisteswissenschaftliche Auseinandersetzung mit Entwicklungstheorien statt.

*Fritz Reuter* (1810–1874), wegen Jenenser burschenschaftlicher Verbindungen in Berlin als 24-jähriger zum Tode verurteilt, zu 30 Jahren Haft begnadigt, nach einigen Jahren Gefängnis jedoch entlassen, beschrieb in seinen sozialkritischen Romanen das Milieu und Elend der Landarbeiter. Launig und ironisch, sowohl beiläufig als auch expressis verbis bezieht er die Prozesse des Vordringens der Wissenschaft in das dörfliche Leben und in die Landwirtschaft in sehr vielfältiger Weise ein. Die seinerzeit offenbar fast brisante Auswirkung Liebigischer Schriften in dörflichen Diskussionen taucht mehrfach auf:

„Un de Tid makte üm dese Dreih herüm grote Schritten in de Landwirtschaft; denn de Professor Liebig hadd för de Herrn Landlüd' en ganz entfamtes Bauk schrewen, dat krimmelt un wimmelt vull Kahlen un Zapeter und Swewel ... 't was rein taum Verrücktwarden! – Aewer wat nu en beten höger 'rut un de Fingern in de Wissenschaften stippen wull, dat schaffte sik dat Bauk an, un denn satt dat dor un les' un les', bet em de Kopp roken würd ...“<sup>19</sup>.

*Theodor Fontane* (1819–1898), der Autor von Sitten- und Gründerzeitromanen („Effi Briest“), von Reiseschilderungen aus den Jahren zwischen 1862–1882 sowie von akribischen kulturhistorischen Studien über die Mark Brandenburg, muß unbedingt als ein d e r N a t u r k u n d i g e r Beobachter und als ein Technikop-  
tunist genannt werden.

Es darf nicht darauf verzichtet werden, auch *Wilhelm Raabes* (1831–1910) kauzige und in jeder Hinsicht vielseitige Romane zumindest zu erwähnen, den „Abu Telfan“ und viele andere.

*Theodor Storms* (1817–1888) interessante Erzählung „Der Schimmelreiter“ (1888) gestaltet das wichtige Thema Aberglauben im Zeitalter der Naturwissenschaften. Er beschreibt, wie Spuk als Symbol gilt und wie die Katastrophe als Sieg der verdrängten Natur gewertet wird, wie technisches Berechnen und das Rechnen mit dem Irrealen in Konfrontation gezwungen werden. So kann Storm als ein Vorläufer der modernen Mysterygeschichten gelten, wenngleich er für sich in Anspruch nehmen darf, sein literarisch-künstlerisches Anliegen in gültiger Weise gelöst zu haben ...

*Wilhelm Busch*: (1832–1908), der pessimistische Philosoph, der Maler, Zeichner und Dichter, geht versiert mit naturkundlichen Beobachtungen um, von denen aber leider fast nur die unterhaltsamen Varianten bekannt wurden. Eines seiner Gedichte sei als Beitrag zur Diskussion um die Realität von Atomen oder von Mikroben zitiert<sup>20</sup>:

„Die Kleinsten:  
Sag Atome, sage Stäubchen.  
Sind sie auch unendlich klein,  
haben sie doch ihre Leibchen  
und die Neigung dazusein.  
Haben sie auch keine Köpfchen,  
sind sie doch voll Eigensinn.  
Trotzig spricht das Zwerggeschöpfchen:  
Ich will sein, so wie ich bin.

19 Reuter, F., Ut mine Stromtid. Hrsg. v. K. Batt, Rostock: 1971, Kap.10, S.172 ff

20 Busch, W., Die Kleinsten. – In: Zwiefach sind die Phantasien. Gedichte. Leipzig: 1988, S. 217.

Suche nur sie zu bezwingen,  
stark und findig wie du bist.  
Solch ein Ding hat seine Schwingen,  
seine Kraft und seine List.  
Kannst du auch aus ihnen schmieden  
deine Rüstung als Despot,  
schließlich wirst du doch ermüden,  
und dann heißt es: er ist tot.“

Mit der Problematik der Atomdiskussion hat sich im 19. Jahrhundert kaum einer der deutschen Schriftsteller auseinandergesetzt. Der bereits genannte *Curd Lasswitz* (1848–1910) schuf einen literarischen Zugang und blieb mit diesem Anliegen fast allein.

Das Ende des 19. Jahrhunderts ist durch neoromantische Lyrik, naturalistische Dramatik und Epik sowie Symbolismus gekennzeichnet.

Es wäre hier eine Reihe von Persönlichkeiten zu nennen wie Richard Dehmel, Gustav Freytag, Arno Holz, Hugo v. Hofmannsthal, Hermann Löns, Rainer Maria Rilke, Christian Morgenstern und andere, selbstverständlich auf Hermann Hesse, Gerhart Hauptmann und Thomas Mann einzugehen, – doch ihr Wirken reichte bis weit in das 20. Jahrhundert und gehört wohl diesem vor allem an.

Explizite wissenschaftsrezipierende Literaturtitel treten in der deutschen Literatur verstärkt jedoch erst im Verlaufe des 20. Jahrhunderts stärker in Erscheinung, mit Thomas Manns „Der Zauberberg“, Bernhard Kellermanns „Der Tunnel“, Karl Aloys Schenzingers Roman „Anilin“ u. a., wesentlich später mit Brechts „Galilei“, mit des Schweizers Dürrenmatt „Die Physiker“ oder des Isländers Laxness „Atomstation“, mit den Science-fiction-Erzählungen und -Romanen des Polen Lem. In diesem Jahrhundert kommt es zu einer als neuartig zu bezeichnenden Qualität und Quantität der wissenschafts- und technikrezipierenden Literatur, und dennoch vollzieht sich der literarische Aneignungsprozeß offenbar auch heute mit dem eingangs genannten Zeitverzug: Wo ist der Computerroman?

### *Zusammenfassung*

Literatur vermittelt die psychologische und soziale Aneignung von Forschung und Entwicklung, den Einfluß von Wissenschaft und Technik auf die Gesellschaft. Die Wechselwirkung von Literatur und Wissenschaft offenbart sich in Sinnfindungsüberlegungen, in der Stilistik, der Sprache selbst, in Handlungs- und Entscheidungsmotivation und nicht zuletzt in gegenseitigen Ideenimpulsen, denen noch nachzugehen ist. Sichtbare Auswirkungen der Beziehungen zwischen literarischer Geisteswelt und konzeptionellen sowie institutionellen Bereichen von Wissenschaft

und Technik stellen sich in den genannten Innovationen und deren Folgewirkungen dar.

---

HORST KANT

## Arnold Sommerfeld – Kommunikation und Schulbildung

In diesem Beitrag wird die Frage der Informationsverbreitung nicht aus der Sicht desjenigen betrachtet, der (wissenschaftliche) Information verwaltet und aufbereitet und damit für die weitere Nutzung zur Verfügung stellt – ob in „klassischer“ oder digitalisierter Form – sondern es wird versucht, am Beispiel des Physikers *Arnold Sommerfeld* zu illustrieren, wie der Naturwissenschaftler diese Information erarbeitet und in den Kreislauf der „Verwertung“ eingibt, d.h. wie er die wissenschaftlichen Erkenntnisse produziert und in die Form der Publikation bringt, die dann andere weiter benutzen wollen bzw. sollen, und welche Rolle die verschiedenen Formen der Kommunikation in diesen Prozessen spielen. Die Publikation wird dabei als eine Form der Kommunikation gesehen, mit der ein Wissenschaftler mit anderen Wissenschaftlern – und je nach Art der Publikation nicht nur mit diesen – in Kontakt tritt, und im Gegensatz zum mündlichen Gedankenaustausch bezieht sich dieser Kontakt sowohl auf die Gegenwart als auch auf die Vergangenheit, d.h. der aktuell arbeitende Wissenschaftler kann über die Zurkenntnisnahme früherer Publikationen auf dem bisher akkumulierten Wissen aufbauen. Eine andere Kommunikationsform ist der Briefwechsel mit Kollegen, der der Erkenntnisfindung und Wissenserweiterung dient; wird dieser archiviert und gegebenenfalls publiziert, so wird ein zur primären Publikation analoger Effekt erreicht.<sup>1</sup>

Die wichtigsten Lebensdaten des Physikers *Arnold Sommerfeld*, die für seine Einordnung in das wissenschaftliche Umfeld von Interesse sind, wurden in Tafel 1 zusammengestellt.

In seiner Königsberger Studentenzeit hörte *Sommerfeld* neben Naturwissenschaften sowie Nationalökonomie und Philosophie in erster Linie Mathematik – kein Wunder bei so anregenden Lehrern wie dem *Klein*-Schüler *Ferdinand Lindemann* (1852–1939) oder dem jungen *David Hilbert* (1862–1943). Seine Promo-

1 Vgl. dazu z.B. Zott, R., Briefwechsel als Kommunikationsmedium. In: Probleme der Kommunikation in den Wissenschaften. – In: Institut für Theorie, Geschichte und Organisation der Wissenschaft. Kolloquien. Hrsg. v. A.Vogt u. R.Zott. Berlin. (1991)75, S.115–140. (Manuskriptdruck).

Tafel 1: *Lebensdaten von Arnold Johannes Wilhelm SOMMERFELD*

1868	5.Dezember geboren in Königsberg in einer Arztfamilie
1875–86	Besuch des Altstädtischen Gymnasiums in Königsberg
1886–91	Mathematikstudium in Königsberg (u.a. bei A.Hurwitz, D. Hilbert, F.Lindemann); aktives Mitglied der Burschenschaft Germania
1891	Promotion bei Lindemann über „Die willkürlichen Funktionen in der mathematischen Physik“
1892	Lehramts-Examen als Gymnasiallehrer in Mathematik, Physik, Mineralogie und Chemie
1892/93	Militärdienst
1893–96	Assistent in Göttingen, zuerst am Mineralogischen Institut, dann bei F.Klein
1895	Habilitation bei Klein über „Mathematische Theorie der Diffraktion“ (erste math. strenge Lösung eines Beugungsproblems)
1897	Heirat; Prof. für Mathematik an der Bergakademie Clausthal
1900	Prof. für techn. Mechanik an der TH Aachen
1906	Ordinarius für Theoretische Physik an der Universität München
1908	Mitglied der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
1917	Helmholtz-Medaille der Preuß.Akad.der Wissenschaften.
1918–20	Vorsitzender der Deutschen Physikalischen Gesellschaft
1919	„Atombau und Spektrallinien“ erscheint
1922/23	Gastprofessor an der Univ.of Wisconsin/USA
1926	Fellow der Royal Society London
1927	Ablehnung eines Rufs nach Berlin als Plancks Nachfolger
1928/29	Reise nach Indien, China, Japan, USA
1931	Planck-Medaille der Deutschen Physikalischen Gesellschaft
1935	Emeritierung
1942–51	Arbeit an der Herausgabe seiner Vorlesungen
1949	Oersted-Medaille der American Ass.of Physics Teachers
1951	26.April gestorben in München

tionsarbeit führte ihn in den Bereich der Anwendungen mathematischer Methoden in Naturwissenschaften und Technik, wie er in deren Einleitung betonte: „Neben diesem theoretischen Interesse war für uns die Anwendung auf Fragen der mathematischen Physik maßgebend, in welcher [...] derartig modifizierte Darstellungen gebraucht werden.“<sup>2</sup>

Als seinen eigentlichen Lehrer betrachtete *Sommerfeld* jedoch Felix *Klein* (1849–1925) in Göttingen, dessen Assistent er 1894 wurde. Eine seiner Aufgaben war es, *Kleins* Kursvorlesungen vervielfältigungsreif durchzukorrigieren. „Von entscheidendem Einfluß für meine spätere Lehrtätigkeit war das Beispiel seiner hochgesteigerten Vortragskunst“, bekannte er später in einer autobiographischen Skizze.<sup>3</sup> Im Wintersemester 1895/96 hielt *Klein* eine Vorlesung über Kreiseltheorie, aus der das grundlegende Werk von *F. Klein/A. Sommerfeld* „Über die Theorie des Kreisels“ hervorging, dessen 1. Band 1897 erschien und das bis 1910 auf 4 Bände anwuchs.

*Klein*, der damals auch wissenschaftsorganisatorisch großen Einfluß hatte und dessen Anliegen es insbesondere war, die Ingenieurwissenschaften durch eine gezielte Mathematisierung leistungsfähiger zu machen, empfahl 1897 *Sommerfeld* für den vakanten Mathematik-Lehrstuhl an der Bergakademie Clausthal-Zellerfeld. Zwar hatte er dort vorwiegend elementare Mathematik zu lehren, aber er fand auch Zeit für die Bearbeitung einer wichtigen physikalischen Frage, die bei den Experimenten von Heinrich *Hertz* (1857–1894) eine Rolle gespielt hatte, und für die er nun eine mathematisch exakte Lösung lieferte: die Fortpflanzung elektrodynamischer Wellen längs eines Drahtes.<sup>4</sup> Außerdem bezog ihn *Klein* in die Herausgabe des monumentalen Werkes „Enzyklopädie der mathematischen Wissenschaften“ ein und übertrug ihm den Band V „Physik“, der im Laufe der Jahre auf drei umfangreiche Teile anwuchs und erst 1926 abgeschlossen war.

*Klein* war es auch, der im Jahre 1900 die Berufung *Sommerfelds* an die TH Aachen auf den Lehrstuhl für Technische Mechanik betrieb, denn *Klein* wollte endlich konkret demonstrieren, daß die Anwendung exakter mathematischer Methoden auch einem ausgesprochen praktischen technischen Fachgebiet dienlich sein könne. Und *Sommerfeld* stellte sich dieser Aufgabe. Zunächst wandte er sich Schwingungsproblemen zu – die „Resonanzkatastrophe“ war ein gefürchtetes Problem der Maschinenbauer jener Zeit – und fand mit Hilfe der Fourieranalyse, die er seit seiner Dissertation meisterhaft beherrschte, ein geeignetes Mittel zur Bestimmung der Resonanzfälle. Andere technische Themen, die er damals erfolgreich bearbeitete, waren eine „hydrodynamische Theorie der Schmiermittelreibung“ (die er praxisnah an Achslagern von Lokomotiven überprüfen ließ) oder die „Knicksicherheit der Stege von Walzwerkprofilen“; wichtige Hinweise gab er in brieflichen Diskussionen zur Anwendung seiner theoretischen Überlegungen bei

2 Arnold Sommerfeld – Gesammelte Schriften. Hrsg. v. F. Sauter. 4 Bände, Braunschweig: Vieweg 1968 (nachfolgend abgekürzt als AS-GS). Bd.I, S.1.

3 AS-GS. Bd.IV, S.674.

4 AS-GS. Bd.II, S.602–660.

weiteren praktischen Problemen – so mit dem Statiker August *Föppl* (1854–1924) über Resonanzprobleme bei Brücken oder mit dem Schiffbauer Otto *Schlick* (1840–1913) über die durch die Dampfmaschinen in Schiffen hervorgerufenen Schwingungen oder das Schlingern von Schiffen.<sup>5</sup> Im Lichte dieser Erfolge resümierte er – ganz im Sinne *Kleins* – in einem Plenarvortrag auf der Tagung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte im Herbst 1903 in Kassel:

„Die Zeit ist gründlich vorbei, da der Physiker und Mathematiker sich von den Bestrebungen der Technik vornehm zurückhielt, da er in diesen Bestrebungen einen geringeren Grad wissenschaftlicher Bethätigung erblickte, als in den Arbeiten seines eigenen Ideenkreises. Die technischen Wissenschaften haben sich, zumal bei uns in Deutschland, aus der ihnen innewohnenden Kraftfülle heraus selbständig und selbstbewußt in die Höhe entwickelt; wir theoretischen Naturforscher rechnen es uns zur Ehre an, wenn wir an dem Aufbau der technischen Wissenschaften in unserer Weise mitarbeiten können, [...]“<sup>6</sup>

Hatte die Berufung nach Aachen für den „Mathematiker“ *Sommerfeld* bedeutet, sich die Technische Mechanik anzueignen, so sollte er nun Gelegenheit bekommen, sein „mathematisches Anwendungsgebiet“ erneut auszuweiten, diesmal auf die eigentliche Physik – intensiver beschäftigte er sich ja bereits wegen seiner Tätigkeit an der „Mathematischen Enzyklopädie“ damit. Im Herbst 1904 hatte Wilhelm Conrad *Röntgen* (1845–1923), der seit seiner Entdeckung der X-Strahlen (Röntgen-Strahlen) als einer der führenden Experimentalphysiker Deutschlands galt, einen sehr ehrenvollen Ruf nach Berlin als Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt – in der Nachfolge Friedrich *Kohbrauschs* (1840–1910) – abgelehnt, und die Universität München, an der er seit 1900 wirkte, honorierte ihm dies damit, daß sie seinem Drängen nachgab, endlich die ordentliche Professur für theoretische Physik, die 1890 für Ludwig *Boltzmann* (1844–1906) geschaffen worden war, der aber nur bis 1894 blieb, wieder zu besetzen. Der Berufungsvorschlag lautete nach längeren Verhandlungen: 1) Emil *Kohn* (1854–1944), Emil *Wiechert* (1861–1928), 3) *Sommerfeld*. Zu *Sommerfeld* hieß es dabei:

„Von seiten sehr namhafter theoretischer Physiker wie Boltzmann, Lorentz und Wien [sie waren mit ihm durch die Arbeit an der Mathematischen Enzyklopädie näher bekannt geworden – H.K.] wurden wir auf Sommerfeld aufmerksam gemacht, und es wurde die Erwartung ausgesprochen, daß er bei seiner hohen Begabung und seinem großen Fleiß noch viel leisten werde. [...] ganz neue Wege gegangen ist, indem er versucht hat, die neuen Lehren der Funktionentheorie zur Lösung verschiedener

5 Vgl. Hermann, A., Sommerfeld und die Technik. – In: Technikgeschichte. 34(1967)4, S.311–322.

6 Sommerfeld, A., Die naturwissenschaftlichen Ergebnisse und die Ziele der modernen technischen Mechanik. – In: Physikalische Zeitschrift. 4(1902/03), S.773–782 (hier S.781).

physikalischer Probleme zu verwenden... S. wird uns als liebenswürdiger Kollege und als ausgezeichnete Lehrer geschildert.“<sup>7</sup>

Im Juli 1906 erhielt *Sommerfeld* die Berufung nach München, und in seinem autobiographischen Abriß bemerkte er, für ihn sei es selbstverständlich gewesen, „[...] daß dieser Ruf uns beiden galt“, d.h. auch seinem damaligen Assistenten Peter *Debye* (1884–1966).<sup>8</sup>

Daß *Sommerfeld* nun Physik „lernen“ müsse, nahm er sehr ernst. So berichtete *Abram Ioffe* (1880–1960), damals Assistent bei *Röntgen*, daß *Sommerfeld* auf seine Anregung hin längere Zeit täglich in den „Physikerclub“ im Café am Hofgarten kam, wo über die anstehenden Arbeitsfragen diskutiert wurde:

„Sommerfeld fiel es manchmal nicht leicht, unseren Wortwechseln zu folgen, dafür übertraf sein Assistent Peter Debye bald uns alle [...] und Sommerfeld nahm zunächst die Rolle des Schülers auf sich.“<sup>9</sup>

Und *Debye* selbst berichtete über diese erste Münchener Zeit: „Wir studierten zusammen, damit er seine Vorlesungen halten konnte [...] Es gab vier Hauptvorlesungen: Theoretische Mechanik, Thermodynamik, Elektrodynamik und Optik [...] Und er machte es wie seinerzeit in Aachen. Er redete und ich hatte dazusitzen und Kommentare zu geben.“<sup>10</sup>

*Sommerfeld* hielt seine Vorlesungen stets mit großem Enthusiasmus, und das wirkte auch begeisternd auf seine Hörer. Außerdem legte er neben den Hauptvorlesungen stets großen Wert darauf, in Spezialseminaren und Kolloquien die neuesten Forschungsergebnisse zu diskutieren. „Überhaupt habe ich stets die Gegenstände, über die ich arbeitete, in meinen Spezialvorlesungen mir und meinen Zuhörern klar zu machen gesucht“, bemerkte er einmal.<sup>11</sup> Und so las er bereits im Jahre 1907 über *Einsteins* Relativitätstheorie, die bisher von den meisten Physikern noch kaum zur Kenntnis genommen, geschweige denn akzeptiert worden war. Anlässlich seiner ersten USA-Reise 1922 bemerkte er bezüglich seiner Vorlesungsplanung an den Dekan der Universität von Wisconsin:

„Ich würde sogar vorziehen, das Colloquium (oder Seminar) mit einer Doppelstunde [...] anzusetzen. Ich verstehe unter Colloquium eine Zusammenkunft mit den Kollegen und den Research Students, in der nicht nur ich selbst spreche. Ich hoffe vielmehr hier auch über die Arbeiten der physikalischen Kollegen unterrichtet zu

7 Zit nach Eckert, M. et al, Geheimrat Sommerfeld – Theoretischer Physiker. Deutsches Museum München 1984, S.33.

8 AS-GS. Bd.IV, S.676.

9 Joffé, A., Begegnungen mit Physikern. Leipzig: Teubner 1967, S.39.

10 Benz, U., Arnold Sommerfeld. Reihe: Große Naturforscher Bd.38. Stuttgart: Wiss. Verlagsgesellschaft 1975, S.62.

11 Zit. nach Benz, U., a.a.O. S.141.

werden und möchte Gelegenheit haben, solche Studierende, denen ich selbständige Studien vorschlagen werde, ihre Resultate vortragen zu lassen. Das entspricht dem Betrieb meines Seminars, wie ich ihn in München seit nunmehr 16 Jahren mit Erfolg eingeführt habe.“<sup>12</sup>

Soviel zum Hintergrund der Person *Sommerfeld*.

Es wird häufig gesagt, daß die Relativitätstheorie als eine der beiden die Denkweise der Physik im 20. Jahrhundert grundlegend verändernden Theorien im wesentlichen das Werk eines Mannes gewesen sei, nämlich Albert *Einsteins* (1879–1955), während die Entwicklung der Quantentheorie und der Quantenmechanik Ergebnis einer breiten Kommunikation zwischen den Physikern war. Und einen großen Anteil hatte daran nicht nur die Kommunikation zwischen einigen wenigen herausragenden Physikern, sondern gerade auch mit und zwischen ihren zahlreichen Schülern. Und ein Zentrum innerhalb dieses Kommunikationsnetzes war das Münchener Institut für Theoretische Physik mit und um *Sommerfeld*. Die Geschichte der Quantentheorie nimmt bekanntlich ihren Anfang mit jenen berühmten Vorträgen von Max *Planck* (1858–1947) über die Gesetze der Wärmestrahlung im Oktober und Dezember 1900 in der Physikalischen Gesellschaft zu Berlin, und die vorangehende Kommunikation und Kooperation zwischen mehreren Berliner physikalischen Institutionen spielte dabei eine wichtige Rolle.<sup>13</sup> Ohne ins Detail zu gehen, muß man aber feststellen, daß die *Plancksche* Quantenhypothese im ersten Dezennium ihrer Existenz von den meisten Physikern kaum zur Kenntnis genommen wurde.

Mit seinem Referat „Das Plancksche Wirkungsquantum und seine allgemeine Bedeutung für die Molekularphysik“ auf der Naturforscherversammlung 1911 in Karlsruhe<sup>14</sup> sowie kurz darauf dem tiefergehenden Referat „Die Bedeutung des Wirkungsquantums für unperiodische Molekularprozesse in der Physik“ auf dem 1. *Solway-Kongreß* in Brüssel<sup>15</sup> im Jahre 1911 brachte *Sommerfeld* einen wesentlichen Anstoß für eine weiterführende Debatte um das *Plancksche* Quantenkonzept.<sup>16</sup> Er betont darin: „Nichts könnte der modernen Physik förderlicher sein, als

12 Zit. nach Benz, U., a.a.O. S.141.

13 Vgl. z.B. Rechenberg, H., *Quanta and Quantum Mechanics*. – In: *Twentieth Century Physics*. Vol.1. Ed. by L.M.Brown / A.Pais / B.Pippard. New York: AIP Press 1995, S.143–248.

14 Sommerfeld, A., *Das Plancksche Wirkungsquantum und seine allgemeine Bedeutung für die Molekularphysik*. – In: *Physikalische Zeitschrift*. 12(1911)24, S.1057–1069 [auch: AS-GS III, S.1–19].

15 Sommerfeld, A., *Die Bedeutung des Wirkungsquantums für unperiodische Molekularprozesse in der Physik*. – In: *Die Theorie der Strahlung und der Quanten*. Hrsg. v. A.Eucken. (= *Abhandlungen der Deutschen Bunsengesellschaft* Bd.3) Halle: W.Knapp 1914, S.252–317 [auch: AS-GS III, S.136–171]

16 Interessant aus physikalischer Sicht ist dabei die Einleitung, die Sommerfeld zu dem Vortrag für

eine Klärung der Ansichten über diese Fragen. Hier liegt [...] der Schlüssel nicht nur zur Strahlungstheorie, sondern auch zur molekularen Konstitution der Materie, und zwar liegt er zur Zeit noch recht tief versteckt.“<sup>17</sup>

Nach *Sommerfelds* Auffassung sollte man also in der Lage sein, mit Hilfe des *Planckschen* Wirkungsquantums die Rätsel um den Atom- und Molekülbau zu lösen. Bisher hatte man eher umgekehrt versucht, das Wirkungsquantum aus den Atomeigenschaften zu erklären; nach *Sommerfelds* Worten sollte man nun versuchen, „[...] das  $h$  nicht aus den Moleküldimensionen zu erklären, sondern die Existenz der Moleküle als eine Funktion und Folge der Existenz eines elementaren Wirkungsquantums anzusehen“.<sup>18</sup>

Im Juli 1913 erschien die berühmte Abhandlung von Niels *Bohr* (1885–1962) über den Bau der Atome, die *Bohr* auf der Grundlage des *Rutherfordschen* Atommodells und unter (zunächst relativ willkürlicher) Zuhilfenahme des Quantenkonzeptes entwickelt hatte.<sup>19</sup> *Sommerfeld* hatte diese Arbeit mit großem Interesse zur Kenntnis genommen. Er beschäftigte sich seit einiger Zeit mit dem *Zeeman-Effekt*;<sup>20</sup> bei diesem 1896 entdeckten Effekt handelt es sich um eine spezifische Aufspaltung der Spektrallinien im magnetischen Feld, für die man bisher keine

die Naturforscherversammlung wählte: „Als der wissenschaftliche Ausschuß unserer Gesellschaft an mich die Aufforderung richtete, dieser Versammlung einen Bericht über die Relativitätstheorie zu erstatten, erlaubte ich mir dagegen geltend zu machen, daß das Relativitätsprinzip kaum mehr zu den eigentlich aktuellen Fragen der Physik gehöre. Obwohl erst 6 Jahre alt ... scheint es schon in den gesicherten Besitz der Physik übergegangen zu sein.

Ganz anders aktuell und problematisch ist die Theorie der Energiequanten oder, wie ich lieber sage, die Theorie des Wirkungsquantums. Hier sind die Grundbegriffe noch im Fluß und die Probleme ungezählt...“ [In: *Physikalische Zeitschrift*. 12(1911)24, S.1057].

17 In: *Physikalische Zeitschrift*. 12(1911)24, S.1058.

18 In: *Physikalische Zeitschrift*. 12(1911)24, S.1066. – Interessant ist in diesem Zusammenhang auch ein Überblicksartikel von F.Reiche unter dem Titel „Die Quantentheorie“ im 1.Jahrgang der Zeitschrift *Die Naturwissenschaften* 1913, der eine Zusammenfassung der Solvay-Konferenz darstellt. – 1914 erschien auch die erste „populäre“ Darstellung der Quantentheorie von Valentin, S., *Die Grundlagen der Quantentheorie in elementarer Darstellung*. Braunschweig: Fr.Vieweg & Sohn 1914.

19 Bohr, N., *On the Constitution of Atoms and Molecules*. – In: *Philosophical Magazine*. 26(1913)151, S.1–25 – Zum Bohrschen Atommodell, wie es sich in dieser Arbeit (und deren folgenden Teilen) darstellt vgl. u.a. Hund, F., *Geschichte der Quantentheorie*. Mannheim: 1967, S.58 ff – Auch Hoyer, U., *Introduction To Part II*. – In: *Niels Bohr Collected Works*. Vol.II. Amsterdam: North-Holland Publ. 1981, S.103–134.

20 So hatte Sommerfeld im Münchener Mittwochskolloquium am 22.Januar 1913 über „Theoretische Betrachtungen zum Zeemaneffekt im Anschluß an Versuche von Paschen u. Back (Ann.Phys.)“ sowie am 25.Juni 1913 „Über kompliziertere Zeemaneffekte (Voigt, Ann.Phys. Fortrat C.R.)“ vorgetragen [vgl. Register volume for Münchener physikalisches Mittwochs-Colloquium, Dec. 1908 to May 1939 [Archive for History of Quantum Physics; Mikrofilmsammlung Deutsches Museum München; nachfolgend abgekürzt: AHQP]].

befriedigende Erklärung hatte. Zunächst versuchte auch *Sommerfeld*, diesem Effekt mit den Hilfsmitteln der klassischen Physik beizukommen – Peter *Debye* (1884–1966), sein Meisterschüler jener Jahre, meinte dazu, daß die gängige Fragestellung der damaligen Zeit (für *Sommerfeld* wie auch für die anderen Physiker) eben war: „Is it possible perhaps to explain the quantum starting with classical things?“<sup>21</sup> – doch nun wollte er versuchen, *Bohrs* Atommodell auf diesen Effekt anzuwenden.

*Bohr* hatte im September 1913 auf einer Tagung in Birmingham über sein neues Atommodell vorgetragen. Unter den Teilnehmern befand sich *Sommerfelds* Schüler Peter P. *Ewald* (1888–1985), der im November 1913 im Münchener Mittwochskolloquium darüber berichtete.<sup>22</sup> Im Januar 1914 trug *Sommerfelds* Doktorand Paul S. *Epstein* (1883–1966) in diesem Kolloquium dann ausführlicher über das *Bohrsche* Atommodell vor,<sup>23</sup> und schließlich im Juli 1914 *Bohr* selbst.<sup>24</sup>

Im Jahre 1913 hatte der damals in Würzburg wirkende Johannes *Stark* (1874–1957) das elektrische Analogon zum *Zeeman*-Effekt entdeckt – die Aufspaltung der Spektrallinien im elektrischen Feld – und auch dieser Effekt ließ sich mit den Mitteln der klassischen Physik nicht erklären. Im Münchener Mittwochskolloquium war der *Stark*-Effekt ebenfalls Thema, u.a. im Dezember 1913 und im Mai 1914.<sup>25</sup> Vor der Berliner Physikalischen Gesellschaft hatte Emil *Warburg* (1846–1931) bereits am 5. Dezember 1913 dazu festgestellt:

„Zusammenfassend kann man sagen, daß die *Bohrsche* Theorie die Wirkung magnetischer und elektrischer Felder auf die Emission von Spektrallinien zwar bis zu einem gewissen Grade sogar quantitativ, aber keineswegs vollständig erklärt und daher jedenfalls einer Modifikation oder Ergänzung bedürftig ist. [...]“<sup>26</sup>

- 21 Interview mit P.J.W. Debye (AHQP) 5.5.1962 (session 1), S.16. – Auf S.17 betont Debye – zwar unmittelbar bezogen auf die Arbeit mit Sommerfeld zum lichtelektrischen Effekt [Annalen der Physik 41(1913)], aber gemeint durchaus für diese ganze Zeit – noch einmal: „... it was, you see, the old business. If you have to do something quite new, nobody really wants to do that you see. And if there is a kind of possibility of an escape, which is not taking the new things, then everybody likes that.“
- 22 19. November 1913. Vgl. Register volume for Münchener physikalisches Mittwochs-Colloquium, Dec. 1908 to May 1939.
- 23 26. Januar 1914 [ebenda]
- 24 15. Juli 1914; „Über das Bohr’sche Atommodell insbes. die Spektren von Helium und Wasserstoff“ [ebenda].
- 25 Röntgens Assistent E. Wagner trug am 5. Dezember 1913 und am 13. Mai 1914 darüber vor; Sommerfeld und sein Schüler W. Lenz erörterten am 27. Mai 1914 „Theoretisches über den Starkeffekt nach Bohr (Phil. Mag. 1914) und Voigt (Göttinger Nachr. 1914“ [ebenda].
- 26 Warburg, E., Bemerkungen zu der Aufspaltung der Spektrallinien im elektrischen Feld. – In: Berichte der Deutschen Physikalischen Gesellschaft. 15(1913)23, S.1259–1266 (hier S.1266).

Um diese „Modifikation“ ging es nun. Auch *Bohr* selbst befaßte sich damit. *Ewald* schätzte die Situation in München in jenem Sommer 1914 folgendermaßen ein: „Before the war started Sommerfeld was in a kind of depression, and didn't feel that he had achieved anything.“<sup>27</sup>

Wie es dem Wesen *Sommerfelds* entsprach, wollte er sich über diese Fragen weitere Klarheit verschaffen, indem er eine Vorlesung darüber ansetzte. „Ich lese im nächsten Semester Zeeman-Effekt und Spektrallinien“ teilte er seinem Göttinger Kollegen *Karl Schwarzschild* (1873–1916) am 31. Oktober 1914 mit.<sup>28</sup> *Epstein* war ihm in dieser Kriegszeit als Mitarbeiter verfügbar.<sup>29</sup> Offenbar gelang es *Sommerfeld* im Rahmen dieser Vorlesung – die wegen des Krieges naturgemäß nur vor wenigen Studenten stattfand – sich klarzumachen, „wie das Bohrsche Atommodell zu einer umfassenden Theorie der Spektrallinien ausgebaut werden konnte.“<sup>30</sup> Die entsprechenden Berechnungen zum *Zeeman*-Effekt, die er dabei vortrug, stammten offensichtlich von *Epstein*.<sup>31</sup>

*Sommerfeld* hatte erkannt, daß man die Kreise im planetenmodellähnlichen *Bohrschen* Atommodell durch Ellipsen ersetzen mußte, um die spektralen Erscheinungen besser beschreiben zu können. Zwar hatte auch *Bohr* dies bereits frühzeitig gesehen, aber doch zunächst die Bahnen als Kreise behandelt. *Sommerfeld* war nun der erste, der das Modell tatsächlich für Ellipsen durchrechnete. Für Kreise ist der einzige Freiheitsgrad der Radius, während für die Ellipse zwei Freiheitsgrade zu berücksichtigen sind (große und kleine Achse).<sup>32</sup> *Sommerfeld* trug seine Überlegungen am 6. Dezember 1915 vor der Bayerischen Akademie vor; in überarbeiteter Form erschien dieser Aufsatz dann 1916 in den *Annalen der Physik*.<sup>33</sup> Grundlage für die Berechnungen bildete das Wasserstoffspektrum und insbesondere die darin gefundene sogenannte *Balmersche* Linien-Serie – der Wasserstoff ist ja ein noch relativ einfaches Atom und steht an erster Stelle im Periodensystem. Auf Grund

27 Interview mit *Ewald* vom 29.3.1962 [AHQP, S.10]. Diese Bemerkung ist ein Einwurf von *Mts. Ewald*.

28 Zit. nach *Eckert, M.*, *Die Atomphysiker*. Braunschweig, Vieweg 1993, S. 53. – „Sommerfeld: Zeeman-Effekt und Spektrallinien Mi 10–11 Uhr“ lautete auch die Ankündigung im Vorlesungsverzeichnis.

29 Allerdings nicht uneingeschränkt, da der in *Warschau* geborene *Epstein* offiziell als unerwünschter Ausländer galt und gewissen Aufenthalts-Restriktionen unterworfen war.

30 *Eckert* (1993), a.a.O., S.53.

31 Vgl. Interview mit *Paul Epstein* am 25./26.Mai 1962 [AHQP], S.12.

32 Die Frage, wie die Plancksche Quantenbedingung  $dpdq = h$  auf Systeme mit mehreren Freiheitsgraden zu erweitern ist, war u.a. bereits auf der *Solvay-Konferenz 1911* von *Poincaré* aufgeworfen worden [In: *Die Theorie der Strahlung und der Quanten*. Hrsg. v. A. Eucken. Halle: W.Knapp 1914, S.96 (in der Diskussion zum Planckschen Vortrag)].

33 *Sommerfeld, A.*, *Zur Quantentheorie der Spektrallinien*. – In: *Annalen der Physik*. 4.F. 51(1916)1, S.1–94 & 51(1916)2, S.125–167.

seiner guten Kenntnis der spektroskopischen Materialien knüpfte *Sommerfeld* daran an, daß auch die Linien der *Balmer*-Serie nicht einfach sind, sondern sich bei starker Auflösung als mindestens doppelt erweisen: „Da sich nach der Bohrschen Theorie [...] eine Spektrallinie aus der Kombination zweier statischer Bahnen ergibt, schloß *Sommerfeld*, daß mehr statische Bahnen vorhanden sein müssen, als die Bohrsche Formel [...] angibt; und das veranlaßte ihn, auch die Möglichkeit elliptischer Bahnen in Betracht zu ziehen.“<sup>34</sup>

Der Witz von *Sommerfelds* Rechnung lag nun – kurz gesagt – darin, daß *Sommerfeld* zunächst durchaus dieselbe Linienserie erhielt, wie sie sich für wasserstoffähnliche Atome (also mit einem Freiheitsgrad) ergibt (im speziellen Fall also auch die *Balmer*-Serie nach *Bohr*), aber jede Linie konnte bei ihm nun auf mehrfache Weise entstehen (aus mehreren verschiedenen Paaren statischer Bahnen), d.h. sie enthält gewissermaßen mehrere zusammenfallende Freiheitsgrade. Aber *Sommerfeld* kam nun darauf, die Veränderlichkeit der Masse des Elektrons als Funktion der Geschwindigkeit, wie sie durch die (spezielle) Relativitätstheorie gefordert wird, zu berücksichtigen, und damit gelang es ihm, diese latenten Freiheitsgrade auseinanderzuziehen.<sup>35</sup>

Sonderdrucke dieser Akademievorträge versandte *Sommerfeld* sofort an Schüler und Kollegen mit der Bitte um Kommentare, selbst an die Front. In der *Annalen*-Arbeit ist dann ein Hinweis auf die Verbesserung der Spektralgleichung durch seinen Schüler *Lenz* enthalten: „Auf die vorstehende geschlossene Form der Spektralgleichung bin ich durch einen Feldpostbrief von W. Lenz aufmerksam gemacht worden.“<sup>36</sup>

Wichtig für die Bestätigung der *Sommerfelds*chen Überlegungen war ein umfangreiches und exaktes experimentelles Material, und das stellte ihm der Spektroskopiker *Friedrich Paschen* (1865–1957), seit 1901 Ordinarius in Tübingen (ab 1924 Präsident der PTR), bereitwillig zur Verfügung. *Sommerfeld* hatte bereits mehrfach mit *Paschen* bezüglich experimenteller spektroskopischer Daten korrespondiert. Mitte Dezember 1914 erhielt *Sommerfeld* von *Paschen* auf seine Bitte hin eine Zusammenstellung aller *Zeeman*-Typen der I. Nebenserie der Dubletts und

34 Epstein, P., Anwendungen der Quantenlehre in der Theorie der Serienspektren. – In: Die Naturwissenschaften. 6(1918)17, S.230–253 (hier S.239).

35 Diese relativistische Betrachtung trug *Sommerfeld* auf der Sitzung der Bayerischen Akademie am 8.Jan.1916 vor. – *Sommerfeld*, A., Die Feinstruktur der Wasserstoff- und der Wasserstoff-ähnlichen Linien. – In: Sitzungsberichte der Kgl. Bayerischen Akademie der Wissenschaften. Math.-Phys. Klasse 1915, S.459–500.

36 *Sommerfeld*, A., Zur Quantentheorie der Spektrallinien. – In: *Annalen der Physik*. 4.F. 51(1916)1, S.1–94 & 51(1916)2, S.125–167 (hier S.54) (eingegangen 5.7.1916) – Auch AS-GS III

Triplets (gemessen von E. Back und S. Popow).<sup>37</sup> Paschen bot dabei weiteres Material an, Sommerfeld teilte im Gegenzug seine theoretischen Überlegungen mit. Paschen antwortete darauf: „Inzwischen sind an anderen Gebilden genaue Messungen gemacht, und ich glaube, dass Ihre Formeln bis auf die Zahlencoefficienten auch da brauchbar sind.“<sup>38</sup>

So ging es jetzt etwa ein Jahr lang weiter – eine Reihe von Briefen Paschens an Sommerfeld aus dieser Zeit sind erhalten – und wir können daran relativ genau verfolgen, wie sich Sommerfelds Gedanken ordneten und er andererseits bei Paschen immer neue Messungen gezielt anregte – also eine fast „bilderbuchmäßige“ kommunikative Wechselbeziehung von theoretischer und experimenteller Arbeit.

Hier sei nur noch kurz aus einigen Briefen zitieren, die kurz nach Sommerfelds oben erwähntem Akademievortrag gewechselt wurden, weil sie noch einmal den Kern dieses Gedankenaustausches beleuchten. So schrieb Paschen am 27.12.1915: „Die Ergebnisse Ihrer Theorie, welche Sie mittheilen, sind sehr bestechend. Ich halte Ihre Ansicht für wahrscheinlicher als meine. [...] Die Unstimmigkeiten in den Messungen an Linien, die frei von Stark-Effect zu sein scheinen, besteht darin, dass Rydberg's oder Bohr's Formel nicht strenge gilt. [...] Es kann also wohl sein, dass irgend ein constanter Fehler die Messungen stört. Welche der 2 Wasserstofflinien befolgt denn nach Ihrer Theorie obiges Gesetz von Rydberg und Bohr? [...]“<sup>39</sup>

Darauf antwortet Sommerfeld am 29.12.1915:

„Lieber Herr College!

Es freut mich sehr, dass auch Sie einmal etwas fragen und dass ich etwas antworten kann.

Die Formel für das Balmerpektrum lautet mit Rücksicht auf die Relativität – nach Bohr; meine Theorie stimmt hinsichtlich der Kreisbahnen mit Bohr überein und sagt neues nur hinsichtlich der Ellipsenbahnen aus – [es folgen die entsprechenden Formelableitungen – HK]. [...] Es ist wohl nicht ausgeschlossen, dass die Art der Messung etwas ausmacht.“<sup>40</sup>

Auf einer Postkarte vom 30.12.1915 teilt Paschen dann einige neue Messungen mit und vermerkt zum Schluß: „[...] Also wäre die „Unstimmigkeit“ theoretisch gefordert! Es geht doch nichts über eine feine Theorie! Diese kleinen Differenzen experimentell sicher zu stellen, wäre sehr schwer. Es würden immer Zweifel bleiben. Jetzt aber sind sie mit einem Mal sehr wahrscheinlich.“<sup>41</sup>

37 Paschen an Sommerfeld am 15.12.1914. [Deutsches Museum – HS 1977–28/A253]

38 Paschen an Sommerfeld am 21.12.1914. [Deutsches Museum – HS 1977–28/A253]

39 Paschen an Sommerfeld am 27.12.1915. [Deutsches Museum – HS 1977–28/A253].

40 Sommerfeld an Paschen am 29.12.1915 (offenbar Briefentwurf) [Deutsches Museum – HS 1977–28/A253]. – Am Schluß ist mit Bleistift vermerkt: Statt 1 bei Bohr und 5 bei mir muß es heißen 2,3 nach Paschen.

Diese Diskussion in Briefen setzte sich in den folgenden Wochen fort und führte ganz offensichtlich mit weiteren Beiträgen von *Lenz*, *Epstein*, *Schwarzschild* und anderen zu der Überarbeitung von *Sommerfelds* Akademievortrag für die *Annalen der Physik*,<sup>42</sup> die dann das Einreichungsdatum 5. Juli 1916 trägt<sup>43</sup> und mit der quasi aus der *Bohrschen* Atomtheorie die *Bohr-Sommerfeldsche* Quantentheorie wurde, die gewissermaßen die Krönung der älteren Quantentheorie darstellte, bis dann zehn Jahre später mit der Quantenmechanik nochmals ein grundlegend neuer Denkschritt in der Physik erfolgte.<sup>44</sup>

*Sommerfeld* hielt im Wintersemester 1916/17 – also im direkten Anschluß an seine *Annalen*-Arbeit – eine Vorlesung, die im Vorlesungsverzeichnis angekündigt wurde als „Neuere experimentelle und theoretische Fortschritte in der Atomistik und Elektronik (populär, ohne mathematische Entwicklungen) Mo 6–7“. Später bemerkte er dazu, daß bei der Vorlesung mehrere chemische und medizinische Kollegen als Zuhörer anwesend waren, die auf eine Veröffentlichung drangen, die auch dem Nichtfachmanne ein Verständnis des Atominnern ermöglichen sollte.<sup>45</sup>

An *Einstein* schrieb er im Juni 1918: „Ich schreibe seit 14 Tagen ein populäres Buch über «Atombau u[nd] Spektrallinien», im Text für Chemiker, in den Zusätzen auch für Physiker.“<sup>46</sup> Und so entstand in der Folge bis 1919 sein umfassendes Werk

41 Paschen an Sommerfeld am 30.12.1915 [Deutsches Museum – HS 1977–28/A253].

42 In der Einleitung [In: *Annalen der Physik*. 4.F. 51(1916)1, S.3] spricht Sommerfeld dabei ausdrücklich folgenden Dank aus: „Bei der numerischen und graphischen Untersuchung der Röntgenspektren hat mich Hr. K. Glitscher aufs sorgsamste unterstützt. Hrn. Kollegen Paschen, mit dem ich seit längerer Zeit in regem Gedankenaustausch stehe, möchte ich herzlich danken für die stete Bereitwilligkeit, mit der er mir seine Messungs- und Rechnungsergebnisse zur Verfügung gestellt hat, und für die unschätzbare Förderung, die er meiner Theorie durch seine Experimentierkunst geleistet hat.“

43 Paschen schickte sein Manuskript mit den Meßergebnissen zu Bohrs Heliumlinien am 30.6.1916 an die *Annalen* (Paschen an Sommerfeld am 30.6.1916 [Deutsches Museum – HS 1977–28/A253]). – Vgl. dazu auch die Überlegungen im Brief vom 6.2.1916.

44 Es sei darauf verwiesen, daß ein großer Teil des Sommerfeldschen Briefwechsels seit Ende 1997 im Internet (<http://www.lrz-muenchen.de/~Sommerfeld/>) zugänglich ist. Die entsprechende Datenbank wird von einer Arbeitsgruppe unter Leitung von Michael Eckert im Rahmen eines DFG-Projektes erstellt und bearbeitet. In Anknüpfung an den Themenschwerpunkt dieses Jahrbuches soll mit diesem Verweis auf eine Möglichkeit der digitalen Datenbereitstellung aus Archiven hingewiesen werden. Andere Beispiele für die digitale Aufbereitung wissenschaftshistorisch relevanten Materials sind etwa über die Homepage des Max-Planck-Instituts für Wissenschaftsgeschichte in Berlin zugänglich (<http://www.mpiwg-berlin.mpg.de/>).

45 Sommerfeld, A., *Atombau und Spektrallinien*. Braunschweig: Vieweg 1919, S. V.

46 A.Einstein – A.Sommerfeld Briefwechsel. Hrsg. v. A. Hermann. Basel/Stuttgart: Schwabe 1968, S.50. – Es war dies ein privater Ergänzungsbrief zu einem offiziellen Brief an Einstein als dem amtierenden Vorsitzenden der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG), in dem Sommerfeld die Wahl zum neuen Präsidenten der DPG angenommen hatte.

„Atombau und Spektrallinien“, das erstmals 1919 erschien und in rascher Folge mehrere Auflagen mit Überarbeitungen und Erweiterungen in Umfang und Inhalt erlebte, die zugleich die Dynamik in der Entwicklung der Auffassungen zu dieser Thematik in den folgenden 10 Jahren widerspiegeln. Nach der 4. Auflage (1924) schrieb Paschen an ihn: „Ihr Werk ‚Atombau und Spektrallinien‘ ist die Bibel des praktischen Spektroskopikers. Sie haben uns deutschen Physikern durch dieses Buch die Kenntnisse vermittelt, die wir Praktiker uns niemals neben unserer Arbeit hätten aneignen können.“<sup>47</sup>

Die Bezeichnung als „Bibel“ des Spektroskopikers oder Atomphysikers wurde bald zu einem geflügelten Wort für *Sommerfelds* Werk, damit seine allgemeine Bedeutung für die damalige Physik symbolisierend.<sup>48</sup> Im Grunde hat die *Sommerfelds*che Arbeit dieser Jahre das *Bohrs*che Atommodell erst zu einer praktikablen Theorie gemacht. Und wenn die genannten Abhandlungen auch allein *Sommerfelds* Arbeit sind, so zeigt die Darstellung doch eindringlich, daß sie nur im Rahmen einer intensiven Kommunikation entstehen konnte, die in diesem Falle über große Strecken brieflich geführt wurde.

Eine wichtige Rolle spielten dabei aber auch die Lehre und die Diskussion in Kolloquien, und man darf dabei nicht vergessen, daß ein gewichtiger Teil davon unter den Bedingungen des 1. Weltkrieges stattfand. Die Bedeutung des Münchener Mittwochskolloquiums wurde bereits angedeutet. Hier nun noch ein Wort zur Rolle seiner Schüler. Es wurde schon darauf hingewiesen, daß eine Reihe seiner Schüler in die Diskussionen vor und während des Krieges auf verschiedene Weise einbezogen waren – insbesondere *Debye*, *Epstein*, *Ewald* und *Lenz*. Aber zahlreiche Doktoranden und Assistenten arbeiteten zu jener Zeit auch noch auf anderen Gebieten – so insbesondere zur Nachrichtentechnik (elektromagnetische Wellenausbreitung).

*Sommerfeld* konnte zu Recht stolz auf die Leistungen seiner „jungen Leute“ sein, und nach dem 1. Weltkrieg widmete er sich noch stärker dem Nachwuchs. Inzwischen war er über 50 Jahre alt und nach den allgemeinen Erfahrungen der Physik vielleicht doch schon etwas zu alt, um auf diesem Gebiet noch selbst Originelles hervorzubringen – auch angesichts der Tatsache, daß nun die „neue Physik“ mit Macht in Richtungen drängte, die dem eher konservativen Denker

47 Paschen an Sommerfeld am 27.1.1925 [Deutsches Museum, NL 89, Karton 012]

48 Laue, M.v., *Sommerfelds Lebenswerk*. – In: *Die Naturwissenschaften*. 38(1951)22, S.513–518 (hier S.517). – Vgl. auch Meyenn, K. v., *Sommerfeld als Begründer einer Schule der Theoretischen Physik*. – In: *Naturwissenschaft und Technik in der Geschichte*. Hrsg. v. H. Albrecht. Stuttgart: GNT-Verlag 1993, S.241–261 (hier S.257). – Vgl. auch: Arnold Sommerfeld zum 80. Geburtstag. In: *Physikalische Blätter*. 4(1948)11/12, S.457–459 (hier S.458: „... das Buch der Bücher des Quantenphysikers“.).

weniger behagten. Doch gebührt ihm gerade in diesem Zusammenhang das Verdienst, eine Reihe junger Leute so ausgebildet und geleitet zu haben, daß sie diese neue Entwicklung entscheidend mit beeinflußten, wie etwa seine „Muster- bzw. Meisterschüler“ Werner *Heisenberg* (1901–1976) oder Wolfgang *Pauli* (1900–1958). Anlässlich *Sommerfelds* 60. Geburtstag im Jahre 1928 bemerkte Max *Born* in seinem „Sommerfeld als Begründer einer Schule“ betitelten Aufsatz:

„Wie *Sommerfeld* es macht, aus der großen Schar der Hörer in den Vorlesungen und der Teilnehmer an den Übungen mit Sicherheit die Talente herauszugreifen, habe ich leider nicht durch eigne Anschauung erfahren. Aber [...] besonders aus dem berühmten Buche ‚Atombau und Spektrallinien‘ kann man ‚theoretisch‘ konstruieren, wie sein Unterricht beschaffen sein muß. Da ist vor allem eine glashelle Klarheit. Erst kommt die Beschreibung der empirischen Tatsachen, nicht zu viele Einzelheiten, dafür aber wohl geordnete und übersichtliche Angaben. Dann führt eine einfache Abstraktion zum theoretischen Ansatz, der plötzlich als mathematisches Problem dasteht. [...] Aber diese große Kunst des Dozierens würde nichts nützen, wenn nicht der Zauber der Persönlichkeit hinzukäme [...] Der Schauplatz dieses Vorgangs ist das Seminar, wo durch geschickt gestellte Aufgaben der Scharfsinn der Schüler erprobt, ihr Ehrgeiz geweckt und ihre Begeisterung geschürt wird. Da tauchen die ‚Wunderkinder‘ auf, die schon in den ersten Semestern Enzyklopädieartikel über die schwierigsten Teile der theoretischen Physik schreiben oder mit wichtigen Entdeckungen von neuen Gesetzmäßigkeiten der Spektren hervortreten.“<sup>49</sup>

Bei der Verleihung der *Oersted*-Medaille der American Association of Physics Teachers (1948) faßte deren Vorsitzender verschiedene Meinungen zu den Gründen dieser Wirksamkeit zusammen: „[...] er zeigte nie eine autoritative Haltung in wissenschaftlichen Diskussionen [...] er betonte die Probleme und Schwierigkeiten, anstatt sie wegzuerklären. Er ließ einen fühlen, daß Wissenschaft etwas Lebendiges ist und daß auch ein Anfänger ein nützliches Mitglied dieses Organismus sein kann [...] Er wägt sorgfältig Bedürfnisse und Fähigkeiten seiner Schülerschaft ab und paßt daran die Präsentation seines Gegenstandes an.“<sup>50</sup>

A. *Hermann* setzt die drei wohl bedeutendsten deutschen theoretischen Physiker im ersten Drittel unseres Jahrhunderts in folgenden Vergleich: „Einstein war das Genie, Planck die Autorität und Sommerfeld der Lehrer.“<sup>51</sup> *Sommerfeld* beschreibt in seiner Autobiographischen Skizze sein Anliegen mit den folgenden Worten: „Ich habe von Anfang an dahin gestrebt und habe es mich keine Mühe verdrießen lassen,

49 Born, M., Sommerfeld als Begründer einer Schule. – In: Die Naturwissenschaften. 16(1928)49, S.1035–1036 (hier S.1035).

50 Arnold Sommerfeld – Recipient of the 1948 Oersted Medal. – In: American Journal of Physics. 17(1949), S.312–314 (hier S.314).

51 Hermann, A., Weltreich der Physik – Von Galilei bis Heisenberg. Esslingen: Bechtle 1981, S.321.

in München durch Seminar- und Colloquiumbetrieb eine Pflanzstätte der theoretischen Physik zu gründen.“<sup>52</sup>

*Heisenberg* schrieb in diesem Sinne im Februar 1929 an *Sommerfeld*: „[...] hoffentlich halten Sie noch lange ein Erziehungsheim für Physikalische Babys wie für Pauli und mich seinerzeit!“<sup>53</sup>

Eine Liste seiner Schüler geht über die Zahl 50 hinaus (Tafel 2),<sup>54</sup> wobei es ja immer schwierig ist genau zu bestimmen, nach welchen Kriterien das Schülerverhältnis zu bestimmen ist. Wir können dabei drei Gruppen unterscheiden; zunächst seine Assistenten und Doktoranden bis 1914, die zu verschiedenen *Sommerfeld* mehr oder weniger interessierenden Themen arbeiteten, dann die Zeit von 1914 bis 1924, in der Doktoranden und Mitarbeiter verstärkt in die quantentheoretische Ausarbeitung und Anwendung seiner Atomtheorie einbezogen wurden, und schließlich die Zeit bis zu seiner Emeritierung 1938 – wobei die politische Zäsur

Tafel 2: *Schüler Sommerfelds (Auswahl; NP – Nobelpreisträger)*

Bechert, Karl	(1901–1981)	
Bethe, Hans	(1906–)	NP Physik 1967
Brillouin, Léon	(1889–1969)	
Condon, Edward U.	(1902–1974)	
Debye, Peter	(1884–1966)	NP Chemie 1936
Epstein, Paul S.	(1883–1966)	
Ewald, Peter Paul	(1888–1985)	
Fröhlich, Herbert	(1905–1991)	
Fuess, Erwin	(1893–1970)	
Heisenberg, Werner	(1901–1976)	NP Physik 1932
Heitler, Walter	(1904–1981)	
Hondros, Demetrius	(1882–1962)	

52 AS-GS IV, S.673–682 (hier S.677).

53 Zit nach Eckert (1984), a.a.O., S.114.

54 Vgl. u.a. Eckert (1984), a.a.O., S.111–112 sowie Chramov, Ju. A., *Naučnye školy v fizike*. Kiev: Naukova dumka 1987 (darin über Sommerfeld S.117–130).

Hönl, Helmut	(1903–1981)	
Kossel, Walter	(1888–1956)	
Landé, Alfred	(1888–1975)	
Laporte, Otto	(1902–1971)	
Lenz, Wilhelm	(1888–1957)	
Pauli, Wolfgang	(1900–1958)	NP Physik 1945
Pauling, Linus	(1901–1994)	NP Chemie 1954 + Frieden 1962
Peierls, Rudolf	(1907–1995)	
Rabi, Isidor I.	(1898–1988)	NP Physik 1944
Rogowski, Walter	(1881–1947)	
Rubinowicz, Wojciech	(1889–1974)	
Seeliger, Rudolf	(1886–1965)	
Unsöld, Albrecht	(1905–1995)	
Welker, Heinrich	(1912–1981)	
Wentzel, Gregor	(1898–1978)	

von 1933 von Einfluß ist –, in der er seine Schüler, die nun auch einen größeren Anteil von Hörern oder Forschungsstudenten einschließen, die nur für ein oder zwei Semester zu ihm kamen (insbesondere auch aus den USA), zur Diskussion der neuen Quantenmechanik anleitet, vor allem vom Standpunkt der *Schrödingerschen* Wellenmechanik aus, die seinem konservativen Denken näher stand als die von seinen Schülern *Heisenberg* und *Pauli* wesentlich mitgestaltete Variante der Matrizenmechanik. Letztere Tatsache wird übrigens deutlich auch dadurch belegt, daß er 1929 seinem „Atombau und Spektrallinien“ einen ausdrücklich als „Wellenmechanischer Ergänzungsband“ betitelten Teil hinzufügte. – Nach *Born* waren 1928 10 ordentliche Professuren der theoretischen Physik im deutschsprachigen Raum mit *Sommerfeld*-Schülern besetzt – das war etwa ein Drittel der bestehenden Theorie-Professuren.<sup>55</sup>

55 Born, M., Sommerfeld als Begründer einer Schule. – In: Die Naturwissenschaften. 16(1928)49, S.1035–1036 (hier S.1035).

Wenn man von der eigentlichen *Sommerfeld*-Schule spricht, so ist in der Regel jene Zeit nach dem 1. Weltkrieg bis zum Beginn der Nazi-Diktatur gemeint, in der *Sommerfeld* seine jungen Leute nun gezielt auf die weitere Ausarbeitung der Quantentheorie und später der Quantenmechanik ansetzte.

Zum Erfolg der *Sommerfeld*-Schule gehört neben der Leistung der Schüler auch das Bemühen des Lehrers um geeignete Anstellungen für seine Schüler, und darin war *Sommerfeld* ebenfalls sehr aktiv – hierin hatte er viel von seinem Lehrer *Klein* gelernt. Das ging aber hinter den Kulissen durchaus soweit, daß er mehr als nur sanften Druck auszuüben bereit war. So schrieb er – in diesem Falle bezüglich einer Mathematikerberufung in München – beispielsweise an *Klein*: „Ich will als Nachfolger von Pringsheim Herglotz haben [...] Dagegen scheinen die drei Mathematiker [der Münchner Fakultät – H.K.] sich auf Perron geeinigt zu haben. Ich habe schon Hilbert um ein Gutachten pro Herglotz und Weyl und contra Perron und Faber gebeten [...]“<sup>56, 57</sup>

56 Zit. nach Benz, U., Arnold Sommerfeld., a.a.O., S.127.

57 Vorstehende Ausführungen knüpfen an einen früheren Aufsatz des Verfassers unter dem Titel „Er schrieb eine Physiker-Bibel – Arnold Sommerfeld zum 125. Geburtstag“ [Physik in der Schule 31(1993)12, S. 438–442] sowie an Studien des Verfassers im Rahmen eines Projektes zur Geschichte der frühen Quantentheorie am MPI für Wissenschaftsgeschichte an.



KARLHEINZ LÜDTKE

## Theoriebildung und interdisziplinärer Diskurs – dargestellt am Beispiel der früheren Geschichte der Virusforschung

### *Wissensentwicklung und der Wandel von Institutionen*

Innovationsprozesse lassen sich, Schulz-Schaeffer et al.<sup>1</sup> folgend, als Problem der Etablierung und Aufrechterhaltung „intermediärer Kooperation“ zwischen heterogenen Akteuren auffassen. Sie untersuchten dies am Beispiel innovationsbezogener Kooperationsbeziehungen zwischen akademischer Forschung und Industrie. Mit „intermediärer Kooperation“ sind solche Interaktionsprozesse gemeint, die die Grenzen vorfindlicher Formen der sozialen Organisation von Austauschbeziehungen überschneiden, Prozesse also, die sich der Kontrolle etablierter Institutionen entziehen, worin sich eine Tendenz zur Entdifferenzierung derselben und zur Herausbildung neuer Institutionen ausdrückt. In diesem Sinne werden Neuerungsprozesse auch von Rammert verständlich gemacht: „The success of an innovation project also depends on the co-ordination of actors from different institutional fields. Some technology projects can only win in the conflict arena, if the actors in the field are able to mobilize actors from the other fields and to build a reliable network between them“<sup>2</sup>. Mulkay hebt hervor, daß wissenschaftliche Innovationen durch eine „offene Sozialstruktur“ der Organisation begünstigt würden, die ver-

- 1 Schulz-Schaeffer, I. / Jonas, M. / Malsch, Th., Intermediäre Kooperation zwischen akademischer Forschung und Industrie: ein innovationssoziologischer Ansatz. – In: 27. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Soziologie – Gesellschaften im Umbruch: Sektionen und Arbeitsgruppen. Hrsg. v. H.Sahner und St.Schwendtner. Opladen: Westdeutscher Verlag 1995, S. 613–618.; Schulz-Schaeffer, I. / Jonas, M. / Malsch, Th., Innovation reziprok – Intermediäre Kooperation zwischen akademischer Forschung und Industrie. – In: Technik und Gesellschaft. Jahrbuch 9. Frankfurt am Main: Campus 1997, S. 91–127.
- 2 Rammert, W., New Rules of Sociological Method: Rethinking Technology Studies. – In: British Journal of Sociology. 18(1997)2, S. 171–191, S.183; s. a. Rammert, W., Innovation im Netz. Neue Zeiten für technische Innovationen: heterogen verteilt und interaktiv vernetzt. – In: Soziale Welt. Zeitschrift für sozialwissenschaftliche Forschung und Praxis. 48(1997)4, S. 397–415, S. 409.

schiedene Ausgangspunkte vereinigte (während sich normale Wissenschaft am effektivsten in zentralisierten Organisationen entfalte). In ihr trafen unterschiedliche Ideen aufeinander, es komme zu einer „wechselseitige(n) Befruchtung“ bzw. zu einer „Wechselwirkung verschiedener kognitiv-normativer Rahmen“, wodurch Neuerungen erst möglich würden<sup>3</sup>. Am Anfang von Institutionalisierungsprozessen, so Edge und Mulkay<sup>4</sup>, bestünden „flüchtige Netze“ von Beziehungen, die „eine Hauptrolle ... bei wissenschaftlicher Innovation spielen.“

Daß die Entwicklung neuen wissenschaftlichen oder technisch-technologischen Wissens in einem wesentlichen Zusammenhang mit Prozessen der Neubildung von Kommunikations- und Kooperationsstrukturen über Disziplin- bzw. institutionelle Grenzen hinweg steht, ließ sich auch durch wissenschaftshistorische Fallstudien belegen. Studien liegen u.a. von Gaudillière und Babkov vor. Gaudillière behandelt die Entwicklungsgeschichte der Molekularbiologie und beschäftigt sich insbesondere mit den Beziehungen zwischen Molekularbiologie und Biochemie in Frankreich. Die Geschichte soll zwei Phasen durchlaufen haben: „First, a phase of slow hybridization of heterogenous cultures took place in local settings during the 1940s and early 1950s. This first stage was followed in the late 1950s and 1960s, by a phase of rapid growth planned by state research agencies.“ Gaudillière geht es u.a. darum, „to examine the relations between molecular biologists and biochemists in the 1960s as interactions between actors living in different but connected social worlds“<sup>5</sup>. Babkov rekonstruiert die Geschichte der Herausbildung einer wissenschaftlichen Schule in Moskau in den 20er Jahren, die sich auf dem Gebiet der Populationsgenetik hervortat und deren Anhänger Zoologen und Botaniker waren.<sup>6</sup> Babkov beschreibt diesen Prozeß als Vorgang, der zugleich ein Prozeß der Entwicklung der Organisationsform der Wissenschaftlerbeziehungen war, des Leh-

- 3 Mulkay, M.J., Conformity and Innovation in Science. – In: *The Sociological Review*. Monograph 18, ed. by P. Halmos. Keele University 1972, S. 140.
- 4 Edge, D.O. / Mulkay, M.J., Fallstudien zu wissenschaftlichen Spezialgebieten. – In: *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*. Sonderheft Wissenschaftssoziologie. (1975)18, S. 197–230, S. 200.
- 5 Gaudillière, J.-P. , Molecular Biologists, Biochemists, and Messenger RNA: The Birth of a Scientific Network. – In: *Journal of the History of Biology*. 29(1996), S. 417–445, S. 419.
- 6 Eine zentrale Rolle in dieser Schule spielte der Genetiker Sergei S. Chetverikov. Ihm und seinen Mitarbeitern Theodosius Dobzhansky, Nikolai V. Timoféeff-Ressovsky, N.P. Dubinin u.a. war es mit Hilfe von Züchtungsversuchen an *Drosophila* gelungen, größere Einsichten in Erbgesetzmäßigkeiten von Mutanten zu erlangen. Es ließ sich überdies auch Genaueres über die Wechselwirkungen von Gen und genotypischem Milieu sowie von Gen und dem Erscheinungsbild seiner Mutante aussagen. Die Entwicklung der Schule hatte wesentlichen Einfluß auf die Herausbildung der Lehre von der Mikroevolution, in der Erkenntnisse der Genetik, Biogeografie, Systematik sowie Erkenntnisse zum Genfonds von Kulturpflanzen und ihren wildwachsenden Vorfahren zusammengeführt werden konnten.

rer-Schüler-Verhältnisses, der Formen wissenschaftlicher Kommunikation und des Wissenschaftler austausches über Ländergrenzen hinweg<sup>7</sup>. Die anfängliche Geschmeidigkeit der Organisation der Beziehungen in der Schule, die informellen, vorherrschend direkt persönlichen Charakter trugen<sup>8</sup>, sei eine Bedingung dafür gewesen, daß ein qualitativer wissenschaftlicher Fortschritt eingetreten sei, gefolgt von der Institutionalisierung<sup>9</sup>. Aus dem Prozeß, der zur Institutionalisierung führte, resultierte zugleich die „Kanonisierung“ des neuen Wissens<sup>10</sup>. Seinen Angaben zufolge etablierten sich in der Sowjetunion seinerzeit mehrere Zentren, die auf dem Felde der Populationsbiologie arbeiteten, ohne daß deren Zusammenwirken einheitlich und von einer zentralen Warte aus gelenkt worden wäre.

Hier stellt sich die Frage, wie Wissenschaftler unter der Bedingung neue Institutionen bilden können, daß sie ja schon bestehenden und notwendigerweise zum Konservatismus neigenden Institutionen (Gemeinschaften) angehören. Neuerungsprozesse, die in einem wesentlichen Sinne Prozesse der Institutionalisierung sind, welche sich als Objektivierungsprozesse von Wissen auffassen lassen<sup>11</sup>, können nur anlaufen, wenn es etwas gibt, das überkommene Institutionen und mit ihnen überlieferte Wissensbestände destruiert. Eine solche Wirkung schreiben wir Prozessen zu, die eintreten, wenn es zu „Anomalien“ in der Forschung kommt, von Krüger treffend als „wissenschaftlich heimatlose und darum allemal interdisziplinäre Probleme“<sup>12</sup> umschrieben. Sie kommen auf, wenn Phänomene entdeckt werden, die sich nach Maßgabe des überlieferten theoretischen Wissens jener Disziplin, der die Entdecker angehören, nicht erklären lassen, weswegen auf Begriffe und Konzepte anderer Disziplinen zurückgegriffen wird, um die Erklärungskrise beizulegen. Und davon können die gegebenen institutionellen Strukturen nicht unberührt bleiben<sup>13</sup>. Mit dem Rückgriff auf Erklärungsressourcen ande-

7 Babkov, V.V., *Moskovskaja shkola evol'juzionnoj genetiki*. Moskva: Isdatelstvo Nauka 1985, S. 12, 13, 48.

8 Ebd., S. 26, 191, 192.

9 Ebd., S. 152 ff.

10 Ebd., S. 160.

11 Zucker, L.G., *The Role of Institutionalization in Cultural Persistence*. – In: *The New Institutionalism in Organizational Analysis*. Hrsg. v. W.W. Powell / P.J. DiMaggio. Chicago / London: University of Chicago Press 1991, S. 83–107, S. 85ff.; Giddens, A., *Die Konstitution der Gesellschaft. Grundzüge einer Theorie der Strukturierung*. Frankfurt a.M. / New York: Campus 1992, S. 223ff.; Vollmer, H., *Die Institutionalisierung lernender Organisationen. Vom Neoinstitutionalismus zur wissenssoziologischen Aufarbeitung der Organisationsforschung*. – In: *Soziale Welt*. 47(1996)3, S. 315–343, S. 316ff.

12 Krüger L., *Einheit der Welt – Vielheit der Wissenschaft*. – In: *Interdisziplinarität. Praxis, Herausforderung, Ideologie*. Hrsg. v. J.Kocka. Frankfurt a.M.: Suhrkamp 1987, S. 106–125, S. 118ff.

13 s. Lüdtkke, K., *Wissensentwicklung und Interdisziplinarität. Wie Phänomene in interdisziplinärer*

rer Disziplinen wenden sich die Forscher nicht nur an ihre Fachgenossen, sondern auch an verschiedene Adressatenkreise außerhalb ihrer eigenen community. Sie überschreiten die Grenzen der angestammten Disziplin und stellen diese als ein zu autonomer Evaluierung von Forschungsbeiträgen und zu autarker Problemerzeugung fähiges Unternehmen in Frage. Und damit werden Ausgangspunkte für neue Institutionalisierungsprozesse geschaffen.

Daß in der Wissenschaft immer wieder neue und unvermutete Effekte entdeckt und neue Theorien aufgestellt werden, ist unter Berücksichtigung dessen zu erklären, daß Forschungstätigkeit in der Regel von gegebenen Theorien und Methoden einer Disziplin instruiert wird. Die Forschungsergebnisse, die erzielt werden, führen in einem bestimmten Maße wieder auf diese Voraussetzungen zurück, so daß auch die überkommenen Formen, in denen Forscher regulär – als Mitglieder einer Disziplin, eines Spezialgebietes, einer wissenschaftlichen Einrichtung – zusammenarbeiten, im wesentlichen erhalten bleiben. Die Entstehung von wissenschaftlich Neuem muß in etwas verwurzelt sein, das einen solchen Kreisprozeß aufbricht, das Reproduktionsfehler erzeugt, die sich nicht kompensieren lassen. Es ist der Reproduktionsprozeß selbst, der solche Fehler bewirkt, und zwar im Ergebnis von Anstrengungen, das Bestehende zu vervollkommen, zu sichern und die Geltung des überlieferten Wissens auszudehnen, also im Ergebnis der Intensivierung und Erweiterung der Reproduktion. Dieser Prozeß führt unvermeidlich zu Veränderungen technischer Bedingungen (zu deren Spezialisierung, Verfeinerung), so daß sich dann bei deren Anwendung auch andere (nicht intendierte) Reaktionsmöglichkeiten der Forschungsobjekte realisieren, was zu Kompensationsanstrengungen nötigt, um das überlieferte Wissen zu bewahren. Doch im weiteren stellen sich Umstände ein, die sich nicht mehr in Erhaltungsbedingungen überkommenen Wissens transformieren lassen, wovon auch die überkommenen institutionellen Strukturen in Frage gestellt werden.

Wissenschaftlicher Fortschritt erfordere, wie es Dulbecco, ein führender Virengenetiker, ausdrückt, die „*gegenseitige* Befruchtung verschiedener Gebiete und die Bereitschaft der Forscher... von einem Gebiet zum anderen überzuwechseln, wenn sich die Möglichkeit oder die Notwendigkeit ergibt“<sup>14</sup>. Das kritische Ereignis für den Beginn einer solchen Entwicklung ist die *wechselseitige* Bezugnahme und Befruchtung unterschiedlicher Forschungskulturen überkommener Disziplinen.<sup>15</sup>

Kommunikation wissenschaftlich bedeutsam werden. – In: Journal for General Philosophy of Science. 26(1995), S. 93–117.

- 14 Dulbecco, R., Die Plaquetchnik und die Entwicklung der quantitativen tierischen Virologie. – In: Phagen und die Entwicklung der Molekularbiologie. Hrsg. v. J. Cairns / G. S. Stent / J. D. Watson. Berlin: Akademie-Verlag 1972, S. 273–277, S. 277; Hervorhebung von K.L.
- 15 In Anlehnung an Rammert ausgedrückt, der sich zur Entwicklungsgeschichte der Informations-

Wie es zu einer Wechselseitigkeit im hier gemeinten Sinne kommt, wird weiter unten anhand eines historischen Beispiels dargetan. Wir schildern den Fall, daß sich im frühen 20. Jahrhundert Virusforscher zur Bewältigung von Erklärungsproblemen der Virusforschung auf Konzepte der experimentellen Genetik und daß sich zugleich Genetiker zur Bewältigung von Problemen bei der Erklärung des Vererbungsgeschehens auf Konzepte der Virusforschung bezogen. Dieser Prozeß brachte die Beteiligten dazu, an das, was in der Forschungskultur der jeweils anderen Seite an Problemen, Auseinandersetzungen und Methodenentwicklungen stattfand, anzuschließen und es in der eigenen Forschungspraxis zu berücksichtigen, um die Entlehnung von in dieser Kultur entstandenen Konzepten auch empirisch zu verankern. So fand jede Seite für ihre Forschungsergebnisse Interessenten auf der anderen Seite, die ihrerseits auf ein Gegeninteresse an ihrer Arbeit stießen. Die wissenschaftlichen Anliegen, die die Akteure dieser und jener Seite verfolgten, blieben aber verschieden: Sowohl Virus- als auch Vererbungsforscher stellten eine Verknüpfung zwischen dem Virus- und dem Gen-Begriff her, zwischen Begriffen, die sich zuvor unabhängig voneinander herausgebildet hatten. Aber beide Seiten verfolgten deshalb kein gemeinsames Ziel. Den spezifischen professionellen Anliegen beider Seiten gemäß wurden die besagten Begriffe auch auf je besondere Weise miteinander assoziiert: Virusforscher sahen im Gen etwas Virusähnliches, Vererbungsforscher im Virus etwas Genähnliches. Als sich Virusforscher dem Gen-Begriff zuwandten, weil sie vermuteten, daß das Gen dem Virus ähnlich oder gar mit ihm identisch sei, taten sie dies, um sich die Natur des Virus verständlich zu machen und die noch offene Frage zu beantworten, ob das Virus etwas Lebendiges oder nur eine chemische Substanz sei. Genetiker hingegen stellten einen Zusammenhang zwischen „Virus“ und „Gen“ her, weil sie im Virus etwas

und Kommunikationstechnologien äußert: „Das kritische Ereignis für die Entstehung eines neuen Typs von Technologie war ... die wechselseitige Bezugnahme von zwei unterschiedlichen Forschungskulturen und der sie tragenden Gruppen: die Wissenschaftskultur der Quantenphysik und modernen Mathematik ... und die Ingenieurkultur der Nachrichten- und Fernmeldetechnik ... Das darf man nicht als sequentielle Beziehung in dem Sinne verstehen, daß die Nachrichtentechniker die mathematischen Theorien einfach anwandten oder daß die nachrichtentechnischen Probleme die Entwicklung der Mathematik bestimmten. Vielmehr handelte es sich dabei um einen reflexiven Bezug auf das, was in der jeweils anderen Forschungskultur vor sich ging. Entsprechend suchten die Akteure den Kontakt mit anderen Personen und Verfahrensweisen ..., immer jedoch dabei die Ziele der eigenen Forschungskultur verfolgend. Aus der immer dichter werdenden Kooperation, wie sie in den industriellen und universitären Laboratorien dann zunehmend organisiert wurde, ging das gemeinsam geteilte Modell technischer Kommunikation und Kontrolle hervor, das eine neue Generation von Technologien begründete“ (Rammert, W., Von der Kinematik zur Informatik. – In: Soziologie und künstliche Intelligenz. Produkte und Probleme einer Hochtechnologie. Hrsg. v. W. Rammert. Frankfurt a.M. / New York: Campus 1995, S. 65–110, S. 101).

sahen, das dem Gen ähnlich sei und sich deshalb als Modell dafür eignen könnte, die Prozesse zu analysieren, die die Gen-Wirkungen realisieren, um so den molekularen Grundlagen der Vererbung auf die Spur zu kommen.

In einer solchen Lage dominiert keine der beteiligten Seiten den Prozeß, keine Instanz gibt den Ton dafür an, wie er vorangetrieben werden soll, so daß sich die damit aufkommenden Koordinationsprobleme nur über ein Netzwerk (auf dem Wege von „Verhandlungen“) lösen lassen. Mit den wechselseitigen Bezugnahmen zur Bewältigung von disziplinintern entstandenen, aber nicht lösbaren Problemen entwickeln sich quer zu den institutionellen Barrieren Fachgrenzen überschreitende Netzwerke, unter deren Schirm sich normabweichende Vorstellungen und Vorgehensweisen entfalten und erproben lassen und aus deren Entwicklung dann neue Disziplinen bzw. wissenschaftliche Spezialgebiete hervorgehen. So läßt sich die Genese neuen Wissens zur Erzeugung von Fakten auf die Bildung von Strukturen sozialer Interaktion beziehen, die den Werdegang von Forschergemeinschaften bestimmt. Im folgenden beschränken wir uns jedoch darauf, das näher zu beleuchten, was wir als den Ausgangspunkt dafür skizziert haben, damit es zu solcherart Netzwerken kommt: Mit Blick auf einen Abschnitt der früheren Geschichte der Virusforschung fragen wir danach, welche Bedingungen wechselseitige Bezugnahmen zwischen verschiedenen Forschungskulturen – vor allem zwischen Virus- und Vererbungsforschung – ermöglichten, wobei die Wirkungen im Mittelpunkt stehen sollen, die sie für die Auseinandersetzung mit im Forschungsprozeß aufgekommenen Erklärungsproblemen hatten.

### *Die Entdeckung eines filtrierbaren Agens und die Formierung antagonistischer Parteien in der scientific community*

Die Geschichte des Virusbegriffs läßt sich als Beispiel zur Belegung der These verwenden, daß allgemeines („objektives“) wissenschaftliches Wissen nicht unvermittelt im Resultat der Ausreifung empirischen Wissens beim praktischen Umgang mit Forschungsgegenständen entsteht. Die Empirie steuerte auch nicht das Diskursverhalten der beteiligten Forscher in einer Weise, die Rivalitäten im Hinblick darauf ausschloß, wie die Natur des Virus zu begreifen war.<sup>16</sup> Größere Geschichtsabschnitte der empirischen Erforschung der Virusinfektionen enttäuschen den

16 Konsens geht im Verständnis der neuen Wissenschaftssoziologie aus einem Konstruktionsprozeß hervor. „Since the settlement of a controversy is the cause of Nature’s representation, not its consequence, we can never use this consequence, Nature, to explain how and why a controversy has been settled“ (Latour, B., Science in Action. How to Follow Scientists and Engineers through Society. Milton Keynes: Open University Press 1987, S. 258).

Betrachter, wenn er einen Prozeß fortwährender Vervollkommnung erwartet hatte, weil sie eher vom Zerfall dessen künden, worauf sich Forscher zur Erklärung der Natur infektiöser Erreger zuvor verständigt hatten, und der erst – wie weiter unten gezeigt wird – durch Einführung ganz neuer, aus Disziplinen außerhalb der Bakteriologie (wie der Genetik, der organischen Chemie und anderen Gebieten) herrührender Referenzaspekte des Forschungsprozesses von einer neuen konstruktiven Phase abgelöst werden konnte.

Das Virus gilt als eine aus Nukleinsäure und Protein bestehende biologische Einheit, als Komplex von Makromolekülen, deren genetisches Material entweder aus DNA oder RNA besteht und zu deren Replikation geeignete Wirtszellen anwesend sein müssen. Diese (hier unvollständig wiedergegebene) Definition unterscheidet sich merklich von jener, wie sie noch im frühen 20. Jahrhundert galt: Das Virus wurde als filtrierbarer, submikroskopischer und auf unbelebten Nährböden nicht kultivierbarer Erreger von Infektionskrankheiten bestimmt. In der ätiologischen Krankheitsforschung kamen noch zwei weitere Merkmale hinzu, die Vermehrungsfähigkeit im befallenen Organismus und die unbegrenzte Übertragbarkeit von einem empfänglichen Organismus auf einen anderen. Diese Definition läuft auf die verbale Manifestation einer spezifischen Forschungspraxis hinaus, indem sie den Erreger über dessen Reaktionen auf seinerzeit übliche bakteriologische Experimentierbedingungen erklärt, eine Definition, die sich einem Verständnis verweigert, daß sie der Startpunkt eines zum modernen Virusbegriff folgerichtig hinführenden Prozesses gewesen sein könnte, schon deshalb nicht, weil im modernen Viruskonzept Begriffe versammelt sind, die gar nicht in der Virusforschung entstanden sind und die seinerzeit, als sie von Virusforschern herangezogen wurden, selber noch Gegenstand wissenschaftlicher Kontroversen gewesen waren.

Die Virusforschung wurde gegen Ende des vorigen Jahrhunderts vom russischen Pflanzenphysiologen Ivanovskij<sup>17</sup> mit der Entdeckung eingeleitet, daß der Saft mosaikkranker Tabakblätter nach Filtration durch Porzellanfilter seine ansteckenden Eigenschaften bewahrte. Daß der Zellsaft im Experiment Filter passierte, ohne an Virulenz einzubüßen, warf sogleich folgenreiche Erklärungsprobleme für die Bakteriologie auf. Mit der Filtrationstechnik, die auf diesem Gebiet angewandt wurde, sollten ja die infektiösen Erreger aus Flüssigkeiten herausgesiebt werden, so daß auch nur sterile Filtrate zu erwarten waren, „Abfallprodukte“, die beim

17 Ivanovskij, D.I., O dvuch boleznyach tabaka. Tabačnaja pepliza. Mozaičnaja bolezn' tabaka. – In: Sel'skoje chozajstvo i lesovodstvo (St.Petersburg). CLXIX (1892)2, S. 104–121, s.a. Mozaičnaja bolezn' tabaka. Varshavskie Universitetskie Izvestija (Warschau). 5(1902), S. 1–48; 6(1902), S. 49–72 und Über die Mosaikkkrankheit der Tabakpflanze. – In: Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten. 13(1903)1, S. 1–41.

Hantieren mit infektiösem Material entstanden und deshalb keine Bedeutung zu haben schienen. Das Agens der Tabakmosaikkrankheit ließ sich überdies nicht auf künstlichen (leblosen) Nährböden kultivieren, wie es für die Züchtung von Reinkulturen geboten war und worin nach Koch der eigentliche „Schwerpunkt aller Untersuchungen über Infektionskrankheiten“<sup>18</sup> gesehen werden mußte.

Zur Natur dieser Erscheinung wurden von Anfang an ganz verschiedene Standpunkte vertreten. Gedacht wurde sie entweder als lösliche Substanz, als ein Enzym oder Ferment, als Eiweiße von hohem Molekulargewicht, die eine Reihe chemischer Prozesse überdauern können, ohne ihre Infektiösität zu verlieren (das heißt, die organische Stoffe ohne eigenes Leben darstellen), oder das Virus galt als besonders winzige Mikrobe. Auf eine lösliche Substanz oder ein Enzym schlossen vor allem Pflanzenpathologen. Die Geschichte ihres Faches brachte es mit sich, in erster Linie an chemische Verbindungen zu denken. Tier- und Humanpathologen, die enger an Bakteriologie und Zellehre gebunden waren, favorisierten das Mikrobkonzept.

Geleitet von der Annahme, daß Infektionen von Mikroben verursacht würden, suchte Ivanovskij nach Mikroorganismen, die klein genug wären, Filter zu passieren. Im Ergebnis mikroskopischer Studien bemerkte er in den Zellen kranker Blätter Einschlüsse und kristalline Ablagerungen in Form von farblosen Blättchen<sup>19</sup>, worin er den pathologischen Ursprung der Tabakmosaikkrankheit gefunden zu haben glaubte. In den kristallinen Einlagerungen präsentierte sich nach seiner Auffassung eine Reaktion der Zellen auf die Irritation, die von den Erregern hervorgerufen würde. In fixierten und gefärbten Zellen entdeckte er kleine amöbenähnliche Strukturen – von ihm „zooglea“ genannt –, die er für den kausalen Erreger der Tabakmosaikkrankheit hielt. Sie ließen sich aber nicht isolieren. Ivanovskij schlug vor, das Agens als einen sporenbildenden Mikroorganismus zu verstehen. Die Sporen, und nicht der Mikroorganismus selbst, seien filtrierbar. Damit wollte er die Infektiösität eines auf künstlichen Nährböden nicht kultivierbaren Filtrats erklären. Wenn die Sporen nur in lebenden Pflanzen oder allgemein nur unter optimalen Bedingungen keimen könnten, dann würde dies auch den Mißerfolg der Versuche erklären, die Mikrobe *in vitro* aus infektiösem Filtrat zu kultivieren. In Hitzeresistenz und Widerstand gegen Entfeuchtung sah Ivanovskij weitere Hinweise darauf, daß in den Filtraten Sporen sein könnten.

18 Koch, R., Zur Untersuchung von pathogenen Organismen. – In: Gesammelte Werke. Bd. 1. Leipzig: Thieme 1912, S. 112–163, hier S. 121–123.

19 Ivanovskij, D.I., *Izbrannye proizvedenija*, pod red. V.L. Ryzkova. Moskva: Gosudarstvennoje isdatelstvo medizinskoj literatury 1953, S. 109–110.

Daß bei der Untersuchung kranker Tabakblätter ein Filtrat anfiel, das dieser Erwartung zuwiderlief, bemerkte wenig später auch, ohne Ivanovskijs Entdeckung zu kennen, der Niederländer Beijerinck<sup>20</sup>. Auch ihm gelang es, die Krankheit mit Filtraten von kranken Pflanzen zu verbreiten. Nach erfolglosem Suchen anaerober Bakterien<sup>21</sup>, die den Filter passiert haben könnten (von denen man wußte, daß sie äußerst kleine, filtrierbare Sporen aufweisen)<sup>22</sup>, sowie dem Umstand folgend, daß sich mit dem Mikroskop keine korpuskulären Erreger erkennen ließen, betrachtete Beijerinck das Agens als einen lebendigen flüssigen Ansteckungsstoff (benannt als „contagium vivum fluidum“). Die Wasserlöslichkeit hielt er für ein Charakteristikum aller filtrierbaren Kontagien. Weil sich das Virus durch Filtration nicht dingfest machen ließ, konnte es nach seiner Auffassung nicht zellulärer Natur sein, woraus für ihn die Folgerung ziehen ließ, daß das Agens seinen Einfluß, um sich zu replizieren, in Lösungen ausübt.

Etwa zur gleichen Zeit hatte sich auch der amerikanische Pflanzenpathologe und Physiologe Wood<sup>23</sup> mit dieser Erscheinung befaßt, der zur Erklärung des Phänomens die Enzymforschung heranzog. Zum Gegenstand seiner Forschungen gehörte die Verfärbung von Chlorophyll, des grünen Farbstoffs in Pflanzenzellen. Wood vertrat die Auffassung, daß die Verfärbung der Blätter im Herbst als eine Wirkung oxidierender Enzyme dargetan werden könne. Bei gewissen Störungen wie der Tabakerkrankung, wo der Chlorophyllabbau deutlich erkennbar sei, könnten die Enzyme Oxidase<sup>24</sup> und Peroxidase<sup>25</sup> die Krankheitsursache sein. Wenngleich sich diese beiden Enzyme nicht filtrieren ließen, wechselten sie auf den zur Kultivierung verwendeten Nährboden (Agar) über. Woods war davon überzeugt, daß die Ursache der Mosaikkrankheit des Tabaks in der Pflanze selbst zu finden sei und nicht in einem exogenen Agens. Er beobachtete, daß wenn schnell wachsende Tabakpflanzen kurzgeschnitten werden, nachgewachsene Blätter wiederum Kennzeichen

20 Beijerinck, M.W., Über ein Contagium vivum fluidum als Ursache der Fleckenkrankheit der Tabakblätter. – In: Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten. Abt.II. (1899)5, S. 27–33.

21 Bei Abwesenheit von Sauerstoff (unter Luftausschluß) wachsende Mikroorganismen, die ihre lebensnotwendige Energie durch Gärung gewinnen. Bei unter anaeroben Bedingungen durchgeführter Atmung dienen anstelle von Sauerstoff anorganische Verbindungen als Wasserstoff-Akzeptoren.

22 Zudem stellte er fest, daß sich die Infektiösität durch einmalige Hitzezufuhr bereits auf einem solchen Niveau beseitigen ließ, bis zu dem Sporen noch nicht zerstört werden können.

23 Wood, A.F., The Destruction of Chlorophyll by Oxidizing Enzymes. – In: Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten. Abt. II. (1899)5, S. 745–754.

24 Enzyme, die den Sauerstoff aktivieren und Wasserstoff oder Elektronen unmittelbar auf molekularen Sauerstoff übertragen, wobei Wasser oder Wasserstoffperoxid gebildet wird.

25 Enzyme, die Substrate mit Wasserstoffperoxid oxidieren, wobei das Wasserstoffperoxid durch den von der zu dehydrierenden Substanz abgespaltenen Wasserstoff zu Wasser reduziert wird.

der Mosaikkrankheit entwickelten. Mit den Ergebnissen seiner Untersuchungen glaubte er, den Standpunkt rechtfertigen zu können, daß die Mosaikkrankheit des Tabaks gar nicht infektiöser Natur sei, sondern die Folge der Überproduktion gewisser pflanzeneigener Enzyme, die sich auch in erhöhter Menge in den kranken Tabakblättern nachweisen ließen

Eine wichtige Rolle für die weitere Virusforschung spielten die Arbeiten von Loeffler und Frosch über die Ätiologie der Maul- und Klauenseuche, die sie in den Jahren 1897 und 1898 publizierten. Sie stellten fest, daß Tiere, die mit aus Lymphe gewonnenen bakteriell sterilen Filtraten behandelt worden waren, ebenso erkrankten wie die mit nicht filtrierter Lymphe behandelten Kontrolltiere. Löffler und Frosch hatten zunächst erwartet, vielleicht so ein dem Diphtherietoxin ähnliches Gift zu gewinnen. Bakterien als Erreger der Maul- und Klauenseuche hatten sich nicht finden lassen. In bakteriell steriler Lymphe ließen sich wohl morphologische Elemente verschiedener Art finden. Doch konnten keine als Erreger anzusehende Gebilde nachgewiesen werden. Das überraschende Ergebnis, daß die Wirksamkeit der Lymphe durch die Filtration nicht beeinflußt wurde, ließ sich durch Versuche an zahlreichen Kälbern und Schweinen reproduzieren: Immer wieder konnte mit Blaseninhalt von an Maul- und Klauenseuche erkrankten Tieren, der durch Filterkerzen geleitet worden war, das gleiche Krankheitsbild bei damit infizierten Tieren erzeugt werden. Für die Erklärung dieses Phänomens sahen Löffler und Frosch zwei Möglichkeiten: Entweder enthielt die bakterienfrei filtrierte Gewebeflüssigkeit ein gelöstes, außerordentlich wirksames Gift, oder die nicht auffindbaren Erreger der Maul- und Klauenseuche waren so klein, daß sie die Poren eines (bakteriendichten) Filters, der die winzigsten bekannten Bakterien zurückhalten konnte, zu passieren imstande waren. Die Entdecker des filtrierbaren Agens der Maul- und Klauenseuche entschieden sich für die letztgenannte Möglichkeit. 1898 schrieben sie in einem Bericht der deutschen Kommission zur Erforschung der Maul- und Klauenseuche folgendes: „Wenn es sich durch die weiteren Untersuchungen der Kommission bestätigen sollte, daß die Filtratwirkungen, wie es den Anschein hat, in der Tat durch solche winzigsten Lebewesen bedingt sind, so liegt der Gedanke nahe, daß auch die Erreger zahlreicher anderer Infektionskrankheiten der Menschen und der Tiere, so der Pocken, der Kuhpocken, des Scharlachs, der Masern, des Flecktyphus, der Rinderpest usw., welche bisher vergeblich gesucht worden sind, zur Gruppe dieser aller kleinsten Organismen gehören“<sup>26</sup>.

26 Loeffler, F. / Frosch, P., Berichte der Kommission zur Erforschung der Maul- und Klauenseuche bei dem Institut für Infektionskrankheiten in Berlin. – In: Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten. Abt.I. (1898)23, S. 371–391, S. 371.

Die krankmachende Wirkung von Filtraten konnte in der Folgezeit noch bei etlichen anderen Infektionsarten belegt werden. Ende der 30er Jahre waren schon weit über 100 durch filtrierbare, aber mikroskopisch nicht nachweisbare Erreger hervorgerufene Krankheiten bekannt<sup>27</sup>, ohne daß man sich mit der Anhäufung von empirischem Wissen gleichsam sukzessive einer einheitlichen Auffassung zur Natur dieser Erreger angenähert hätte. Es blieb weiterhin offen, ob solche winzigen infektiösen Agentien wirklich Mikroorganismen oder bloße chemische Substanzen sind. Für die Mikrobennatur des Virus sprach zum Beispiel die unbegrenzte Übertragbarkeit der von filtrierbaren Erregern hervorgerufenen Infektionskrankheiten von einem empfänglichen Individuum auf das andere, wobei hierzu jedesmal nur minimale Substanzmengen nötig waren, die im Körper des Empfängers eine sehr beträchtliche Verdünnung erfahren mußten. Man konnte davon ausgehen, daß selbst der wirksamste Stoff durch diese fortgesetzte Verdünnung alsbald unwirksam werden würde, wenn nicht ein entgegengesetzt gerichteter Vorgang kompensatorisch eingriffe, die Fähigkeit, aus sich heraus an Menge zuzunehmen, sich durch Assimilation fremdartiger Stoffe unter steter Wahrung der ursprünglichen Eigenschaften zu vermehren, was aber allein als Attribut lebender Substanz galt<sup>28</sup>. Daß sich die verschiedenen Virusarten durch bestimmte physikalische und chemische Einflüsse inaktivieren („abtöten“) ließen (so daß das veränderte Material nicht mehr infektiös war), ohne daß dies die chemischen und serologischen Eigenschaften sowie die Form der mikroskopischen Kristalle berührte – sie blieben erhalten –, kam ebenfalls dem Verständnis des Virus als einer Mikrobe entgegen. Andererseits gab es aber auch gute Gründe dafür, dieses Verständnis der Virusnatur zurückzuweisen. So ließ sich einwenden, daß sich submikroskopische Dimensionen mit jenem Minimum an Organisation und Struktur nicht verträgen, das bei einer lebendigen „Ganzheit“ nach verbreiteter Anschauung vorauszusetzen war. Geleitet von der vorherrschenden Lehre, daß Lebendiges zellulär organisiert sein müsse, schien es plausibler zu sein, das Phänomen als eine chemische Substanz zu deuten, weil sich so winzige Zellen, wie im Falle einer mikrobischen Natur der filtrierbaren Viren angenommen werden müßte, nur schwer vorstellen ließen. Das filtrierbare Agens schien auch viel zu klein zu sein, um das „Raumbedürfnis des Eiweißes“<sup>29</sup> zu befriedigen, ohne das an Leben nicht zu denken war. Auch in den 30er Jahren war es noch vielen ein Rätsel, wie ein aus wenigen Molekülen bestehendes Teilchen

27 Heilmann, P., Ueber krankheitserrgende Vira. – In: Münchner Medizinische Wochenschrift. 87 (1940)3, S. 64–66, S. 65.

28 s. Doerr, R., Die invisiblen Ansteckungsstoffe und ihre Beziehungen zu Problemen der allgemeinen Biologie. – In: Klinische Wochenschrift. 2(1923)20, S. 909–912. S. 909

29 Errera, L., Sur la limite de petitesse des organismes. – In: Recueil de l'Institute botanique Léo Errera. 6(1903), S. 73–82, S. 79.

so organisiert sein kann, daß es in der Lage ist, alle komplexen Funktionen eines lebenden, autonomen Organismus zu realisieren. Elementarorganismen schienen wenigstens so groß sein zu müssen, daß diesem Erfordernis Rechnung getragen werden könnte.<sup>30</sup>

Nachdem eine Reihe pflanzlicher Virusarten in kristalliner Form dargestellt worden war und sich glaubhaft vertreten ließ, daß diese sich in allen ihren Eigenschaften wie chemisch reine Eiweißstoffe verhalten, gewann die Annahme an Plausibilität, daß es sich bei den Viren um chemische Moleküle handelte. Die Kristallisierbarkeit wurde zuerst am Beispiel des Tabak-Mosaik-Virus gezeigt, bei dem es sich, wie man nun annehmen konnte, um ein langgestrecktes Molekül von sehr hohem Molekulargewicht handelte. Die Kristallisation wurde 1935 von Stanley<sup>31</sup> erreicht. Die gewonnene Substanz in Kristallform erwies sich zwischen 100–1000mal infektiöser als der virushaltige Pflanzenrohstoff, aus dem sie gewonnen wurde. Auch durch mehrfaches Umkristallisieren verminderte sich die Infek-

30 Nach einer anderen Variante schien die Unmöglichkeit, sich eine Zelle mit so winzigen Ausmaßen vorzustellen, daß nicht einmal das unentbehrliche Eiweiß, das unbedingt notwendige Baumaterial jeder Zelle, Platz findet, kein Problem mehr zu sein, wenn man die Elementarteilchen eben nicht als Zellen, sondern als Moleküle auffassen durfte. Andriewsky (Andriewsky, P., L'ultrafiltration et les microbes invisibles. – In: Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, Abt.I, Orig. 75 (1915)1, S. 90–93, S. 90) fand, daß Hühnerpestvirus Filter passierte, welche Hämoglobin zurückhielten. Der Durchmesser der Hämoglobinmoleküle wurde mit 2,3–2,5  $\mu$  angegeben, und Andriewsky folgerte daher, daß die Moleküle oder Mizellen des Virus noch kleiner sein müßten, so daß die Virusteilchen keine Gebilde sein könnten, die den bislang bekannten tierischen oder pflanzlichen Zellen ähnlich sind. In Anbetracht dessen fühlte er sich versucht, der Hypothese vom *Contagium vivum fluidum* zuzustimmen. Mit der Hypothese vom „lebenden Eiweißmolekül“ war aber die Schwierigkeit verknüpft, wie sich isolierten Eiweißmolekülen die Fähigkeit der Ernährung, Vermehrung, Vererbung und Anpassungsfähigkeit zuschreiben läßt. Mitunter wurde auch erwogen, daß das Virus vielleicht einem Grenzzustand zwischen Belebtem und Unbelebtem entspricht, daß Viren bloßen Molekülen oder Molekülverbänden gleichkommen.

Die Vorstellung, daß die Zelle die primitivste, nicht weiter teilbare Grundform allen Lebens repräsentiere, war ja schon seit längerer Zeit zunehmend zurückgedrängt worden. Zunächst wurden Strukturen des Zellplasmas, wie die Granula (Mitochondrien) als selbständige, der Zelle ursprünglich fremde, aber von ihr abhängig gewordene Lebewesen (Symbionten), bestimmt (Buchner, P.: Tier und Pflanze in Symbiose. Berlin: Sammlung Götschen (2. Auflage 1930), S. 809 ff.). Oder die Zellstrukturen wurden wohl als zelleigene Formelemente gesehen, die aber innerhalb des Zellverbandes eine gewisse Selbständigkeit der Lebensfunktionen besaßen. Die morphologische Zellforschung und vor allem die Untersuchung der Prozesse bei der mitotischen Zellteilung und bei der Befruchtung der Eizellen mußten der Idee, daß die Zelle keine Einheit, sondern bereits ein Komplex von sehr viel kleineren Einheiten sei, immer wieder neue Anstöße geben. Erwogen wurde auch, daß das irdische Leben nicht mit einer Zelle begonnen haben kann.

31 Stanley, W.M., Isolation of a crystalline protein possessing the properties of tobacco-mosaic virus. – In: Science. 81(1935), S. 644–645.

tionskraft nicht. Stanley kennzeichnete das Virus als ein Globulin oder Proteinmolekül.<sup>32</sup> Die Annahme, daß Viren spontan in Wirtskörpern aufräten, ohne daß es exogene Infektionen gegeben habe, war nach Stanleys Entdeckung naheliegend, denn isolierten Eiweißmolekülen konnte man die Fähigkeit zur Ernährung, Vermehrung, Vererbung und Anpassungsfähigkeit ja nicht zubilligen.

Ein besonderes Kapitel in der Geschichte der Virusforschung wurde Anfang des 20. Jahrhunderts mit der Entdeckung bakterienauflösender Stoffe eingeläutet, die „eine beträchtliche Komplikation der Bakteriologie und ... ein endgültiges Durchbrechen ihrer allzu starren Dogmatik“ mit sich brachte, so Hoder Anfang der 30er Jahre<sup>33</sup>. Das auflösende Element, der „Bakteriophage“, der auch als „lytisches Agens“ oder „bakteriophages Lysat“ benannt wurde<sup>34</sup>, wies Dimensionen auf, die man auch der Teilchengröße einer großen Anzahl tier- und pflanzenpathogener Virusarten zugesprochen hatte<sup>35</sup>. Er passierte Porzellanfilter und bedurfte zum Wachstum der Anwesenheit von Bakterien, so wie ein Virus nur in Gegenwart lebender Zellen gezüchtet werden konnte. Und mit denselben Techniken, die die chemische Reinigung verschiedener Virusarten gestatteten, ließen sich auch aus Phagensuspensionen gereinigte Konzentrate gewinnen, deren Wirksamkeit gegenüber der Ausgangslösung um bis zu sechs Zehnerpotenzen gesteigert war<sup>36</sup>, und wie Tier- und Pflanzenviren schienen sie ebenso chemisch gleichartig zu sein, das heißt, aus Nukleoprotein zu bestehen<sup>37</sup>. Der Phage wurde von manchen Forschern deshalb zu den virusähnlichen Erscheinungen gerechnet<sup>38</sup> und als „Bakterien-Vi-

- 32 Bawden, Pirie et al. wandten etwas später ein (1936), daß sie in der aus mosaikkranken Tabakpflanzen gewonnenen kristallinen Substanz Phosphor entdeckt hätten und daß dieses Element in der Form von Nukleinsäure enthalten sei. Sie fragten sich, ob die kristalline Substanz, die sie isoliert hatten, nun das Virus selbst war oder nicht. Für sie war es noch nicht bewiesen, „that the particles we have observed exist as such in infected sap“ (Bawden, F.C. / Pirie, N.W. / Bernal, J.D. / Fankuchen, I., Liquid crystalline substances from virus infected plants. – In: *Nature*. 138(1936), S. 1051–1052, S. 1052). Daß die isolierte Substanz nicht allein aus Protein besteht, wurde von Stanley zugestanden. Danach wurden seine Forschungsergebnisse weithin anerkannt.
- 33 Hoder, F., *Bakterienveränderung durch Bakteriophagen*. Jena: Gustav Fischer 1932, S. 100ff.
- 34 Preisz, H.von, *Die Bakteriophagie, vornehmlich auf Grund eigener Untersuchungen*. Jena: Gustav Fischer 1925, S. 2.
- 35 Siehe u.a. Elford, W.J. / Andrewes, C.H., The sizes of different bacteriophages. – In: *British Journal of Experimental Pathology*. 13(1932)5, S. 446–456; Schlesinger, M., Die Bestimmung von Teilchengröße und spezifischem Gewicht des Bakteriophagen durch Zentrifugierversuche. – In: *Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten*. 114(1932), S. 161–176.
- 36 Schlesinger, M., Zur Frage der chemischen Zusammensetzung des Bakteriophagen. – In: *Biochemische Zeitschrift*. 273(1934), 306–311; Northrop, J.H., Concentration and purification of bacteriophage. – In: *Journal of General Physiology*. 21(1938), S. 335–366.
- 37 Alloway, J.L., Use of pneumococcus extracts. – In: *Journal of Experimental Medicine*. 57(1933), S. 255.
- 38 Seiffert, G., *Virus und Viruskrankheiten bei Menschen, Tieren und Pflanzen*. Biologische

rus“ benannt. Die genannten Analogien regten zu Untersuchungen an, mit denen herausgefunden werden sollte, inwieweit sich Prozesse der Bakteriophagie der Infektion bei Viruskrankheiten gleichsetzen lassen und ob sich die Phagen auch in anderer, mehr biologischer Hinsicht virusähnlich verhalten<sup>39</sup>. Dies war auch in forschungspraktischer Hinsicht von Bedeutung: Wenn von einer Virusähnlichkeit des Phagen ausgegangen werden durfte, war es auch gerechtfertigt, den Phagen als Modellobjekt der Virusforschung zu verwenden und daran viele Aspekte des Virusverhaltens zu studieren, wofür es eine Reihe von Gründen gab.<sup>40</sup>

Die Erscheinung einer übertragbaren Bakterienauflösung wurde zuerst 1915 von Twort<sup>41</sup> beschrieben. Er war bei Experimenten mit verschiedenen Bakterienkulturen auf ein zur Bakterienauflösung (Lyse) fähiges und thermolabiles Agens gestoßen, das noch in hohen Verdünnungen (Übertragung geringer Mengen einer lysierten auf eine frische Bouillonkultur) wirksam und durch Poren von Porzellankerzen filtrierbar war. Twort hatte bei dem Versuch, definitive Schlußfolgerungen aus den Ergebnissen zu ziehen, zunächst erwogen, daß er die Wirkung eine Ultramikrobe erfaßt habe. Schließlich sah er aber darin etwas, das vom Bakterium selbst stammt und zur Auflösung desselben führt. Dieses Phänomen wurde wenige Jahre später auch von d’Herelle beschrieben, gestützt durch die Beobachtung, daß das Filtrat von Ruhrrekonvaleszenten-Stuhl imstande ist, lebende Ruhrbazillen in der Kultur aufzulösen<sup>42</sup>. Diese serienweise Fortführung des lytischen Prinzips und

Einführung in die allgemeinen Forschungsergebnisse, praktischen Anwendungen und Arbeitsmethoden. – In: Wissenschaftliche Forschungsberichte. Naturwissenschaftliche Reihe. Bd.46. Hrsg. v. E.D. Liesegang. Dresden / Leipzig: Steinkopff 1938, S. 194; Bloch, H., Experimentelle Untersuchungen über Beziehungen zwischen Bakteriophagen und malignen Tumoren. – In: Archiv für die Gesamte Virusforschung. Hrsg. von R. Doerr. Band I, Heft 4. Wien: Julius Springer 1940, S. 481–496.

39 Bloch, a.a.O., S. 481.

40 Zur Prüfung einer Virussuspension, die gegen Tiere getestet werden mußte, war eine große Tierkolonie erforderlich. Zuzüglich zu den damit einhergehenden Ausgaben und den Problemen, die sich daraus für die Kontrollierbarkeit von Bedingungen des experimentellen Vorgehens ergaben, wurde ein verhältnismäßig langer Zeitraum für eine einzelne Untersuchung gebraucht, wohingegen zur Prüfung einer Phagensuspension nur einige Stunden aufgewandt werden mußten. „Das Arbeiten mit Pflanzenviren wie dem Tabakmosaikvirus lag hinsichtlich der erforderlichen Zeit und des Ausmaßes an Laborbedarf ... in der Mitte zwischen tierischen Viren und Phagen. Damit war klar, daß der Bakteriophage unter diesen Gesichtspunkten bei weitem das beste Material war. Es war daher sinnvoll, zu versuchen, alles nur mögliche von diesem leicht handhabbaren experimentellen Gegenstand zu lernen, bevor man zu schwierigeren Viren überging, die Pflanzen- oder Tiersubstrate zur Prüfung verlangen“, so Ellis (Ellis, E.L., Bakteriophagen: Einstufenvermehrung. – In: Phagen und die Entwicklung der Molekularbiologie. Hrsg. von J. Cairns / G.S. Stent / J.D. Watson. Berlin: Akademie-Verlag 1972, S. 61–71, S. 63).

41 Twort, F.W., An investigation on the nature of ultramicroscopic viruses. – In: The Lancet. Dec.4 1915, S. 1241–1243.

dessen Vermehrung bei Auflösung der Bakterien wertete nun d'Herelle – der Twortschen Auffassung entgegengesetzt – als Nachweis dafür, daß es sich dabei um ein auf Kosten der Bakterien lebendes Wesen, um einen Parasiten des Bakteriums handele.

Der Streit, der darum geführt wurde, wie denn nun die Natur des Virus zu begreifen sei, wurde also auch auf dem Gebiet der Phagenforschung ausgetragen, und zwar von Anfang an. Die eine Partei sah im Phagen eine Ultramikrobe, einen Parasiten des Bakteriums, während die Gegenpartei darin nur eine chemische Substanz erblicken konnte, ein Ferment bzw. ein Enzym, das das Bakterium selbst erzeugen und so seine eigene Zerstörung bewirken würde<sup>43</sup>. Die erzielten Ergebnisse waren nicht derart, daß sie eindeutig für oder gegen die belebte Natur des Phagen gesprochen hätten, so daß „vielen Beurteilungen über die Natur des

42 D'Herelle, F., Das bakterioophage Virus. Seine Rolle in der Immunität. – In: Zeitschrift für ärztliche Fortbildung. 18(1921)23, S. 664–667; D'Herelle, F., Der Bakteriophage und seine Rolle für die Immunität. Braunschweig: Vieweg 1922. (zuerst publiziert in : Comptes rendus de l'academie des sciences. (1917)165).

43 Siehe u.a. Proca, G., La bactériolyse d'origine amibienne et la phénomène de Twort. – In: Comptes rendus hebdomadaires des séances et mémoires de la société de Biologie. 95(1926), S. 125–127, S. 125, 153 und Otto, R. / Munter, H., Untersuchungen zum d'Herelleschen Phänomen. – In: Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten. 100(1923), S. 402–416, S. 403. – Das Verständnis des Phagen als eines Mikroben hatte sogleich Kritiker auf den Plan gerufen, die sich bei der Deutung des Phänomens mehr auf Konzepte biochemischer Art (Fermentlehre, Katalysatortheorie, Lehre vom Eiweiß u.dgl.) stützten. Sie zogen es vor, dieses Phänomen als Enzym zu interpretieren, das das Bakterium hervorbringe, welches damit seine eigene Zerstörung bewirke. Von einigen Forschern wurde es als ein den Stoffwechsel veränderndes bakterielles Toxin vorgestellt, das durch die erkrankten Bakterien regeneriert würde (u.a. Doerr, R., Die Bakteriophagen (Phänomen von Twort und d'Herelle). Teil I und II. – In: Klinische Wochenschrift. 1(1922)30, S. 1489–1495; 1(1922)31, S. 1537–1541). Für Kabéshima (Kabéshima, T., Sur le ferment d'immunité bactériolytant. – In: Comptes rendus hebdomadaires des séances et mémoires de la société de Biologie. 83(1920), S. 471–473) handelte es sich dabei nur um ein normales, unbelebtes Bakterienferment, das durch Autolyse frei werde. Er vermutete, daß die Bakterienauflösung durch Leukozyten hervorgerufen werden könnte. Nach Proca (a.a.O., 125; 153) gehörte das Lysin zu den Endotoxinen oder intrazellulären Fermenten. Nach Otto und Munter sollte die Bakterienauflösung durch einen Zerfall der Bakterien in unbelebte, fermentativ wirksame Eiweißteilchen eingeleitet und unterhalten werden (a.a.O., S. 403). Bail (Bail, O., Der Stand und die Ergebnisse der Bakteriophagenforschung. – In: Deutsche Medizinische Wochenschrift. 51(1925)1, S. 13–16) dachte an freigewordene Splitter von Zellen (im besonderen von Chromosomen): durch die Schutzkräfte des Körpers finde ein Abbau der Bazillen statt, wobei diese gewisse Eigenschaften verlören, sich teilweise auch bis zur „Splittergröße“ verkleinerten, so daß sie bakteriendichte Filter passieren könnten. Brächte man solche, wahrscheinlich noch lebensfähige Splitter mit normalen Bazillen zusammen, so entzögen sie diesen die beim Abbau verlorenen Substanzen und machten diese Bazillen wieder zu Splittern.

Bakteriophagen Subjektives anhaftet“, wie Gildemeister und Herzberg Mitte der 20er Jahre feststellen mußten<sup>44</sup>.

Jede Seite konnte experimentell gestützte Gründe für die Vertretung ihrer Position wie für die Zurückweisung der Gegenposition benennen, so daß es bei der Entscheidung für oder gegen die Lebewesen-Theorie „letzten Endes auf den Standpunkt des Autors ankommt, wie er seine Resultate auswertet“, wie von Gutfeld 1925 urteilt<sup>45</sup>. Und Doerr<sup>46</sup>: „...zwischen einem nur für Bakterien pathogenen, mikroskopisch nicht sichtbaren, nur innerhalb von lebenden Bakterienzellen vermehrungsfähigen Ultramikroben und einem nur für lebende (wachsende) Bakterien toxischen, unbelebten, kolloidal gelösten Stoff, der von den durch ihn beeinflussten Bakterien in ungeheurem Maßstabe reproduziert wird, besteht de facto eine solche Summe von Beziehungen, daß sich daraus die Möglichkeit ergeben muß, viele Beobachtungen und Versuchsresultate ebensowohl in dem einen wie im anderen Sinne zu interpretieren.“ So konnte zur Verteidigung der Lebewesen-Theorie darauf verwiesen werden, daß der Phage durch Chloroform und Glycerin zerstört werden kann, durch Substanzen also, die besonders lebende Elemente anzugreifen vermögen. Phagen erwiesen sich auch gegen Chinin als sehr wenig widerstandsfähig. Dies wurde als Beweis gewertet, daß das lytische Prinzip ein Mikroorganismus sein muß, da das Chinin für Bakterien und Protozoen giftig ist<sup>47</sup>. Es konnten überdies Belege dafür ins Feld geführt werden, daß sich der Phage auf gewisse Bedingungen einzustellen vermochte, unter denen er ursprünglich nicht in der Lage war, seine lytische Wirkung zu entfalten. Beispielsweise war es Prausnitz gelungen, Phagen durch „Gewöhnung“ gegen die neutralisierende Wirkung ihres Antiserums unempfindlich zu machen, das heißt, antiserumfeste „Lysine“ herzustellen<sup>48</sup>. Janzen und Wolff<sup>49</sup> berichteten, daß sich die von ihnen zu verschiedenen Zeiten gewonnenen Phagen an Antiseptika gewöhnten (Erzielung

44 Gildemeister, E. / Herzberg, K., Theorie der Bakteriophagen (d'Herelle-Lysine). – In: Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, Abt.I, Orig. 93 (1925)6–8, S. 402–420, S. 403.

45 Gutfeld, F.von, Ergebnisse der Bakteriophagenforschung (Phänomen von d'Herelle). – In: Zeitschrift für ärztliche Fortbildung. 22(1925)14, S. 424–431, S. 427.

46 Doerr (1922), a.a.O., S. 1538.

47 Doerr (1922), a.a.O., S. 1537.

48 Prausnitz, C., Untersuchungen über den d'Herelleschen Bakteriophagen. 27.Vortrag auf der 9.Tagung der Deutschen Vereinigung für Mikrobiologie, Würzburg 1922. – In: Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten. Abt.I, Orig. 89 (1923)1–3, S. 187–195, S. 187.

49 Janzen, L.-W. / Wolff, L.-K., Action de divors antiseptiques sur le bactériophage de d'Herelle. – In: Comptes rendus hebdomadaires des séances et mémoires de la société de Biologie. 87(1922), S. 1087–1088.

von „Gifffestigkeit“). Asheshov gab bekannt, daß er erreicht habe, einen Phagen daran zu gewöhnen, seine Wirkung auch in saurem Medium zu entfalten, wozu er ursprünglich nicht in der Lage gewesen sei<sup>50</sup>. Und bei geeigneten Züchtungsbedingungen konnte der Phage allmählich unempfindlich gemacht werden gegen bestimmte Einflüsse oder eine teilweise verloren gegangene (Bakterien auflösende) Wirkung wiedererlangen. Solche Eigenschaften konnte man nur von belebten Wesen<sup>51</sup>. Aber es gab auch Erfahrungen, die die Deutung in eine entgegengesetzte Richtung trieben, abgestützt durch experimentelle Ergebnisse, die für ein von den Bakterien selbst gebildetes lytisches Prinzip sprachen. Nach Doerr<sup>52</sup> sprach die Abhängigkeit des Bakteriophagen vom Stoffwechsel der Bakterien gegen eine lebende endobakterielle Mikrobe. Dieses Argument ließ sich auch verwenden, um Viren jeglicher Art Lebendigkeit abzusprechen (um es zurückzuweisen, wurde von Anhängern der Lebewesen-Theorie u.a. erwogen, daß es sich bei den filtrierbaren Viren um einen Fall rückläufiger Evolution handeln könnte, hervorgegangen aus einem Prozeß, in dem ein Organismus einiger Funktionen verlustig gegangen – und kleiner und einfacher geworden – ist, was die Abhängigkeit des Virus von lebenden Zellen erklären würde<sup>53</sup>). Bordet, der das Phänomen „transmissible Autolyse“ nannte, und Ciuca<sup>54</sup> hatten eine geringe Lysinmenge mit einer großen Bazillenmenge zusammengebracht und festgestellt, daß sich das Lysin unter diesen Bedingungen nicht regenerierte. Daraus schien sich folgern zu lassen, daß das übertragbare lytische Prinzip nicht organisiert, also kein Lebewesen sein konnte, sondern nur ein lebloses Ferment, da trotz bester Ernährung keine Vermehrung eingetreten war. Es liege, so Bordet und Ciuca, nichts anderes als eine Bakterienvariation vor – das Produkt einer Stoffwechselstörung der Bakterien. Diese Sicht-

50 Asheshov, I.N., Le pouvoir antigène des lysats ultrastériles. – In: Comptes rendus hebdomadaires des séances et mémoires de la société de Biologie. 93 (1925), S. 643–644.

51 s. Gutfeld, F. von a.a.O., S. 426.

52 Doerr (1922), a.a.O., S. 1489f. u. 1537f.; Doerr (1923), a.a.O., S. 909ff.

53 Diese Annahme ist als Laidlaw-Green-Hypothese bekannt geworden. Sie besagt, daß sich filtrierbare Viren deshalb nicht autonom vermehren könnten, weil sie gewisse Stoffwechselfunktionen verloren hätten, so daß sie auf bestimmte, von Wirtszellen erhältliche Wachstumsstoffe angewiesen seien (Green, R.G., On the nature of filterable viruses. – In: Science. 82(1935), S. 443–445; Laidlaw, P.P., Virus diseases and viruses. Cambridge: Cambridge University Press 1938).

54 Bordet, J. / Ciuca, M., Exsudats leucocytaires et autolyse microbienne transmissible. – In: Comptes rendus hebdomadaires des séances et mémoires de la société de Biologie. 83(1920), S. 1293–1296; Bordet, J. / Ciuca, M., Remarques sur l’historique de recherches, concernant la lyse microbienne transmissible. – In: Comptes rendus hebdomadaires des séances et mémoires de la société de Biologie. 84(1921), S. 745–747, S. 748 u. 754. Siehe a. Bordet, J., Apparition spontanée du pouvoir lysogène dans les cultures pures. – In: Comptes rendus hebdomadaires des séances et mémoires de la société de Biologie. 90(1924), S. 96–98.

weise wurde durch Verweis auf Mitteilungen darüber plausibel gemacht, daß eine lytische Wirkung nach Schädigung von Bakterien (beispielsweise von Colibazillen) habe erzielt werden können. Berichtet wurde auch von großer Widerstandsfähigkeit der „Lysine“ gegenüber Lebewesen abtötenden höheren Temperaturen sowie davon, daß eine Ätherbehandlung, die ein belebtes Wesen nicht überstanden hätte, das bakterienauflösende Prinzip nicht habe zerstören können<sup>55</sup>. Die Widerstandsfähigkeit gegen chemische Desinfektionsmittel sprach ebenso gegen die Position d'Herelles.

Die Auseinandersetzungen, die sich um das filtrierbare Virus sowie um das Phänomen der Bakterienauflösung drehten, schlugen sich in einer gewissen Hinsicht auch in der Krebsforschung nieder, nachdem eine Reihe von Forschern mitgeteilt hatte, daß sich bösartige Geschwülste von Hühnern, Ratten oder anderen Tieren mit zellfreier Substanz aus Tumormaterial auf gesunde Tierkörper übertragen ließen, was es nahelegte, an Viren als Ursache für Tumorbildung zu denken. Um im Experiment die Anwesenheit von Zellen auszuschließen, wurde das Tumormaterial vor der Überimpfung auf gesunde Tiere filtriert, ausgetrocknet, pulverisiert oder eine Zeitlang in Glycerin aufbewahrt. Mit der Suche nach filtrierbaren Agenzien setzte sich jene Richtung in der Krebsforschung fort, in der die Bildung von malignen Tumoren als eine Infektionskrankheit betrachtet wurde, hervorgerufen von Parasiten, die es aufzuklären galt, verknüpft mit der Vorstellung, daß Therapien entwickelt werden könnten, die sich gegen einen Erreger statt gegen die Geschwulstzellen wenden. Diese Forschungsrichtung wurde aber seinerzeit von der Majorität der Krebsforscher abgelehnt, die davon überzeugt waren, daß alle Erscheinungen der Krebswucherung auf die Verbreitung von Krebszellen zurückgingen, daß das Krebsproblem ein Regulationsproblem zellulärer Vorgänge im Organismus sei.<sup>56</sup> Dem Konzept einer endogenen Krebsbildung genügte beispielsweise die somatische Theorie der Zellmutation.<sup>57</sup> Der Graben zwischen beiden Ansätzen

55 Gutfeld, a.a.O., S. 427.

56 Die Idee, „zellfreien Krebsaft zu injizieren“, um der Geschwulstbildung auf die Spur zu kommen, wurde bereits 1902 von Lubarsch ausgesprochen (Hinweis aus: Teutschlaender, O., *Infektion und Krebs*. – In: *Zeitschrift für Krebsforschung*. 24(1927), S. 223–251, S. 242; ohne Quellenangabe). Beobachtungen, die die Entstehung maligner Tumoren durch ein invisibles Virus bewiesen haben sollen wurden, wie Wunderlich und Uckert meinen (Wunderlich, V./Uckert, W., *Enträtselung der Virusstruktur*. – In: *Spectrum* 15(1984)10, S. 5–7, S. 7), zuerst von Ellermann und Bang 1908 mitgeteilt. Sie vermuteten, auf ein „Leukosevirus“ bei der Untersuchung der Hühnerleukämie gestoßen zu sein. (Ellermann, W. / Bang, O., *Experimentelle Leukämie bei Hühnern*. – In: *Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten*. Abt. I, Orig. (1908)46, S. 595–609).

57 Eine spezielle Hypothese zur endogenen Krebsbildung wurde von O. Warburg aufgestellt: Krebs betrachtete er als Folge einer irreversiblen Schädigung der Zellatmung (siehe Warburg, O.H.,

ließ sich nicht überbrücken, wie eine Reihe von Forschern Anfang der 30er Jahre feststellen mußte. „The unbiased critic will probably agree that the filtrable tumours of the fowl afford the strongest objection that can be raised to the acceptance of the mutation theory of cancer, while the ardent advocate of the theory will adduce evidence to justify making the necessary assumptions that are required to explain the filtrable tumours by its aid“, so Ludford<sup>58</sup>. Zu einem ähnlichen Urteil gelangten Gye und Purdy: „The one, which is inseparable from the cell theory, assumes that the cause of cancer is something which is operative only at the time when the primary cells of a cancer take on their malignant qualities, the disease afterwards progressing independently; the other assumes that cancer is due to the continuous action of some persisting cause, such for example as a living virus. It will be seen that the two theories are mutually incompatible“<sup>59</sup>.

Was die Natur des aus Geschwulstsafte gewonnenen Filtrats anbetrifft, gab es zum einen Gründe anzunehmen, daß das Agens aus den Geweben der tumorbehafteten Tiere selbst stamme, zum anderen aber auch solche, die an einen Ultramikroben als Krebsursache denken ließen. Die ausgeprägte Gewebsspezifität der Übertragung, auf die Forscher immer wieder aufmerksam wurden, ließ sich gegen die Vorstellung wenden, daß es sich um ein selbständiges, autonomes Agens handele. Es konnte angeführt werden, daß zwischen dem Auftreten zweier nacheinander zu Tage kommender Spontantumoren in einer Hühnerzucht kein augenscheinlicher ätiologischer Zusammenhang zu bestehen schien, daß der eine Tumor einen histologisch anderen Aufbau aufwies als der andere<sup>60</sup>. Es galt als nicht unwahrscheinlich, daß die Tumorbildung auf ein Ferment in den Filtraten oder auf Toxine zurückgeht.<sup>61</sup> Novell<sup>62</sup> gab an, daß er aus Karzinomen von Menschen eine für die Geschwulst kennzeichnende chemische, kristallinische Substanz isoliert habe, die bei einem Kaninchen nach Impfung zu multipler Krebsbildung führte.

Über den Stoffwechsel der Tumoren. Berlin: Springer 1926.).

- 58 Ludford, R.J., The Somatic Cell Mutation Theory of Cancer. – In: Ninth Scientific Report on the Investigations of the Imperial Cancer Research Fund. London: Taylor and Francis 1930, S. 140f.
- 59 Gye, W.E. / Purdy, W.J., The Cause of Cancer. London: Cassell 1931, S.501, zit. nach Helvoort van, T., The Construction of Bacteriophage as Bacterial Virus: Linking Endogenous and Exogenous Thought Styles. – In: Journal of the History of Biology. 27 (1994)1, S. 91–139, S. 138.
- 60 s. Murphy, J.B., Report of International Conference on Cancer. London 1928 (Hinweis aus Burnet, F.M. / Andrewes, C.H., Über die Natur der filtrierbaren Vira. – In: Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten. Abt. I, Orig. 130(1933)3–4, S. 172 f.
- 61 Nach Lewin (a.a.O., S. 455) wurden im Laufe der Zeit manche Tumoren als unzweifelhaft toxisch-infektiös bedingt aus der Gruppe der malignen Geschwülste herausgenommen.
- 62 Novell, Experimentelle Krebsforschungen. – In: Centralblatt für allgemeine Pathologie und pathologische Anatomie. 24(1913), S. 682–686 (ohne Angabe des Vornamens), S. 682.

Auch für Doerr<sup>63</sup> war eine exogene Infektion auszuschließen, für ihn waren tumorerzeugende Agenzien etwas, das im Wirtsorganismus entsteht. Er sah darin einen Spezialfall *endogener Virusentstehung*, wenngleich man die Frage, wie sich denn das Tumorstoff in einem Organismus bildet, noch nicht beantworten konnte. Für einen endogenen spezifischen Faktor sprach überdies, daß sich die Krebsbildungen gewöhnlichen Reaktionen gegen Infektionserreger nicht gleichsetzen ließen. Krebsbildungen imponierten als mehr oder weniger entgleiste Gewebsbildungen, die durch spezifische äußere Faktoren, seien sie nun parasitärer oder nichtparasitärer Natur (zum Beispiel gelang es, mit Teer und Pech regelmäßig Krebs zu erzeugen), lediglich ausgelöst würden<sup>64</sup>. Parasiten wirkten nicht direkt krebserregend, „spezifisch“ im gewöhnlichen Sinne des Wortes, sondern nur indirekt und unter besonderen vom Organismus selbst abhängigen Voraussetzungen<sup>65</sup>. Die malignen Geschwülste konnten nicht wie die Veränderungen bei Infektionskrankheiten als Abwehrscheinungen gegen äußere Reize aufgefaßt werden. Vertreter des Parasitenkonzeptes hingegen kamen zu dem Urteil, daß, so bei den Hühnertumoren, die Impfung mit Filtraten von Zellemlösungen kaum ein wesentlich schlechteres Impfergebnis erbringt als die Übertragung des gewöhnlich zur Impfung verwendeten Zellbreis, obwohl doch, auch wenn die Filtrate nicht zellfrei sein sollten, nur ganz wenige Zellen in ihnen enthalten sein könnten<sup>66</sup>.

*Zur Verknüpfung des Virusbegriffs mit dem „Gen“, dem „Makromolekül“ und dem transformierenden Prinzip*

Ob nun bei der Erklärung der Virusnatur diese oder jene Position eingenommen oder zurückgewiesen wurde – es konnten in jedem Falle empirische Belege sowohl zur Verteidigung als auch zu Angriffszwecken präsentiert werden, was darin seine Erklärung findet, daß „the various opponents ‚construed‘ widely diverging research objects which they identified as the ‚virus‘“<sup>67</sup>. So schreibt Chester: „The biologist who regards the viruses as living studies them in living hosts where they behave as organisms; the chemist who considers them chemicals studies them in the test tube where he sees only their chemical and physical properties.“<sup>68</sup> Und speziell zum

63 Doerr, R., Die Entwicklung der Virusforschung und ihre Problematik. – In: Handbuch der Virusforschung. Erste Hälfte. Hrsg. v. R.Doerr / C. Hallauer. Wien: Julius Springer 1938, S. 1–125.

64 s. Teutschlaender, a.a.O., S. 247–248.

65 Ebd., S. 249.

66 Lewin, a.a.O., S. 461.

67 Helvoort van, T., History of Virus Research in the Twentieth Century: The Problem of Conceptual Continuity. – In: History of Science. 32(1994)96, S. 185–235, S. 202.

Verständnis der Natur des Tabakmosaikvirus in der damaligen Zeit urteilt Fraenkel-Conrat: „Just as the five blind men may describe an elephant differently, so plant pathologists, virologists ... and biochemists surely see TMV differently.“<sup>69</sup>

Die Entscheidung darüber, ob sich nun mit dieser oder jener Erklärung die „wahre“ Natur des Virus am treffendsten wiedergeben läßt, konnte nicht auf empirischem Wege „objektiviert“ werden, wie die Geschichte der dazu geführten Auseinandersetzungen zeigt. Das bislang Dargelegte führt m.E. zu der These hin, daß die Rätsel, die die Natur des von Ivanovskij und Beijeringk entdeckten Phänomens den Forschern aufgab, durch disziplininterne Fortschritte (in der Bakteriologie, der Pflanzenpathologie usw.), durch Anhäufung empirischer Daten und Verbesserung der forschungstechnischen Bedingungen nicht entwirrt werden konnten. Fakten ließen sich häufig wieder in Fiktionen umdeuten, und es schien immer weniger möglich zu sein, zu sagen, wie Viren in einem ganz allgemeinen Sinne begriffen werden müßten. Kontroversen zum Virusverständnis wurden durch die empirischen Anstrengungen nicht entschärft. In den 30er Jahren kamen deshalb auch immer mehr Urteile zum Stand der Virusforschung auf, wonach man sich mit der Entwicklung der Verfahren noch weiter von einem allgemeinen Verständnis der Virusnatur entfernt habe, statt sich ihr zu nähern. 1932 äußerte Rivers<sup>70</sup> die Vermutung, daß das „Virus“ nur eine Sammelbezeichnung für ganz Verschiedenartiges sei, eine Bezeichnung, die sowohl „Mikromikroben“ als auch sehr kleine unbelebte Agenzien umfassen würde. „Die Trennungslinien (wonach Viren von Bakterien, Protozoen usw. geschieden werden konnten – K.L.) sind vielmehr jetzt noch verschwommener, als das um die Jahrhundertwende der Fall war“, so Doerr 1938<sup>71</sup>. Und Seiffert im gleichen Jahr: „Virus ist kein wissenschaftlich begründeter biologischer Begriff, wie bisweilen geglaubt wird, sondern nur eine methodisch bedingte Sammelbezeichnung“<sup>72</sup>. Kausche 1939: „Bei dem heutigen Stande unserer Kenntnis scheint sich durch die Verfeinerung der Forschungsmethoden dieser Sammel-Begriff ‚Virus‘ dahingehend aufzulösen, daß man nun zu unterscheiden hat zwischen Arten, die einem Lebewesen mit den Eigenschaften der Vermehrungsfähigkeit, der Atmung und eines eigenen Stoffwechsels ähnlich sind,

68 Chester, K.S., Serological estimate of the absolute concentration of tobacco mosaik virus. – In: Science. 17(1936), S. 82, Hinweis aus Helvoort van, T., Research Styles in Virus Studies in the Twentieth Century: Controversies and the Formation of Consensus. Dissertation, Limburg: Rijksuniversiteit Limburg te Maastricht. Limburg 1993, S. 24.

69 Fraenkel-Conrat, H., Portraits of Viruses. Tobacco Mosaic Virus. – In: Intervirology. 15(1981), S. 177–189, S. 185f.

70 Rivers, T.M., The nature of viruses. – In: Physiological Review (Baltimore). 12(1932), S. 423–452.

71 Doerr (1938), a.a.O., S. 25f.

72 Seiffert, a.a.O., S. 1.

und solchen, die offenbar dieser Kennzeichen ermangeln und auf Grund ihrer Wirkungsweise und Wirkungsbedingungen den Wirkstoffen der chemisch-unbelebten Natur zuzurechnen sind<sup>73</sup>. Die Gültigkeit des Konzeptes wurde auf den Prüfstand gestellt, weil die einzelnen Typen von filtrierbaren Viren stark in ihrer chemischen Natur differierten, was dank verbesserter Methoden herausgestellt werden konnte (so ließen sich beispielsweise mit der Perfektionierung der Zentrifugen die Viren besser von Begleitstoffen trennen und damit chemischen Analysen zugänglich machen). Man fand heraus, daß viele Pflanzenviren als relativ einfache Nukleoproteinmoleküle charakterisiert werden konnten, wohingegen Tierviren einen komplexen Aufbau zu haben schienen, sich also einem molekularen Konzept zu deren Verständnis entzogen, wie sich Ergebnissen chemischer und physikochemischer Untersuchungen entnehmen ließ<sup>74</sup>. Dennoch traf die These, daß sich Pflanzen- und Tierviren in der angedeuteten Hinsicht voneinander unterschieden, nicht nur auf Zustimmung. Daß es beispielsweise nicht gelang, in Blätterauszügen erkrankter Pflanzen Merkmale wie beim Grippevirus zu erkennen, konnte Pirie zufolge auch an den seinerzeit angewandten Verfahren liegen<sup>75</sup>.

Versuche, die Virusphänomenologie auf weitere invariante Merkmale zu fokussieren, um ein genaueres Bild von der Natur des Objektes zu gewinnen, scheiterten immer wieder. Geprüft hatte man u.a., ob sich aus der Analyse der Immunitätsverhältnisse, der Immunität gegen Virusinfektionen, der Antigenfunktionen (ob Viren eine bestimmte Antigenstruktur haben, die zur Bildung spezifischer Antikörper Anlaß gibt) und der serologischen Reaktionen der Virusarten invariante Merkmale gewinnen lassen, die sich wesentlich von den Verhältnissen unterscheiden, die man bei anderen übertragbaren Agenzien beobachten konnte. 1928 war von Schultz<sup>76</sup> angenommen worden, daß keine Virusart imstande sei, „komplementbindende“ Antikörper oder „Präzipitine“ zu bilden, und daß die sogenannten „viroliciden“ Immunstoffe die einzige für die Virusarten zugleich charakteristische Antikörperart darstellten. Doch es wurde ermittelt, daß die immunisierende Kraft des Infektionsablaufes nicht davon abhängig ist, daß das Agens zu den Virusarten zählt. Die Bemühungen, aus dem Studium der Immunitätsverhältnisse allgemeine Gesichtspunkte biologischer Natur zu gewinnen, wurden von Doerr<sup>77</sup> insofern als erfolglos

73 Kausche, G.A., Viruskrankheiten bei Mensch, Tier und Pflanze. – In: Wissenschaft und Praxis. Bd. 2. Berlin: Nicolaische Verlagsbuchhandlung 1939, S. 9f.

74 s. Smadel, J.E. / Hoagland, C.L., Elementary bodies of vaccinia. – In: Bacteriological Reviews. (1942)6, S. 79–110, S. 96.

75 Pirie, N.W., The viruses. – In: Annual review of biochemistry. 15(1946), S. 573–592.

76 Schultz, E.W., Studies on the antigenic properties of the ultraviruses. – In: Journal for Immunology (USA). 15(1928). (Hinweis in: Doerr (1938), a.a.O., S. 86, 90 f.).

77 Doerr (1938), a.a.O., S. 86, 90f.

bewertet, als es nicht gelungen war, durchgreifende Differenzen zwischen Virusarten und anderen Infektionsstoffen zu ermitteln. Die Antigenfunktionen der Virusarten ließen grundsätzliche Abweichungen von den Antigenfunktionen anderer Infektionsstoffe bzw. Mikroben nicht erkennen.

Geprüft wurde auch, ob sich Viren von anderen Erregern auf Basis der bevorzugten Wirte abgrenzen lassen. Aber auch in dieser Hinsicht konnten keine grundlegenden Unterschiede ermittelt werden. Es war nicht möglich, Viren nach der Wirtsaffinität zu klassifizieren. Manche Viren ließen sich in mehreren Wirten vermehren, was zu der Schwierigkeit führte, daß oftmals für das gleiche Virus verschiedene Namen verwandt wurden<sup>78</sup>, andere konnten auch die Fähigkeit verlieren, einen bestimmten Wirt zu infizieren. Ebenso konnte auch ein und derselbe pflanzliche oder tierische Wirt durch zahlreiche Virusarten infiziert werden, die sich in anderer Hinsicht dimensional, morphologisch, chemisch, serologisch stark voneinander unterschieden<sup>79</sup>.

Ein weiterer Versuch bestand darin, Viren als eine separate Kategorie von infektiösen Entitäten zu bestimmen. So vertrat 1928 Rivers den Standpunkt, daß die Viren bei ihrem Wirt pathogene Wirkungen hervorriefen, die, obwohl nicht völlig verschieden von anderen Krankheiten, „yet sufficiently different from them in regard to phenomena related to proliferation and degeneration to warrant placing such agents in a group by themselves“ seien. Ausgehend von den als konsistent unterstellten Veränderungen gelangte er zu der Auffassung, daß in Viruskrankheiten ein „intimate type of parasitism exists“<sup>80</sup>. Ihm konnte später von Bedson entgegengehalten werden, daß sich das, was den Virusarten gemeinsam sei, auf der Ebene der virusbedingten Krankheiten nicht finden lasse: „...there is no fundamental difference in the clinical and epidemiological behaviour of the diseases caused by these viruses which might lead one to think that some viruses were of an essentially different nature from others“<sup>81</sup>. Auf die Symptomatologie ausgerichtete Einteilungen wurden von Andrewes mit dem Argument zurückgewiesen, daß Viruseigenschaften wie Virulenz, Mobilität und Persistenz zur Begründung einer Klassifikation schon wegen ihrer Variabilität weitgehend ungeeignet seien<sup>82</sup>. Ruska

78 Ruska, H., Virus. Eine kurze Zusammenfassung der Kenntnisse über das Virusproblem. Potsdam: Akademische Verlagsgesellschaft Athenaion 1950, S. 16.

79 Fraenkel-Conrat, H., Chemie und Biologie der Viren. Jena: Fischer 1974, S. 11.

80 Rivers, T.M., General aspects of pathological conditions caused by filterable viruses. – In: American Journal of Pathology. 4(1928), S. 91–124, S. 111.

81 Bedson, S.P., Viruses: Some general considerations. – In: Virus and rickettsial diseases. Hrsg. v. S.P.Bedson / A.W. Downie / F.O. MacCallum / C.H. Stuart-Harris. London: Arnold 1950, S. 1–21, S. 19.

82 Andrewes, C.H., Adventures among viruses: I. Some properties of viruses. – In: New England Journal of Medicine. 242(1950), S. 161–166, S. 165, zit. bei Helvoort, a.a.O., S. 216.

hob hervor, daß das, was man auf diese Weise erhalte, keine „systematischen Gruppen“ seien. „Die durch verschiedene Virusarten hervorgerufenen gleichartigen oder ungleichartigen Krankheitssymptome können unserer Auffassung nach weder dazu dienen, größere Virusgruppen zusammenzufassen, noch einzelne Arten in weit auseinanderliegenden Gruppen zu trennen. Erst wo morphologisch gleiche Virusformen vorliegen, können die durch sie hervorgerufenen ungleichen Krankheitsbilder zur Trennung nahestehender Virusarten dienen“<sup>83</sup>. Schon vorher war der Symptomatologie eine wesentliche Rolle für die Erklärung der Virusnatur abgesprochen worden, weil es nach deren Maßgabe nur darum gehen könne, nach gemeinsamen Kennzeichen dessen zu suchen, wie die infizierten Organismen auf die Viren reagieren<sup>84</sup>.

Im folgenden soll nun dargelegt werden, daß zur Bewältigung der Schwierigkeiten, die Natur des Virus zu erklären, auf Begriffe und Konzepte zurückgegriffen wurde, die sich außerhalb des Gebietes der Erforschung von Infektionskrankheiten finden ließen. Wir beschränken uns darauf zu schildern, wie und aus welchen Gründen (1) der Genbegriff der Vererbungsforschung, (2) das makromolekulare Konzept der organischen Chemie und (3) der biochemische Begriff der Nukleinsäure zu Mitteln wurden, in den Auseinandersetzungen um die Natur des Virus diesen oder jenen Standpunkt zu rechtfertigen und zu verteidigen, wobei dann im weiteren das Verhältnis zwischen Virusforschung und Genetik im Vordergrund stehen soll.

*Der Streit um die „Gleichbedeutung“ bzw. „Ähnlichkeit“ des Virus mit dem Gen*

Die seinerzeit umstrittene These, daß das Virus belebt sei, ließ sich mit dem Argument anzweifeln, daß das Virus zu winzig sei, um all jene Teilstrukturen zu beinhalten, die die Träger der mannigfaltigen Lebensfunktionen (Atmung, Assimilation und Dissimilation, Vermehrung, Vererbung) sind. Für einige Wissenschaftler stellte es eine schwierige Frage dar, wie sich die Winzigkeit der filtrierbaren Viren mit der Komplexität und Qualität der Organisation vereinbaren läßt, die gemeinhin als Merkmale von Lebewesen galten<sup>85</sup>. Nun konnte aus den Ergebnissen der experimentellen Vererbungsforschung geschlossen werden, daß jedem Gen ein

83 Ruska, a.a.O., S. 389.

84 s. Gsell, O., Klassifizierung und klinische Symptomatologie der Viruskrankheiten. – In: Infektionskrankheiten in drei Bänden. Hrsg. v. O. Gsell / W. Mohr. Band I: Krankheiten durch Viren, Teil 1: Krankheiten durch nachgewiesene Viren. Berlin / Heidelberg / New York: Springer 1967, S. 1–12.

85 s. Burnet, F.M. / Andrewes, C.H., Über die Natur der filtrierbaren Vira. – In: Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten. Abt. I, Orig. 130(1933)3–4, S. 161–183.

winziges Stoffteilchen als materielles Substrat der betreffenden Erbanlage entspricht und daß diese Teilchen in den Chromosomen fadenförmig aneinandergereiht sind. Kennt man die Masse der Chromosomen und die Zahl der in ihnen angesiedelten mendelnden Erbfaktoren, so läßt sich der Raum, den jedes Gen für sich in Anspruch nimmt, bzw. dessen Teilchengröße kalkulieren. An geeigneten Objekten (Gameten von *Drosophila melanogaster*) wurden Anfang der 30er Jahre auf diesem Wege Durchmesser des Volumens der Gene ermittelt, die den Dimensionen der kleinsten bis mittelgroßen Viruselemente entsprachen, womit ein Berührungspunkt gegeben war.

Forscher die von der lebendigen Natur des Virus überzeugt waren, sahen im Rückgriff auf den Gen-Begriff der Vererbungsforschung eine Möglichkeit, ihren Standpunkt zu verteidigen. So klein Gene auch sind, Genetiker sprachen ihnen hypothetisch den Rang von Lebenseinheiten zu. Gewisse Eigentümlichkeiten des Bakteriophagen etwa, die den Anhängern der Lebewesentheorie Schwierigkeiten bereitet hatten, ließen sich, so Bail 1925, im Lichte des Genbegriffs erklärbar machen: Gene nähmen „in der neueren Erbllichkeitsforschung wirklich eine sehr selbständige Stellung ein, erscheinen fast wie Organismen im Organismus“, wie er (bezugnehmend auf einen von Muller<sup>86</sup> 1922 verfaßten Aufsatz) schreibt. „Dadurch werden Eigentümlichkeiten des Bakteriophagen verständlich, die ihn einerseits einem Organismus ähnlich erscheinen, andererseits wichtige Kennzeichen eines solchen vermissen lassen“, wie das Fehlen einer selbständigen Vermehrung<sup>87</sup>. „Es scheint“, so Darányi 1937, „als ob eine solche Einheit als Gen, Virus, Phag im allgemeinen die kleinste Einheit des Lebens ist“<sup>88</sup>. Der analogisierende Rückgriff auf das Gen-Konzept wurde dadurch gefördert, daß die Vererbungsforschung den Genen einen hohen Grad von Autonomie und Stabilität zuerkannte, der mit einer gewissen, alle Organismen auszeichnenden Plastizität einherging. Die Gene konnten unter artifiziellen Bedingungen (beispielsweise durch Bestrahlung) zur Variation veranlaßt werden, so wie sie auch spontan variieren (Mutation). Und in physiologischer Hinsicht bot sich das Wachstum der Gene in den Zellen als Vermehrung individueller Einheiten als etwas an, das der Vermehrung des Virus ähnlich ist: Daß die Gene im Verlaufe der Vermehrung – beurteilt nach ihrer phänotypischen Auswirkung – eine erhebliche Zähigkeit in der Bewahrung ihrer Eigenschaften bekundeten, kombiniert mit einem gewissen Grad von Veränder-

86 Muller, H.J., Variations due to change in the individual gene. – In: *American Naturalist*. (1922)56, S. 32–50.

87 Bail, a.a.O., S. 15.

88 Darányi, A.H., Biologischer Zusammenhang zwischen Virus, Bakteriophag, Gen und Krebserreger. – In: *Deutsche Medizinische Wochenschrift*. 63 (1937)33, S. 1266–1267, S. 1267.

lichkeit, wie er in den spontanen und experimentell induzierten Mutationen zum Ausdruck kommt, half Virusforschern, sich den Zusammenhang zwischen konstanten Eigenschaften des Virus und der Stabilität bzw. Veränderlichkeit der Symptome verständlich zu machen.<sup>89</sup>

Daß es ein Für und Wider gab, was die Gleichsetzung des Virus mit dem Gen anbetrifft, weist m.E. darauf hin, daß es empirisch nicht zwingend war, den Begriff der Vererbungsforschung zu verwenden, zumal sich die Vererbungsforscher selber über die Natur des Gens ganz und gar uneins waren. Es war noch fraglich, ob Gene überhaupt real oder bloße Fiktionen bzw. substanzlose Entitäten sind<sup>90</sup>, zumal man noch keine Wege zu ihrer empirischen Erforschung kannte, die hätten besritten werden können. „...das von der Genetik in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts verwendete Material (gestattete) weder, die Substanz (die Gene – K.L.) zu untersuchen noch ihren Wirkungsmechanismus zu erforschen“, so Jacob<sup>91</sup>. Und Schrödinger<sup>92</sup>: „Nach der Wiederentdeckung der Mendelschen Regeln ... hatte sich die Wissenschaft der klassischen Genetik herausgebildet, die ... sozusagen alles über die Fähigkeiten des Erbmaterials in Erfahrung gebracht hatte, aber nichts über die Natur der Gene selbst wußte.“ „Gen“ als körperliche Erb- und Lebenseinheit war eine Hypothese. „Gewiß ist (nur), daß man Gene nicht ‚sehen‘ kann“<sup>93</sup>, wie Geitler Ende der 30er Jahre hervorhob, und so mußten natürlich auch all die Eigenschaften, in denen man Analogien zu den Virusarten erblicken wollte, hypothetisch sein, weswegen vielen Virusforschern der Wert eines Vergleiches zwischen Genen und Viruselementen zweifelhaft war.<sup>94</sup> Auch nachdem Morgan den Genbegriff in die

89 „Die Mutationen der Viren manifestieren sich in veränderten Krankheitssymptomen“ (Melchers, G., Warum interessiert den Biologen das Tabakmosaikvirus? – In: Jahrbuch 1960 der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V. (1960), S. 85–113, S. 97).

90 s. Morgan, T.H., The Relation of Genetics to Physiology and Medicine. – In: Nobel Lectures: Physiology and Medicine 1922–1941. Amsterdam: 1933, S. 19–65.

91 Jacob, F., Die Logik des Lebenden – von der Urzeugung zum genetischen Code. Frankfurt a.M.: 1972. ( La logique du vivant. Paris, 1970), S. 278.

92 Schrödinger, E., Was ist Leben? Bern: Francke 1951. (zuerst: What is Life? Cambridge: Cambridge University Press 1947), S. 13.

93 Geitler, L., Chromosomenbau: Protoplasma – Monographie. Bd.14, Berlin: Borntraeger 1939, S. 144.

94 Gene finde man „in jedem lebenden Organismus, der sich fortpflanzt und seine Eigenschaften an seine Nachkommen weitergibt. Virusproteine ... kommen nur in kranken Organismen vor. So gestellt, ist die Frage nach der Analogie dieser beiden Elementarheiten also falsch“, so Kausche (a.a.O., S. 73). Doerr hielt den Befürwortern der Gleichsetzung des Virus mit dem Gen vor, sie hätten „alle Einwände, welche sich der Identifizierung von Viruspartikel und Gen entgegenstellen, durch hemmungsloses Türmen von Hypothesen zu überbrücken gesucht“ (Doerr, R., Die Natur der Virusarten. – In: Handbuch der Virusforschung. 1.Ergänzungsband. Hrsg. von R. Doerr / C. Hallauer. Wien: Julius Springer 1944, S. 1–87, S. 69). Erst müsse aber

Chromosomentheorie der Vererbung einbezogen hatte, fehlte es noch an Klarheit darüber, welche Form das reale Gen hat. Und es gab ganz unterschiedliche Vorstellungen zum „Gen“. Vor allem bei deutschen Genetikern stieß Morgans Theorie auf Kritik<sup>95</sup>, so die Behauptung, die Erbfaktoren seien ausschließlich im Kern lokalisiert. Das Kernmonopol wurde eingeschränkt durch den Nachweis, daß Erbfaktoren auch im Zellplasma und in den Plastiden vorhanden sind. Die Wirkung der Gene, bezogen auf deren Lage in den Chromosomen, ließ nicht nur die Deutung des Gens als eines winzigen organischen Partikels zu, nach einer anderen Version wurden Gene nur als Punkte, geometrische Orte in einem Chromosom gesehen, so vom Physiologen und Zellforscher Goldschmidt, der die Funktion der Gene in den Mittelpunkt gerückt hatte<sup>96</sup>.

### *Virus und Makromolekül*

Die oben geschilderte Kontroverse zur Natur des Virus äußerte sich auch als Auseinandersetzung darum, ob das Virus von „organismischer“ oder „makromolekularer“ Beschaffenheit sei.<sup>97</sup> Für jene Partei, die das Virus nicht als lebenden Organismus, sondern als einen enzymartigen Stoff verstand und die von einer endogenen Virusproduktion ausging, so daß sie sich auch dagegen wandte, daß das

geprüft werden, ob denn das Gen in chemisch-physikalischer Hinsicht ein selbständiges Gebilde darstelle, das so wie ein Virus gebaut sei oder wie eines jener Viruselemente, die als Moleküle angesprochen würden (ebd., S. 64). „Mag die Analogie mit den Genen in mancher Hinsicht bestechend sein, so verblaßt dieser Eindruck doch sofort bei einer eingehenderen Analyse. Wenn wir auch wenig über die Natur der Gene wissen und die Hypothesenbildung infolgedessen weiten Spielraum hat, erscheint doch die Idee (das Verständnis des Virus als „freigewordenes Gen“ – Lü.) äußerst gewagt, daß sie aus dem Zellverband ohne Schädigung ihrer Eigenschaften losgelöst und dann bei der Übertragung auf gesunde Zellen wieder eingefügt werden können“. Daß man „isolierte Gene jahrzehntelang unverändert aufbewahren kann, wie das bei den Phagen festgestellt wurde ..., daß man sie ... auf hohe Temperaturen erhitzen kann wie die Phagen und manche Arten des Mosaikvirus ..., ist durchaus unwahrscheinlich und weder für normale noch für pathologische Gene durch experimentelle Erfahrungen beglaubigt. Die Widerstandsfähigkeit der Gene reicht, soweit wir darüber unterrichtet sind, nicht weiter als die Lebensfähigkeit der Zelle, welcher sie angehören; die Resistenz der Phagen dagegen überschreitet jene der Bakterien gewaltig“ (Doerr 1938, a.a.O., S. 102).

95 s. Harwood, J., The Reception of Morgan's Chromosome Theory in Germany. Inter-War Debate over Cytoplasmic Inheritance. – In: *Medizinhistorisches Journal*. (1984)1–2, S. 3–32, Hinweis aus Tripoczky, J., Zur Herausbildung und Entwicklung der Molekulargenetik in den 20er und 30er Jahren unseres Jahrhunderts. – In: *Wissenschaft – Das Problem ihrer Entwicklung*. Bd. 2. Hrsg. v. G. Kröber. Berlin: Akademie-Verlag 1988, S. 58–82, S. 66.

96 Goldschmidt, R., The theory of the gene. – In: *Scientific Monthly*. (1938)46, S. 268–273, S. 271.

97 Es gab auch die Variante, daß dem Virus sowohl „organismische“ als auch „makromolekulare“ Typen zugeordnet wurden. Ruska, der diese Auffassung teilte, wollte deshalb dem Virusbegriff keinerlei biologische Bedeutung zubilligen (a.a.O., S. 7).

Gen etwas dem Virus Ähnliches sei, bot das Konzept des Makromoleküls eine bedeutende Möglichkeit zur Fundierung ihres Programms. Man hoffte, daß, wenn man ein chemisch reines Virus gewinnen und einige Virusarten in Form von makromolekularen Proteinen darstellen könne (das heißt, von Proteinen, deren große Moleküle im Lösungszustand sich mit den Viruselementen identifizieren lassen), sich Chancen eröffnen würden, die alte Kontroverse, ob es sich bei dem Virus um ein „contagium fixum“ oder um etwas Lösliches handelt, aus der Welt zu schaffen. Für jene Virusforscher, die Viren als chemische Moleküle betrachteten (als „Riesenmoleküle“), lieferte der Nachweis der Kristallisierbarkeit des Tabakmosaikvirus eine wesentliche Unterstützung ihrer Auffassung, weil die Fähigkeit, zu kristallisieren, gemeinhin nur chemischen Molekülen zugesprochen wurde, nicht aber den kompliziert zusammengesetzten Organismen<sup>98</sup>.

So wie im Falle des Genkonzeptes bezogen sich Virusforscher, die sich des Makromolekül-Konzeptes bedienten, auf etwas, worüber man seinerzeit – bis über die Mitte der 30er Jahre hinaus – ganz unterschiedlicher Auffassung sein konnte. Das Grundproblem war die Frage nach der Größe der Moleküle, ihrer Struktur und den Reaktionsmechanismen in den organischen Naturstoffen (wie Zellulose, Kautschuk, Stärke, Eiweiß). Zwei verschiedene Ansichten wurden dazu geäußert. In der Zeit von 1900–1910 gab es eine Reihe von Forschern (Weber, Pickles u.a.), die die Existenz von riesigen Molekülen annahmen und zu belegen suchten. Diese Arbeit wurde aber weitgehend ignoriert<sup>99</sup>. Weil sich die dominierende kolloidchemische Sichtweise bei der Untersuchung etlicher Phänomene bewährt hatte, konnte man sich große Einheiten nur als Aggregation kleinerer Grundkörper vorstellen<sup>100</sup>. 1919 schrieb der Kautschukforscher Harries, daß die Vorstellung von riesigen Molekülen nicht richtig sein könne, vielmehr müßte „ein verhältnismäßig kleinerer Grundkohlenstoff darin enthalten sein, der sich je nach den Bedingungen durch Zusammenschluß mehrerer seiner Moleküle zu einem großen Komplex vereinigt ...“<sup>101</sup>. Und so gewann auch die kolloidchemisch orientierte niedermolekulare Sichtweise immer mehr an Bedeutung, derzufolge die Naturstoffe aus relativ kleinen Molekülen zusammengesetzt sein sollten, die sich zu größeren

98 s. McFarlane, A.S. / MacFarlane, M.G., Effect of lipoid solvents on vaccinia virus. – In: Nature. 144(1939)3643, S. 376–377, S. 376.

99 s. Priesner, C., Zur Geschichte der makromolekularen Chemie. – In: Chemie in unserer Zeit. 13(1979)2, S. 43–50, S.44; Priesner, C. / H. Staudinger / H. Mark / K.H. Meyer, Thesen zur Größe und Struktur der Makromoleküle. Berlin: Verlag Chemie 1980.

100 s. Löser, B., Der Einfluß der Arbeiten zur technischen Kautschuksynthese auf die Herausbildung der makromolekularen Chemie. – In: NTM. 20(1983)1, S. 45–55, S. 48.

101 Harries, C.D., Untersuchungen über die natürlichen und künstlichen Kautschukarten. Berlin: Springer-Verlag 1919, S. 231.

Einheiten aggregierten. So blieb auch die Beantwortung der Frage, ob Viren „Organismen oder ... chemische Moleküle sind ...“, sehr schwierig, da über die Definition dieser beiden Grundbegriffe weder in der Chemie noch in der Biologie eine allgemein gültige Auffassung besteht“, so Schramm Anfang der 40er Jahre<sup>102</sup>. Deshalb vermochte der Virusforscher Schmidt-Lange nur eine Hoffnung, nicht die Gewißheit auszudrücken, daß sich durch die Fortschritte der Makromolekularchemie die Kenntnisse auch zur Virusnatur würden erweitern lassen<sup>103</sup>. Es ist einsichtig, daß mit dem Bezug, der von einer Reihe von Virusforschern zum Makromolekül hergestellt wurde, die Kontroversen, die es dazu in der Chemie gab, auch in der Virusforschung eine Rolle spielen mußten. Doerr zufolge, war es dem „freien Ermessen“ anheimgegeben, ob man bei Proteinen von Riesensmolekülen oder von Molekelaggregaten sprechen wollte, „zumal über die Bindungen, welche die Einheiten zusammenhalten, nicht mehr bekannt ist, als daß sie ziemlich locker zu sein scheinen und leicht gesprengt werden können“<sup>104</sup>. Wenn auch mit großer Entschiedenheit angenommen werden durfte, daß die Virusproteine ebenso wie jene anderer Eiweißkörper aus einer Anzahl von gleichen Untereinheiten zusammengesetzt sind, ergab sich bei dieser Lage dennoch keine Übereinstimmung in der Auffassung der Struktur, Größe und dem gegenseitigen Verhältnis der Einheiten. Hier wurden von verschiedenen Forschern ganz verschiedene Standpunkte vertreten<sup>105</sup>. Die Frage, wie sich denn die Erhaltung der Art und die Vermehrung erklären lasse, sollte das auslösende Agens ein unbelebtes Molekül sein, wurde ganz verschieden beantwortet: Vor allem dachte man an einen autokatalytischen Vorgang in dem Sinne, daß beim Zerfall von Zellen immer neue Stoffe der schon vorher vorhandenen Art entstehen. Ferner wurde angenommen, daß solche Moleküle bilaterale Spiegelbilder aufweisen könnten, die nach ihrem Zerfall durch einen Reiz wieder neu ergänzt würden. Andere Vermutungen gingen dahin, daß jeweils nur einzelne Gruppen des Moleküls zu neuer Synthese aufgenommen würden<sup>106</sup>.

#### *Das Virus und das Transformationsprinzip*

1928 hatte Griffith<sup>107</sup> Experimente zur Transformation von Pneumokokken beschrieben. In seinen Versuchen wurden einem Mäusestamm lebende nichtvirulente

102 Schramm, G., Neuere Ergebnisse und Probleme in der Untersuchung der Virusarten. – In: Deutsche Medizinische Wochenschrift. 68(1934)32, S. 791–794, S. 791.

103 Schmidt-Lange, W., Fortschritte der Virusforschung. – In: Münchner Medizinische Wochenschrift. 90(1943)50/51, S. 709–712, S. 711.

104 Doerr 1944, a.a.O., S. 11.

105 s. ebd., S.12.

106 Schmidt-Lange, a.a.O., S. 711.

107 Griffith, F., The significance of pneumococcal types. – In: Journal of Hygiene (Cambridge,

Pneumokokken des R-Typs (R gleich „rough“) und durch Hitze abgetötete virulente Zellen des S-Typs (S gleich „smooth“) injiziert. Etliche Mäuse verendeten, deren Blut lebende Organismen des S-Typs enthielt, woraus sich folgern ließ, daß die lebenden nicht virulenten Bakterien etwas von den toten Zellen übernommen hatten, das eine Transformation des R-Typs zu virulenten Organismen des S-Typs veranlaßt hatte. Alloway<sup>108</sup> konnte 1932 belegen, daß eine solche Umwandlung von einem filtrierbaren Agens ausgelöst wird. Beim transformierenden Prinzip geht es um die Übertragung neu auftretender Erbänderungen in Kulturen, die 1944 von Avery – der am Rockefeller Institute for Medical Research die chemische Basis von Unterschieden zwischen Merkmalen von Bakterien untersucht hatte, die Lungenentzündung beim Menschen verursachen – und seinen Mitarbeitern mit neuen Techniken nachgeprüft wurde. Im Ergebnis der Untersuchungen wurde die DNA als diejenige Substanz identifiziert, die für die Übertragung verantwortlich ist. In dem 1944 erschienenen Aufsatz erörtern Avery et al., daß die induzierende Substanz zum einen mit dem Gen verglichen werden könne, daß zum anderen auch an eine Analogie zwischen der Aktivität des transformierenden Agens und der eines Virus gedacht werden könne. „Was immer auch die korrekte Interpretation sein möge, diese unterschiedlichen Gesichtspunkte weisen hin auf Verknüpfungen des Phänomens der Transformation mit ähnlichen Problemen in der Genetik, Virologie und der Krebsforschung“<sup>109</sup>. In einem Brief an seinen Bruder Roy Avery, einen medizinischen Bakteriologen, kommentierte Avery die Entdeckung wie folgt: „Wenn wir ... recht haben, dann bedeutet das, daß sowohl die chemische Natur des induzierenden Stimulus als auch die chemische Struktur der produzierten Substanz bekannt ist, wobei das erstere Thymus-Nukleinsäure, letzteres Typ-III-Polysaccharid ist, und daß beide dann in den Tochterzellen redupliziert werden und daß nach zahllosen Teilungen ohne weitere Zugabe des induzierenden Agens die gleiche aktive ... Substanz wiedergewonnen werden kann in einer weit größeren Menge, als der ursprünglich zur Induktion der Reaktion benutzten. Das klingt wie ein Virus – es könnte auch ein Gen sein“<sup>110</sup>.

England). 27(1928), S. 113–159.

- 108 Alloway, J.L., The transformation in vitro of R pneumococcus into S-forms of different specific types by the use of filtered pneumococcus extracts. – In: *Journal of Experimental Medicine*. 55(1932), S. 91–99.
- 109 Avery, G.T. / MacLeod, C.M. / McCarty, M., Studies on the chemical nature of the substance inducing transformation by a desoxyribonucleic acid fraction isolated from pneumococcus Type III. – In: *Journal of Experimental Medicine*. 79(1944), S. 137–158. Zitat aus: *Molekulargenetik. Beiträge zu ihrer Entwicklung*. Hrsg. v. D. Goetz / E. Wächtler / H. Wußing. – In: *Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften*, Bd.254. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.G. 1975, S. 35–63, S. 60f.

Auch was die Beziehung des Nukleinsäurebegriffs zum Viruskonzept anbetrifft, kann von einer zwangsläufigen oder folgerichtigen Verknüpfung ebensowenig wie in anderen Fällen die Rede sein. Mit dem Rückgriff auf das „transformierende Agens“ bzw. auf „Nukleinsäure“ bezogen sich Virusforscher auf etwas, das noch ganz verschieden verstanden werden konnte.<sup>111</sup> Daß die Nukleinsäure und nicht das Protein die genetische Rolle spielt, wurde erst in den späten 50er Jahren allgemein anerkannt. Weithin wurde angenommen, daß Nukleinsäuren mit Proteinen verwandt oder mit ihnen als den eigentlich wirksamen Stoffanteilen verbunden seien. Das heißt, die eigentliche Erbsubstanz wurde in eiweißhaltigen Enzymen vermutet, deren katalytische Eigenschaften auch weit eher den Vorstellungen von einer die Vererbungsprozesse steuernden Substanz entsprachen. Auch die auffällige Artspezifität der Enzymwirkungen begünstigte diese Überzeugung, die auch in der Virusforschung verbreitet war, in der im Zuge der Analogisierung des Virusphänomens mit chemischen Substanzen und Prozessen die Enzymtheorie schon von Anfang an herangezogen worden war (bereits 1899 wurde von Wood das Virus mit der Enzymtheorie Buchners verknüpft; ebenso wurden die Phagen von Forschern wie Twort (1915), Gratia<sup>112</sup> (1921) und Bordet (1921) für Enzyme gehalten). Dies erklärt auch, daß die Beobachtungen zum Phänomen der Übertragung neu auftretender Erbänderungen in Pneumokokken-Kulturen zunächst auf Reserviertheit oder gar Ignoranz gestoßen waren. Avery und seine Mitarbeiter hatten ja auch selber zur Vorsicht bei der Deutung der Befunde aufgerufen und hervorgehoben, daß jede Interpretation über den Mechanismus der Transformation notwendigerweise rein theoretischer Art sei und daß man nicht ausschließen könne, daß die biologische Aktivität des dargestellten Stoffes vielleicht doch keine der Nukleinsäure inhärente Eigenschaft sei, sondern vielleicht durch kleinste Mengen einer anderen Substanz hervorgerufen werde, die an die Nukleinsäure absorbiert oder so eng mit ihr assoziiert sei, daß sie nicht erkannt werden könne<sup>113</sup>. Für Hotchkiss beispielsweise, der sich der Gruppe um Avery angeschlossen hatte, war es seinerzeit noch offen gewesen, ob „DNA“ nur ein weiterer abstrakter Formalismus oder ein molekulares

110 Zit. nach Hotchkiss, R.D., Gen, transformierendes Prinzip und DNS. – In: Phagen und die Entwicklung der Molekularbiologie. Hrsg. von J. Cairns / G.S. Stent / J.D. Watson. Berlin: Akademie-Verlag 1972, S. 178–197, S. 184f.

111 Beispielsweise hielt es Mirsky, der an demselben Institut wie Avery auf dem Gebiet der biochemischen Genetik arbeitete, für nicht erwiesen, daß die von Avery verwandten DNA-Präparate proteinfrei gewesen sind (Hinweis aus Judson, H.F., Reflections on the Historiography of Molecular Biology. – In: *Minerva. A Review of Science, Learning and Policy.* XVIII(1980)3, S. 369–421, S. 380, 381).

112 Gratia, A., Preliminary report on a staphylococcus bacteriophage. – In: *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine.* 18(1921), S. 217–219.

113 Avery, a.a.O., S. 59, 61.

Fragment ist<sup>114</sup>. Delbrück folgend, stand man seinerzeit vor einem Dilemma. „Entweder war die DNS kein einfältiges, dummes Molekül, oder der Stoff, der die Transformation auslöste, war nicht DNS. ... Zu jener Zeit hatte dies nichts mit genauem Denken, mit Gründlichkeit oder irgendetwas anderem zu tun – man mußte nur herausfinden, was richtig war“<sup>115</sup>. Die Analogien des transformierenden Agens zum Gen und zum Virus stießen erst auf ein verbreitetes Interesse, nachdem durch experimentelle Arbeiten von Hershey und Chase<sup>116</sup> nachgewiesen werden konnte, daß, wenn sich ein Phage an eine Bakterienzelle anheftet, der größte Teil der Phagen-DNA in die Zelle eindringt, während ein Rückstand, der wenigstens 80% des Phagen-Proteins enthält, auf der Zelloberfläche zurückbleibt. Es konnte also belegt werden, daß die Proteine tatsächlich außerhalb des Bakteriums bleiben und nur die DNA in die Wirtszelle gelangt und daß daraufhin neue aktive Phagen freigesetzt werden.

### *Die Entwicklung der Bedeutung des Virusbegriffes im interdisziplinären Diskurs*

„...die Virusforschung (hat) durch ihre neueren Ergebnisse jene Bestrebungen mächtig gefördert, welche, von den gewaltigen Umwälzungen in Physik und Chemie ausgehend, die Kluft zwischen lebendiger Substanz und unbelebter Materie zu überbrücken suchen“, wie Doerr Ende der 30er Jahre urteilt<sup>117</sup>. Und einige Jahre später: „Ursprung und Wesen des Lebens zu ergründen, war und bleibt letztes und höchstes Ziel der Wissenschaft, und die Eigenschaften der virusartigen Infektionsstoffe, vor allem die minimalen und im Minimalen doch auch wieder begrenzten Dimensionen ihrer Einheiten berechtigen zu der Erwartung, diesem Ziele näherzukommen. Nur so ist es verständlich, daß die vom Spezialisten erzielten Ergebnisse so rasch das Interesse weitester Kreise zu erwecken vermochten, und daß

114 Hotchkiss, a.a.O., S. 185.

115 Delbrück, M., Experiments with bacterial viruses (bacteriophages). – In: Harvey Lectures. Lectures delivered on Jan. 17, Series XLI, vol. 41. Springfield III: 1946, S. 161–187. (Interviewtext in Judson, H.F., Der 8. Tag der Schöpfung. Sternstunden der neuen Biologie. Wien / München: Meyster 1980. (The Eighth Day of Creation. Makers of the Revolution in Biology. London: Simon & Schuster 1979.), S. 43.

116 Hershey, A.D. / Chase, M., Independent functions of viral protein and nucleic acid in growth of bacteriophage. – In: Journal of General Physiology. 36 (1952), S. 39–56. (in deutscher Übersetzung: Unabhängige Funktionen von Virusprotein und Virusnukleinsäure bei der Vermehrung von Bakteriophagen. – In: Molekulargenetik. Beiträge zu ihrer Entwicklung. Hrsg. v. D. Goetz / E. Wächter / H. Wußing. – In: Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften. Bd.254. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.G. 1975, S. 64–78).

117 Doerr 1938, a.a.O., S. 105.

sich nicht nur Biologen, sondern auch Chemiker und Physiker mit der ‚wahren Natur der Virusarten‘ zu beschäftigen begannen“<sup>118</sup>. Dieser Prozeß wurde also nicht nur dadurch eingeleitet, daß Virusforscher Interesse an Konzepten der Genetik, der organischen Chemie und anderer Disziplinen fanden. Er wurde auch dadurch vorangetrieben, daß Virusforscher bei Vertretern anderer Disziplinen, auf deren Konzepte sie sich bezogen hatten, auf ein Gegeninteresse stießen: Virusforscher, die sich zur Bewältigung von Erklärungsproblemen der Virusforschung beispielsweise auf Konzepte der Vererbungsforschung bezogen, trafen auf Genetiker, die sich zur Bewältigung von Problemen bei der Erklärung des Vererbungsgeschehens des Virusbegriffes bedienten.

Die Konvergenz von Forschungsrichtungen verschiedener Disziplinen war nicht dadurch zustande gekommen, daß sie zielbewußt zusammengeführt worden wären, um ein allgemein interessierendes Problem nach all seinen Seiten hin zu klären, wie es für multidisziplinär organisierte Projektforschung typisch ist. Es läßt sich belegen, daß die Wissenschaftler, indem sie Begriffe anderer Disziplinen zur Bewältigung von Interpretationskrisen entlehnten, dabei stets die Ziele der eigenen Forschungskultur im Auge hatten. Wir beschränken uns im folgenden darauf, dies am Beispiel der Entwicklung des Verhältnisses zwischen Virus- und experimenteller Vererbungsforschung auszuführen.

„Für die Virusforschung ergeben sich viele Berührungspunkte mit den die mikrophysikalischen Steuerungsorgane der Zelle betreffenden Untersuchungen aus der schon oft betonten Ähnlichkeit zwischen Genen und Viruselementen. Die Erforschung der Gene hat aus den Resultaten der Virusforschung viel zu lernen; und umgekehrt können die Methoden und Ergebnisse der Genforschung mancherlei Anregungen für die Virusforschung bieten“, so Jordan<sup>119</sup>. Und in der Tat trafen sich Interessen von Virusforschern an der Genetik mit Interessen von Genetikern an der Virusforschung, denen praktisch nachgegangen wurde. Besagte Interessen trugen zu einer Reformulierung fachgebietsspezifischer Ziele bei, wobei sogleich hinzugefügt werden soll, daß damit keinesfalls eine Einschränkung der disziplintypischen Anliegen zugunsten der Anliegen jener Disziplin einherging, für die man sich interessierte. Die Genetiker waren selbstverständlich nicht primär an der Erfindung von Mitteln interessiert, um die Virenvermehrung zu vereiteln, nicht darauf bedacht, ihr Wissen auf die Therapie von Viruskrankheiten anzuwenden<sup>120</sup>.

118 Doerr 1944, a.a.O., S. 1.

119 Jordan, P., Die Stellung der Quantenphysik zu den aktuellen Problemen der Biologie. – In: Archiv für die gesamte Virusforschung. Bd.I, Heft 1. Hrsg. v. R. Doerr. Wien: Julius Springer (1939), S. 1–20, S. 12.

120 s. Delbrück, a.a.O., S. 116.

Vielmehr erhofften sie sich vom Rückgriff auf das „Virus“ größere Chancen für eine Analyse der physikochemischen Prozesse, die die Gen-Wirkungen realisieren, bis hin zum molekularen Niveau, wovon Genetiker die Bewältigung ihrer Erklärungsprobleme abhängig machten.<sup>121</sup> Organismen wie die seinerzeit bevorzugt untersuchte Fruchtfliege waren kein geeigneter Gegenstand, um in dieser Frage weiterzukommen. Und hier wurde das Virus wegen seiner molekularen Dimension interessant, das auch auf Grund seiner bedeutend einfacheren Struktur größere Möglichkeiten für genetische Experimente erhoffen ließ. Die Gentheorie der Vererbungswissenschaft war ja im Begriff, über die Zellulatheorie hinwegzuschreiten, welche als kleinste Einheiten des Organismus die Zellen ansah. Und mit dem Virus schien nun endlich eine Lebensform präzellulärer Art gefunden zu sein.<sup>122</sup> Die Motive, weswegen sich Genetiker für das Virus interessierten, lassen sich m.E. sehr klar in Ausführungen von Timoféeff-Ressovsky und Zimmer<sup>123</sup> ausmachen: Sie meinen, daß das Verständnis, daß Gene „nukleoproteidartige, eventuell periodisch aufgebaute einzelne Moleküle, Mizellen oder autonome Mizellenteile darstellen, die in größerer Zahl kettenförmig zu Chromosomen zusammengefügt sind“, wesentlich durch die Entdeckung gestützt werde, „daß wenigstens einige von den filtrierbaren Viren chemisch rein darstellbare Nukleoproteid-Riesenmoleküle sind... Ohne daß wir die Gene und die Viren gleichsetzen wollen, muß ... betont werden, daß sie einige gleiche definitionsgemäße Grundeigenschaften besitzen, vor

121 „If one knew what a gene was, one could probably find out how it worked; if one understood the mechanisms of gene action, one could begin to predict what the gene was ... The problem was to solve both puzzles at once, knowing the answer to neither“ (Kay, L.E., *The Molecular Vision of Life*. Caltech, The Rockefeller Foundation and the Rise of the New Biology. New York / Oxford: Oxford University Press 1993, S. 126; siehe auch 132).

122 Im Virus wurde auch eine Möglichkeit gesehen „to serve as the perfect focus for nucleocentric origin-of-life theorizing. When presented as the most functionally primitive of all organisms, living in the absence of any metabolic apparatus, the virus could be emphasized in three different manners. First, and most subtly, it could be utilized metaphorically as a conceptual shorthand for a definition of life itself. If the virus could be construed on the one hand as living, and on the other hand as nonmetabolizing and nonsystemic, then life itself ... could be said to have appeared in nonmetabolizing and nonsystemic fashion. Second, the virus could be conceived of ... operationally as an independently existing gene, carrying the identical operational connotations – through its capacity for self-duplication and mutation – as did its cellularly inetrated brethren. An understanding of how the virus could develop could hence lead to a possible understanding of how life itself could emerge. Finally, the virus could be pluralized to the ‘viruses’ as a taxonomic lineage and be conceived of phylogenetically, as the direct, relatively unmodified descendants of the primordial precursor to all later life forms“ (Podolsky, S., *The Role of the Virus in Origin-of-Life Theorizing*. – In: *Journal of the History of Biology*. 29(1996), S. 79–126, S. 83 f.).

123 Timoféeff-Ressovsky, N.W. / Zimmer, K.G., *Das Treffer-Prinzip in der Biologie*. Leipzig: Hirzel 1947, S. 250.

allem die konvariante Reduplikationsfähigkeit und die Eigenschaft, spezifische physiologische Wirkungen auszuüben“, wobei die Virusforschung den Vorteil biete, „das Material in vitro analysieren zu können...“

Das Interesse von Genetikern am Virus war darauf gerichtet, an diesem Modell den molekularen Grundlagen der Vererbung auf die Spur zu kommen, ein Interesse, das aber mit den ersten Ergebnissen der Virusforschung nicht sogleich entstanden war. Der von Muller<sup>124</sup> Anfang der 20er Jahre unterbreitete Vorschlag, Phagen als Objekte für genetische Experimente zu nutzen – von ihm selbst als eine dem seinerzeit erreichten Stand seiner Disziplin gemäße Spekulation ausgewiesen –, wurde erst zweieinhalb Jahrzehnte später von der community der Genetiker aufgegriffen. Carlson, Verfasser einer Biographie Mullers, nennt dessen Vorstellung, die zunächst auf keinerlei Resonanz gestoßen war, eine phantastische Vision einer biochemischen und biophysikalischen Analyse von Genen und Viren<sup>125</sup>. Die Bezugnahme auf den Phagen ergab sich aus Mullers Anliegen, einige Hauptprobleme der Genetik zu präzisieren und neue Wege zu ihrer Erforschung zu bahnen<sup>126</sup>. Gene waren für ihn ultramikroskopische Teilchen, die die Zelle, ihre Stoffe, Strukturen und Aktivitäten beeinflussen und die über die Zellwirkungen den gesamten Organismus steuern. In der Fähigkeit zur Selbstvermehrung sah Muller die hervorstechendste Eigenschaft der Gene, ein Vorgang, der so erfolgte, wie das aus der Chemie über die Autokatalyse bekannt war. Wenn die Struktur des Gens durch zufällige Variationen gewandelt wird, werden auch die katalytischen Fähigkeiten des Gens so verändert, daß es autokatalytisch bleibt. Die Haupteigenschaften des autokatalytischen Mechanismus müssen folglich in der Struktur des Gens liegen. Muller sah das Hauptproblem in der Frage nach dem allgemeinen Prinzip der Genkonstruktion und damit in der Frage nach der physikalischen Grundlage der autokatalytischen Eigenschaft des Gens. Er empfahl, Mutationen an einzelnen Genen zu untersuchen bzw. die Bedingungen, unter denen Mutationen entstehen, experimentell zu prüfen. Davon ausgehend kam er auf die Möglichkeit zu sprechen, für die Untersuchung dieser Fragen Bakteriophagen als Modelle zu verwenden, weil nach seiner Ansicht Phagen ebenso wie Gene die Eigenschaft der Mutabilität aufwiesen.

Das Interesse der Virusforscher am Gen war hingegen, wie weiter oben schon dargelegt, der Hoffnung entsprungen, darüber die Natur des Virus zu erklären und zu entscheiden, ob Viren zu den Lebewesen zu rechnen oder als eine lösliche Substanz oder ein Enzym aufzufassen sind. Daß einzelne Virusforscher schon in

124 Muller, a.a.O.

125 Carlson, E.A., *Genetheorie*. Stuttgart: G. Fischer 1971, S. 97.

126 s. Tripoczky, a.a.O., S. 59f.

den frühen 20er Jahren das „Virus“ mit dem Gen-Begriff verknüpften – sie vertraten den Standpunkt, daß das Virus dem Gen „ähnlich“ sei -, diente dem Zweck, aufgekommene Unsicherheiten, den Virusbegriff in bestimmten Fällen zu verwenden, abzubauen und die konzeptionellen Kontroversen zu beenden. Das heißt, der Bezug auf das Gen sollte als eine der notwendigen Bedingungen für die Anwendung des Virusbegriffs expliziert werden, um Wege zu neuen Formulierungen und zu Veränderungen der Beobachtung der Viruserscheinung zu bahnen, womit die Hoffnung verknüpft war, daß sich auf diesem Wege die Rätsel, die sie aufgegeben hatten, verflüchtigen würden.

*Die Konstruktion des modernen Virus-Objektes im Ergebnis eines interdisziplinären Methoden- und Verfahrenstransfers*

Das gewonnene Verständnis, daß sowohl „Gene“ als auch „Viren“ als die elementaren biologischen Strukturen betrachtet werden müßten, deren Vermehrungsmechanismus und bauliche Einzelheiten es von verschiedenen Seiten her zu analysieren gelte, wie Timoféeff-Ressovsky und Zimmer<sup>127</sup> ausführen, verdankte sich einer Entwicklung, in der sich Forschungsprobleme dieser und jener Disziplinen gewissermaßen in miteinander verwandte Teilprobleme eines Gesamtproblems verwandelten, wobei dann der Eindruck entsteht, als wären sie es von vornherein gewesen, nur daß dies erst entdeckt werden mußte. Ein solcher Eindruck wird uns auch von den zitierten Autoren vermittelt: Sie schildern die Geschichte als einen Prozeß, in der die daran beteiligten Disziplinen gewissermaßen einen je besonderen Zugang zum Gesamtproblem hatten, dabei ihre je besonderen Vorteile nutzend, und daß deren Vertreter schließlich des gemeinsamen Problems – des Problems, die Einzelheiten des Baus und den Vermehrungsprozeß der elementaren biologischen Strukturen zu erforschen – gewahr wurden. „Das Gebiet der Virusforschung bringt ... mit sich den Vorteil, das Material in vitro analysieren zu können; der Vorteil der experimentellen Genetik besteht in der klareren Definition und leichteren Feststellbarkeit von Strukturveränderungen der elementaren Einheiten, also der Mutationen. Eine wesentliche Hilfe wird diesem Gebiete durch die moderne Biochemie der Wirkstoffe geleistet werden; gewisse verwandte Teilprobleme werden sich sicherlich auch auf dem Gebiete der Erforschung der Immunitäterscheinungen (Antigen- Antikörperbeziehungen) ergeben. Und es ist besonders reizvoll, daß sich auf diesem biophysikalischen Gebiet anscheinend biologische und physikalische Elementarvorgänge treffen“<sup>128</sup>.

127 Timoféeff-Ressovsky / Zimmer, a.a.O., S. 250.

128 Timoféeff-Ressovsky / Zimmer, a.a.O., S. 250.

Vom Ende her aufgerollt, bietet sich der Prozeß so dar, als hätten die den verschiedenen Fachsprachen entstammenden Ausdrücke von vornherein (präkommunikativ) bezüglich ihrer Referenten (Objekte) bzw. der behandelten Probleme übereingestimmt. An dem, worin sie „objektiv“ übereinstimmen, lassen sich nicht mehr die interdisziplinären Verständigungsprozesse erkennen, die die Voraussetzung dafür gewesen sind. Daß sich in der Retrospektive ein solches Bild zwangsläufig einstellt, drückte 1904 Bovery, auf Verknüpfungen verweisend, die sich seinerzeit zwischen Zell- und Vererbungsforschung eingestellt und die das Verständnis der Mendelschen Regeln weitergeführt hatten, wie folgt aus: „Wir sehen ... auf Forschungsgebieten, die sich unabhängig voneinander entwickelt haben, Resultate erreicht, die so genau zusammenstimmen, als sei das eine theoretisch aus dem anderen abgeleitet“<sup>129</sup>. Wie es nun dazu gekommen ist, ist also unter der Voraussetzung zu erklären, daß es sich zunächst um voneinander getrennte Erfahrungsbereiche handelte, zwischen denen sich dann im weiteren Wechselwirkungen einstellten.

Mit der Entlehnung von Konzepten anderer Disziplinen gewinnen die damit verbundenen Auseinandersetzungen auch eine Wirkung im eigenen Fachgebiet, und es entsteht ein Druck, sich bei eigenen Untersuchungen auch an den Verfahrensweisen und Fragestellungen der fremden Disziplin zu orientieren. Denn für eine überzeugende Präsentation von Konzepten fremder communities als etwas, das zu den Voraussetzungen, den Leitlinien der eigenen Faktenproduktion gehört, müssen die Forschungsergebnisse als etwas dargeboten werden, das sich auch im Bezugssystem der jeweiligen community bewerten und rekonstruieren läßt. Und dies bedeutet in der Konsequenz, daß die eigenen experimentellen und Beobachtungsbefunde in solche jener community übersetzbar sein müssen, deren Konzepte man herangezogen hat. Erst so läßt sich glaubhaft machen, werden den ins Auge gefaßten potentiellen Rezipienten jenseits der Grenzen des eigenen Gebietes reale Anhaltspunkte für die Annahme geboten, daß eine solche Bezugnahme die notwendige Voraussetzung für die Erreichung der Forschungsziele gewesen ist und zu den Beobachtungsbedingungen der behandelten Forschungsgegenstände gehörte. Anderenfalls bliebe es bei einer bloßen Aneinanderreihung von Forschungsergebnissen verschiedener Fachgebiete.

Daß die im behandelten Fallbeispiel auf textsprachlicher Ebene eingeleitete Konvergenz von Forschungsrichtungen verschiedener Disziplinen dazu anhielt, sie auf forschungspraktischer Ebene fortzuführen, wird beispielsweise in einem Aufsatz Kausches aus dem Jahre 1940 deutlich: Er schreibt, daß, wenn man schon nach

129 Bovery, Th., Ergebnisse über die Konstitution der chromatischen Substanz des Zellkerns. Jena: Gustav Fischer 1904, S. 21.

Analogien allgemeiner und besonderer Art zwischen Genen und den Virusproteinen suche, dann müßten derartige Überlegungen auch „nach der strengen Definition der Genetik“ experimentell zu der Konsequenz führen, „daß man 1. zu versuchen hat, die spezifischen Eigenschaften, d.h. die Wirkungsweise oder doch den Wirkungserfolg eines Virusproteins, mit seinen definierten physikochemischen Konstanten kausal zu verknüpfen; 2. haben Untersuchungen über Analogien zwischen Gen und Virus das Ziel, den Wirkungseffekt des Virusproteins durch übersehbare Eingriffe so zu verändern, daß dieser sich physikalisch-chemisch nachweisen läßt. Dazu muß zunächst das Endglied der Reaktionskette, nämlich das Symptombild, in veränderter Form manifest werden, und mit einer Veränderung der physikochemischen Eigenschaften des Wirkkörpers gepaart gehen. Bei der relativ großen Plastizität der Testobjekte gegenüber dem Virusinfekt müssen solche künstlich hervorgerufenen Modifikationen so fest induziert sein, daß sie den strengen Anforderungen der Genetik im Sinne von Mutationen entsprechen, d.h. sie müssen weitgehend konstant bleiben“<sup>130</sup>. Anstrengungen, die er selber in diesem Sinne unternommen hatte, führten, wie er berichtet, zu folgendem: „Es hat sich herausgestellt, daß mit Röntgen- oder Radiumbestrahlungen das Proteinmolekül selber verändert wird, wenn man es in seinem natürlichen Milieu, dem Zellplasma, relativ starken Strahlendosen aussetzt ... Die ‚Mutabilität‘ scheint also beim Virusprotein wie beim Gen an das lebende Gewebe gebunden zu sein.“ Es stehe zudem fest, daß die Vermehrung der Pflanzenviren „an die lebhafteste Zellteilung gebunden ist. Während aber die Vermehrung der Gene quantitativ derart gerichtet ist, daß bei der Kernteilung aus einem schon vorhandenen Gen nur ein neues entstehen kann, scheint die Vermehrung der Viren quantitativ nicht gesteuert zu sein. Die vorerst noch geringe Ausbeute im Gegensatz zu den Massen der insgesamt bestrahlten Virusmoleküle wird sich zwanglos aus der Treffertheorie erklären lassen und kann mit den Erfahrungen der genetischen Mutationsforschung in Einklang gebracht werden“<sup>131</sup>.

Daß mit Entlehnungen Konsequenzen in methodischer und anderer Hinsicht der entlehnenden Forschungsrichtung erwachsen, kann auch im Hinblick auf die Folgen gezeigt werden, die heraufbeschworen wurden, als man sich darauf verständigt hatte, Viren makromolekularen Nucleoproteinen gleichzusetzen: Bei den Anstrengungen etwa, die Hypothese endogener Virusentstehung plausibel zu machen, konnte man sich nicht mehr damit begnügen, davon auszugehen, daß ein

130 Kausche, G.A., Untersuchungen zum Problem der biologischen Charakterisierung phytopathogener Virusproteine. – In: Archiv für die Gesamte Virusforschung. Hrsg. von R. Doerr, Band I, Heft 3. Wien: Julius Springer 1940, S. 362–372, S. 362f.

131 Ebd., S.372.

aus Nucleoprotein bestehendes Gebilde der Wirtszelle unmittelbar, das heißt, ohne chemische Umgestaltung in ein Viruselement umgesetzt werde. Der Gedanke sei biologisch untragbar, „daß ein der Wirtszelle angehörendes Teilchen durch den Einfluß eben dieser Zelle direkt bzw. ohne Änderung seiner Dimensionen, seiner Farbreaktionen und seiner chemischen Konstitution in ein vermehrungsfähiges, übertragbares und spezifisches Agens mit allen Qualitäten eines pathogenen Keimes umgewandelt wird ... Wie die Dinge jetzt liegen, läßt sich die Hypothese von der endogenen Virusbildung nicht morphologisch, sondern lediglich durch Argumente anderer Art begründen“<sup>132</sup>. Elektronenmikroskopische Untersuchungen beispielsweise erschienen nunmehr als unzureichend zur Untersuchung dieser Fragestellung, weil sie doch nur Momentaufnahmen gestatteten und es nicht möglich war, einen in der Zeit ablaufenden Prozeß kontinuierlich optisch zu verfolgen<sup>133</sup>.

Für die Analyse eines solchen Prozesses, der von der Schaffung neuer Bezugspunkte des Forschens eingeleitet wurde – die sich der Entlehnung fremddisziplinärer Konzepte verdanken – und der im weiteren zu einem neuen kohärenten Wissen führte, ist die Rezeption des Fleckschen Erbes sehr hilfreich. Die Herstellung von Beziehungen zwischen Begriffen verschiedener Disziplinen, die er am Beispiel der Syphilisforschung untersucht hat, beschreibt er als „aktive Kopplungen“, wobei er sich bei der Erklärung, warum sich gerade diese und nicht andere Kopplungen ergeben hatten, auf den kulturhistorischen Kontext bezieht, der seinerzeit die Biografien der beteiligten Forscher bestimmte. Mit „aktiven Kopplungen“ wird zum Ausdruck gebracht, daß interdisziplinäre Verknüpfungen, die die Herausbildung einer neuen Disziplin bzw. eines neuen wissenschaftlichen Spezialgebietes einleiten, durch Unbestimmtheit gekennzeichnet sind. Auf eine solche Unbestimmtheit macht Fleck im Hinblick auf die interdisziplinäre Entstehungsgeschichte der Serologie aufmerksam. Er führt aus, daß der moderne Syphilisbegriff nicht die logisch einzige Möglichkeit gewesen sei. Man hätte, wenn die Pioniere dieses Gebietes auf andere Verknüpfungen als jene verfallen wären, die sie dann realisiert hatten, auf vollkommen andersartige Krankheitseinteilungen kommen können, damit auch auf andere Krankheitseinheiten, unter denen die Syphilis als Krankheitseinheit in den Abgrenzungen, wie sie heutzutage gelten, gar nicht zu finden wäre<sup>134</sup>. Fleck erklärt besagte Kopplungen als „Verknötungspunkt der Entwicklungslinien einiger Kollektivvorstellungen...“<sup>135</sup> Im weiteren funktionierten sie

132 Doerr 1944, a.a.O., S. 25.

133 s. ebd., S. 25, 27.

134 Fleck, L., Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache. – In: Einführung in die Lehre vom Denkstil und Denkkollektiv. Hrsg. v. L. Schäfer / Th. Schnelle. Frankfurt a.M.: Suhrkamp 1980, S. 32f.

135 Womöglich läßt sich folgender Gedanke von Weingart (Weingart, P., Interdisziplinarität – der

als Bedingungen der Erkenntnisarbeit, die darin bestehe, die „zwangsläufigen Ergebnisse“ festzustellen, die sich bei den gegebenen Voraussetzungen ermitteln ließen. Um glaubhaft zu machen, daß die Bezugnahme auf Begriffe anderer Disziplinen zu den gebotenen Voraussetzungen gehört, um das Forschungsanliegen zu erfüllen und die Forschungsobjekte adäquat zu erfassen, müssen die Folgeannahmen, die sich daraus herleiten lassen – die „passiven Kopplungen“, wie man sie nach Fleck nennen kann<sup>136</sup>, – empirisch untermauert werden. Die Voraussetzungen „entsprechen den aktiven Kopplungen und bilden den kollektiven Anteil des Erkennens. Die zwangsläufigen Ergebnisse gleichen den passiven Kopplungen und bilden das, was als objektive Wirklichkeit empfunden wird“<sup>137</sup>.

Dieses Verständnis läßt es nicht zu, das Zustandekommen interdisziplinärer Netzwerke auf die Existenz gleicher bzw. ähnlicher Objekte zurückzuführen, auf die die Akteure verschiedener Disziplinen unabhängig voneinander gestoßen wären, was diese dann erst zur Kooperation angestiftet hätte. Da in frühen Stadien der Entwicklung neuer Gebiete die beteiligten Wissenschaftler noch verschiedenen Disziplinen mit je eigenen „kulturellen Codes“ (Bezugssystemen, die festlegen, was theoretisch und praktisch legitim ist) angehören, können Wissen und Erfahrungen der Beteiligten nicht von vornherein gleichen Inhalts sein. Die von den Forschern verschiedener Fachgebiete untersuchten Erscheinungen werden in ganz verschiedenen Referenzsystemen behandelt, so daß man nicht von gleichen (transdisziplinären) Präferenzordnungen, Problemrangordnungen u. dgl. ausgehen kann, etwa was als wichtige, was als weniger wichtige Fragestellung der Forschungsarbeit gilt. Besagte Ordnungen hängen vom Kontext der jeweiligen Gemeinschaft ab, und gemäß dem Handlungskontext ist das, was an Gegenständen und Erscheinungen als manipulierbar, kontrollierbar und was als rätselhaft erachtet wird, von Gemeinschaft zu Gemeinschaft verschieden. Jede hat eine je besondere kognitive Rangordnung, derzufolge bestimmte Sachverhalte als Probleme gesehen, definiert und gelöst werden.<sup>138</sup> Mit den in den Disziplinen jeweils angewandten Beobachtungs-

paradoxe Diskurs. – In: Ethik und Sozialwissenschaften. 8(1997)4, S. 521–529, S. 8) auf dieses Konzept beziehen: Interdisziplinarität könne am besten als das Resultat des Opportunismus in der Wissensproduktion beschrieben werden: Wissenschaftler ergriffen Möglichkeiten, um Wissen und Ressourcen für die Produktion neuen Wissens zu erlangen. In diesem Fall könne interdisziplinäre Forschung als Rekombination bestehender Spezialgebiete das Ergebnis sein.

136 Fleck, a.a.O., S. 56.

137 Ebd.

138 Pinch und Bijker folgend, ist ein Problem erst als solches bestimmt, wenn es eine Gruppe gibt, für die ein Fakt oder Artefakt ein Problem konstituiert. Was Individuen als Angehörige einer Gruppe bestimmen läßt, ist, daß sie den gleichen Satz von Bedeutungen teilen, bezogen auf einen besonderen Artefakt (Pinch, T.J. / W.E. Bijker, *The Social Construction of Facts and Artifacts: or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology might Benefit Each Other.* –

und Beschreibungstechniken werden zugleich auch je eigene Problemzonen (Anomalien) geschaffen. Daraus folgt, daß die Entwicklung neuen wissenschaftlichen Wissens nicht erst mit der Aufstellung von für mehrere Disziplinen interessanten Problemen und deren Formulierung anläuft, wofür sich bereits Ziele fixieren und die Wahl der Mittel zu deren Lösung eingrenzen lassen. Die Probleme, von denen die Beteiligten im hier betrachteten Fallbeispiel ausgegangen waren, resultierten aus Fortschritten von Wissenskulturen, die sich getrennt voneinander herausgebildet hatten. Sie waren ganz verschieden und nicht identisch mit jenen, die später als deren gemeinsame Problemstellung verstanden werden konnten. Darlington macht dies in einem Rückblick auf das frühere Verhältnis zwischen Virus- und experimenteller Vererbungsforschung deutlich: "...our knowledge of viruses has grown up in the same half century as genetics. But the concepts used have been quite independent until recently"<sup>139</sup>.

Gestützt auf das bislang Erörterte, läßt sich zur frühen Geschichte der Virologie sagen, daß mit der Entwicklung interdisziplinärer Kommunikation zunächst nur symbolisch vermittelte Transformationsverhältnisse zwischen verschiedenen Gebieten geschaffen wurden, die jedoch – rückgekoppelt an die verschiedenen disziplinären Forschungspraxen, operationelle Kohärenzen von zuvor voneinander unabhängigen Erfahrungsbereichen herstellend – ein neues Entwicklungspotential für die empirischen Prozesse freilegte. Es kam zu einem Methoden- und Verfahrenstransfer<sup>140</sup>, der durch Disziplinengrenzen überschreitende Kooperation vorangetrieben wurde, zu einem Transfer, mit dem die vorher nur vermutete Gleichbedeutung etwa von Virus und Gen praktisch festgestellt werden sollte. Mit der Übernahme von Begriffen anderer Disziplinen werden Erfahrungserwartungen geäußert, Erwartungen, daß zwischen exemplarischen Beispielen von eigen- und von fremddisziplinären Begriffen Assoziationen bestehen, daß also Resultate eigener Forschung in Forschungsergebnisse der anderen Disziplin übersetzt werden können. Mit einem solchen Verfahrenstransfer wird auch die Konstruktion gleicher Objekte ermöglicht, die den Erfahrungserwartungen entspricht.<sup>141</sup> Oder in Anlehnung an Fleck

In: *Social Studies of Science*. 14(1984)3, S. 399–441, S. 414, 438).

139 Darlington, C.D., Mendel and the Determinants. – In: *Genetics in the 20th Century. Essays on the Progress of Genetics during its first 50 Years*. Hrsg. v. C.C. Dunn. New York: The MacMillan Company 1951, S. 315–331, S. 321.

140 s. Kay, a.a.O., S. 5.

141 In Anlehnung an Stichweh läßt sich dieses Zueinander heterogener Wissenssysteme – Stichweh bezieht sich allerdings auf das Entwicklungsverhältnis von Physik und Elektrotechnik – als Interpenetrationsvorgang kennzeichnen, wofür die Instrumenten- bzw. Experimentiertechnik als „Interpenetrationszone“ fungiert (Stichweh, R., *Wissenschaftliche Instrumente und die Entwicklung der Elektrizitätslehre*. – In: *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*. 40(1988)4, S. 684–705, S. 702). Die verschiedenen Wissenskulturen schließen an Ereignisse in

formuliert: In diesem Prozeß werden die hypothetischen Folgeannahmen operationalisiert, die sich aus den besagten Kopplungen generieren lassen.

dieser Zone auf verschiedene Weise an und transportieren sie in divergente Sinnhorizonte. Schließlich – im Ergebnis der Entwicklung des interdisziplinären Verkehrs – verschwindet die Differenz in den neuen Objekten.

Die Molekularbiologie „would borrow methods not only from physics, mathematics, and chemistry but also from other fields of life science – genetics, embryology, physiology, immunology, microbiology. The new biology aimed to transcend disciplinary boundaries and employ whatever tools the problem at hand demanded. Although the transfer of techniques between fields was certainly not new, the design of a large-scale program based on interdisciplinary research encompassing several disciplines was unprecedented“ (Kay, a.a.O., S. 5; siehe auch 136 ff.).

---

PETRA WERNER

## **Berichtswelten. Zum Streit um Patente und Prioritäten in der Vitaminforschung**

### *1. Vorbemerkung*

Gerade im 20. Jahrhundert kam es auf dem Gebiet der Naturstoffforschung bzw. Biochemie häufig vor, daß Wissenschaftler zeitgleich anerkannte Erfolge verbuchen konnten, was durch die Vergabe des Nobelpreises an mehrere Forscher zum selben Thema zum Ausdruck kommt. Der Wettbewerb, die Gleichzeitigkeit einzelner Entdeckungen und ihrer Zwischenschritte führte zu sehr schweren Konflikten. Sie können mehrere Ursachen haben – wenn man die Grundlagenforschung betrachtet, so ist es i. W. der Wunsch nach Anerkennung für die erste formale Bekanntmachung einer Innovation oder einer wissenschaftlichen Entdeckung. Die Priorität ist so etwas wie die Währung in der Wissenschaft – manchmal, wenn die Entdeckung wirtschaftliche Folgen hat, läßt sie sich sogar (wie in den von mir betrachteten Fällen) in bare Münze umsetzen.

Anliegen des Beitrages ist es, an einem Beispiel zu belegen, daß es für den Wissenschaftshistoriker relativ uninteressant ist, herauszufinden, wer welchen Anteil an einer Entdeckung hat, da Entdeckungen meist ein Resultat kollektiven Handels sind.

Es wurden zwei Beispiele aus dem Gebiet der Vitaminforschung ausgewählt. Es geht um zwei Vitamine, die wir heute als B<sub>2</sub> und Niacin bezeichnen. Beim Vitamin B<sub>2</sub> handelt es sich also um einen Farbstoff mit Enzym- und Vitamincharakter. Das Fehlen beider Vitamine verursacht beim Menschen schwere Mangelerscheinungen: B<sub>2</sub>-Mangel bewirkt entzündliche Veränderungen aller Art, Anämie usw., Niacin-Mangel Pellagra.

Um die Anteile an der Entdeckung wurde zwischen 1932 – 39 von mindestens fünf Wissenschaftlern erbittert und lebhaft gestritten. Dieser Zeitraum umfaßt die erste Arbeit von Warburg und Christian zum gelben Ferment<sup>1</sup> bis zu den Patentstreitigkeiten um die Synthese des Vitamin B<sub>2</sub>.

Im historischen Teil von Lexika, Handbüchern zur Wissenschaftsgeschichte bzw. Ausführungen in aktuellen Vitamin-Büchern, fallen die Einschätzungen recht summarisch aus und stehen im Widerspruch zu den Selbsteinschätzungen der Wissenschaftler. Aber auch die Selbstbewertungen des eigenen Anteils unterliegen einer zeitlichen Dynamik. So unterscheiden sich Bewertungen, die in der Kontroverse genannt wurden, durchaus von jenen, die Wissenschaftler im späterem Lebensalter rückblickend abgegeben haben. Zu erwarten wäre, daß die Reife der Beteiligten und die verstrichene Zeit Einfluß darauf nähmen, inzwischen erzielte Erfolge, sich verändernde soziale Kontakte aber auch hinzugekommenes Wissen über das Thema. Dem ist nicht so. Dies wird noch erläutert.

## 2. *Vom Sinn der Zusammenarbeit*

Die beteiligten Wissenschaftler sollen kurz vorgestellt werden, um danach zu der Frage überzugehen, ob die Zusammenarbeit im Netzwerk sinnvoll war. Die Leiter der beteiligten Wissenschaftlergruppen waren Nobelpreisträger: Hans von Euler-Chelpin, Paul Karrer, Richard Kuhn, Hugo Theorell, Otto Warburg. Die Gruppe der Vitaminforscher war etwa bis 1933 methodisch, aber auch von ihrem Forschungsansatz her, in zwei Lager geteilt: Warburg (Berlin-Dahlem), sein Schüler und Mitarbeiter Hugo Theorell (Stockholm) und der in Schweden lebende Deutsche Hans von Euler-Chelpin (Stockholm) konzentrierten sich auf die Erforschung der Funktion der Coenzyme von wasserstoffübertragenden Fermenten der Atmungskette, die sich zufällig als farbig erwiesen. Für die Aufklärung der Struktur der Verbindungen, deren Funktion sie erkannt hatten, interessierten sich die Wissenschaftler erst in zweiter Linie – keinesfalls war die Struktur Ausgangspunkt für ihre Untersuchungen.

Anders war es mit Paul Karrer und seinen Mitarbeitern (Zürich) sowie Richard Kuhn (Zürich, später München) – sie konzentrierten ihr Augenmerk als Organochemiker zunächst primär auf die chemische Struktur, z. B. die Synthese der Verbindungen. Eine Zusammenarbeit ergab sich vornehmlich aus methodischen Gründen, es war es wichtig, physikalische und chemische Methoden miteinander zu vereinigen, um Struktur und Funktion der Verbindungen aufzuklären.

Betrachtet man den Verlauf der Zusammenarbeit, die 1933 begann und sich etwa bis 1939 erstreckte, so lassen sich zwei Phasen erkennen, die schwer voneinander zu trennen sind. Eine erste Phase war auf Erkenntnisgewinn im Sinne von

1 vgl. Warburg, O. / Christian, W., Über das gelbe Oxydationsferment. – In: *Biochemische Zeitschrift* (Berlin). 263 (1933), S. 228–229.

Grundlagenforschung orientiert – die Funktion und die chemische Beschreibung von Laktoflavin und des heute als Niacin bezeichneten Vitamins. In der zweiten Phase stand die Synthese der Substanz im Mittelpunkt. Auch in der ersten Phase verlief die Zusammenarbeit nicht konfliktlos – Kampf um Prioritäten und Normbrüche waren an der Tagesordnung. Dadurch war von Anfang an eine große Dynamik im Netzwerk gegeben und die Leidenschaften prallten aufeinander. Die Wissenschaftler nahmen in ihren Arbeiten aufeinander Bezug. Es kam zu einem Dialog, der mit einem „Aufschaukelungsprozeß“ vergleichbar ist – etwa wie Schwingungen, die entstehen, wenn 100 Soldaten im Gleichschritt über eine Brücke gehen. Eine große Menge von Veröffentlichungen erschienen, allein zum Vitamin B<sub>2</sub> veröffentlichte Richard Kuhn zwischen 1933–39 70 Arbeiten. In der zweiten Phase dominierte die industrielle Verwertung – industrielle Interessen erschwerten die Zusammenarbeit, zumal sich die verschiedenen Forschern miteinander konkurrierenden Unternehmen verpflichtet fühlten. Der Einfluß ging so weit, daß er fortan die Themenwahl der Veröffentlichungen bestimmte. Der Streit endete in juristischen Auseinandersetzungen.

### *3. Wie werden die Ergebnisse aus moderner Sicht bewertet?*

Zunächst möchte ich mich der Frage zuwenden, wie die Anteile der einzelnen Forscher aus heutiger Sicht bewertet werden<sup>2</sup>. Es fällt auf, daß in den Arbeiten die Bewertung sehr summarisch erfolgt und miteinander konkurrierende Gruppen in einem Zusammenhang genannt werden, ohne ihre Anteile näher aufzuschlüsseln. So werden Isolierung und Aufklärung des Riboflavins großzügig summarisch zwei Arbeitsgruppen zugeschrieben. Allerdings waren sich die Autoren durchaus bewußt, daß es zu Streit gekommen war. So heißt es in einer Darstellung über Karrer lapidar: „... die Vitaminforschungen erfolgten im Wettlauf und in gegenseitiger Befruchtung mit Kuhn.“<sup>3</sup> Keine Äußerungen gibt es zum Wettbewerb um das Niacin, wo es ebenfalls große Streitigkeiten gab. Es ist sehr schwer herauszufinden, warum dies so gehandhabt wurde. Wahrscheinlich liegt dies an einem geringen Interesse der Naturwissenschaftler an historischen Vorgängen, aber auch andere Erklärungsmöglichkeiten sind denkbar: die Anteilnahme an den Fortschritten der Vitaminforschung hat nachgelassen, Beteiligte und Zeitgenossen sind verstorben.

2 vgl. Bässler, K. – H. / Grünh, E. / Loew, D. / Pietrzik, K., Vitamin-Lexikon. Jena / New York: Gustav Fischer 1992

3 vgl. Pötsch, W. / Fischer, A./Müller, W./Cassebaum, H. – In: Lexikon bedeutender Chemiker. Leipzig: Bibliographisches Institut 1988.

Tabelle 1: *Moderne Bewertung des Anteils einzelner Forscher an der Entdeckung der Vitamine B*

Jahr	Vitamin	Anteil
1923		Euler und Myrbäck untersuchten Coferment der Gärung (von Harden und Young beschrieben) und nannten es Cozymase. Als sich zeigte, daß die als Cozymase bezeichneten Präparate aus 2 Stoffen bestehen, nannte von Euler sein Enzym Codehydrase I – weil es vor der Warburgschen Codehydrase bekannt war (1)
1932	B <sub>2</sub>	Gewinnung des gelben Enzyms (FMN) durch Warburg/Christian (2)
1933	B <sub>2</sub>	Isolierung Riboflavin durch Kuhn/Weygand/Karrer (2)
1933–1934	B <sub>2</sub>	Aufklärung der Struktur sowie Synthese durch Kuhn/Weygand/Karrer (2)
1934	B <sub>2</sub>	Theorell stellte das gelbe Atmungsferment rein dar und zerlegte es in das Coenzym (FMN) und Apoenzym (Protein) (3)
1935/36	B <sub>2</sub>	Teilsynthese eines Ferments aus Lactoflavin, Phosphorsäure und dem aus Hefe gewonnenen Proteinanteil durch Kuhn (3)

Tatsächlich läßt sich die Vermutung bestätigen, daß zeitgenössische Referenten auf die Aufschlüsselung des Anteils der einzelnen Wissenschaftler größeren Wert legten und dabei historisch vorgingen. Dies kommt z. B. in der Monographie von Ammon und Dirschl zum Ausdruck – allerdings zeigten beide Autoren trotz des detaillierteren Vorgehens Zurückhaltung in der Bewertung von Streitfällen.

Bemerkenswert ist, daß sich in bezug auf das Nikotinsäureamid die Meinung dieser Autoren von der Selbsteinschätzung (s. u.) der Beteiligten unterscheidet. So sprechen Ammon und Dirschl Warburg die Priorität bei der Identifizierung des Nikotinsäureamids ab und geben sie als Gemeinschaftsleistung aus.

Die Selbsteinschätzung durch die Wissenschaftler (vgl. Tabelle 2) steht dem entgegen.

Vergleicht man beide Tabellen, so fällt zunächst auf, daß die Beteiligten sehr wohl auf die Betonung von Unterschieden und die genaue Fixierung ihres Anteils Wert legten. Im Falle des Niacins ist die unterschiedliche Auffassung von Euler-

Tabelle 2: *Zeitgenössische Einschätzung ihres Anteils an der Entdeckung durch die Nobelpreisträger selbst*

Vitamin	Statement	Jahr	Quelle
1. B <sub>2</sub>	Zerlegung gelbes Ferment (FMN und Protein) und Neusynthese durch <i>Theorell</i>	1934	<b>Warburg an Karrer v. 27. 11. 1934a)</b>
2. B <sub>2</sub>	Synthese/ „Am 1. Dezember ist nun eine am 27. Oktober eingesandte Mitteilung von P. Karrer herausgekommen die einen anderen Gegenstand behandelt aber folgende undatierte 'Anmerkung bei der Korrektur' enthält: 'Neuerdings ist es gelungen iso-Alloxazin-Farbstoffe herzustellen, die am Stickstoffatom in 9-Stellung Reste von Zuckerkoholen enthalten.' Es bleibt abzuwarten welche Prioritätsansprüche sich an diesen Satz knüpfen werden.“ Prioritätsanspruch <i>Kuhn</i> .	1935	Kuhn 1935
2a) B <sub>2</sub>	Synthese/ <i>Karrer</i> beansprucht Priorität Totalsynthese		<b>Karrer 1950, S. 794<sup>b)</sup></b>
3. Niacin	Priorität Synthese Nikotinsäureamid wird von <i>Theorell Warburg</i> zugesprochen	1935	<b>Theorell an Warburg vom 21. 12. 1935<sup>c)</sup></b> (betrifft Niacin)
4. Niacin	<i>v. Euler</i> beanspruchte Priorität für den Nachweis des Adenins und des Nikotinsäureamids sowie der Cozymase <i>Karrer</i> : Euler hat recht, aber <i>Warburg</i> hat Nikotinsäureamids im Coferment zeitlich früher gefunden	1936	<b>Karrer an Warburg v. Mai 1936<sup>d)</sup></b> (betrifft Niacin)
5. Niacin	<i>Warburg</i> : Adenin im Koferment Euler/Pyridin im Koferment <i>Warburg</i> (einschließlich Auffindung der Substanz und der Wirkungsbeziehungen) Kompomißvorschlag	1936	<b>Warburg an Karrer v. 11. 5. 1936<sup>e)</sup></b> (betrifft Niacin)
6. Niacin	Eulers Cozymase: <i>Warburg</i> behauptete, von Euler habe sich seiner, der <i>Warburg</i> schen Auffassung lediglich durch Analogieschluß angeschlossen Alleinanspruch <i>Warburg</i> s	1948	<b>Warburg 1948<sup>e)</sup></b>

a) Vgl. Werner, P., Vitamine als Mythos. Berlin: Akademie-Verlag 1998.

b) vgl. Karrer, P., Lehrbuch der organischen Chemie. Leipzig: Georg Thieme 1950.

c) vgl. Werner, P., Vitamine als Mythos. Berlin: Akademie-Verlag 1998.

d) vgl. Werner, P., Vitamine als Mythos. Berlin: Akademie-Verlag 1998.

e) vgl. Werner, P., Vitamine als Mythos. Berlin: Akademie-Verlag 1998.

f) vgl. Warburg, O., Wasserstoffübertragende Fermente. Berlin: Willy Saenger 1948.

g) vgl. Karrer, P., Lehrbuch der organischen Chemie, Leipzig: Georg Thieme 1950.

Chelpin auffällig. Jeder bewertete seinen Anteil höher (vgl. Tabelle 2, Punkt 4 – 6). Andere Mitglieder des Netzwerkes, in dem Fall Karrer (vgl. Tabelle 2, Punkt 4), beurteilten den Fall Karrer großzügig – es handelte sich schließlich um einen Streit zwischen Hans von Euler-Chelpin und Warburg, mit dem Karrer nichts zu tun hatte. Dies läßt die Vermutung zu, daß bei der Bewertung auch soziale Bindungen eine Rolle spielten – von Objektivität kann hier keine Rede sein. Dies belegt eine Äußerung Paul Karrers vom Mai 1936:

„Wie Sie wissen, verknüpfen mich mit Prof. v. Euler durch langjährige gemeinsame Arbeiten freundschaftliche Beziehungen u. ich möchte diese nicht, am allerwenigsten wegen einer wissenschaftlichen Frage, Belastungen aussetzen. Ich glaube daher, dass ich an dem Coferment-Problem nur dann weiter mitarbeiten kann, wenn die zwischen Ihnen u.[nd] dem Stockholmer Laboratorium eingetretenen Differenzen eine freundschaftliche Erledigung finden.“<sup>4</sup>

Die Vermutung, daß die Weisheit des Alters oder die Gesamtsicht auf die Ergebnisse zu differenzierteren und toleranteren Ansichten führen könne, bestätigt sich beispielsweise im Falle von Otto Warburg nicht. Während er früher noch (vgl. Tabelle 2 Punkt 5) seinem Konkurrenten einen Anteil einräumte, behauptete er später, von Euler-Chelpin habe seine Ergebnisse lediglich durch Analogieschlüsse aus seinen Ergebnissen gezogen. Diese Härte deckt sich mit seiner Reaktion in anderen Fällen, die hier nicht behandelt werden, z. B. in seinem Streit mit Keilin.

Kuhn hingegen wurde später von Warburg wegen des inzwischen guten Verhältnisses zwischen beiden milder beurteilt.

Ein besonderes Kapitel in den Auseinandersetzungen waren die sogenannten Stoff- und Verfahrensansprüche. Dies betraf eben Stoffe und Verfahren – man war sich darüber einig, daß in der Natur vorkommende Farbstoffe, also auch Vitamine, nicht patentierbar waren. Es ging also um Synthese- oder Isolierungsverfahren. Hier waren wissenschaftliche Prioritätsansprüche mit finanziellen Interessen verknüpft. Hier machte Karrer noch 1950 seinen Anspruch auf Totalsynthese des Vitamin B<sub>2</sub> gegenüber Kuhn geltend.

Die Streitigkeiten begannen Ende der dreißiger Jahre. Zunächst standen sich Warburg und Karrer Kuhn gegenüber, später nur noch Karrer und Kuhn. Die Differenzen entbrannten um ein Abbauprodukt, in dem alle Seiten den Vitamin-Wirkstoff vermuteten. Hier ging es erstens um die Priorität der Identifizierung und zweitens um die Synthese. Warburg und Christian hatten 1933 entdeckt, daß Flavine in alkalischer Lösung eine „Photolysereaktion“ zeigen, bei der nach Lichteinwirkung die Substanz entsteht. Es wurde vermutet, daß Flavine erst durch eine

4 Brief Karrer an Warburg o. D., vermutlich Mai 1936, in: Werner, P., Vitamine als Mythos. Berlin: Akademie-Verlag 1998.

Tabelle 3: *Auseinandersetzungen, die in Patentstreitigkeiten endeten*

Kuhn/I. G.	<b>Stoffanspruch I. G. Farben für Zwischenprodukt der Laktoflavinsynthese (=1-Ribitylamino-2-amino-4,5-dimethylbenzol)</b> Veröffentlichung Kuhns in den Berichten der deutschen Chemischen Gesellschaft im November 1934 (betreffen Arabityl-Derivat und andere Abkömmlinge des Diamino-xylidens).	nicht aber das Ribitylderivat davon) Bezug: Veröffentlichung Kuhn November 1934 über Arabityl-Derivate und Abkömmlinge des Diaminoxylidens	1938/39
Karrer/ La Roche	<b>Stoffanspruch 1-Ribitylamino-2-amino-4,-dimethylbenzol</b> Bezug: Veröffentlichung Karrer vom Februar/März 1935	1938/39	Lactoflavin/B <sub>2</sub>

Umsetzung in der Zelle ihre Wirksamkeit entfalten. Die Auffindung der wirksamen Substanz hätte die Entdeckung eines fundamentalen Lebensprozesses bedeutet, außerdem die Identifizierung der vitamin-wirksamen Substanz. Kuhn befaßte sich ebenfalls mit diesem Problem und konnte zeigen, daß bei der Umwandlung ein Kohlehydratrest abgespalten wird (*vgl. Warburg/Christian 1933, S. 228 – 229*). Karrer fand bei Bestrahlung von Lactoflavin in neutraler oder saurer Lösung unter Luftzutritt ein Derivat – daraufhin gab es eine Kontroverse zwischen Kuhn und Karrer. Karrer wies Kuhns Anspruch zurück, als erster Kenntnisse über die Struktur des neuen Bestrahlungsproduktes des Lactoflavins veröffentlicht zu haben, und betonte, daß er und seine Mitarbeiter am 11. Juli 1934 die Mitteilung „Ein neues Bestrahlungsprodukt des Lactoflavins, Lumichrom“ zur Veröffentlichung an *Helvetica Chimica Acta* eingereicht hatten. Zu diesem Zeitpunkt war noch nichts Gesichertes über die chemische Struktur der Verbindung bekannt. Kuhn und Mitarbeiter hatten 4 bzw. 8 Wochen früher eine Methylimid-Verbindung vermutet. Während die Arbeit von Karrer im Druck war, erschien eine neue Publikation von Kuhn und seinen Mitarbeitern, die ihre vor Wochen geäußerten Vorstellungen verwarf und plötzlich die Synthese des Lumiflavins mitteilte. Karrer war die Angelegenheit so wichtig, daß er sich hierzu 1934 in einer gesonderten Veröffentlichung in den „Berichten der deutschen chemischen Gesellschaft“ äußerte<sup>5</sup> (*vgl. Karrer 1934*). Karrer betonte, daß er und seine Mitarbeiter, bevor diese Mitteilung veröffentlicht wurde, derartige Flavine mit hydroxylhaltiger Seitenkette hergestellt, und auf ihr Verhalten im Licht in neutralem und alkalischem Medium untersucht hatten.

5 *vgl. Karrer, P. Bemerkungen zu Abhandlungen von R. Kuhn und Mitarbeitern über Flavine. – In: Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft (Berlin). 67(1934), S. 2061 – 2063.*

Karrer wies nach, seine Arbeit früher eingereicht zu haben, und verwahrte sich gegen Kuhns Anspruch, die von Karrer entdeckte Substanz sei von ihm schon früher in Form eines unreineren Präparates als Bestrahlungsprodukt des Lactoflavins aufgefunden worden<sup>6</sup> (vgl. *Karrer 1934*). Warburg kommentierte die Auseinandersetzungen damals mit Blick auf Kuhn so:

„Selbst wenn man den Kampf ums Dasein als mildern den Umstand berücksichtigt, wird man doch nicht erlauben, dass derartige Methoden um sich greifen.“<sup>7</sup>

Damit war die gemeint, daß Kuhn offensichtlich Anregungen aus Arbeiten von Kollegen aufnahm und dann eigene Versuche machte. Sowohl Karrer als auch Warburg mißbilligten dieses Verhalten und betrachteten es – ob zurecht oder unrecht – als Einmischung in ihr Arbeitsgebiet. Es gab aber auch hier unterschiedliche Bewertungen. So stellte Kuhns Mitarbeiter Wagner-Jauregg die Sache eher so dar, als habe sich Hans von Euler-Chelpin in Gemeinschaft mit Karrer in Kuhns Arbeitsgebiet eingemischt. Angeblich habe Karrer mit von Euler-Chelpin unabhängig von Kuhn, aber später als er, mit der Isolierung des Vitamin B<sub>2</sub> begonnen.

Wie dem auch sei – es mußte allen Seiten das Recht zugestanden werden, Ansprüche geltend zu machen, zumal sie wichtige Beiträge leisteten.

Dieser Streit zwischen Kuhn, Warburg und Karrer erwies sich im Nachhinein für die Wissenschaftsentwicklung als äußerst fruchtbar. Diese und andere Kontroversen auf engem Feld führten zu Gesprächen über die Abgrenzung von Arbeitsgebieten. So gab es sowohl Vorschläge, dem anderen die Bearbeitung von Substanzen zu überlassen (z. B. Gardenin, Lactoflavin)<sup>8</sup> oder von Versuchsobjekten (z. B. Szent-Györgyi)<sup>9</sup>. Die Versuche scheiterten, zumal jene, die diese Norm aufzustellen versuchten, sich in anderen Fällen nicht daran gehalten hatten oder sich nicht daran hielten. Alle Beteiligten hatten erkannt, daß es sich – wie sich später herausstellen sollte, zurecht – um eine sehr wichtige Verbindung handelt. Nun kam es darauf an, bestimmte Syntheseschritte zu schützen. Wie sich herausstellte erwies sich Kuhn hierbei als besonders clever, indem er tatsächlich jeden Schritt patentieren ließ.<sup>10</sup> Dies spielte später – 1939 – bei den Patentverhandlungen zwischen den I.G. Farben

6 vgl. Karrer, P., Bemerkungen zu Abhandlungen von R. Kuhn und Mitarbeitern über Flavine. – In: *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft* (Berlin). 67(1934), S. 2061 – 2063.

7 Brief Otto Warburg an Paul Karrer v. 10. 1. 1935. – In: Werner, P., *Vitamine als Mythos*. Berlin: Akademie-Verlag 1998.

8 vgl. Briefwechsel Karrers mit Kuhn zwischen 1924–1932. – In: Werner, P., *Vitamine als Mythos*. Berlin: Akademie-Verlag 1998.

9 vgl. Brief Albert Szent-Györgyi an Paul Karrer vom 9. 12. 1932. – In: Werner, P., *Vitamine als Mythos*. Berlin: Akademie-Verlag 1998.

10 vgl. Dokument des Reports von Dr. Kubli an die Direktion von Hoffmann-La Roche vom 4. Januar 1939. – In: Werner, P., *Vitamine als Mythos*. Berlin: Akademie-Verlag 1998.

und Hoffmann-La Roche eine Rolle. Kuhn hatte eine Substanz schützen lassen, die auch durch ein Umgehungspatent nicht zu umschiffen war.

Am 9. 12. 1938 wurde Firma Hoffmann-La Roche, mit der Karrer zusammenarbeitete, die deutsche Patentanmeldung für die Darstellung von Lactoflavin verweigert. Ähnlich widersprüchlich verlief die Patentanmeldung von Hoffmann-La Roche für ein Verfahren zur Herstellung von Zwischenprodukten der Lactoflavinsynthese, der sogenannten Isoalloxazinabkömmlinge. Offensichtlich sahen die Patentgerichte in aller Welt die Sache verschieden, denn es gab sowohl Erteilungen (Belgien, Dänemark, Polen, Schweden, Schweiz, GB) als auch Verweigerungen (Deutschland, Holland) sowie eine Zurückziehung (Österreich).

Bemerkenswert ist, daß die Verhandlungen zwischen den Firmen alle Vitamine als „Paket“ betrafen – nicht nur das Vitamin B<sub>2</sub>. – Patente im In- und Ausland sowie Anmeldungen wurden gegeneinander aufgerechnet. Am 15. Februar 1939 kam es im Frankfurterhof zu einer Abstimmung zwischen Vertretern der I. G. und von Hoffmann-La Roche. Wie aus einer dem Protokoll beigelegten Skizze zu entnehmen ist, saßen sich die Firmenvertreter gegenüber wie feindliche Mächte. Nach dem Austausch von Aggressionen (ein Brief des Generaldirektors von Hoffmann-La Roche Emil Barell wurde als „grober Toback, als unerträglicher Schweizer Stumpfen“ bezeichnet) zerschlug man den gordischen Knoten und schloß einen Kompromiß. Dies war möglich, weil die Firmen auf Patentgebiet unterschiedlich abgesichert waren und es bestand durchaus das Bedürfnis nach Interessenabgleichung. Man glich beispielsweise Vitamin E (damals als Aneurin bezeichnet) gegen B<sub>2</sub> (damals Lactoflavin) ab. Nach hartem Poker, bei auf beiden Seiten mit allen Mitteln gefochten wurde (z. B. durch Aufzählung von Auslandspatenten wurde die Dürftigkeit des eigenen Patentbesitzes verdeckt, man beantwortete Fragen nicht usw.), erreichte man 1939 einen Interessenausgleich. Von Seiten La Hoffmann-La Roches wurde folgender Vorschlag gemacht:

„Beide Partner gewähren sich auf dem jetzigen und künftigen Patentbesitz auf dem Lactoflavin-Gebiet gegenseitige Freilizenz. Roche verpflichtet sich, der I. G. ein Angebot zur Lizenzerteilung auf dem Vitamin E-Gebiet zu machen, wobei die an Roche zu zahlende „Royalty“ auf Grund des gegenseitigen Besitzstandes zu bemessen wäre“.<sup>11</sup>

Leben und Leben lassen lautete erklärtermaßen das Motto. Bei den „Paketverhandlungen“ spielte immer wieder eine Frage eine Rolle, die niemand richtig beantworten konnte – die nach der Wichtigkeit und kommerziellen Bedeutung der Vitamine.

11 Ebenda. – In: Werner, P., Vitamine als Mythos. Berlin: Akademie-Verlag 1998.

Wie bewerte ich als Außenstehende die Anteile der einzelnen Forscher? Das ist sehr schwer. Es gibt eine Vielzahl von Schwierigkeiten. Zu bedenken ist, daß sich die Begriffe und Bezeichnungen gewandelt haben. So hieß NADPH/NADP früher TPN bzw. DPN. Aber noch viel komplizierter ist es, Bewertungskriterien zu finden.

Soll es die Idee sein, die Theorie, das Experiment? Gibt es überhaupt „die“ Idee? Stellt sich die Entdeckungsgeschichte nicht vielmehr als eine komplizierte Schrittfolge dar, in der auch Irrtümer eine Rolle spielen? Ganz zu schweigen von so komplizierten Themen wie „Was ist ein Beweis?“ Wird eine graphische Darstellung als solcher akzeptiert? Oder eine kristalline Substanz? Ein widerspruchsfreies System von Beweisen? Und wenn man sich entschlossen hat, die kristalline Darstellung einer Substanz oder einen Zwischenschritt als wesentlich anzuerkennen, welchen formalen Kriterien soll man folgen – dem Datum des Einreichens der Veröffentlichung? Dem Datum ihrer Annahme? Dem Erscheinungsdatum der Veröffentlichung? Was die formalen Kriterien angeht, so ist die Einschätzung der behandelten Fälle schwierig: wie am Beispiel der Auseinandersetzung zwischen Karrer und Kuhn erklärt, kann es Diskrepanzen zwischen dem Datum des Einreichens und des Erscheinens geben. Publikationen, die später eingereicht wurden, erschienen z. T. früher.

Interessanter erscheinen Überlegungen, die die Idee betreffen. Ich möchte ich an das erinnern, worauf Sir Lawrence Bragg<sup>12</sup> 1969 am Beispiel der Erforschung der DNS prononciert hinwies – die Verwertung von Ergebnissen des Kollegen durch einen anderen:

„Es ist nicht leicht, mit Sicherheit zu sagen, ob die ausschlaggebende neue Idee wirklich die eigene ist oder ob man sie bewußt in Gesprächen mit anderen assimiliert hat. Einsicht in diese Schwierigkeit hat zu einer Art vagem Übereinkommen zwischen Wissenschaftlern geführt, wonach man einen Anspruch auf eine von einem Kollegen abgesteckte Forschungsrichtung anerkennt – aber nur bis zu einem gewissen Punkt. Wird von mehr als einer anderen Seite um die Lösung eines Problems gerungen, besteht kein Grund, sich zurückzuhalten.“<sup>13</sup>

Auch Kuhns Mitarbeiter Theodor Wagner-Jauregg zeigte sich in seinen 1985 erschienenen Memoiren unsicher darüber, von wem die Idee zur Bearbeitung des Vitamins B<sub>2</sub> ausging – ob von Kuhn oder Paul Györgyi.<sup>14</sup> Györgyi hingegen war, wie aus einem Brief an Hans von Euler-Chelpin hervorgeht, sicher, die Untersuchungen seien auf seine Idee und Veranlassung hin geschehen.<sup>15</sup>

12 vgl. Watson, J. D., Die Doppelhelix, Hamburg: Rowohlt 1969.

13 Ebenda.

14 vgl. Wagner-Jauregg, Th., Mein Lebensweg als bioorganischer Chemiker. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsanstalt 1985.

15 vgl. Brief Paul Györgyi an Hans von Euler-Chelpin vom 31. August 1935. – In: Werner, P., Vitamine als Mythos. Berlin: Akademie-Verlag 1998.

Dementsprechend schwer ist es, Anteile und Prioritäten zu bewerten. Im Falle des Niacins scheint es mir, daß von Euler-Chelpin gegenüber Warburg Recht hatte. Warburgs Argument, daß von Euler-Chelpin unter dem Einfluß seiner Arbeiten die Meinung geändert habe und nun plötzlich, nach 10 Jahren, auch glaubte, daß die Kozymase ein Dinukleotid sei, kann durchaus auf Anregung durch Warburg zurückzuführen sein. Allerdings hat von Euler-Chelpin auch Experimente durchgeführt – wenn auch die Summenformel nicht exakt stimmte. Die fehlerfreie Summenformel wurde tatsächlich 1936 von Warburg und Mitarbeitern bewiesen.

Im Falle des Vitamins B<sub>2</sub> ist die Sache eindeutiger. Theorell hat die prosthetische Gruppe gefunden – Kuhn hat den Versuch wiederholt. Die Behauptung eines Mitarbeiters Kuhns, die Synthese sei erstmals Kuhn gelungen, ist falsch.

Was die Patentstreitigkeiten betrifft, so haben diese nur bedingt mit Prioritätsstreitigkeiten zu tun. Das Problem ist, Kuhn hatte Synthesezwischenprodukte schützen lassen, die Karrer in seiner Synthese ebenfalls verwendete.

#### *4. Wie effektiv war das Netzwerk?*

Die Aufgabe, die Effizienz des Netzwerks einzuschätzen, erscheint leichter, wenn man eine Bewertung nach Ergebnissen vornimmt. Die umstrittenen Vitamine B<sub>2</sub> und Niacin sind heute jene, deren physiologische Funktion gut bekannt ist. Es handelt sich um Enzyme mit Farbstoff- und Vitamincharakter. Das bedeutet, daß sich die Zusammenführung von jenen Gruppen, die sich vornehmlich mit der physiologischen Funktion befaßten mit jenen, die sich auf die Struktur konzentrierten, eine noch heute anerkannte Leistung ist. erkannt wurde. Daß relativ schnell Ergebnisse veröffentlicht wurden, liegt sicher an der großen Konkurrenz. Dies führte dazu, daß beispielsweise Kuhn mehr als 70 Arbeiten zum B<sub>2</sub> veröffentlichte. Dieser Drang, Zwischenergebnisse zu veröffentlichen, führte zu einer guten gegenseitigen Information über den Stand der Arbeiten. Doppelarbeiten wurden auf diese Weise vermieden. Eine Ausnahme bildete hierbei die Synthese. Alle versuchten, eine möglichst wenig aufwendige Synthese zu entwickeln und die Schlüsselsubstanz der Konkurrenz zu umgehen.

Es ist nicht einfach zu beantworten, ob eine „Umorientierung“ des wissenschaftlichen Interesses auf die Synthese produktiv war oder nicht. Positiv zu vermerken ist auf jeden Fall, daß es schließlich Industriepatenten zu verdanken ist, daß alle Vitamine relativ früh industriell gefertigt werden konnten und der Bevölkerung zur Verfügung standen.



---

SIEGFRIED GREIF

## Patentschriften als wissenschaftliche Literatur

### 1. Grundlagen. Offenbarungsfunktion des Patentwesens

Das Patent ist ein vom Staat verliehenes Schutzrecht für eine technische Erfindung, welches dem Patentinhaber für eine bestimmte Zeit die ausschließliche wirtschaftliche Nutzung der Erfindung vorbehält. Da eine gesetzliche Definition der Erfindung fehlt, wurde eine solche von der Rechtsprechung entwickelt, die sich allerdings nur auf die patentierbare Erfindung bezieht. Danach ist die Erfindung „eine Lehre zum planmäßigen Handeln unter Einsatz beherrschbarer Naturkräfte zur Erreichung eines kausal übersehbaren Erfolges“.<sup>1</sup>

Die Patentfähigkeit von Erfindungen ist an die Erfüllung bestimmter Kriterien geknüpft. Nach deutschem Patentrecht können Patente für technische Erfindungen erteilt werden, die neu sind, auf einer erfinderischen Tätigkeit beruhen und gewerblich anwendbar sind. Vom Patentschutz ausgenommen sind insbesondere Entdeckungen, wissenschaftliche Theorien, mathematische Methoden, Pläne, Regeln und Verfahren für gedankliche Tätigkeiten (z. B. Baupläne, Lehrmethoden, Buchführungssysteme) sowie Verfahren zur chirurgischen oder therapeutischen Behandlung des menschlichen oder tierischen Körpers.

Nach herrschender Meinung ist die Leistung des Erfinders eine schöpferische in dem Sinne, daß sie über das Auffinden von etwas Gegebenem, wenn auch bisher Verborgenen hinausgeht, etwas Neues hervorbringt.<sup>2</sup> Mit einer patentrelevanten Erfindung wird somit neues naturwissenschaftlich-technisches Wissen geschaffen, werden die Grenzen des Wissens erweitert.

Eine theoretische Begründung des Patentwesens ist die Offenbarungs- oder Vertragstheorie. Sie geht davon aus, daß zwischen dem Erfinder und der Allgemeinheit ein Austauschvertrag abgeschlossen wird, aufgrund dessen der Erfinder seinen Besitz an geheimem Wissen aufgibt, um dafür den zeitlich befristeten Ausschließlichkeitsschutz für die gewerbliche Verwertung dieses Wissens einzutauschen. Erst

1 Bernhardt, W. / Kraßer, R., Lehrbuch des Patentrechts, 4. Auflage. München: C. H. Beck 1986, S. 84.

2 Bernhardt / Kraßer, a.a.O., S. 85.

durch die Offenbarung des Erfindungsgedankens, die ohne Patentschutz entweder überhaupt nicht oder erst sehr viel später erfolgen würde, werde das betreffende Wissen der Allgemeinheit zugänglich.

Die Vorstellung des Patentrechts als Gesellschaftsvertrag zwischen der Allgemeinheit und dem Erfinder geht auf Marquis de Bouffler zurück, den Verfasser des ersten französischen Patentgesetzes von 1791.<sup>3</sup> Der Grundgedanke findet sich aber bereits in den älteren Patentgesetzen, denen von England (1624) und den Vereinigten Staaten von Amerika (1790). In Deutschland wurde die Vertragstheorie mit Nachdruck von Werner von Siemens in seiner Denkschrift des Jahres 1863 vertreten und von weiteren Kreisen aufgegriffen. So hat der Gedanke der Offenbarungs- und Informationsfunktion von Patenten auch Eingang in das deutsche Reichspatentgesetz von 1877 gefunden, „die getreue Publikation der Erfindungen im Interesse des Publikums“ sich als tragende Funktion des Patentwesens manifestiert.<sup>4</sup>

Bezeichnenderweise geht der Begriff des Patents auf das im Privilegienwesen schon in früher Zeit gebräuchliche „litterae patentes“, offener Brief, zurück. Das bezieht sich zum einen auf die öffentliche Urkunde, die das ausschließliche Nutzungsrecht für eine Erfindung begründet, zum anderen aber auch auf die Veröffentlichung des Erfindungsgegenstandes.

Der Gedanke der Offenbarungsfunktion von Patenten ist in die Patentgesetze der gesamten Welt eingegangen und hat in verschiedenen Grundsätzen einen Niederschlag gefunden:

- Das Patenterfordernis der ausreichenden Erfindungsbeschreibung
- Die Beschränkung des Schutzzumfangs auf das tatsächlich Offenbarte
- Die Veröffentlichung der (ungeprüften) Patentanmeldungen und der erteilten Patente
- Die Möglichkeit der Akteneinsichtnahme

Nach § 34 des deutschen Patentgesetzes ist die Erfindung in der Anmeldung so deutlich und vollständig zu offenbaren, daß ein Fachmann sie ausführen kann. Aus der Beschreibung müssen Wesen und Inhalt der Erfindung zu ersehen sein. Es muß vom Erfinder angegeben werden, worin der Fortschritt seiner Erfindung besteht und mit welchen Mitteln er erzielt wird. Der Erfinder hat seine Erfindung möglichst anschaulich zu beschreiben. Im Patentanspruch ist klar und deutlich anzugeben, was der Erfinder erfunden hat. Niemals darf der Erfinder den wesentlichen Kern seiner Erfindung verschweigen oder verschleiern, um ihn der Öffentlichkeit

3 Bernhard / Kraßer, a.a.O., S. 45ff.

4 Fischer, L., Werner Siemens und der Schutz der Erfindungen. Berlin: Springer 1922, S. 22ff., 40.

vorzuenthalten. Soll ein vom Erfinder behaupteter Vorteil das eigentliche Wesen der Erfindung ausmachen, so muß dieser Vorteil in der Patentschrift offenbart sein.

Das Patentwesen fordert somit vom Erfinder eine gewisse Disziplin. Er muß seine subjektive Erfindung objektivieren, die von ihm zum Patent angemeldeten Ursache-Wirkungs-Beziehungen in einem Grad wissenschaftlich als technische Lehre zum Handeln verallgemeinern, der es einem durchschnittlichen Fachmann gestattet, sie zu realisieren. Hier werden die Nachvollziehbarkeit und die Wiederholbarkeit ausdrücklich gefordert, die allgemein als Kriterien für die Darlegung wissenschaftlicher Forschungsergebnisse gelten.<sup>5</sup> Durch den vor kurzem aufgedeckten Fälschungsskandal in der Krebsforschung ist die grundlegende Bedeutung dieser Kriterien wieder stärker ins Bewußtsein gerückt worden.<sup>6</sup>

Auch eine andere gute wissenschaftliche Sitte, deren Verfall Werner von Siemens schon vor mehr als hundert Jahren beklagte, hat Eingang und Pflege im Patentwesen gefunden. „In Deutschland herrschte früher die gute Sitte, der Beschreibung von eigenen wissenschaftlichen und technischen Entdeckungen und Erfindungen stets eine Beschreibung der Leistungen der Vorgänger auf dem betretenen Wege vorzuschicken und dadurch den zu beschreibenden Fortschritt gleich historisch einzureihen.“<sup>7</sup> Der Patentanmelder ist angehalten, den Stand der Technik, von dem die Erfindung ausgeht, d. h. das, was auf diesem einschlägigen technischen Gebiet als bekannt vorausgesetzt wird, darzulegen. Die Angabe des Standes der Technik verpflichtet auch zur Nennung der Fundstellen, die so vollständig angegeben werden müssen, daß sie nachprüfbar sind.

## 2. *Aufbau und Inhalt von Patentedokumenten*

Der komplexe Charakter des Patentwesens und das daraus resultierende Erfordernis, einen technisch-naturwissenschaftlichen Sachverhalt so darzulegen, daß er den rechtlichen Belangen genügt und einen exakt definierten Rechtsanspruch – und das damit bestimmte, unter Monopolschutz stehende wirtschaftliche Betätigungsfeld – begründet, hat zur Herausbildung einer eigenen Patentfachsprache geführt.<sup>8</sup> Daß diese nicht unmittelbar für jedermann zugänglich ist, hat sie mit anderen,

5 Siehe dazu: Parthey, H., *Bibliometrische Profile von Instituten der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft*. Berlin: Max-Planck-Gesellschaft 1995, S. 7.

6 Siehe dazu: Zell, R., *Der Autor als Phantom. Fälschung in der Wissenschaft*. – In: *Die Zeit* (Hamburg). (1997)32, S. 30.

7 Siemens, W. von, *Lebenserinnerungen*, 14. Auflage. Berlin: Springer 1942, S. 87.

8 Eine tiefergehende Studie dazu ist: Schamlu, M., *Patentschriften-Patentwesen. Eine argumentationstheoretische Analyse der Textsorte Patentschrift*. München: Iudicium 1985.

insbesondere wissenschaftlichen Fachsprachen gemein. „Eine Patentanmeldung ist kein allgemeinverständlicher Text, der für die Allgemeinheit bestimmt ist; sie ist vielmehr ein für den Fachmann bestimmter Fachtext“, wie von der Rechtsprechung ausdrücklich festgestellt.<sup>9</sup>

Mit der Entwicklung der Patentfachsprache einhergehend, hat sich eine typische Gestaltung von Patentdokumenten entwickelt und rechtlich manifestiert und normiert.<sup>10</sup> Die Darlegung einer Erfindung beginnt mit dem Titel, der eine kurze und genaue technische Bezeichnung darstellt. Es folgen

Zusammenfassung

Beschreibung

Patentansprüche

Zeichnungen (gegebenenfalls)

Die Forderung des Patentgesetzes, die Erfindung in der Anmeldung so darzulegen, daß ein Fachmann sie ausführen kann, soll in der Beschreibung erfüllt werden. Die neu entwickelte „Lehre zum technischen Handeln“ ist detailliert zu beschreiben. Von besonderem wissenschaftlich-technischen Anspruch ist hierbei die Anforderung, neben Handlungsdetails und Ausführungsbeispielen das Wesen der Erfindung darzustellen, ein wichtiger Schritt zum Einstellen der neuen Erkenntnisse in die Technikwissenschaften. Er wird ergänzt durch die Klassifizierung der Erfindung mit Hilfe der Internationalen Patentklassifikation (IPC). Die Einordnung des Wesens der Erfindung in das Gesamtgebiet der Technik liefert die Hauptklassifizierung. Unmittelbare und mittelbare Bezüge zu weiteren Technikgebieten, darunter auch die Breite möglicher Anwendungsfälle, sind mit Neben- und Zusatzklassifikationen zu erfassen.

Der Schritt, den der Erfinder von eigenen empirischen Erfahrungen und Ergebnissen bis zur Erfindungsanmeldung für eine Ursache-Wirkungs-Beziehung zu gehen hat, ist von erheblichem wissenschaftlich-technischem Anspruch. Die angemeldete Erfindung ist Beleg sowohl der wissenschaftlich-technischen Befähigung zur Stellung und Lösung technischer Aufgaben als auch der Befähigung zur Verallgemeinerung und zur präzisen Darstellung eigener Erkenntnisse.<sup>11</sup> In den Patentansprüchen sind die Merkmale der Erfindung knapp und präzise anzugeben. Es ist von großer Bedeutung, wie die Ansprüche formuliert sind. Sie bestimmen

9 Die Rechtsprechung der Beschwerdekammern des Europäischen Patentamts im Jahre 1997. – In: Sonderausgabe des Amtsblatts des Europäischen Patentamts (München). 1998, S. 52.

10 In Deutschland beispielsweise im Patentgesetz (§§ 35, 36) und in der Verordnung über die Anmeldung von Patenten.

11 Verordnung über die Anmeldung von Patenten; dazu auch: Wittmann, A., Grundlagen der Patentinformation und Patentdokumentation. Berlin: VDE 1992, S. 69f.; Bernhardt/Kraßer, a.a.O., S. 318ff.

den Schutzbereich eines Patents. Die Beschreibung und gegebenenfalls Zeichnungen werden lediglich herangezogen, um die Patentansprüche auszulegen.

Patentdokumente enthalten nicht nur die Darlegung von Erfindungen, sondern auch eine Reihe weiterer Angaben. Der ersten Seite eines Patentdokuments, dem sogenannten Deckblatt, kommt hierbei eine zentrale Bedeutung zu. Es enthält die folgenden – gegebenenfalls auch weitere – bibliographische und inhaltliche Angaben:<sup>12</sup>

- Dokumentenart: Offenlegungsschrift, Patentschrift
- Land bzw. internationales Amt, welches das Dokument herausgegeben hat
- Dokumentennummer bzw. Aktenzeichen
- Klassifikation: Weltweite Verwendung der IPC mit rund 66.000 Einheiten
- Anmeldetag (beim publizierenden Patentamt)
- Publikationstag
- Prioritätstag (wenn die Erfindung bereits bei einem Patentamt angemeldet wurde)
- Anmelder (Name und Sitzort)
- Erfinder (Name und Sitzort)
- Entgegenhaltungen: Für die Beurteilung der Patentfähigkeit relevante Druckschriften
- Titel: Bezeichnung der Erfindung
- Zusammenfassung (Abstract)
- Zeichnung (gegebenenfalls)

Die in Form und Inhalt strenge Normierung von Patentdokumenten bildet einen Weltstandard. Die weltweite Einheitlichkeit des äußeren Erscheinungsbilds der von den Patentämtern und Patentorganisationen herausgegebenen Patentdokumente und anderer amtlicher Publikationen, die Anordnung und Codierung der auf deren erster Seite abgedruckten bibliographischen Daten, des Abstracts und einer Patentzeichnung sowie die einheitliche Gliederung der Beschreibung der Erfindung und der Patentansprüche sind das Ergebnis jahrzehntelanger internationaler Bemühungen im Rahmen der WIPO (World Intellectual Property Organization, Weltorganisation für geistiges Eigentum), einer Unterorganisation der UNO.<sup>13</sup> Die von der WIPO herausgegebenen Standards und Richtlinien sind Empfehlungen. Sie sind so abgestimmt und abgefaßt, daß sie praktisch weltweit bei den einzelnen Patentämtern unmittelbare Anwendung finden.

12 INID-Codes. Normierung von Patentliteratur. – In: Deutsches Patentamt, Informationsdienste (München), 1996.

13 Wittmann, A., a.a.O., S. 71ff.

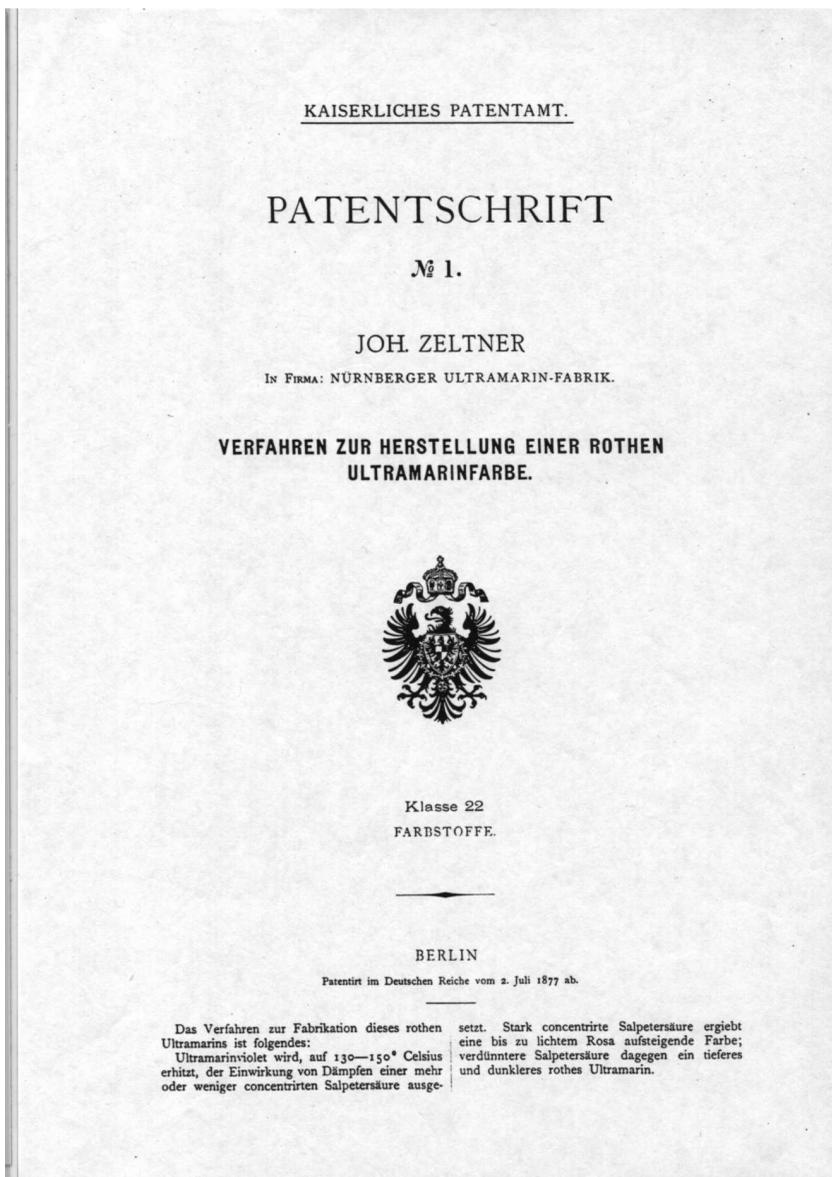
Abbildung 1: *Kaiserliches Patentamt. Patentschrift 1877*

Abbildung 2: Deutsches Patentamt. Patentschrift 1996

**19** BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

**Patentschrift**  
**DE 42 22 167 C 2**

**51** Int. Cl. 2:  
**B 60 L 13/10**  
E 01 B 28/00  
B 61 B 13/08

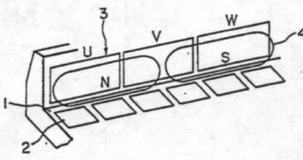
**21** Aktenzeichen: P 42 22 167.6-32  
**22** Anmeldetag: 6. 7. 92  
**23** Offenlegungstag: 14. 1. 93  
**24** Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 4. 4. 96

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

<p><b>30</b> Unionspriorität: <b>32</b> <b>33</b> <b>31</b> 08.07.91 JP P 166609/91</p> <p><b>73</b> Patentinhaber: Railway Technical Research Institute, Kokubunji, Tokio/Tokyo, JP</p> <p><b>74</b> Vertreter: Kahler, Käck &amp; Fiener, 87719 Mindelheim</p>	<p><b>72</b> Erfinder: Fujiie, Junji, Hino, Tokio/Tokyo, JP</p> <p><b>56</b> Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:                  DE 39 05 582 C2                  -US 49 13 059                  DE-PS 8 80 353                  DE 26 56 389 B2                  JP 01-1 07 603                  LANCIEU, Daniel u.a.: Moteur linéaire synchrone à inducteur supra conducteur. In: Revue générale de l'électricité (RGE) 1975, No. 7/8, S. 553-565;                  TANAKA, Hisashi: JR Group probes maglev frontiers. In Railway Gazette International, Juli 1990, S. 537-539;</p>
--	---

**54** Magnetschwebbahn mit Supraleitung sowie dafür vorgesehene Stromzuleitungseinrichtung

**57** Magnetschwebbahn mit Supraleitung, die ein Fahrzeug sowie eine zwei Seitenwände (31) einschließende Führungsbahn (30) aufweist, längs der sich das Fahrzeug bewegt, wobei an den beiden Seitenwänden (31) der Führungsbahn (30) Bodenspulen (40) für Antriebe, Schwebung und Führung angeordnet sind und am Fahrzeug ein Paar supraleitende Magnete (60) befestigt ist, dadurch gekennzeichnet, a) daß die Bodenspulen (40) eine Spule (41) mit U-Phase, eine Spule (42) mit negativer W-Phase, eine Spule (43) mit V-Phase, eine Spule (44) mit negativer U-Phase, eine Spule (45) mit W-Phase sowie eine Spule (46) mit negativer V-Phase einschließen, die nacheinander ohne Überlappung in einem Abstand von 60° längs der beiden Seitenwände (31) angeordnet sind, und b) daß die Spule (41) mit U-Phase, die Spule (42) mit negativer W-Phase und die Spule (43) mit V-Phase dem Nordpol (61) oder dem Südpol (62) des jeweiligen Magneten (60) gegenüberliegen und die Spule (44) mit negativer U-Phase, die Spule (45) mit W-Phase sowie die Spule (46) mit negativer V-Phase dem Südpol bzw. dem Nordpol des jeweiligen Magneten (60) gegenüberliegen.



DE 42 22 167 C 2

**DE 42 22 167 C 2**

BUNDESDRUCKEREI 02.96 602 114/135

23

Den derzeitigen Stand und die Entwicklung der Gestaltung von Patentdokumenten verdeutlicht die Betrachtung der deutschen Patentschrift Nr. 1 von 1877 und eines Dokuments aus jüngerer Zeit (siehe Abbildungen 1 und 2).

Eine besondere Bedeutung kommt der Patentklassifikation zu. Sie ist die systematische Einteilung aller im Patentwesen vorkommenden Einzelgebiete der Technik und Naturwissenschaften und ist damit das grundlegende Ordnungsmittel für die Patentdokumente. Die Internationale Patentklassifikation (IPC), die von einem internationalen Expertengremium in den Jahren 1954 – 1967 entwickelt und in den siebziger Jahren weltweit eingeführt wurde, ermöglicht die weitgehend einheitliche Klassifizierung der weltweit veröffentlichten Patentdokumente. Seit 1975 werden im Deutschen Patentamt die Patentdokumente nach der IPC systematisiert. Bis dahin galt die – zusammen mit dem Reichspatentgesetz 1877 eingeführte – Deutsche Patentklassifikation. Für die älteren Dokumente gilt sie nach wie vor.

Die IPC mit ihren rund 66.000 Klassifikationseinheiten in hierarchischer Ordnung ist das wichtigste Instrument für gezieltes Recherchieren und Auffinden von Patentdokumenten. Welche Bedeutung das für den gesamten technisch-naturwissenschaftlichen Bereich hat, geht daraus hervor, daß schätzungsweise nur 10 % – 15 % des in der Patentliteratur veröffentlichten Wissens in der sonstigen Literatur enthalten und 85 % – 90 % des weltweit veröffentlichten Wissens in der Patentliteratur zu finden sind.<sup>14</sup>

Durch die Internationalisierung der Patentinformation, begleitet von einer weltweiten Harmonisierung des Patentrechts, wird das Patentwesen den Anforderungen der zunehmenden Globalisierung von Wirtschaft und Wissenschaft in hervorragender Weise gerecht und darf hierbei sogar als ein Wegbereiter angesehen werden.<sup>15</sup>

Jedes Patentdokument hat eine eigene veröffentlichte Dokumentennummer, welche die weltweite eindeutige Identifizierung einer angemeldeten Erfindung erlaubt. Die Standardisierung des Deckblattes von Patentdokumenten, insbesondere die Angaben zur IPC und der Ausweis der wichtigsten Zeichnung, sind geeignet, internationale Sprachbarrieren zu überwinden, da sie – unabhängig von der Sprache eines Dokuments – weitgehende Informationen zum Inhalt einer

14 Siehe Greif, S., Angebot an und Nachfrage nach Patentinformationen. Die Informationsfunktion von Patenten. Göttingen: Schwartz 1982, S. 52ff. und die dort angegebenen Quellen.

15 Siehe dazu die Übersichtsarbeiten: Knopp, W., Internationale Zusammenarbeit im gewerblichen Rechtsschutz: Triumph einer Idee. – In: Gewerblicher Rechtsschutz und Urheberrecht. Internationaler Teil (Weinheim). (1997)7, S. 583 – 588; Bardehle, H., A new Approach to Worldwide Harmonisation of Patent Law. – In: IIC. International Review of Industrial Property and Copyright Law (Weinheim). 29(1998)8, S. 876 – 883.

Erfindung anbieten. Hierzu gibt es auch noch eine weitere Hilfe über die sogenannten Patentfamilien. Sie setzen sich aus den Patentdokumenten einer Erfindung zusammen, die mit Bezug auf die prioritätsbegründende Anmeldung in mehreren Ländern zum Patent angemeldet wurde, was nach der Pariser Verbandsvereinbarung (PVÜ) innerhalb eines Jahres möglich ist. Hier wird möglicherweise ein Fächer weiterer Sprachen angeboten, die einem Interessenten eventuell eher zugänglich sein könnten als die der Erstanmeldung.<sup>16</sup>

So erweisen sich Patentinformationen, insbesondere auch durch ihre benutzerfreundliche Ausgestaltung, als hervorragende Instrumente des nationalen und internationalen Transfers technisch-naturwissenschaftlichen Wissens. In Begleitung des reinen Wissenstransfers bewegt sich der anwendungsorientierte Technologietransfer, der dadurch begünstigt wird, daß eine Erfindung und die darin verkörperte Technologie durch eine Patentanmeldung zum handelbaren und übertragbaren Gut wird.

### *3. Umfang der Patentliteratur und Zugang*

Die gesetzliche Grundlage der Publikation von Patentdokumenten bildet § 32 des deutschen Patentgesetzes:

Das Patentamt veröffentlicht

1. die Offenlegungsschriften,
2. die Patentschriften und
3. das Patentblatt.

Die Offenlegungsschrift wird 18 Monate nach der prioritätsbegründenden Anmeldung veröffentlicht. Sie enthält die Unterlagen der nur formell, nicht aber auf Patentfähigkeit geprüften Anmeldung. Die Patentschrift ist die Druckschrift des nach Prüfung erteilten Patents. Das Patentblatt ist eine Zeitschrift, die wöchentlich erscheint. Das Blatt informiert über Offenlegung von Anmeldungen und die Erteilung von Patenten und gibt somit Aufschlüsse über den Verfahrensstand von Anmeldungen über neue Schutzrechte.

Dieses Grundmuster patentamtlicher Veröffentlichungen ist mit Variationen in fast allen Industrieländern anzutreffen. Eine wichtige Ausnahme macht das US-Patentsystem, das keine Offenlegung kennt; im Zuge der weltweiten Harmonisierung des Patentrechts ist deren Einführung jedoch vorgesehen.

16 Siehe dazu: Wittmann, A. / Greif, S., Distribution of Patent Applications and Patent Documents as a Function of Language. – In: World Patent Information (Oxford). 13(1991)2, S. 72 – 75.

Tabelle 1 *Die Bibliotheken des Deutschen Patentamts 1997*

	München	Berlin
<i>Bestände</i>		
Bücher, Zeitschriftenbände, Dissertationen	565.420	157.564
Laufend gehaltene Zeitschriften und Patentblätter	1.544	470
Patentdokumente in numerischer Ablage	37.568.651	24.856.536
– in Papier	29.044.433	14.251.524
– in Mikroformen	6.284.037	8.557.703
– auf CD-ROM	2.240.181	2.047.309
Patentdokumente nach Patentklassifikation	11.761.720	17.656.452
<i>Benutzung</i>		
Zahl der externen Benutzer	26.400	27.584
Zahl der Ausleihen an die Öffentlichkeit	567.839	158.096
Zahl der Selbstausleihen von Gruppenmappen	67.500	68.000
<i>Haushalt und Personal</i>		
Etat (in DM)		
– für Erwerbungen	1.793.431	409.953
– für Buchbindereiarbeiten	178.653	42.210
– für Patentschriftenaustausch	–	4.317.465
Zahl der Beschäftigten	82	38

Das Volumen der deutschen Patentliteratur ergibt sich aus der Aufsummierung der Veröffentlichungen des Deutschen Patentamts, die zur Zeit etwa 36.000 Offenlegungsschriften und rund 17.000 Patentschriften pro Jahr ausmachen.

Die Dokumentensammlung des Deutschen Patentamts ist nicht auf inländische Schriften beschränkt, sondern umfaßt in hohem Maße auch ausländische. Ende 1997 verfügte das Deutsche Patentamt über einen Bestand von mehr als 37 Millionen Patentdokumenten (ohne Mehrfachexemplare) aus aller Welt. Dieser

Tabelle 2 *Prozentuale Anteile der aufgewandten Stunden für jeweils eine Tätigkeitsphase an der Gesamtsumme der aufgewandten Stunden für alle*

Bereiche	Durchschnittliche Seitenzahl pro Schrift
Landwirtschaft, Lebensmittel	7,96
Arzneimittel	11,46
Papier, Drucken	8,42
Fördern, Packen, Lagern	7,51
Anorganische Chemie	7,14
Organische Chemie	16,54
Datenverarbeitung	12,90
Halbleiterbauelemente	9,74
Elektronische Schaltkreise	9,06

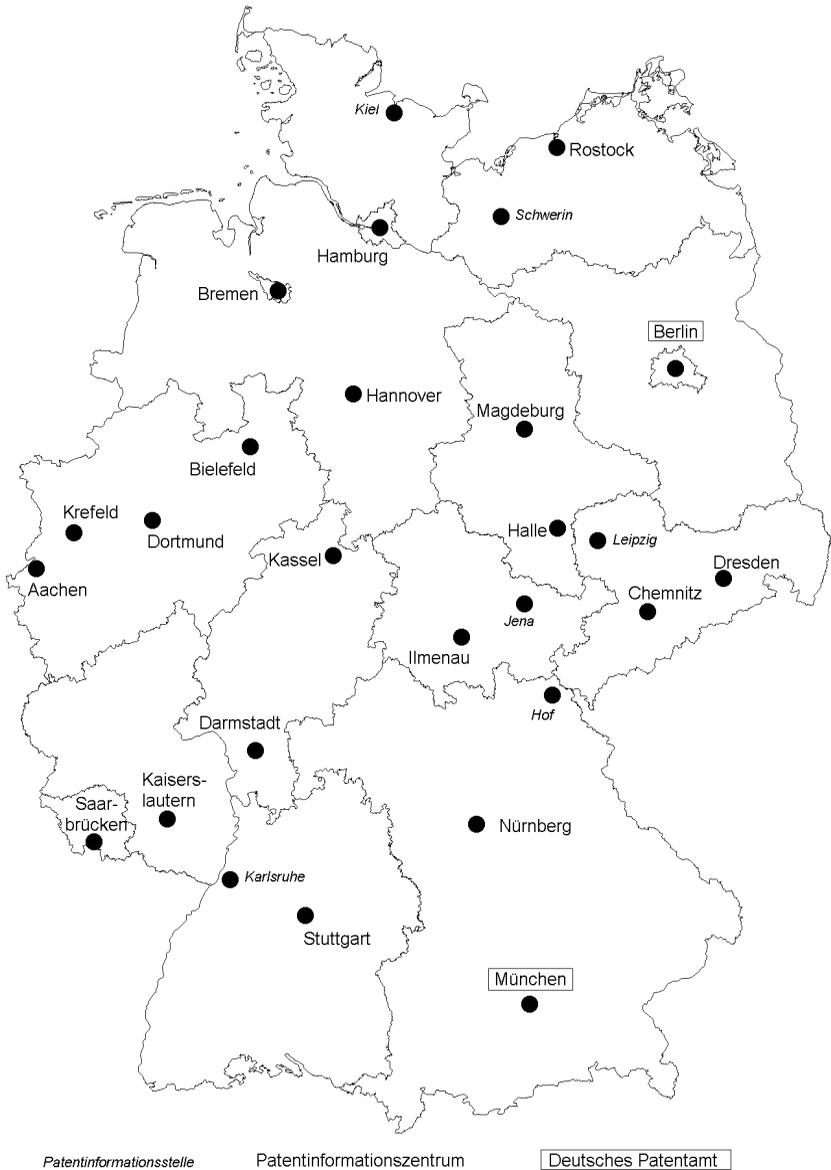
Sammlung werden Jahr für Jahr ca. 1 Million neue Dokumente zugeführt (siehe Tabelle 1).<sup>17</sup>

Die einzelnen Patentdokumente sind in ihrem Umfang sehr verschieden. Es gibt Anmeldungen mit zwei Seiten und solche mit mehreren hundert. Eine obere Grenze gibt es nicht. Der Umfang der Schrift steht offenbar im Zusammenhang mit dem technischen Gebiet der Erfindung. Relativ geringe Umfänge finden sich zum Beispiel in den mechanischen Bereichen, größere in den Bereichen der Organischen Chemie und Arzneimittel sowie bei der Datenverarbeitung (siehe Tabelle 2).

Rund 17 Millionen Patentdokumente sind nach der Deutschen bzw. Internationalen Patentklassifikation geordnet abgelegt und bilden die Gruppenmappensammlung. In einer Gruppenmappe sind diejenigen Patentdokumente zusammengefaßt, welche mit den Symbolen einer bestimmten IPC-Gruppe oder -Untergruppe versehen sind. Zu den Patentdokumenten kommen noch über 560.000 Bände Fachliteratur aus den Sammelgebieten Technik und angewandte Naturwissenschaften hinzu. Das Deutsche Patentamt besitzt damit eine der großen technisch-naturwissenschaftlichen Spezialbibliotheken der Welt.

17 Informationsdienste. – In: Deutsches Patentamt. Jahresbericht 1997. München: Deutsches Patentamt 1998, S. 33f.

Abbildung 3: *Einrichtungen der Patentinformation in der Bundesrepublik Deutschland*



Die Nutzung der Bibliotheken wird der Öffentlichkeit in den Auslegehallen München (150 Plätze) und Berlin (88 Plätze) ermöglicht. Im Jahre 1997 haben von diesem Angebot über 50.000 Besucher Gebrauch gemacht. Die Zahl der ausgeliehenen Einheiten lag bei 700.000. Die Anzahl der aus dem Bibliotheksbestand angefertigten Kopien von Patentedokumenten belief sich auf über 10 Millionen.

Eine weitere Möglichkeit des Zugangs zur Patentliteratur bietet die Versendung von Schriften. Der Schriftenvertrieb des Deutschen Patentamts, der sich bei der Dienststelle Berlin befindet, beliefert aufgrund von Einzelbestellungen und Abonnementaufträgen die Wirtschaft im In- und Ausland sowie inländische Patentinformationszentren und ausländische Patentämter im Rahmen des internationalen Schriftenaustausches. Im Jahre 1997 wurden rund 4 Millionen Patentedokumente vom Deutschen Patentamt geliefert.

Der Zugang zur Patentliteratur ist nicht auf die Möglichkeiten beschränkt, die das Deutsche Patentamt unmittelbar bietet. Umfangreiche Sammlungen von Patentedokumenten werden auch in den regional über das Bundesgebiet verteilten Patentinformationszentren für die Öffentlichkeit bereitgehalten (siehe Abbildung 3). Sie werden vom Deutschen Patentamt kostenlos mit deutschen Patentedokumenten beliefert, sind aber darüber hinaus mit dem Patentamt weder organisatorisch verbunden, noch werden sie von ihm finanziell unterstützt. Ausstattung und Umfang der einzelnen Sammlungen hängen von den finanziellen Möglichkeiten und den Interessen der jeweiligen Trägerorganisation ab und sind deswegen recht unterschiedlich. Zur Zeit gibt es neben den beiden Auslegehallen des Deutschen Patentamts 19 Patentinformationszentren und weitere 6 Patentinformationsstellen. Träger dieser 25 Zentren und ihrer Zweigstellen sind selbständige Einrichtungen des öffentlichen Bereichs wie Universitäten, Hochschulen, Industrie- und Handelskammern, Landesgewerbeanstalten bzw. -ämter sowie des privaten Bereichs wie Gesellschaften und Vereine, an denen die öffentliche Hand beteiligt ist.<sup>18</sup>

Neben den öffentlichen Patentbibliotheken gibt es auch eine Reihe privater, die insbesondere von Großunternehmen unterhalten werden.<sup>19</sup>

Mit der Produktion und Verbreitung von Patentedokumenten erweisen sich die Patentämter der Welt als Großverleger, deren Aufgaben auch noch wachsen. Im Jahre 1996 wurden weltweit rund 680.000 Erstanmeldungen getätigt. Insgesamt wurden in diesem Jahr rund 3,4 Mio Anmeldungen eingereicht. Das bedeutet, daß

18 Reinelt, M., Patentinformationszentren. – In: Deutsches Patentamt. Jahresbericht 1994. München: Deutsches Patentamt 1995, S. 86.

19 Mit einer Patentschriftensammlung auf über 3000 CD-ROM und einem jährlichen Zugang von 400 Stück hat die Firma BASF sogar eine Eintragung ins „Guinness Buch der Rekorde ‘98“ erhalten.

eine Erfindung im Durchschnitt in 5 Ländern angemeldet wird, also neben der üblichen Anmeldung im Heimatland auch in durchschnittlich 4 weiteren Ländern. Beide Größen unterliegen einem positiven Trend, der bei Erstanmeldungen mäßig ist, bei den Nachanmeldungen aber starke Zuwachsraten aufweist.<sup>20</sup> In die gleiche Richtung entwickeln sich natürlich auch die dazugehörigen Patentedokumente. Der Welt-Gesamtbestand an Patentedokumenten wird auf über 40 Millionen geschätzt.

Zunehmende Wissensproduktion und daraus resultierende Informationsflut – ein generelles Phänomen, von dem fast alle Wissenschaftsbereiche betroffen sind – haben Informationsproduzenten und Informationsnutzer vor neue Herausforderungen gestellt und einerseits sich rasant entwickelnde Informations- und Kommunikationstechnologien provoziert und andererseits das Wissensmanagement mit einem neuen Aufgabenprofil und einem neuen Stellenwert versehen.

Um der Papierflut Herr zu werden, wurden im Patentbereich schon frühzeitig Mikrofilme und Magnetbänder eingesetzt. Mit Beginn der neunziger Jahre gewann das Medium CD-ROM an Bedeutung und hat praktisch weltweit Einzug in die Patentämter gehalten. Das Deutsche Patentamt veröffentlicht seit 1991 Patentedokumente auf CD-ROM und führt eine umfangreiche Sammlung von CD-ROM mit Patentedokumenten aus aller Welt.<sup>21</sup>

Parallel dazu wurden elektronische Patentdatenbanken entwickelt. Besonders zu nennen ist EPIDOS-INPADO.<sup>22</sup> Sie wird vom Europäischen Patentamt hergestellt, enthält die bibliographischen Daten zu den Patentedokumenten von mehr als 60 Patentämtern und deckt damit praktisch das Patentgeschehen der ganzen Welt ab.

Das Deutsche Patentamt stellt die Datenbanken PATDPA und PATDD her, die über den Host STN International (The Scientific & Technical Information Network) weltweit online zur Verfügung stehen. PATDPA enthält die Deckblattangaben (also bibliographische Daten, Zusammenfassung und Zeichnung) der mit Wirkung für in Deutschland veröffentlichten Patentanmeldungen und Patente. PATDPA führt die Daten ab 1968 und umfaßt derzeit einen Bestand von rund 3 Millionen Dokumentationseinheiten, mit einem jährlichen Zugang von rund 120.000 Dokumenten. PATDD umfaßt die Deckblatt-Daten der seit 1981 herausgegebenen Publikationen von Patentanmeldungen, die beim Patentamt der

20 Greif, S., Strukturen und Entwicklungen im Patentgeschehen, – In: Wissenschaftsforschung: Jahrbuch 1996/97., Hrsg. v. S. Greif / H. Laitko / H. Parthey. Marburg: BdWi 1998, S. 103f.

21 Patentedokumente auf CD-ROM. – In: Deutsches Patentamt. Jahresbericht 1995. München: Deutsches Patentamt 1996, S. 53ff.

22 Sie geht auf das im Jahre 1972 in Wien gegründete Internationale Patentedokumentationszentrum (INPADO) zurück. Im Jahre 1991 wurde die Trägerschaft vom Europäischen Patentamt übernommen.

DDR eingereicht wurden. PATDD steht ebenfalls über STN International zur Verfügung.<sup>23</sup>

Die jüngste Entwicklung vollzieht sich im Internet-Bereich. Seit 1998 stehen über Internet Patentdokumente im Volltext für die Anmeldungen beim Europäischen Patentamt und bei den nationalen Patentämtern der 19 Mitgliedsstaaten der Europäischen Patentorganisation – wozu auch Deutschland gehört – kostenlos zur Verfügung.<sup>24</sup> Sie umfassen die Veröffentlichungen der letzten zwei Jahre. Ebenfalls im Volltext verfügbar sind die Patentdokumente der USA und der WIPO.<sup>25</sup> Für Publikationen aus China und Japan sind die Deckblätter über Internet abrufbar, für die Patentdokumente weiterer 53 Patentämter die bibliographischen Daten.

Die Vorstellung einer digitalen Bibliothek ist somit im Bereich der Patentliteratur bereits weitgehend Wirklichkeit geworden.

#### 4. *Wissenschaftlicher Gehalt von Patenten*

Patente sind Ergebnisse aus der naturwissenschaftlich-technischen Forschung und Entwicklung und haben ihre Position im Innovationsprozeß, sie ordnen sich somit in den Gesamtprozeß Forschung-Entwicklung-Anwendung ein.<sup>26</sup> Die Ergebnisse von Untersuchungen weisen darauf hin, daß einerseits auf allen Stufen des Prozesses patentfähige Erfindungen anfallen und daß andererseits praktisch die Stufen der angewandten Forschung und der Entwicklung das Erfindungsgeschehen tragen, mit einem Schwergewicht auf der experimentellen Entwicklung (siehe Abbildung 4).<sup>27</sup>

Im Zusammenhang mit dem Standort von Erfindungen im F+E-Spektrum ist auch die Qualitätsstruktur von Patenten zu sehen. Nach einer Untersuchung des IFO-Instituts für Wirtschaftsforschung<sup>28</sup> verteilen sich die Erfindungen in ihrer

23 Es gibt eine umfangreiche Reihe weiterer Patentdatenbanken sowie von Literaturdatenbanken, die auch Patentdokumente enthalten. Siehe dazu beispielsweise die Übersicht, welche die Homepage des Deutschen Patentamts im Internet bietet.

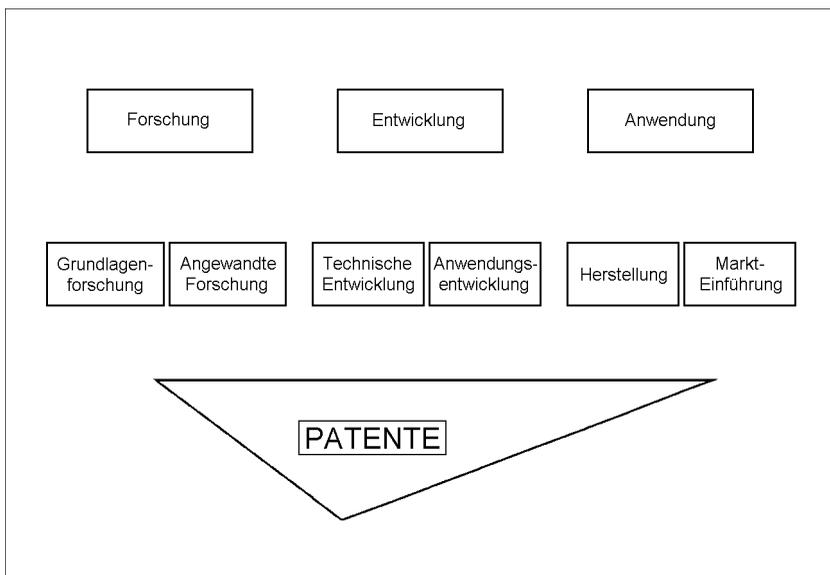
24 Europäisches Patentamt, espacenet. Wien 1998.

25 Bei den WIPO-Dokumenten handelt es sich um internationale Patentanmeldungen nach dem Patentreibereibereitschaftsvertrag (PCT. Patent Cooperation Treaty), dem gegenwärtig rund 100 Staaten angeschlossen sind.

26 Siehe dazu: Greif, S., Patente als Indikatoren für Forschungs- und Entwicklungstätigkeit. – In: Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft. Hrsg. v. Ch. Grenzmann / M. Müller. Essen: Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft 1993, S. 33 – 59.

27 Siehe dazu: Greif, S., Forschung und Entwicklung und Patente. – In: F&E-Management in der Pharma-Industrie. Hrsg. v. R. Herzog. Aulendorf: Cantor 1995, S. 237 und die dort angegebene Literatur.

28 Träger, U., Probleme des deutschen Patentwesens im Hinblick auf die Innovationsaktivitäten der Wirtschaft. München: IFO-Institut 1989, S. 222ff.

Abbildung 4: *Stellung von Patenten im Innovationsprozeß*

Gesamtheit wie im linken Teil der Tabelle 3 angegeben. Eine spezielle Analyse für den Bereich der Forschungsinstitute, die im rechten Teil der Tabelle enthalten ist, zeigt eine deutliche Verschiebung der Aktivitäten in Richtung höherwertiger Erfindungen.

Mit der Feststellung, daß der wissenschaftliche Gehalt der einzelnen Schriften unterschiedlich ist, reihen sich Patentedokumente in die allgemeine Qualitätsstruktur der wissenschaftlichen Literatur ein.

Die Qualitätsverteilung von Erfindungen ist nicht nur ein statisches Phänomen, wie es sich in den angeführten Ergebnissen der Querschnittsanalyse darstellt, sondern auch ein dynamisches. Der typische Entwicklungsverlauf einer neuen Technologie führt vom wissenschaftlichen Durchbruch über die darauf aufbauenden Erfindungen mit hohen Fortschrittsraten zu einem Schwall von Folgeerfindungen mit kleiner werdenden technischen Fortschritten. Daß dieser in Abbildung 5 dargestellte Idealtypus auch real ist, belegen viele Beispiele; eines davon enthält die Abbildung 6.

Begleitet wird dieser Verlauf von Verschiebungen innerhalb der Struktur der Teilnehmer am Erfindungsgeschehen. Die zunächst starke Beteiligung des Wissenschaftssektors geht im Laufe der Zeit deutlich zurück, gleichzeitig steigt der Anteil

Tabelle 3: *Kategorien angemeldeter Erfindungen.  
Prozentuale Verteilung*

	Patentanmeldungen von	
	allen Anmeldern	Forschungsinstituten
Basiserfindungen	16,7 %	22,2 %
Neue Produkte und Verfahren	30,5 %	43,2 %
Verbesserungserfindungen	52,8 %	34,6 %

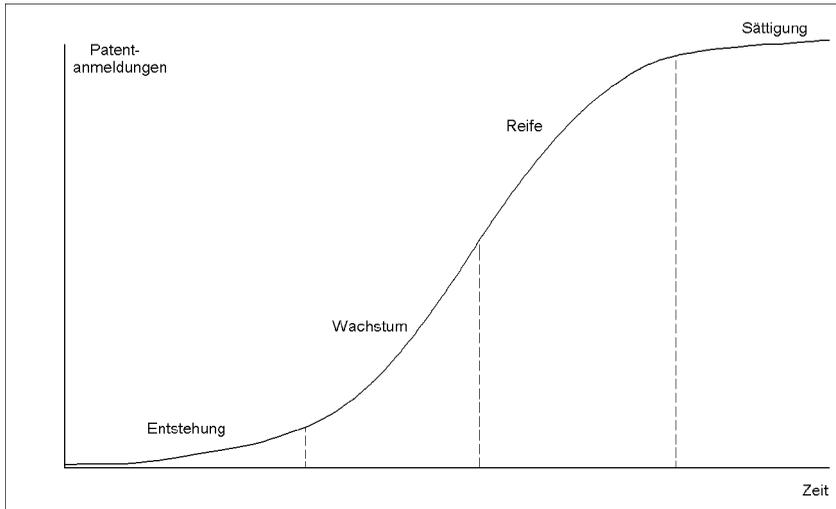
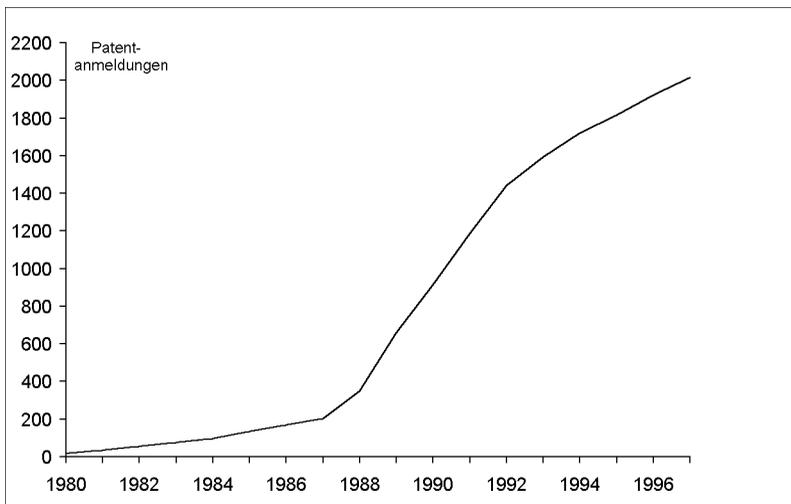
der Wirtschaft.<sup>29</sup> Das deckt sich auch mit der in Tabelle 3 angeführten Qualitätsstruktur von Erfindungen aus Forschungsinstituten.

Hier wird auch deutlich, daß die in Abbildung 4 schematisierten Stufen des F+E-Prozesses von der Grundlagenforschung bis zur marktbezogenen Anwendung nicht voneinander getrennt sind, sondern fließend ineinander übergehen. Im Zusammenhang damit stehen die theoretischen Bemühungen, Wissenschaft und Technik zu definieren und gegeneinander abzugrenzen, sowie die Analysen der Praxis, welche die enge Verzahnung zwischen beiden Bereichen feststellen und eine strenge Kategorisierung verbieten.<sup>30</sup>

Die Überlegungen und Probleme der Abgrenzungen von Wissenschaft und Technik, die im allgemeinen eher akademischer Natur sind, haben im Patentbereich eine durchaus praktische Bedeutung. Da das Patentrecht Entdeckungen von der Patentierung ausschließt und den technischen Charakter einer Erfindung als Schutzvoraussetzung bestimmt, ist die Standortbestimmung von Neuerungen im Grenzbereich von Wissenschaft und Technik von Belang. Dieses Problem wird seit

29 Industrielle Forschung und Entwicklung ist jedoch auch im linken Teil des Spektrums angesiedelt. Rund 5 % der F+E-Aufwendungen der Wirtschaft, das sind etwa 2,6 Milliarden DM pro Jahr, sind auf die Grundlagenforschung gerichtet (Grenzmann, Ch./Marquardt, R./Revermann, C./Wudtke, J., *Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft 1995 bis 1997*. Essen: Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft 1997, S. 19\*).

30 Dazu gibt es eine umfangreiche Literatur. Davon sollen hier nur einige mit Übersichtscharakter und weiterführenden Quellenangaben genannt werden: Scholz, L., *Definition und Abgrenzung der Begriffe Forschung, Entwicklung, Konstruktion*. – In: *RKW-Handbuch Forschung, Entwicklung, Konstruktion*, Band 1. Hrsg. v. Rationalisierungskuratorium der Wirtschaft. Berlin: RKW 1976, Kapitel 2020, S. 8ff.; Majer, H., *Industrieforschung in der Bundesrepublik Deutschland*. Tübingen: J.C.B. Mohr 1978, S. 58ff.; Wagner-Döbler, R., *Wachstumszyklen technisch-wissenschaftlicher Kreativität*. Frankfurt/M: Campus 1997, S. 150ff.; Meyer, M., *Hinweise auf wissenschaftliche Literatur in Patenten: eine zufällige oder eine kausale Beziehung?* – In: *The IPTS Report* (Sevilla). (1998)28, S. 12 – 20.

Abbildung 5: *Typischer Verlauf von Technologielebenszyklen*Abbildung 6: *Patentanmeldungen auf dem Gebiet der Supraleittechnik beim Europäischen Patentamt (kumulativ)*

mehr als 100 Jahren permanent diskutiert und hat immer wieder zu neuen Grenzziehungen geführt.<sup>31</sup> So wurden zum Beispiel im ausgehenden vorigen Jahrhundert Neuerungen in der Chemie ausdrücklich den Entdeckungen zugeordnet und deshalb als nicht patentierbar erklärt,<sup>32</sup> eine Einschätzung, die später verworfen wurde. Heute konzentriert sich die Diskussion auf den Bereich der Biotechnologie, die Patentfähigkeit von genetischen Informationen und Lebewesen.<sup>33</sup>

### 5. Stellenwert des Patentwesens in der Wissenschaft

Auch wenn das Erfindungsgeschehen überwiegend von der industriellen Forschung und Entwicklung getragen wird, hat das Patentwesen auch im Wissenschaftssektor einen festen Platz inne.<sup>34</sup> An fast allen deutschen Universitäten und Hochschulen existieren Technologietransfer-Einrichtungen, die sich mehr oder weniger auch mit Patentfragen beschäftigen.<sup>35</sup> Die Organisationsformen sind unterschiedlich. In Baden-Württemberg besteht beispielsweise eine Gemeinschaftseinrichtung, das Technologie-Lizenz-Büro (TLB) der Baden-Württembergischen Hochschulen mit dem Auftrag „der Beratung und aktiven Unterstützung der Hochschulen des Landes (Universitäten und Fachhochschulen) und ihrer Mitglieder im Bereich Schutz und Verwertung von Arbeitsergebnissen aus der Hochschulforschung“.<sup>36</sup>

31 Siehe dazu: Beier, F.-K. / Straus, J., Der Schutz wissenschaftlicher Forschungsergebnisse. Weinheim: Verlag Chemie 1982; Bernhardt / Krafer, a.a.O., S. 86ff; Ohly, A., Gewerbliche Schutzrechte und Urheberrechte an Forschungsergebnissen von Forschungseinrichtungen und ihren Wissenschaftlern. – In: Gewerblicher Rechtsschutz und Urheberrecht. Internationaler Teil (Weinheim). (1994)11, S. 879 – 888; Welte, S., Der Schutz von Pioniererfindungen. Köln: Carl Heymanns Verlag 1991; Schar, M., Zum objektiven Technikbegriff im Lichte des Europäischen Patentübereinkommens. – In: Mitteilungen der deutschen Patentanwälte (Köln). 89(1998)9/10, S. 322 – 339.

32 Gerster, R., Das natürliche Recht zur Nachahmung ist gefährdet. Das internationale Patentrecht – In: Neue Zürcher Zeitung (Zürich). (1998)79, S. 55.

33 Siehe dazu: Straus, J., Abhängigkeit bei Patenten auf gentechnische Information – ein Sonderfall? – In: Gewerblicher Rechtsschutz und Urheberrecht (Weinheim). (1998)3/4, S. 314 – 320; Oser, A., Patentierung von (Teil-) Gensequenzen unter besonderer Berücksichtigung der EST-Problematik. – In: Gewerblicher Rechtsschutz und Urheberrecht. Internationaler Teil (Weinheim). (1998)8/9, S. 648 – 655.

34 Zu den Patentaktivitäten der einzelnen Anmelderkategorien, insbesondere der Wissenschaft, siehe: Greif, S., Strukturen und Entwicklungen im Patentgeschehen, a.a.O., S. 116f.

35 Budach, W. / Heinemann, G., Technologietransfer – Einrichtungen an deutschen Hochschulen. Bochum: Ruhr-Universität Bochum 1995.

36 Technologie-Lizenz-Büro. Tätigkeitsbericht 1995 – 1997, Karlsruhe: TLB 1997, S. 2.

Eine besondere Rolle spielen die Hochschulen im Bereich der Patentliteratur; zwei Drittel der Patentinformationszentren mit ihren Patentbibliotheken sind solchen angegliedert. Der Wissenschaftssektor tritt nicht nur als Anbieter von Patentliteratur auf, sondern auch als Nachfrager. Rund 33 % der Benutzer der Patentbibliotheken stammen aus dem Bereich der Wissenschaft.<sup>37</sup>

In den großen außeruniversitären Forschungseinrichtungen wird dem Patentbereich besonderes Augenmerk geschenkt. Hierfür bestehen gut organisierte und effektiv arbeitende Stellen. Die beiden großen Forschungsträger Max-Planck-Gesellschaft und Fraunhofer-Gesellschaft unterhalten für den Patentbereich eigene Institutionen.<sup>38</sup> Die einzelnen Institute der Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF) verfügen über spezielle Einrichtungen, die im Ausschluß Technologietransfer und gewerblicher Rechtsschutz zusammengeschlossen sind.<sup>39</sup>

Eingedenk der Erkenntnis, daß sich unsere Gesellschaft immer stärker zu einer Wissenschaftsgesellschaft hin entwickelt und das Wissen als wichtiger Produktionsfaktor anzusehen ist,<sup>40</sup> ist die Bedeutung des Patentwesens als Stimulans und Träger naturwissenschaftlich-technischen Wissens stärker in das Bewußtsein von Wirtschaft, Wissenschaft und Staat gerückt und hat sich der gesellschaftliche und wissenschaftliche Stellenwert des Patentwesens in jüngerer Zeit deutlich erhöht.

Um die vorhandenen Möglichkeiten, die das Instrument Patent beim Schaffen, Transferieren und Verwerten von Wissen bietet, besser zu nutzen und um neue zu schaffen, haben verschiedene Institutionen und Organisationen entsprechende Diskussionen entfacht und Initiativen entfaltet, die zum Teil auf gleiche, zum Teil auf unterschiedliche Ziele und Maßnahmen gerichtet sind.

Verstärkt ins Blickfeld getreten sind die Hochschulen. Von besonderer Bedeutung sind hierbei die Bestandsaufnahmen und Empfehlungen des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF), der Bundesländer-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (BLK) und der Hochschulrektorenkonferenz (HRK).<sup>41</sup> Zur Stärkung des Patentbewußtseins

37 Reinelt, M., Patentinformationszentren. – In: Deutsches Patentamt. Jahresbericht 1995. München: Deutsches Patentamt 1996, S. 89 – 94; Greif, S., Die Informationsfunktion von Patenten, a.a.O., S. 68ff.

38 Garching Innovation; Fraunhofer-Patentstelle für die Deutsche Forschung.

39 Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren. Handbuch der Helmholtz-Zentren 1997/98. Bonn: HGF 1997.

40 Eine interessante Sichtweise hierzu vermittelt Albach, H. (Wirtschaftspolitische und technologiepolitische Folgen der Globalisierung. Berlin: Wissenschaftszentrum Berlin 1997, S. 2): „Viele der heute weltweit gehandelten Produkte sind sogenannte scienceware-Produkte. Sie enthalten viel gespeichertes Wissen, vorgetane Geistesarbeit, sozusagen. Der Anteil des Wissens je Kilogramm Gewicht hat ständig zugenommen.“

und zum praktischen Umgang mit Erfindungen und Patenten wird beispielsweise folgendes festgestellt und vorgeschlagen: Patente leisten einen Beitrag zur Förderung der Wissenschaft, die Grundlagen des Patentwesens sind daher dem wissenschaftlichen Nachwuchs über entsprechende Lehrangebote zu vermitteln. Die Hochschulen sollen eine aktive Schutzrechtspolitik betreiben, die in verschiedener Weise auf den Schutz und die Verwertung von Forschungsergebnissen gerichtet ist. Dazu sollen beispielsweise Patentbeauftragte, Patentbüros und Verwertungsorganisationen eingerichtet werden.

Eine Besonderheit im deutschen Recht bestimmt den Bereich der Hochschulerfindungen wesentlich. Nach dem sogenannten Hochschullehrerprivileg im Arbeitnehmererfindergesetz stehen Erfindungen aus der Hochschulforschung in der freien Verfügung der Hochschullehrer. Die effektbezogene und ordnungspolitische Existenzberechtigung dieses Rechtsinstituts ist umstritten.<sup>42</sup> Daß die Zusammenarbeit zwischen den Hochschulen und ihren Forschern unabhängig davon funktions- und ausbaufähig ist, zeigt das Beispiel der Technischen Universität Dresden, die im Rahmen der 1994 eingeführten Erfinderförderung ihren Erfindern die Übernahme der Kosten für Anmeldung und Aufrechterhaltung von Patenten anbietet, wenn sich diese im Gegenzug dazu verpflichten, die Rechte an ihrer Erfindung für mindestens drei Jahre auf die Universität zu übertragen.<sup>43</sup> Die Technische Universität Dresden gehört inzwischen zu den größten Patentanmeldern in den neuen Bundesländern.

Im Bereich der außeruniversitären Forschungseinrichtungen genießt das Patentwesen gegenüber dem Hochschulbereich zwar bereits einen relativ hohen Stellenwert und Organisationsgrad, aber auch hier gibt es Bestandsaufnahmen und neue Ansätze. Im Vordergrund stehen die Aktivitäten des BMBF mit den bei diesem angesiedelten Gremien „Der Rat für Forschung, Technologie und Innovation“ und „Sachverständigenkreis beim Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, For-

41 BMBF-Patentinitiative. Patente schützen Ideen, Ideen schaffen Arbeit. Hrsg. v. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie. Bonn: BMBF 1996; Gering, T. / Becker, G. / Lang, O. / Schmoch, U., Patentwesen an Hochschulen. Hrsg. v. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie. Bonn: BMBF 1996; Förderung von Erfindungen und Patenten im Forschungsbereich. Hrsg. v. Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung. Bonn: BLK 1997; Zum Patentwesen an den Hochschulen. Hrsg. v. Hochschulrektorenkonferenz. Bonn: HRK 1997.

42 Siehe dazu beispielsweise: Barth, S., Zum 40. Geburtstag des Hochschullehrerprivilegs nach § 42 ArbNEG. – In: Gewerblicher Rechtsschutz und Urheberrecht (Weinheim). (1997)12, S. 880 – 886.

43 Weitere Informationen zu diesem Modell: Universitätsjournal. Die Zeitung der Technischen Universität Dresden, August 1994; Merkblatt der TU Dresden, TUD Forschungsförderung/Transfer, Dezember 1996.

schung und Technologie“.<sup>44</sup> Weitere Impulse gehen von der Bund-Länder-Kommission (BLK), dem Bundesministerium für Wirtschaft (BMWi), dem Wissenschaftsrat und dem Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI) aus.<sup>45</sup>

Die gemeinsame Zielsetzung der einzelnen Empfehlungen und Maßnahmen liegt – wie vom BMBF zusammengefaßt<sup>46</sup> – darin, daß

- die Bedeutung der Patentierung und Verwertung von Forschungsergebnissen erkannt und zur Leitungssache gemacht wird,
- eine Patentstrategie entwickelt wird und die für ihre Umsetzung notwendigen organisatorischen, personellen und finanziellen Voraussetzungen geschaffen werden,
- hierdurch eine optimale Patentierung und Verwertung von Forschungsergebnissen in Gang gesetzt wird.

Im Zuge dieser Entwicklungen im Patentbereich wird auch die Rolle von Patentschriften als wissenschaftliche Literatur ausdrücklich bestätigt. So stellt der Wissenschaftsrat anläßlich der Evaluierung des Heinrich-Hertz-Instituts zusammen mit diesem die Gleichrangigkeit von Patentanmeldungen und wissenschaftlichen Veröffentlichungen als Kriterien für die wissenschaftliche Leistung fest.<sup>47</sup> Die Hochschulrektorenkonferenz empfiehlt, eine Offenlegungsschrift grundsätzlich als wissenschaftsnahe Publikation und ein Patent als Beitrag zur Wissenschaft aufzufassen.<sup>48</sup>

44 BMBF-Patentinitiative, a.a.O.; Der Rat für Forschung, Technologie und Innovation. Biotechnologie, Gentechnik und wirtschaftliche Innovation. Hrsg. v. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie. Bonn: BMBF 1997, S. 29ff.; Mehr Initiative, mehr Innovation. Empfehlungen des Sachverständigenkreises „Innovationsstärkende Regelung der Ergebnisverwertung öffentlich geförderter Forschung und Entwicklung“. Hrsg. v. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie. Bonn: BMBF 1996.

45 Bund-Länder-Kommission, a.a.O.; Bierhals, R. / Schmoch, U., Aktive Patentpolitik an Einrichtungen der Ressortforschung. Bericht an das Bundesministerium für Wirtschaft. Karlsruhe: Fraunhofer-Institut 1997; Wissenschaftsrat. Stellungnahme zum Heinrich-Hertz-Institut für Nachrichtentechnik Berlin. Köln: Wissenschaftsrat 1995, S. 30ff.; Bessere Patentpolitik – mehr Innovationen. Aufgaben für Politik, Wissenschaft und Wirtschaft. Hrsg. v. Bundesverband der Deutschen Industrie. Köln: BDI 1996.

46 BMBF-Patentinitiative, a.a.O., S. 47.

47 Wissenschaftsrat, a.a.O., S. 16.

48 Hochschulrektorenkonferenz, a.a.O., S. 9. Die hier vorgenommene geringere Einstufung der Offenlegungsschrift (der Veröffentlichung der ungeprüften Patentanmeldung) ist so nicht gerechtfertigt. In Deutschland, wie in den anderen Industrieländern, außer den USA, wird die Patentfähigkeit einer angemeldeten Erfindung nicht obligatorisch, sondern nur auf gesonderten Antrag geprüft. In vielen Fällen genügt der vorläufige Schutz aus einer Anmeldung; sie begründet einen weltweiten Prioritätsanspruch. Der von Bednorz und Müller 1986 entwickelte neue Supraleiter, der einen wissenschaftlichen Durchbruch darstellt (siehe Abbildung 6), kam auf der Patentschiene nicht über eine offengelegte Patentanmeldung hinaus; zu einer Patenterteilung kam

Die hohe Wertschätzung, die Patenten entgegengebracht wird, qualifiziert diese als Indikatoren für wissenschaftliche Leistungen auf individueller und institutioneller Ebene. Die Hochschulrektorenkonferenz empfiehlt, bei der Einstellung von wissenschaftlichem Personal, speziell bei der Berufung von Professoren, Patentanmeldungen und Patente stärker als Beiträge zur Wissenschaft zu werten.<sup>49</sup> Damit wird das Hochschulrahmengesetz<sup>50</sup> – wonach auf die Habilitation als Regelvoraussetzung für die Einstellung von Professoren an Universitäten zugunsten gleichwertiger wissenschaftlicher Leistungen verzichtet wird – konkret ausgefüllt. Auch das BMBF stellt in diesem Zusammenhang fest, daß Patente als besondere Leistungen bei der Anwendung oder Entwicklung wissenschaftlicher Erkenntnisse und Methoden und als habilitationsadäquate Leistungen berücksichtigt werden können.<sup>51</sup>

Auch außerhalb des Hochschulbereichs finden Patente als Berufungskriterien Verwendung. So zum Beispiel im Rahmen der Helmholtz-Gemeinschaft. Die Bestellung zum Institutsleiter ist regelmäßig befristet. Zu den Leistungskriterien, die für eine Wiederberufung herangezogen werden, gehören auch Patente.<sup>52</sup>

Auf die Honorierung wissenschaftlicher Leistungen von Einzelpersonen und Gruppen zielt der Preis des Bundespräsidenten „Deutscher Zukunftspreis“. Er wurde 1997 ins Leben gerufen, wird jährlich vergeben, ist mit 500 000 DM dotiert, wurde vom Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft konzipiert und wird von diesem organisatorisch betreut. Zu den Auswahlkriterien gehört die Patentfähigkeit der wissenschaftlichen Leistung.<sup>53</sup>

Interessant ist, daß dem Patentwesen in der DDR auch ein hoher wissenschaftlicher Stellenwert beigemessen wurde. Hervorragende erfinderische Leistungen konnten durch Verleihung eines akademischen Grades gewürdigt werden, wenn Erfindungen mit ihrem Erkenntnisgehalt den prinzipiellen Anforderungen an eine wissenschaftliche Arbeit (Diplomarbeit, Dissertation) entsprachen.<sup>54</sup>

es nicht. 1987 wurde den beiden Forschern der Nobelpreis für Physik verliehen (siehe dazu: Welte, S., a.a.O., S. 78ff. und die dort angegebenen Quellen).

49 Hochschulrektorenkonferenz, a.a.O., S. 13.

50 Deutscher Bundestag. 13. Wahlperiode. Entwurf eines Vierten Gesetzes zur Änderung des Hochschulrahmengesetzes. Drucksache 13/8796 vom 20.10.97

51 Schaumann, F., Patente als Berufungsvoraussetzung für Professoren. – In: VHW-Mitteilungen. Zeitschrift des Verbandes Hochschule und Wissenschaft im Deutschen Beamtenbund (Bonn). 21(1996)2, S. 2.

52 Gemeinsame Berufungsverfahren von Helmholtz-Zentren und Hochschulen. Hrsg. v. Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren. Bonn: HGF 1997, S. 52.

53 Deutscher Zukunftspreis 1997. Preis des Bundespräsidenten. – In: Wirtschaft & Wissenschaft (Essen). 5(1997)4, S. 51.

54 Hemmerling, J. et. al., Handbuch der Erfindertätigkeit. Berlin: Die Wirtschaft 1988, S. 236f.

Patente sind nicht nur als Ausweis wissenschaftlicher Einzelleistungen geeignet, sondern auch für die Bewertung institutioneller Leistungen. Zur Überprüfung von Zielsetzung, Arbeitsweise und Arbeitsergebnissen werden die öffentlich finanzierten Forschungsinstitute regelmäßig evaluiert. Als Leistungskriterien werden – im technisch-naturwissenschaftlichen Bereich – neben sonstigen Publikationen regelmäßig Patentaktivitäten herangezogen.<sup>55</sup>

Eine Evaluierung kann sich auch auf ganze Wissenschaftskomplexe erstrecken. Im Rahmen der Hochschulreform ist eine stärkere Leistungsorientierung der Hochschulen und eine leistungsabhängige Mittelzuweisung aus der Hochschulfinanzierung vorgesehen. In den Fächer der Bewertungskriterien gehören auch Patente.<sup>56</sup> Im Leistungswettbewerb zwischen den einzelnen Hochschulen sollen diese, nach dem Vorschlag der Hochschulrektorenkonferenz, in ihren Jahresberichten auch eine Patentbilanz ausweisen.

Von solcher Möglichkeit der Selbstdarstellung machen die großen Forschungsträger seit einiger Zeit bereits Gebrauch. Die Max-Planck-Gesellschaft, die Fraunhofer-Gesellschaft und die Helmholtz-Gemeinschaft legen Wert darauf, ihre Forschungsleistungen auch in der Form von Patentaktivitäten zu belegen und damit einen hohen Rang in der deutschen Wissenschaftslandschaft zu dokumentieren.<sup>57</sup>

Um den Rahmen zu schließen, darf resümierend festgestellt werden, daß das Patentwesen einen bedeutenden Beitrag zur Generierung naturwissenschaftlich-technischen Wissens und seiner Entfaltung leistet und Patentschriften in der wissenschaftlichen Literatur einen spezifischen und wichtigen Platz einnehmen.

55 Begutachtungen in der Helmholtz-Gemeinschaft. Hrsg. v. Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren. Bonn: HGF 1997; Wissenschaftsrat, a.a.O.

56 Hochschulrektorenkonferenz, a.a.O., S. 13; Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft: Hochschul-Evaluation. Kriterien für Leistungsbemessung und Leistungswettbewerb der Hochschulen. – In: Informationsdienst des Instituts der deutschen Wirtschaft (Köln). 21(1995)39, S. 7; Rüttgers will Hochschulen nach Leistung bezahlen. – In: Süddeutsche Zeitung (München). (1998)31, S. 1, 57.

57 Markl, H., Grundlagenforschung und Anwendungspraxis. Erfolg der Wechselwirkung. – In: Wirtschaft & Wissenschaft (Essen). 7(1999)1, S. 36; Fraunhofer-Patentstelle für die Deutsche Forschung. Leistungen und Ergebnisse. Jahresbericht 1997. Hrsg. v. Fraunhofer-Patentstelle. München: FhG-PST 1998, S. 14, 21; HGF. Programmbudget 1998. Hrsg. v. Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren. Bonn: HGF 1998, S. 6.

---

MANFRED BONITZ

## Wird der Matthäus-Effekt in der Wissenschaft meßbar bleiben?

Gestatten Sie, daß ich mit einer Anekdote beginne, die ich selber erlebt habe.

Vor gut zwei Jahrzehnten entfaltete sich in der Zeitschrift „Informatik“ eine gewaltige Diskussion über die Informatik.<sup>1</sup> Dabei verteidigte ich vehement und mit guten Argumenten ein Informatikverständnis, wie es von sowjetischen Wissenschaftlern begründet worden war. Ich geriet aber unweigerlich in Konflikt mit dem damaligen Papst auf diesem Gebiet – Josef Koblitz, der hier in diesem Institut, in diesem Hause, die „Informations- und Dokumentationswissenschaft“ ins Leben gerufen hatte, die ich so gar nicht begreifen konnte.

Ich bat Koblitz um ein klärendes Gespräch. Dieses Gespräch werde ich nie vergessen. Koblitz beruhigte mich und sagte: „Wissen Sie, wir bilden hier Studenten aus. Und die kriegen am Ende ihres Studiums einen Schein. Und auf diesem Schein muß eine Wissenschaftsdisziplin stehen, die sich von anderen gut unterscheidet. Informations- und Dokumentationswissenschaft ist ein schöner Name. Das ist alles.“

Seit diesem Gespräch bin ich in terminologischen Fragen viel verträglicher geworden.

Es könnte mich daher überhaupt nicht wundern, wenn dieses Institut (Institut für Bibliothekswissenschaft, Humboldt-Universität Berlin) eines Tages „Institut für Digitale Bibliothekswissenschaft“ heißen würde.

\*

Bei meinem eigenen Vortragsthema: „Wird der Matthäus-Effekt in der Wissenschaft meßbar bleiben?“ bin ich jedoch damit erst beinahe angelangt. Denn Herr Umstätter, dessen Vortrag „Struktur und Funktion der Digitalen Bibliothek und ihre Rolle in der Wissenschaft“ ganz zu Unrecht und wohl aus falscher Bescheidenheit an den Schluß dieser Konferenz geraten ist, Herr Umstätter also hat mir vorab sein Papier überlassen.

1 Bonitz, M., Zur Entwicklung der Wissenschaftsdisziplin Informatik in der DDR. – In: Informatik (Berlin). 25(1978)4, S. 43–48.

Darin gibt es so viele Bezugspunkte zu meinen eigenen Erfahrungen und Überlegungen, daß ich der Versuchung widerstehen muß, hier ausschließlich die eigenen jüngsten Ergebnisse und Überlegungen zur Mikrostruktur des Matthäus-Effektes vorzutragen. Vielmehr will ich mir erlauben, fernab von Lob oder Tadel, auf einige der zahlreichen unsichtbaren Fäden hinzuweisen, die unsere Arbeiten verbinden, schon um Sie, wie das in modernen Medien jetzt unverzichtbar ist, auf den morgigen Vortrag von Umstätter neugierig zu machen.

Nun also zu unserem Matthäus-Effekt und zu bestimmten Sorgen, die sich umso mehr einstellen, je tiefer man ihn studiert.

Der „Matthäus-Effekt in der Wissenschaft“ wird in diesem Jahr 30 Jahre alt.<sup>2</sup> Bei Lichte besehen, hat Robert K. Merton, als er seinen berühmten Artikel in der Zeitschrift „Science“ publizierte, nur ein Mißverständnis zementiert, das die Christenheit seit 2000 Jahren mit sich herumschleppt, und zwar mit sichtlichem Wohlgefallen. Selbst wenn es stimmt, daß wir den „wahren“ Matthäus-Effekt messen, denjenigen, welcher mit dem Wesen eines biblischen Gleichnisses so wunderbar übereinstimmt – der Kampf gegen ein so angenehmes Mißverständnis läßt sich nicht gewinnen. Und der verführerische Vorschlag von Umstätter, mich noch zu Lebzeiten unsterblich zu machen<sup>3</sup> und unseren Effekt einfach Bonitz-Effekt zu nennen, wäre ein Verrat an der Bibel, den auch ein Ungläubiger nicht begehen darf. Also lassen wir das und wenden uns lieber den interessanten Dingen zu, die unser Effekt für die Wissenschaftsforschung, die Wissenschaftspolitik, und ganz sicher auch für die (digitale) Bibliothekswissenschaft zu bieten hat.

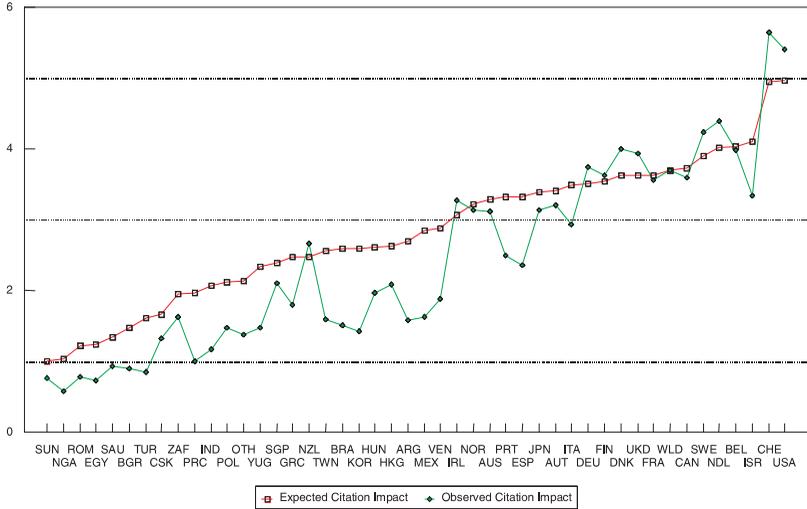
Diese Dreiteilung behalte ich der Einfachheit halber bei und beginne bei der Wissenschaftsforschung.

### *ME und Wissenschaftsforschung*

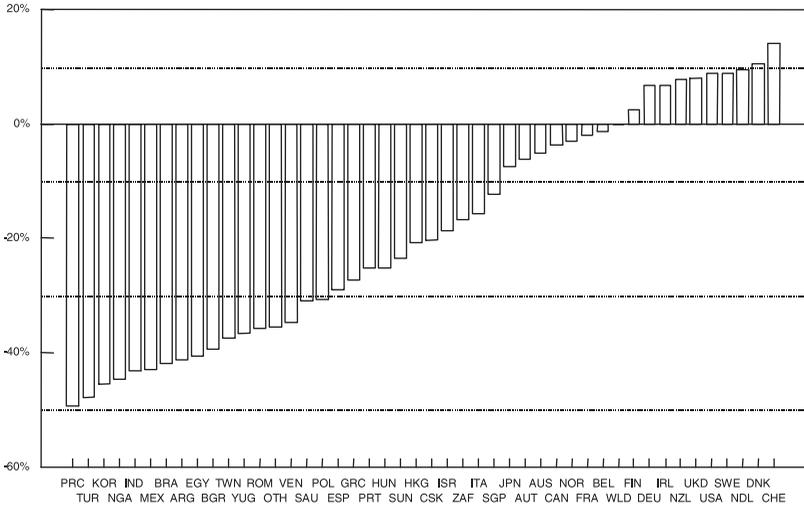
Der Matthäus-Effekt für Länder, (MEL), wie wir ihn bezeichnen, und dessen Entdeckung<sup>4</sup> sich ziemlich genau zu Weihnachten 1994 vollzog, ist ein meßbares,

- 2 Merton, R.K., The Matthew effect in science. – In: Science (Washington). 159(1968)3810, S. 56–63.
- 3 Umstätter, W., Die Rolle der Digitalen Bibliothek in der modernen Wissenschaft. – Vortrag auf der Tagung „Wissenschaft – Informationszeitalter – Digitale Bibliothek“ am 27. und 28. März 1998 in Berlin.
- 4 Bonitz, M. / Bruckner, E. / Scharnhorst, A., The Matthew effect or the two worlds in science. Consequences from world science structure research. – In: Extended Abstracts of the Fourth Science and Technology Indicators Conference, October 5–7 1995. Antwerp, Belgium.. Leiden: Centre for Science and Technology Studies (University of Leiden) 1995, pp. 163–167.

Expected and Observed Citation Impact of 45 Countries



Rank Distribution of Countries by Matthew-Index



reproduzierbares Phänomen im weltweiten System der wissenschaftlichen Kommunikation und gehört somit zur Wissenschaftsforschung.

In *zwei* Sätzen formuliert geht es beim MEL darum:

1. die Wissenschaftsländer weisen sehr unterschiedliche Erwartungswerte hinsichtlich der Zitierungen auf ihre Publikationen aus.
2. Die beobachteten Werte für die Zitierungen weichen systematisch und in charakteristischer Weise von den Erwartungswerten ab (obere Abbildung).

In *einem* Satz läßt sich der MEL so formulieren:

Wenige Länder mit hohen Erwartungswerten erlangen noch mehr Zitierungen als erwartet, viele Länder mit niedrigeren Erwartungswerten kriegen noch weniger Zitierungen als erwartet.

Ein Maß für die relative Abweichung, das wir als *Matthäus-Index* bezeichnen, gestattet es, die Wissenschaftsländer in eine Rangordnung zu bringen (untere Abbildung).

Auf den ersten Blick läßt sich erkennen, daß diese Rangordnung einen Sinn ergibt, wohl auch die entsprechende Zuordnung der Länder zu einer „rechten“ und zu einer „linken“ Welt.

Wir haben viel Zeit darauf verwendet, den Effekt zu sichern, seine zeitliche Stabilität, seine Größenordnung, und seine Abhängigkeit von den Hauptgebieten der Wissenschaft zu studieren.<sup>5</sup> Er ist kein Artefakt, er ist recht stabil, er ist relativ klein, und wir haben ihn in allen Wissenschaftsgebieten beobachten können.

Gegenwärtig sind wir dabei, uns eingehender mit der Mikrostruktur des Effektes zu befassen, d.h. Fragen zu stellen wie „Wie funktioniert der MEL?“ „Finden die Abweichungen in allen wissenschaftlichen Journalen gleichmäßig statt oder gibt es bevorzugte Zeitschriften?“ „Welche Zeitschriften sind das?“ usw.

Aus der Fülle unserer neuen Ergebnisse erwähne ich hier ein besonders wichtiges, nämlich die hohe Konzentration des Phänomens: in nur etwa 10% der Journale, in denen ein Land publiziert, ist bereits die Hälfte aller Abweichungen konzentriert, der positiven oder negativen, die seinen Matthäus-Index bestimmen.<sup>6</sup>

Bibliothekslente werden immer hellhörig, wenn das Wort Konzentration fällt (Bradford oder Lotka), bedeutet es doch immer auch Konzentration der Aufmerksamkeit, Möglichkeit der Selektion, Erfassung des Wesentlichen. In unserem Falle können wir diejenigen Journale genauer identifizieren, denen die Länder ihren Wert des Matthäus-Index vornehmlich verdanken. Selbst die USA, die mit etwa

5 Bonitz, M. / Bruckner, E. / Scharnhorst, A., Characteristics and impact of the Matthew effect for countries. – In: Scientometrics (Budapest / Oxford). 40(1997)3, S. 407–422.

6 Bonitz, M. / Bruckner, E. / Scharnhorst, A., The Matthew Index – concentration patterns and Matthew core journals. – Paper presented at the Fifth International Conference on Science and Technical Indicators, June 4–6, 1998, Hinxton, Cambridge, England.

2400 Journalen in unserer Datenbasis vertreten sind, erzielen schon die Hälfte ihrer positiven oder negativen Abweichungen in lediglich 100 Journalen.

### *ME und Wissenschaftspolitik*

Die Wissenschaftspolitik, meine Damen und Herren, so sie überhaupt geneigt ist, wissenschaftsmetrische Ergebnisse zur Kenntnis zu nehmen, wird sich mit dem Matthäus-Effekt nur befassen, wenn handfeste Schlußfolgerungen aus ihm gezogen werden können.

Ich gestehe, da wir uns damit selber, und zwar unter dem Einfluß des oben erwähnten 2000 Jahre alten Mißverständnisses, sehr schwer getan haben. Noch vor zweieinhalb Jahren haben wir auf einer Konferenz in Antwerpen stolz erklärt, daß die wenigen rechten Länder den vielen linken Ländern, die sowieso schon wenig hätten, ihre Zitierungen regelrecht wegnähmen. Die Bösen!

Abgesehen davon, daß kein Wissenschaftsminister damit etwas anfangen kann, ist es eben auch schlicht falsch. Es gibt in der Wissenschaft keine Institution, welche die Zitierungen auf die Länder verteilt. In der biblischen Parabel ist es der Herr, der seinem faulen Knecht das Talent wegnimmt, das er vergraben hatte.<sup>7</sup>

Das Zitieren selbst ist eine, und zwar sehr kostbare Institution, sie wird repräsentiert durch die gesamte wissenschaftliche Gemeinschaft.

Der Matthäus-Effekt ist ein Phänomen auf der Makroebene der Wissenschaft, und für die sind die Wissenschaftsminister zuständig. (Auf einer Konferenz in Jerusalem fragte mich ein israelischer Wissenschaftler, wie das denn sei: Israel angeblich ein linkes Land, aber auf seinem eigenen Gebiet, der Computerwissenschaft, erziele Israel hervorragende Ergebnisse!? Ich sagte ihm, da gratuliere ich auch schön, und es gäbe da keinen Widerspruch. Er wisse nur nicht, daß auf anderen Gebieten andere Länder besser sind.)

Kurz und gut – denn im einzelnen läßt es sich hier aus Zeitmangel nicht begründen, –:

Der Matthäus-Effekt widerspiegelt die wissenschaftliche Leistungsfähigkeit der Länder, ihre Performance, ihre Effektivität, wie immer man das nennen mag. Am Matthäus-Index der Länder läßt sich ablesen, wie gut oder wie schlecht sie ihre „wissenschaftlichen Talente“ zu nutzen verstehen. Sie wissen, meine Damen und Herren, da ich hierbei auf die wunderbare Übereinstimmung mit dem biblischen Gleichnis von den anvertrauten Talenten anspiele.

7 Bonitz, M., The scientific talents of nations. – In: Libri (München). 47(1997)4, S. 206–213.

Fazit: ein Wissenschaftsminister, der seinem Land etwas Gutes tun möchte, sollte bei seinen rechten Partnern in die Schule gehen. Wir sagen ihm schon, wer das ist.

Und übrigens, die Wissenschaftsminister der ausgewiesenen rechten Länder sollten endlich mehr tun und ihren linken Kollegen wirkungsvoller unter die Arme greifen, damit das wahrhaftig globale Unternehmen Wissenschaft besser vorankommt.

### *ME und die (digitale) Bibliothekswissenschaft*

Alles was ich Ihnen bisher vorgetragen habe, wäre nicht möglich, wenn es in der Wissenschaft die Institution des Zitierens nicht gäbe. Sie ist ja noch gar nicht so alt – manche verlegen ihre Entstehung erst in das beginnende 20. Jahrhundert. Eugene Garfield hatte die nobelpreiswürdige Idee, die Zitierungen für das Information-Retrieval zu nutzen, aber schon bald erwiesen sie sich – in den gewaltigen Datenbasen des Garfield'schen *Institute for Scientific Information* – als erstaunlich vielseitige Stütze der Wissenschaftsforschung. Das konnte nicht anders sein, denn wenn die Kommunikation die „Essenz der Wissenschaft“ ist, dann sind die Zitierungen in ihrer Gesamtheit so etwas wie die Grundelemente eines weltweiten Expertensystems.<sup>8</sup>

Schon bald regten sich die Geister, um herauszufinden wieviele Typen von Zitierungen es geben könnte, wer wann wen und wie zitieren sollte oder auch nicht, was Zitierungen eigentlich bedeuten und welcher Brauch und Mißbrauch sich mit ihnen treiben läßt. Eine tragfähige Theorie des wissenschaftlichen Zitierens gibt es jedoch bis heute nicht.

Mir ist aufgefallen, daß eine Frage überhaupt nicht auftaucht, nämlich die: Was geschieht mit der Wissenschaft, wenn die Zitierungen eines Tages so, wie sie gekommen sind, wieder aus ihr verschwinden? Oder anders ausgedrückt, könnte bei den gegenwärtigen Umbrüchen im System der wissenschaftlichen Kommunikation die Institution des Zitierens unter die Räder kommen? Wer kümmert sich darum, daß dies nicht geschieht? Sollten dabei nicht auch diejenigen mithelfen, welche das globale System der wissenschaftlichen Kommunikation funktionsfähig halten müssen – die Leute in den Digitalen Bibliotheken, die auch hier in diesem Institut ausgebildet werden sollen?

Gewiß ließe sich sagen, die Wissenschaft sei ein selbstorganisierendes System, das sich auch die adäquaten Mittel zu ihrem Funktionieren schaffe und das sei

8 Bonitz, M., SCI auf CD-ROM oder das größte Expertensystem der Welt. – In: Informatik (Berlin). 37(1990)1, S. 37–40.

---

immer so gewesen, ohne daß jeweils eine Wissenschaftstheorie dazu vorausschauend den Weg gewiesen habe. Schön und gut. Aber heute, da die Wissenschaft ihrer Bestimmung gemäß und unwiderruflich weltumspannend geworden ist, sollte das Bewährte auch aktiv bewahrt werden.

Mir erscheint es weder notwendig noch machbar, im Rahmen digitaler Bibliotheken nationale Zitier-Indexe aufzubauen oder gar die Aquisitionen nach dem Zuwachs an jetzt angeblich meßbarem Wissen zu bemessen. Doch selbst wenn dies sinnvoll wäre, würde es ohne die Bewahrung der Institution der Zitierung nicht gehen.

Dann und nur dann wird der Matthäus-Effekt für Länder weiter meßbar bleiben, zum Nutzen der Wissenschaftsforschung und der Wissenschaftspolitik.

Wir sollten nie vergessen, daß sich die moderne Wissenschaftsmetrie aus der Praxis der wissenschaftlichen Bibliotheken heraus entwickelt hat. Dort sollte sie, welchen Wandel die Bibliotheken auch durchmachen mögen, aus guten Gründen verankert bleiben.

So spannt sich der Bogen vom See Genezareth, wo Jesus seine Gleichnisse produzierte, zur Straße „Unter den Linden“, wo Wissenschaftler über die Zukunft digitaler Bibliotheken nachdenken.



---

WOLFGANG G. STOCK

## **Was ist *eine* Publikation? Zum Problem der Einheitenbildung in der Wissenschaftsforschung**

### *0. Problemstellung*

Wesentliche Methoden der Wissenschaftsforschung sind Analysen von quantifizierbaren Aspekten wissenschaftlicher Veröffentlichungen und Zitationen. Eingesetzt werden Zählmaße (Anzahl der Veröffentlichungen und Zitationen) und darauf aufbauende Maße. Empirische Basis für alle diese Methoden sind Publikationen, die als Einheit angesehen werden. Was ist aber die Einheit, die uns leitet, jedesmal „1“ zu zählen? Ist die Einheitenbildung bei gedruckten Publikationen schon alles andere als selbstverständlich (ist 1 Buch = 1 Aufsatz = 1 Rezension bei der Zählung der Publikationsrate?), so wird sie bei elektronischen, „dynamischen“ Dokumenten vollends suspekt. Hier ändern Autoren ständig korrigierend an ihren Texten, um jeweils dem neuesten Erkenntnisstand zu entsprechen. Die „klassische“ Einheit der Publikation ist hier bewußt zugunsten einer jederzeit aktuellen Version aufgegeben. Wann ist eine (mehr oder minder geänderte) Version eines elektronischen Dokuments eine neue Publikation? Wenn sich herausstellt, daß – zumindest bei dynamischen Texten – keine zählbaren Publikationseinheiten mehr vorliegen, wird dann hierdurch der Wissenschaftsforschung das quantitative Fundament entzogen?

### *1. Zur empirischen Basis der Wissenschaftsforschung*

Die empirische Wissenschaftsforschung hat sich seit ihren Anfängen – neben anderen Beobachtungsgegenständen – stets auch auf wissenschaftliche Publikationen und Zitationen gestützt. Einer der „Klassiker“ der Wissenschaftsforschung, Derek de Solla Price's „Little Science, Big Science“ bringt als Beleg für das behauptete exponentielle Wissenschaftswachstum die Zahl der Gründungen wissenschaftlicher Zeitschriften und wissenschaftlicher Abstract-Zeitschriften<sup>1</sup> Die Produktivi-

tät wissenschaftlicher Autoren wird durch Publikationszahlen gemessen<sup>2</sup>. Der „Nutzen“ einer wissenschaftlichen Arbeit wird durch die Häufigkeit der Zitierungen operationalisiert<sup>3</sup>. Allerdings sieht *de Solla Price* auch methodische Probleme. So betont er z.B., daß wir eine „rosarote Brille“ aufsetzen müssen, um all die Unwägbarkeiten bei Zitationen ignorieren zu können<sup>4</sup>. Die vorherrschende Zählung von wissenschaftlichen Artikeln als Indikator auf Produktivität wird ebenso hinterfragt. „Vielleicht sollten auch wir weniger auf die Aufsätze als auf die Bücher eines Forschers achten“<sup>5</sup>.

Auch in einem weiteren „Klassiker“, Gennadij *Dobrows* „Nauka: Jejo Analis i Predwidenija“, helfen Publikations- wie Zitationszahlen „auf der Suche nach Kennziffern“<sup>6</sup>. *Dobrow* sind die Probleme beider Methoden stets bewußt. „In der modernen Wissenschaft wird ziemlich oft die Zahl der veröffentlichten Arbeiten als Kennziffer verwendet. Diese hängt mehr oder weniger eng mit den Daten über neue Ergebnisse der Wissenschaft zusammen, ist aber keineswegs identisch mit ihnen. Diese Kennziffer liefert ... einige interessante praktische Möglichkeiten. Man darf aber unserer Ansicht nach die Zahl der Veröffentlichungen nicht als absoluten Maßstab für die ‚Größe der Wissenschaft‘ oder etwa für den ‚Beitrag zur Wissenschaft‘ nehmen“<sup>7</sup>. Die Häufigkeit des Zitierens und damit die Berechnung der Zitationsrate hat sich „für die direkte Einschätzung der individuellen Ergebnisse einzelner Forscher gewöhnlich als anfechtbar und häufig als unannehmbar erwiesen“<sup>8</sup>.

Durch das Aufkommen von elektronischen Datenbanken im Wissenschaftssystem, insbesondere durch die Produkte des „Institute for Scientific Information“ mit seinen Zitationsindices werden Publikations- und Zitationsanalysen denkbar einfach. Obgleich die Datenbanken nahezu alle geradezu erschreckend unvollständig sind, was die Veröffentlichungen einzelner Forscher oder Forschungsinstitute betrifft, boomen entsprechende szientometrische Analysen.

Publikations- und Zitationsindikatoren finden bereits in großem Maße praktische Anwendungen, etwa „zur Hilfe der Bewertung der Produktivität eines Hoch-

1 Vgl. *Solla Price*, Derek J. de, *Little Science, Big Science*. Von der Studierstube zur Großforschung. Frankfurt: Suhrkamp 1974. – (Suhrkamp Taschenbuch Wissenschaft; 48), S. 20.

2 Vgl. ebd., S. 57.

3 Vgl. ebd., S. 89.

4 Ebd., S. 89.

5 Ebd., S. 76.

6 *Dobrow*, Gennadij, *Wissenschaft: ihre Analyse und Prognose*. Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt 1974, S. 56.

7 Ebd., S. 58.

8 Ebd., S. 59.

schullehrers hinsichtlich seiner Gehaltssteigerungen oder Laufbahntscheidungen“<sup>9</sup>. Nahezu selbstverständlich werden Publikationsanalysen von wissenschaftlichen Instituten oder Fachbereichen benutzt, um deren Produktivität abzubilden bzw. um – vergleichend – Produktivitätsrangordnungen zu erstellen. Auch auf der Ebene ganzer Länder sind Publikationsanalysen, fachspezifisch oder allgemein, durchaus üblich.

Methodische Probleme der Publikations- oder Zitationsanalysen scheinen einigen Wissenschaftsforschern gar nicht aufzufallen. In einem einführenden Lehrbuch der Wissenschaftsforschung lesen wir: Beim Institute for Scientific Information wird „der ‚Science Citation Index‘, die größte EDV-gestützte Sammlung bibliographischer Informationen publiziert. Hier werden Daten über etwa 80% der Welterpublikationen im wissenschaftlichen Sektor gespeichert und können mit verschiedenen Methoden ... untersucht werden“<sup>10</sup>. Hieran ist falsch: (1.) der ‚Science Citation Index‘ ist mitnichten die größte bibliographische Datenbank; (2.) von den Welterpublikationen werden nur wissenschaftliche Artikel ausgewertet, sonst nichts, und dies (3.) nicht von 80% der Zeitschriften, sondern allenfalls von 5%. Am schlimmsten ist neben den in der Tat gravierenden Sachfehlern (4.) das Verschweigen der methodischen Probleme. Zitationsdatenbanken können eben nicht einfach „mit verschiedenen Methoden untersucht werden“.

Die bis hinunter zur Instituts- oder gar Personenebene disaggregiert vorliegenden Publikations- und Zitationsraten sind bei deren Veröffentlichung ein gefundenes Fressen für die populäre Presse, die „besten Institute der einzelnen Fachrichtungen“ und – peinlich für die Betroffenen – die „seit Jahren faule(n) Institute“ minutiös aufzulisten<sup>11</sup>.

Trotz der weiten Einsatzgebiete der Publikationsindikatoren in der Institutions- und Wissenschaftspolitik sind deren methodologische Probleme alles andere als gesichert, ja Insider sehen Anzeichen einer Krise in der Szientometrie, der Mutterdisziplin der Publikationsanalysen und verwandter Verfahren. „Die Entwicklung dieser Disziplin in der Methodologie, in der theoretischen Modellierung und in der Formulierung ihrer Ziele scheint stagniert zu haben“, notieren Wolfgang Glänzel und Urs Schoepflin<sup>12</sup>. Vorgeworfen wird der Szientometrie u.a., vorwiegend den kurzfristigen Interessen der Wissenschaftspolitik und -planung zu dienen und

9 Laband, D. N. / Piette, M. J., The Relative Impact of Economics Journals. – In: Journal of Economic Literature. 32(1994), S. 640–666, hier: S. 640.

10 Felt, U. / Nowotny, H. / Taschwer, K., Wissenschaftsforschung. Eine Einführung. Frankfurt / New York: Campus 1995, S. 237.

11 Vgl. z.B. Welche Uni ist die beste? Hochschulen, 93. – profil extra. (Sept. 1993)1, S. 62 f.

12 Glänzel, W. / Schoepflin, U., Little scientometrics, big scientometrics ... and beyond? – In: Scientometrics. 30(1994), S. 375–384, hier: S. 375.

ihren wissenschaftlichen Gehalt auf die bloße Präsentation von Datensätzen zu reduzieren.

## 2. Ein Beispiel: Die Publikationsrate von Ludwig Wittgenstein

Wir wollen an einem einfachen Beispiele Zählprobleme bei der Berechnung von Publikationsraten verdeutlichen. Es geht um die Veröffentlichungen von Ludwig *Wittgenstein*, einem der wichtigsten Philosophen des 20. Jahrhunderts. *Wittgenstein* publiziert 1921 seine „Logisch-philosophischen Abhandlungen“ als Artikel in der Zeitschrift „Annalen der Naturphilosophie“. Unter dem Titel „Tractatus logico-philosophicus“ erscheint 1922 parallel in deutsch und englisch eine Buchausgabe desselben Stoffes. Da *Wittgenstein* meint, philosophische Probleme endgültig bearbeitet zu haben, wendet er sich von der Philosophie ab und wird Volksschullehrer. In seiner Lehrerzeit publiziert er ein „Wörterbuch für Volksschulen“. In der Folgezeit nähert er sich wieder der Philosophie an. Vermeintliche Fehlinterpretationen seiner Aussagen führen zu einem halbseitigen Leserbrief in der Zeitschrift „Mind“. Über rund zwei Jahrzehnte verfaßt *Wittgenstein* (mehr oder minder) kurze Bemerkungen, die vielfach umgearbeitet, aber zunächst nicht veröffentlicht werden. Kurz nach seinem Tod erscheinen diese Bemerkungen als „Philosophische Untersuchungen“ 1952. Bis heute sind alle Skripten *Wittgensteins* in mehreren Sprachen ediert; es existieren Gesamtausgaben. Die Sekundärliteratur liegt bei ca. 250 Publikationen pro Jahr.

Wir errechnen nunmehr die Publikationsrate *Wittgensteins* im Jahr 1952. Viele Datenbanken berücksichtigen ausschließlich wissenschaftliche Artikel. Hier würde ausschließlich die Zeitschriftenversion des „Tractatus“ gezählt, also

$$\text{Publikationsrate (Wittgenstein)} = 1 \quad (1).$$

Wir können aber auch die Gesamtmenge der unselbständigen Literatur zählen, d.h. nicht unterscheiden, ob es sich um einen wissenschaftlichen Artikel oder einen knappen Leserbrief handelt. Bei dieser Zählweise müssen wir die Notiz in „Mind“ mitzählen, also

$$\text{Publikationsrate (Wittgenstein)} = 2 \quad (2).$$

Über einige Datenbanken hinausgehend, zählen wir nunmehr die Bücher mit. Dies sind deren drei, der „Tractatus“ (in deutsch und englisch), das „Wörterbuch für Volksschulen“ und die „Philosophischen Untersuchungen“. Zusammen mit den unselbständigen Publikationen ergibt sich

$$\text{Publikationsrate (Wittgenstein)} = 5 \quad (3).$$

Da wir wissen, daß die Aufsatzversion und die (deutsche) Buchversion vom „Tractatus“ textgleich sind, können wir die Publikationsrate um diese Doppelveröffentlichung bereinigen und erhalten

$$\text{Publikationsrate (Wittgenstein)} = 4 \quad (4).$$

Nun liegt es durchaus nahe, bei einem Wissenschaftler nur die wissenschaftlichen Publikationen zu zählen. Das „Wörterbuch für Volksschulen“ und der Leserbrief an „Mind“ sind dies wahrscheinlich nicht. Berechnungsart (4) muß also um zwei Einheiten vermindert werden:

$$\text{Publikationsrate (Wittgenstein)} = 2 \quad (5).$$

Wir sagten, daß die „Philosophischen Untersuchungen“ aus diversen Bemerkungen zusammengesetzt sind, in denen Jahrzehnte Arbeit steckt. In der Tat werden in der Sekundärliteratur einzelne Bemerkungen auch gesondert diskutiert. Es ist daher durchaus vertretbar, bei den „Philosophischen Untersuchungen“ kapitelweise zu zählen. Teil I der „Philosophischen Untersuchungen“ enthält 693 Abschnitte, Teil II 14, zusammen 707. Diese können wir der Publikationsrate irgendeiner Version aus (1) bis (5) hinzuzählen. Wenn wir (3) wählen, erhalten wir

$$\text{Publikationsrate (Wittgenstein)} = 711 \quad (6).$$

Je nach Zählweise erhalten wir für das Werk Ludwig Wittgensteins bis 1952 eine Publikationsrate zwischen 1 und 711. Eine solche Schwankungsbreite von Meßwerten zu genau einem Gegenstand legt es nahe, sich mit dem Thema näher zu befassen.

### 3. Was ist eine Publikation?

#### 3.1 Motive zu publizieren

Warum publizieren Wissenschaftler überhaupt? Klar ist, daß die Publikation ein sozialer Akt ist, der aus der Lebens- wie Forschungssituation des Wissenschaftlers, der Struktur der Wissenschaftlergemeinschaft sowie der gesellschaftlichen Struktur erwächst. Die antreibenden Motive zu veröffentlichen dürften vielfältig sein.

Ein wichtiges Motiv ist die *wissenschaftliche Kommunikation*. Die Publikation dient zum Bekanntmachen einer neuen Information. Die Theorie der wissenschaftlichen Kommunikation geht auf *Michailow*, *Cernyi* und *Giljarevskij* zurück. Die wissenschaftliche Kommunikation bedient sich informeller Kanäle (wie das menschliche Gespräch) sowie formaler Kommunikationskanäle (Handschriften, Bücher, Zeitschriften, Referateblätter)<sup>13</sup>. Die elementare Form der wissenschaftlichen Kommunikation, das Gespräch, ist gemäß Manfred *Bonitz* die effektivste.

„Die elementare Form ist zugleich die komplizierteste und effektivste. Kompliziert, weil es um die intellektuelle Wechselwirkung zweier Menschen geht ... Effektiv, weil die natürliche Sprache, deren sich die Gesprächspartner zu bedienen pflegen, wie kein anderes Mittel geeignet ist, den Prozeß des wechselseitigen Denkens und Lernens zu beeinflussen, weil ihre Weitschweifigkeit und ausdrucksstarke Vielfalt eine optimale Anpassung der Partner aneinander und an den Gesprächsgegenstand zu erreichen gestattet“<sup>14</sup>. Während die elementare Form der wissenschaftlichen Kommunikation stets erhalten bleibt, ändern sich die formalen Kanäle im Laufe der Geschichte. Das Gesamtsystem der wissenschaftlichen Kommunikation bleibt dabei aber relativ stabil. „Es ist ein offenes System und besitzt Mechanismen, die es gegen äußere Einwirkungen relativ unempfindlich machen; es hat die Eigenschaft der Integriertheit, das bedeutet, daß kein Teil des Systems ohne Gefahr für das ganze System aus diesem herausgebrochen werden kann; schließlich ist das System am stabilsten, wenn sich bestimmte hierarchische Strukturen eingestellt haben“<sup>15</sup>. Publikationen spielen in der Theorie der wissenschaftlichen Kommunikation damit eine systemerhaltende Rolle für das Wissenschaftssystem. Nach dieser Theorie sind aber auch die (nicht publizierten) informellen Kommunikationen wesentlich, neben dem Gespräch auch durch Briefwechsel, heute wohl eher durch E-Mail oder Notizen im Internet, ausgetauscht zwischen Mitgliedern einer wissenschaftlichen Sparte. So wundert es nicht, wenn Michailow und Mitarbeiter feststellen, „(g)roße Bedeutung als Quellen der wissenschaftlichen Information haben auch unveröffentlichte Dokumente“<sup>16</sup>. Allerdings sind die Nachweis- und Beschaffungsprobleme solcher Dokumente ausgesprochen schwierig bis unmöglich<sup>17</sup>.

Zentral dürfte als Publikationsmotiv die (*ideelle*) *Sicherung des geistigen Eigentums* sein. Diesen Aspekt betont *de Solla Price*. „Der wissenschaftliche Aufsatz scheint ... zur Anmeldung eines Besitzanspruches entstanden zu sein, als Folge der überlappenden Forschungsanstrengungen. Der soziale Ursprung liegt im Wunsch des Menschen, einen Anspruch registrieren und etwas für sich reservieren zu lassen“<sup>18</sup>. Die wissenschaftliche Kommunikation ist in dieser Sicht eher eine Nebensache. Die Ansprüche auf geistiges Eigentum sind nach *de Solla Price* „für das Ansehen des Wissenschaftlers und seiner Institution lebensnotwendig. Aus

13 Vgl. Michailow, A.I. / Cernyi, A.I. / Giljarevskij, R.S., *Osnovy informatiki. Grundlagen der wissenschaftlichen Dokumentation und Information.* – Köln / Opladen: Westdeutscher Verlag 1970, S. 52 ff.

14 Bonitz, M., *Wissenschaftliche Forschung und wissenschaftliche Information.* Berlin: 1979, S. 19.

15 Ebd., S. 20 f.

16 Michailow / Cernyi / Giljarevskij, a.a.O., S. 85.

17 Vgl. ebd., S. 88.

18 Solla Price, a.a.O., S. 80.

diesen Gründen haben Wissenschaftler einen starken Drang, Arbeiten zu schreiben, und kaum Interesse, sie zu lesen<sup>19</sup>.

Verwandt mit dem von *de Solla Price* genannten Motiv ist die *rechtliche Sicherung geistigen Eigentums*. Hier wird ausschließlich publiziert im Sinne von „offengelegt“, um exklusive Verwertungsrechte an der Neuerung anzumelden. Patente beinhalten diese Doppelfunktion. Sie sind einerseits Publikationen, andererseits Schutzrechte.

Im Rahmen der funktionalistischen Wissenschaftssoziologie haben Publikation und auch Zitation einen festen Platz. Robert K. *Merton* als Vertreter des Funktionalismus fragt, wie Wissenschaft als soziales System „funktionieren“ kann<sup>20</sup>. Die Wissenschaft als Institution wird von einem Komplex von Normen und Werten zusammengehalten. Der Norm- und Wertkomplex ist zwar nicht kodifiziert, wird aber von den einzelnen Wissenschaftlern internalisiert und durch den moralischen Konsens der Wissenschaftler erfaßbar. Unter welchen Normen und Werten funktioniert Wissenschaft am besten? Der Ethos der Wissenschaft, gleichsam ihr Grundwert, ist die Ausweitung gesicherten Wissens. Aus dem Grundwert leitet *Merton* vier „institutionelle Imperative“ ab, Universalismus (Unabhängigkeit des Wissens von persönlichen Kriterien), Kommunismus (allgemeines Eigentum an wissenschaftlichen Gütern), Uneigennützigkeit (keinerlei persönliche Motive) und organisierter Skeptizismus (unvoreingenommene Prüfung des Wissens anhand von empirischen und logischen Kriterien). In der Nachfolge Mertons werden zwei weitere Normen hinzugefügt<sup>21</sup>, Rationalität (kritisches Herangehen an Wissen) und emotionale Neutralität (Vermeidung emotionalen Engagements). Nach *Norman W. Storer*<sup>22</sup> ist ein soziales System eine stabile Folge von Interaktionsmustern, die um den Austausch eines Gutes organisiert und von einer Menge Normen geleitet sind. Die Normen erleichtern die fortwährende Zirkulation des Gutes. Gut des Wissenschaftssystems ist die Reaktion auf (eigene oder fremde) Kreativität. Das Wissenschaftssystem funktioniert nur darum, weil es das Gut, die Reaktion auf Kreativität, optimal zirkulieren läßt. Von den sechs Normen halten vor allem drei das soziale System der Wissenschaft stabil. Der Kommunismus ermutigt, überhaupt etwas anzubieten, d.h. zu publizieren, denn sonst kann das Gut ja nicht entstehen. Der organisierte Skeptizismus sorgt (u.a. über Zitationen) für eine Rückkopplung, nur so bekommt der Publizierende sein Gut. Die Uneigennützigkeit hilft, daß der Wissenschaftler nur das Gut der Wissenschaft anstrebt und nicht

19 Ebd., S. 81.

20 Vgl. *Merton, R. K., Wissenschaft und demokratische Sozialstruktur.* – In: *Wissenschaftssoziologie* 1. Hrsg. v. P. Weingart. Frankfurt: Fischer Athenäum 1972, S. 45–59.

21 Vgl. *Barber, B., Science and Social Order.* New York: 1952.

22 Vgl. *Storer, N. W., Das soziale System der Wissenschaft.* – In: *Wissenschaftssoziologie* 1. Hrsg. v. P. Weingart. Frankfurt: Fischer Athenäum 1972, S. 60–81.

noch weitere Güter. Die Normen bewirken auch, daß jeder Wissenschaftler bevorzugt an Problemen arbeitet, die auch andere interessieren, ansonsten bekäme er ja seine Reputation nicht. Das funktionalistische Modell der Wissenschaftssoziologie arbeitet heraus, daß das Gut der Wissenschaft die Reaktion auf Kreativität und damit die Reputation ist. Es zeigt deutlich, wie die Wissenschaft systemimmanent sowohl Publikationen (als Abbild der Kreativität) als auch Zitationen (Reaktion darauf) hervorbringt, die das System stabil halten.

Der soziologische Ansatz von Publikationen im Wissenschaftssystem läßt sich zu einem ökonomischen Ansatz weiterdenken. Die Wissenschaft verhält sich demnach wie ein Markt. Publikationen sind die Produkte, Zitationen die Preise. *Laband* und *Piette* sprechen von einem „Markt wissenschaftlicher Kenntnisse“<sup>23</sup>. Zitationen sind das Analogon des Preises auf konventionellen Produktmärkten. Der Preis auf dem Wissenschaftsmarkt, die Zitation, ist konstant. Bei konstanten Preisen eines Produktes orientiert sich der Käufer an der Qualität des vom jeweiligen Verkäufer angebotenen Produktes. Zitationen wären so ein Indikator auf wissenschaftliche Qualität. Das *muß* aber nicht so sein: Der Käufer kann auch dem Verkäufer aus Freundschaft etwas abkaufen, oder er kann hoffen, daß der Verkäufer im Gegenzug den Käufer in anderen Situationen unterstützt. Die Ökonomie unterscheidet in der Regel nicht zwischen „guten“ Verkäufen (die ausschließlich an der Qualität orientiert sind) und „schlechten“ Verkäufen. David H. *Laband* und Michael J. *Piette* kommen zum Schluß, „Verkäufe sind Verkäufe. Alle Verkaufszahlen bestimmen den Marktanteil jedes Produzenten. Wir sehen keinen Grund, den Konsum wissenschaftlicher Literatur grundsätzlich unterschiedlich zu behandeln“<sup>24</sup>. Wissenschaftler publizieren nach diesem Modell bevorzugt, um gute Preise, sprich: viele Zitationen zu erzielen.

Publikationen spielen in allen besprochenen Ansätzen eine systemerhaltende Rolle im Wissenschaftssystem. Die einzelnen Motive zu publizieren sind:

- wissenschaftliche Kommunikation (Theorie der wissenschaftlichen Kommunikation),
- (ideelle) Sicherung des geistigen Eigentums (Ansatz von *de Solla Price*),
- rechtliche Sicherung geistigen Eigentums (Patentpublikation),
- Erlangen von Reputation (Theorie der funktionalistischen Wissenschaftssoziologie),
- Verkauf (von Publikationen) zum Erlangen möglichst hoher Preise (Zitationen) (ökonomische Theorie der Wissenschaft).

23 Laband / Piette, a.a.O., S. 641.

24 Ebd., S. 641.

### 3.2 Publikationsmedien

Für Peter *Weingart* und Matthias *Winterhager* sind Artikel in wissenschaftlichen Zeitschriften sowie Patente Produkte wissenschaftlicher Aktivitäten. „Aufsätze sind das typische Produkt derjenigen wissenschaftlichen Tätigkeit, die als ‚Grundlagenforschung‘ charakterisiert wird und bei der das produzierte Gut ‚Wissen‘ allen anderen Forschern zugänglich gemacht wird. Patente hingegen sind das typische Produkt der technischen und angewandten Forschung, bei der das produzierte Wissen in die kommerzielle Nutzung münden soll und deshalb als ‚Eigentum‘ geschützt wird“<sup>25</sup>. Letztlich reduziert sich die Wissenschaftsindikatorenforschung bei *Weingart* und *Winterhager* bei den Publikationen auf die wissenschaftlichen Artikel, „die Patente (sollen) jedoch weitgehend außerhalb der Betrachtung bleiben“<sup>26</sup>. Dies entspricht durchaus den meisten Aktivitäten heutiger empirischer Wissenschaftsforschung. Eine gewisse Gruppe, zu der *Weingart*/*Winterhager* zählen, reduzieren die zu betrachtenden Publikationsmedien auf Aufsätze von Wissenschaftlern. Sie ignorieren damit alle anderen Publikationsformen, vor allem aus dem praktischen Grund, daß die Datenbanken des „Institute for Scientific Information“ dort ihren Schwerpunkt haben.

Eine andere Gruppe von Wissenschaftsforschern geht ausschließlich von den Patenten aus (so z.B. die Patentstatistik des ifo Instituts für Wirtschaftsforschung oder das Deutsche Patentamt). Gemäß der Auffassung von Siegfried *Greif* vom Deutschen Patentamt sind Patentstatistiken sowohl Indikatoren auf wissenschaftliche Leistungen als auch auf wirtschaftliche Entwicklungen. „A main field of the research is the investigation of patent data as indicators for

- research and development activities (R&D)
- technological and economic structures and developments
- international technological and economic relations“<sup>27</sup>.

Die Patentpublikation hat eine Schlüsselstellung zwischen der Forschung und Entwicklung einerseits und der Innovation, die zu neuen Produkten oder neuen Prozessen führt, andererseits.

Beide Ansätze innerhalb der Wissenschaftsforschung arbeiten (mit einigen Ausnahmen<sup>28</sup>), ohne viel Notiz voneinander zu nehmen, nebeneinander her. Dabei

25 Weingart, P. / Winterhager, M., Die Vermessung der Forschung. Theorie und Praxis der Wissenschaftsindikatoren. Frankfurt / New York: Campus 1984, S. 89.

26 Ebd., S. 89.

27 Greif, S., State and development of economic patent research in the Federal Republic of Germany. – In: Results and Methods of Economic Patent Research.. München: Europäisches Patentamt; ifo Institut für Wirtschaftsforschung 1993, S. 113–134, hier: S. 115.

28 Etwa: Narin, F., Patent bibliometrics. – In: Scientometrics. 30(1994), S. 147–155.

sind beide Ansätze nicht nur jeweils unvollständig, sondern auch dann noch, wenn man ihre Bemühungen zusammenfaßt.

Da durch nichts zu begründen ist, daß ein Buch keine Publikation sei, können wir als erste Gruppe von Medien alle Buchhandelsprodukte als Publikationen zusammenfassen. Das heißt alles, was zu irgendeiner Zeit im Buchhandel oder über einen Verlag erworben werden konnte, gilt uneingeschränkt als Veröffentlichung. Vom Dokumenttyp her fallen hierunter Bücher und Zeitschriften, vom Verteilermedium aus gesehen Printprodukte, CD-ROM und elektronische Verlagspublikationen im Internet.

Das Publikationsmotiv, Erfindungen rechtlich abzusichern, führt zur Veröffentlichung von Patenten. Diese bilden die zweite Gruppe der Publikationsformen. Je nach Land und Patentgesetzen werden sowohl noch ungeprüfte Offenlegungsschriften (z.B. in Deutschland) als auch bereits erteilte Patente (z.B. in den Vereinigten Staaten) publiziert. Wir müssen bei Patentpublikationen somit scharf zwischen Publikationen von Patentanmeldungen und Publikationen von (erteilten) Patenten unterscheiden.

Ein etwas problematisches Gebiet betreten wir mit der grauen Literatur. Hierunter fallen Dokumente, die außerhalb von Verlagen und Buchhandel vertrieben werden, so z.B. Hochschulschriften, Reihen von „Arbeitspapieren“, herausgegeben von wissenschaftlichen Institutionen, oder Schriften von Unternehmen. Bei Hochschulschriften ist der Veröffentlichungscharakter sofort einsichtig. Ähnlich verhält es sich bei den Arbeitspapieren, in denen Forschungsergebnisse – in der Regel schneller als in Buchhandelsprodukten – verteilt werden. Unternehmensschriften, z.B. Zeitschriften von Firmen, enthalten manchmal Artikel zu Erfindungen, die nicht zum Patent angemeldet werden, deren Priorität aber trotzdem gesichert werden soll. Schon allein aus diesem Grund müssen auch solche Schriften zu den Publikationen gerechnet werden. Für Helmut M. *Artus* ist die graue Literatur eine wichtige, in der Wissenschaftsforschung nicht zu übergehende Form wissenschaftlicher Kommunikation.

- „Wenn (was feststeht) ein nennenswerter Teil der Grauen Literatur nicht veröffentlicht wird, obwohl die Dokumente bereits ihre definitive Form gefunden haben;
- wenn (was ebenfalls feststeht) ein großer Teil der Grauen Literatur für Veröffentlichungszwecke stark bearbeitet, z.T. auf einen Bruchteil des Umfangs gekürzt und in vielen Fällen des Daten- und Methodenmaterials beraubt wird;
- wenn schließlich (was im Einzelfall belegt, aber noch nicht auf seine Generalisierbarkeit hin überprüft ist) die Bearbeitung hinsichtlich Theoriebezug des

Textes und Aggregationsebene der Daten so starke Veränderungen bewirkt, daß ‚graue‘ und ‚weiße‘ Version unterschiedliche Interessen befriedigen, dann kann kein Zweifel mehr daran bestehen, daß Graue Literatur ein genauso legitimes Dokumentationsobjekt ist wie Verlagsliteratur,<sup>29</sup>.

Verlassen wir nunmehr den Bereich der Texte und wenden uns anderen Darstellungsformen zu! Rundfunksendungen (Hörfunk wie Fernsehen) erreichen ein breites Publikum und sind dementsprechend Publikationen. Insofern die Sendungen (z.B. in einem Rundfunkarchiv) gespeichert und damit öffentlich zugänglich sind, sollten auch entsprechende Werke von Wissenschaftlern als deren Publikationen gelten. Gleiches gilt für wissenschaftliche Filme, die prinzipiell als wissenschaftliche Publikationen anzusehen sind.

Ein aktueller Distributionskanal wissenschaftlicher Informationen ist das Internet geworden. Im Sinne der Theorie der wissenschaftlichen Kommunikation liegt hier ein Kanal vor, der an der Grenze der informellen und der formalen Kommunikation liegt. Informell ist Internet-Kommunikation bei E-Mail und Diskussionsforen, formal bei Artikel- bzw. Buchpublikationen (egal, ob nur Text oder multimedial) im World Wide Web. Diese letztgenannte Form ist zumindest prinzipiell allen zugänglich und damit durchaus als Publikation – ähnlich einer grauen Publikation – anzusehen.

Eine zusammenfassende Definition von „Veröffentlichung“ legen aus bibliothekarischer und dokumentarischer Sicht Gisela Ewert und Walther Umstätter vor. Sie reden allerdings nicht von „Publikation“, sondern von „publizierter Information“. „Dabei umfaßt der Sammelbegriff ‚publizierte Information‘ geschriebene bzw. gedruckte Dokumente sowie audiovisuelle Medien in analoger oder digitaler Form, die von Verlagen, politischen, gesellschaftlichen oder privaten Vereinigungen, Organisationen bzw. Institutionen hergestellt, vervielfältigt und für die Öffentlichkeit bzw. eine Teilöffentlichkeit bestimmt, herausgegeben werden“<sup>30</sup>. Ewert und Umstätter gelingt zudem eine interessante Begründung der empirischen Wissenschaftsforschung durch die Bibliothekswissenschaft. „Die Scientometrie beschäftigt sich mit der Meßbarkeit wissenschaftlicher Leistungen anhand bibliothekarisch nachweisbarer Publikationsergebnisse“<sup>31</sup>. Publikationen – als empirische Basis der Wissenschaftsforschung – wären demnach alle solche Dokumente, die sich in bibliothekarischen Informationsmitteln, also Katalogen und Bibliographien, finden lassen. M.E. ist dieser Weg der Fundierung der Wissenschaftswissenschaft

29 Artus, H. M., Graue Literatur als Medium wissenschaftlicher Kommunikation. – In: Nachrichten für Dokumentation. 35(1984), S. 139–147, hier: S. 145.

30 Ewert, G. / Umstätter, W., Lehrbuch der Bibliotheksverwaltung, Stuttgart: Hirsemann 1997, S. 10 f.

31 Ebd., S. 163.

durch die Bibliothekswissenschaft mitnichten unsinnig, aber durchaus problematisch. Was ist mit Schriften, die – per Zufall – nicht in Bibliotheken nachgewiesen werden? Und was ist mit Schriften, die – als Unikate, z.B. Handschriften, Nachlässe usw. – wohl in Bibliothekskatalogen auftauchen, die aber niemals eine Publikation gewesen sind?

Die empirische Basis für Publikationsanalysen innerhalb der Wissenschaftsforschung ist unserer Meinung nach die Gesamtheit aller Veröffentlichungen von Wissenschaftlern:

- Buchhandelsmedien (Bücher wie Zeitschriften; Print, Internet oder CD-ROM),
- Patente,
- graue Literatur (Hochschulschriften, Working Papers von Forschungsinstituten, Unternehmensschriften),
- audio-visuelle Medien (Rundfunk, wissenschaftliche Filme)
- Internet-Dokumente.

Ansätze der empirischen Wissenschaftsforschung, die auf die Analyse gewisser Publikationsformen verzichten, werden prinzipiell suboptimale Ergebnisse erhalten.

Die Frage nach dem Umfang der Definition von „Publikation“ läßt sich auch negativ beantworten, indem wir ausschließen, was im Rahmen der empirischen Wissenschaftsforschung *keine* Veröffentlichung ist.

### 3.3 Was ist keine Publikation?

Nicht als Veröffentlichung können Dokumente angesehen werden, die der Öffentlichkeit nicht zugänglich sind, also z.B. persönliche Korrespondenz von Wissenschaftlern, Skripten, Vorlesungsmitschriften, Entwürfe usw. Wir halten solche Materialien auch dann nicht für publiziert, wenn sie – etwa als Nachlaß – in einer Bibliothek aufbewahrt werden. Natürlich werden die Materialien zu Publikationen, wenn sie u.a. im Rahmen einer Gesamtausgabe eines Forschers ediert werden.

Zudem sind alle wissenschaftlichen Arbeiten aus der Betrachtung auszuschließen, die unter die Rubrik „Geheimforschung“ fallen. Natürlich gibt es hier auch Dokumente, (interne) Forschungsberichte oder Gutachten, die ausschließlich dem Auftraggeber zugehen, aber sie sind (in voller Absicht) nicht veröffentlicht worden. Auf Wissenschaftler, die vorwiegend in diesem Bereich arbeiten, also vor allem in sensiblen Bereichen wie Militärforschung oder in der industriellen Forschung und Entwicklung, sind Publikationsanalysen demnach kaum anwendbar.

Neben den Patenten existieren weitere gewerbliche Schutzrechte, Gebrauchsmuster, Geschmacksmuster und Warenzeichen. Diese schließen wir nicht aus, weil

sie nicht veröffentlicht sind (dies sind sie), sondern weil sie für die Wissenschaftsforschung nicht relevant erscheinen. U.E. geht es hier eher um Leistungen im Bereich Konstruktion bzw. Design, aber nicht um wissenschaftlichen Output. Zugegebenermaßen ist diese Grenzziehung recht willkürlich und könnte durchaus überdacht werden.

Margriet Jansz und Kees *le Pair* weisen darauf hin, daß insbesondere in technischen Wissenschaften nur wenig publiziert wird, was aber auf keinem Fall heißt, daß auch wenig Output vorhanden wäre. „Für den technischen Wissenschaftler ist das primäre Resultat das Artefakt. Schreibearbeit wird vielfach als etwas Lästiges empfunden, das nur von interessanter Arbeit abhält“<sup>32</sup>. Nach der Auswertung empirischen Materials scheint es, „daß die Verwendung bibliometrischer Daten auf dem Gebiet der technischen Wissenschaften ausgesprochen irreführend sein kann“<sup>33</sup>. Jansz und *le Pair* empfehlen, den Dokumentbegriff beim wissenschaftlichen Output um die Artefakte zu erweitern. Wenn es auch wenig Literatur zu gewissen technischen Werken gibt, so gibt es doch die Werke selber. „Die Dokumente in Gestalt der Artefakte demonstrieren die Fähigkeiten, das Knowhow und die technische Kompetenz der ‚Autoren‘. In der Öffentlichkeitsarbeit der Firmen stehen die Artefakte für die ‚wissenschaftliche Basis‘ des Unternehmens“<sup>34</sup>. Wir argumentieren gegen Artefakte als Publikationen. Eine Publikation sollte für einen Rezipienten prinzipiell reproduzierbar (z.B. fotokopierbar) sein. Bei Artefakten ist dies nicht gegeben. Natürlich ist beispielsweise das niederländische Deltawerk eine öffentlich zugängliche wissenschaftliche Leistung. Sie erschließt sich aber weder von der Warte des Technikwissenschaftlers noch der des empirischen Wissenschaftsforschers von selbst, sondern nur über die Literatur.

Fassen wir kurz zusammen, was für uns keine wissenschaftliche Publikation darstellt:

- nicht der Öffentlichkeit zugängliche Dokumente,
- (interne) Berichte,
- Gutachten,
- Gebrauchsmuster, Geschmacksmuster, Warenzeichen,
- Artefakte.

32 Jansz, C. N. M. / de Pair, C. (Kees), Die bibliometrische Unsichtbarkeit des technischen Fortschritts. – In: Indikatoren der Wissenschaft und Technik. Theorie, Methoden, Anwendungen. Hrsg. v. P. Weingart / R. Sehringer / M. Winterhager. Frankfurt / New York: Campus 1991, S. 209–223, hier: S. 211.

33 Ebd., S. 212.

34 Ebd., S. 216.

#### 4. Was ist eine wissenschaftliche Publikation?

Nachdem wir einigermaßen geklärt haben, was eine *Publikation* ist, müssen wir jetzt verschärfend fragen, was eine *wissenschaftliche Publikation* ist. Neben den bereits abgelehnten Geschmacksmustern u.ä. sind weitere Veröffentlichungsarten auszuschließen, so Belletristik, Märchen oder Pseudowissenschaft. In der Wissenschaftstheorie wird dieses Problem als Frage nach dem „Abgrenzungskriterium“ von Wissenschaft und Nichtwissenschaft diskutiert.

##### 4.1 Carnap: Sinnkriterium

Nach Rudolf *Carnap* sind wissenschaftliche Texte solche, in denen ausschließlich sinnvolle Sätze vorkommen. „Sinnvoll“ sind Sätze, wenn sie entweder – wie in Logik oder Mathematik – aus formalen Gründen wahr oder falsch sind oder wenn sie – in den empirischen Wissenschaften – auf Erfahrung beruhen. „Die (sinnvollen) Sätze zerfallen in folgende Arten: Zunächst gibt es Sätze, die schon auf Grund ihrer Form allein wahr sind (...); sie besagen nichts über die Wirklichkeit. ... Zweitens gibt es die Negate solcher Sätze... Für alle übrigen Sätze liegt die Entscheidung über Wahrheit und Falschheit in den Protokollsätzen; sie sind somit (wahre oder falsche) *Erfahrungssätze* und gehören zum Bereich der empirischen Wissenschaft“<sup>35</sup>. Sätze, die nicht zu diesen Arten gehören, sind sinnlos. *Carnap* wollte mit diesem Sinnkriterium, ähnlich wie der gesamte *Wiener Kreis*, die positive Wissenschaft auszeichnen und von (sinnloser) „Metaphysik“ abgrenzen. Dieses Programm ist jedoch problematisch. Es läßt Texte als „wissenschaftlich“ gelten, die es im normalen Sprachgebrauch nicht sind. Ein Beispiel: Sätze über die Zahlen der Buchführung eines Unternehmens mit Einnahmen und Ausgaben sind Erfahrungssätze und wären deshalb nach *Carnap* „wissenschaftlich“. Sogar falsche Sätze in der Buchführung unseres Unternehmens (etwa die dem Finanzamt vorgelegt werden) wären nach dem Sinnkriterium wissenschaftliche Sätze. Zum andern schließt *Carnaps* Kriterium Sätze aus, die man gemeinhin für Wissenschaft hielte, wie dies Karl R. *Popper* betont. „Der positivistische Radikalismus vernichtet mit der Metaphysik auch die Naturwissenschaft: Auch die Naturgesetze sind auf elementare Erfahrungssätze *logisch* nicht zurückführbar“<sup>36</sup>. *Carnaps* Abgrenzungsversuch scheitert demnach am Induktionsproblem. Man kann aus einer endlichen Menge elementarer Sätze nicht induktiv auf „Es gilt für alle“ schließen.

35 Carnap, R., Die Überwindung der Metaphysik durch logische Analyse der Sprache. – In: Erkenntnis. 2(1931), S. 219–241, hier: S. 236.

36 Popper, K. R., Logik der Forschung. 6. Aufl. Tübingen: J.C.B. Mohr (Paul Siebeck) 1976, S. 11.

#### 4.2 Popper: Falsifizierbarkeit

Popper dreht angesichts des Induktionsproblems die Argumentation um. Wenn wir nicht induktiv vom Besonderen auf das Allgemeine schließen können, so können wir doch deduktiv vom Allgemeinen auf das Besondere schließen. Aus allgemeinen wissenschaftlichen Theorien bzw. Gesetzen lassen sich konkrete Aussagen ableiten, die wir mit der Wirklichkeit konfrontieren können. Popper fordert von wissenschaftlichen Texten, daß die logische Form des dargelegten Systems ermöglicht, „dieses auf dem Wege der methodischen Nachprüfung negativ auszuzeichnen: *Ein empirisch-wissenschaftliches System muß an der Erfahrung scheitern können*“<sup>37</sup>. Für Popper gilt ein wissenschaftliches System nur „auf Bewährung“, es muß falsifizierbar, aber noch nicht falsifiziert sein. Wann aber gilt ein System als falsifiziert? Ein Gegenbeispiel langt mitnichten, vielmehr bedarf es dazu einer Hypothese, die nun wiederum zu begründen ist. Damit kollabiert Poppers Ansatz zum Carnapschen, denn, wie Gerhard Frey ausführt, da „auch die Widerlegungen nicht ohne Bestätigungen möglich sind, kann die Gewißheit der Widerlegungen nicht größer sein, als die der Bestätigungen“<sup>38</sup>. *Wissenschaftliche* Bestätigungen sind sinnvolle Sätze im Sinne Carnaps. Beide Abgrenzungsversuche, Carnaps wie Poppers haben somit große philosophische Probleme.

#### 4.3 Stegmüller: Verständlichkeit, Nachprüfbarkeit, Stützung durch rationale Argumente

Wolfgang Stegmüller, Vertreter der analytischen Wissenschaftstheorie und damit durchaus in der Tradition Carnaps und Poppers stehend, formuliert angesichts der logischen Probleme des Abgrenzungskriteriums weitaus bescheidener als die früheren Versuche. Ein Wissenschaftstheoretiker kann – zumindest am Beginn seiner Untersuchungen – „nichts anderes tun als enumerativ vorgehen, nämlich als wissenschaftliche Tätigkeit alles anerkennen, was in einer Forschungs- oder Lehranstalt unter der Bezeichnung ‚Forschung‘ oder einer ähnlichen getan wird“<sup>39</sup>. In dieser Auffassung stützt sich die Wissenschaftstheorie auf die vorgelagerten Erkenntnisse der empirischen Wissenschaftsforschung, denn diese zeigt uns, was „Forschungsanstalten“ leisten. *Unserem* Problem wird so aber nicht abgeholfen.

37 Ebd., S. 15.

38 Frey, G., Wissenschaftliche Begründung bei Carnap und Popper. – In: *Conceptus*. 11(1977), S. 243–248, hier: S. 247.

39 Stegmüller, W., *Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie*. Band 4: Personelle und Statistische Wahrscheinlichkeit. Studienausgabe Teil A. Berlin / Heidelberg / New York: Springer 1973, S. 5.

Hilfreicher ist der Hinweis *Stegmüllers* auf die formalen Bedingungen der Wissenschaftlichkeit, die „man zusammen als rationale Suche nach Wahrheit bezeichnen kann“<sup>40</sup>. *Stegmüller* nennt drei formale Kriterien. „Die erste unerlässliche Voraussetzung wissenschaftlichen Arbeitens ist das *Bemühen um sprachliche Klarheit*“<sup>41</sup>. Das Aufwerfen von Verständnisfragen und die Bereitschaft zu antworten sind Merkmale wissenschaftlicher Diskurse. „Wissenschaftliche Äußerungen müssen ferner einer *Kontrolle* durch andere Wissenschaftler unterzogen werden können“<sup>42</sup>. Wer behauptet, etwas zu beobachten, was kein Kollege zu beobachten vermag, oder Sachverhalte nur auf eigene Intuition gründet, handelt demnach unwissenschaftlich. „Ein drittes formales Merkmal wissenschaftlicher Tätigkeit besteht darin, daß Behauptungen *durch rationale Argumente gestützt* werden“<sup>43</sup>. Auf Rückfragen muß ein Wissenschaftler eine Begründung geben können. Berufungen auf irgendeine Autorität sind dabei ebenso unstatthaft wie die Versicherung, vom Behaupteten vollkommen überzeugt zu sein. Wissenschaftliche Publikationen sind somit (1.) intersubjektiv verständlich, (2.) intersubjektiv nachprüfbar und (3.) durch rationale Argumente gestützt.

#### 4.4 *Haller: Angemessenheit*

Rudolf *Haller*, Wissenschaftstheoretiker in Graz, fordert für wissenschaftliche Aussagen einen empirischen Gehalt. Wissenschaftler publizieren demnach (möglichst) wahre empirische Sätze. Erst dann ist Wissenschaft als solche *angemessen*. „Um die Angemessenheit zu behaupten, brauchen wir Rechtfertigung, und Rechtfertigung im rationalen Sinne ist keine andere als jene, die sich am Wahrheitsbegriff orientiert, die also Übereinstimmung von Aussage und Sachverhalt anstrebt“<sup>44</sup>. Hätten wir dieses Kriterium der Angemessenheit nicht, gäbe es kaum noch Unterscheidungskriterien zwischen wissenschaftlichen Gebilden und anderen Konstrukten wie Märchen oder Fabeln<sup>45</sup>.

Wie zeigt sich Wahrheit? Hier wählt *Haller* einen pragmatischen Weg. Er eicht die Angemessenheit wissenschaftlicher Publikationen an deren (vermuteten oder tatsächlichen) Erfolg. „In der Praxis zeigt sich, daß Wissen dort zur Macht wird, wo es überzeugend und als fruchtbringend verdächtig ist, wo also die Hoffnung

40 Ebd., S. 5.

41 Ebd., S. 5.

42 Ebd., S. 6.

43 Ebd., S. 6.

44 *Haller, R.*, Wandlungen der Wissenschaftsauffassung. – In: *Wissenschaft und Freiheit*. Hrsg. v. E. Busek / W. Mantl / M. Peterlik. Wien: Verlag für Geschichte und Politik; München: Oldenbourg 1989, S. 46–58, hier: S. 57.

45 Vgl. ebd., S. 55.

gerechtfertigt ist, daß man auf diesem erprobten Wege und auf diese Weise Erfolg haben kann und wahrscheinlich auch Erfolg haben wird. Machen wir uns nichts vor: Auch wenn die Wahrheit selbst kein pragmatisches Prädikat ist, so gilt doch die Regel: An ihren Früchten erkennt man sie am besten“<sup>46</sup>.

#### 4.5 OECD (*Frascati-Handbuch*): *Neue Kenntnisse oder neue Anwendungen*

Auf internationaler Ebene gibt es – konkurrenzlos – *eine* Statistik der Input-Indikatoren von Wissenschaft: die *Main Science and Technology Indicators* der *Economic Analysis and Statistics Division* der *Organisation for Economic Co-Operation and Development* (OECD). Ständig gepflegt als numerische Datenbank, erscheint zweimal im Jahr eine Druckversion. Hauptaugenmerk dieser Statistik sind Geld und Personal für Forschung und Entwicklung im Wettbewerbsvergleich zwischen Ländern. Methodische Grundlage der OECD-Statistik ist das „Frascati-Handbuch“ (benannt nach dem Ort in Italien, wo im Juni 1963 die OECD-Konferenz stattfand, die das Handbuch verabschiedete)<sup>47</sup>.

Das Frascati-Handbuch grenzt wissenschaftliche Forschung von anderen Aktivitäten ab. „Forschung und experimentelle Entwicklung lassen sich definieren als systematische, schöpferische Arbeit zur Erweiterung wissenschaftlicher und technischer Erkenntnisse und deren Verwendung mit dem Ziel, neue Anwendungsmöglichkeiten zu finden“<sup>48</sup>. Erfasst werden somit ausschließlich *systematische* Aktivitäten und nur solche, die *neue Kenntnisse* oder *neue Anwendungen* kreieren. Aktivitäten im Umfeld der Forschung und Entwicklung wie die wissenschaftliche Ausbildung, wissenschaftliche Bibliotheken und Informationseinrichtungen oder wissenschaftliche Routineanalysen (etwa im Gesundheitswesen, aber auch bei Wirtschaftsunternehmen) fallen *nicht* unter wissenschaftliche Forschung und Entwicklung.

Es gibt unterschiedliche Abgrenzungskriterien der Wissenschaft von Nichtwissenschaft:

- Sinnkriterium (Rudolf *Carnap*),
- Falsifizierbarkeit (Karl R. *Popper*),
- Verständlichkeit, Nachprüfbarkeit, Stützung durch rationale Argumente (Wolfgang *Stegmüller*),
- Angemessenheit (Rudolf *Haller*),

46 Ebd., S. 58.

47 Vgl. OECD: *The Measurement of Scientific and Technical Activities. Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development (Frascati-Manual)*. Paris: OECD 1963.

48 Allgemeine Richtlinien für statistische Übersichten in Forschung und experimenteller Entwicklung. *Frascati-Handbuch II*. Essen: Stifterverband für die deutsche Wissenschaft 1971, S. 11.

- systematische Arbeit zum Schaffen neuer Kenntnisse oder neuer Anwendungen (Frascati-Handbuch).

Je nachdem, welches Kriterium jeweils eingesetzt wird, ändert sich der Umfang von Wissenschaft. Betont werden muß jedoch, daß keines der Kriterien frei von Problemen wäre. Die ersten zwei sind zwar in der Wissenschaftstheorie weit verbreitet, jedoch mit philosophischen Problemen behaftet und zudem nur schwer anwendbar. Die Kriterien von *Stegmüller* und *Haller* sind recht weich, deuten aber die Richtung an, die die Abgrenzung von Wissenschaft einigermaßen sicherstellt: Intersubjektivität verbunden mit Angemessenheit. Dies müßte für jede Publikation, die mit dem Anspruch auftritt, wissenschaftlich zu sein, begründet werden. Auch die geforderte Neuartigkeit der Informationen im Frascati-Handbuch dürfte sich im Einzelfall zum Teil wohl nur mit Schwierigkeiten nachweisen lassen. Somit zeigt dieses Kapitel wohl eher die großen Probleme, die die Abgrenzung *wissenschaftlicher* Publikationen von allen anderen bereitet, als deren Lösung.

## 5. Was ist eine *Publikation bei Printveröffentlichungen*?

### 5.1 *Dokumenttyp*

Wir kommen nun zur Abgrenzung einer Publikation und damit zu der eigentlich recht einfachen Frage: Was leitet uns, bei Publikationsraten bei jeder Publikation „1“ zu zählen? Dies unterstellt, daß alle wissenschaftlichen Publikationen – quantitativ gesehen – gleich sind. Vergewenwärtigen wir uns eine Auswahl aus der Palette wissenschaftlicher Veröffentlichungen:

- Monographie (etwa ein Lehrbuch oder eine umfassende Abhandlung),
- Monographie als Herausgeber,
- Artikel in einer referierten Zeitschrift,
- Artikel in der Hauszeitschrift des eigenen Instituts,
- Habilitationsschrift,
- Dissertation,
- Rezension,
- Patent,
- Notiz in einer Zeitschrift („letter to the editor“),
- Artikel in einer Tageszeitung,
- wissenschaftlicher Film.

Rein intuitiv erscheint eine Gleichsetzung unfair. Bedeutet eine Monographie, sagen wir ein Lehrbuch von 1.000 Seiten, genausoviel wie die halbseitige Rezension dieses Lehrbuchs in der Hauszeitschrift eines Instituts?

Der österreichische Hochschulbericht beispielsweise zählt bei der Summenbildung jede Publikation als Einheit, egal, ob es sich um eine kurze Notiz handelt oder ein umfangreiches Lehrbuch<sup>49</sup>. Einige Autoren arbeiten zur Umgehung dieses Problems mit nach Dokumenttyp gewichteten Publikationsraten. Thomas *Finkenstaedt* benutzt bei seiner Vermessung der Anglistik z.B. einen Gewichtungswert von 50 für eine Monographie, von 10 für einen Aufsatz und von 1 für eine Rezension. Unveröffentlichte Hochschulschriften werden mit 20 (Dissertation) bzw. 50 (Habilitationsschrift) gewichtet<sup>50</sup>. Andere Gewichtungsverteilungen sind durchaus vorstellbar und sind auch bereits benutzt worden. Eine Vergleichbarkeit von Analysen mit unterschiedlichen Gewichtungen ist natürlich nicht gegeben.

## 5.2 *Buch – Buchkapitel*

Man kann ein umfangreiches Buch, wie gerade gesehen, entsprechend mit einem Gewichtungsfaktor versehen, man kann aber auch in einer Monographie die Kapitel einzeln zählen. Es ist durchaus im Wissenschaftsbetrieb anzutreffen, daß Autoren mehrere Zeitschriftenartikel (dort selbstverständlich als Einheit gezählt) zu einem Buch zusammenfassen. Warum sollen diese nun keine Einheiten mehr sein?

In einer Spezialdatenbank (zur „Grazer Schule“) wird so vorgegangen. Da diese Datenbank nicht nur als Nachweisinstrument auf der Suche nach Literatur konzipiert ist, sondern auch als Experimentierfeld für informetrische Analysen, wird auf die Einheitenbildung der Vergleichbarkeit wegen großer Wert gelegt. „Die *Dokumentationseinheit* ist das kleinste Nachweisinstrument. Bei unselbständig erschienener Literatur, also bei Aufsätzen in Zeitschriften, Zeitungen oder Sammelbänden, bei Rezensionen und bei Wörterbuchartikeln, gilt der jeweilige Text als Dokumentationseinheit. Bei selbständiger Literatur, bei Büchern und Hochschulschriften, wird kapitelweise ausgewertet. Es kann demnach vorkommen, daß aus einem Buch nur ein Kapitel bearbeitet wird, nämlich dann, wenn im Buch nur dort die Grazer Schule thematisiert wird“<sup>51</sup>. Die Methode, bei Büchern kapitelweise vorzugehen (und dafür auf Gewichtungsfaktoren zu verzichten), hat sich u.E. bei

49 Vgl. Hochschulbericht 1993. Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung. 2 Bände. Wien: 1993.

50 Vgl. Finkenstaedt, Th., Forschungsmessung in den Geisteswissenschaften. – In: Messung und Förderung von Forschungsleistung. Hrsg. v. R. Fisch / H.-D. Daniel. Konstanz: Universitätsverlag 1986, S. 51–60, besonders: S. 54.

51 Stock, M. / Stock, W. G., Psychologie und Philosophie der Grazer Schule. Eine Dokumentation zu Werk und Wirkungsgeschichte. Amsterdam / Atlanta: Rodopi 1990. – (Internationale Bibliographie zur österreichischen Philosophie; Sonderband), S. 24.

der Datenbank zur Grazer Schule bewährt und scheint verallgemeinerungsfähig zu sein.

### 5.3 Mehrautorenwerk

Ein weiteres Zählproblem liegt in der Behandlung von Werken mit mehreren Autoren. Hier bieten sich zwei Methoden zur Lösung an. Erstens kann man für jeden beteiligten Autor die Publikation mit 1 zählen. Dies dürfte jedoch nicht seinem Anteil an der Forschungsleistung adäquat widerspiegeln. Darüber hinaus erhalten wir Probleme bei der Summenbildung der Aggregate Institut, Hochschule oder Land. Addieren wir dort die einzelnen, individuellen Publikationsraten, so erhalten wir einen Wert, der über 100% liegt. Die zweite Methode zählt die Anteile. Ein Co-Autor eines Werkes mit zwei weiteren Autoren bekommt demnach für diese Publikation  $1/3$  zugeordnet. Diese Methode erscheint fairer, sagt aber über den *faktischen Anteil* der Mitarbeit am Forschungsprojekt auch nichts aus. Multiple Autorschaft ist in der heutigen Forschung die Regel, so daß Anteils- bzw. Gesamtzählung die jeweiligen Publikationsraten stark verändertert.

### 5.4 Neuauflage

Erscheint eine Publikation in einer Neuauflage, wird diese dann zusätzlich zur Erstauflage gezählt? Unterscheiden wir hierbei nach überarbeiteten und veränderten auf der einen Seite und unveränderten Auflagen auf der anderen? Ist in einer Neuauflage nur ein Kapitel modifiziert worden, wird dann (bei kapitelweiser Zählung) nur dieses Kapitel gezählt? Gelten Übersetzungen als neue Publikationen? In Wissenschaftsdisziplinen, in denen das wissenschaftliche Buch gegenüber der wissenschaftlichen Zeitschrift einen hohen Stellenwert hat, also in vielen Geistes- und Sozialwissenschaften, haben die angedeuteten Zählvarianten einen großen Einfluß auf die Werte der Publikationsraten.

Ein spezielles Zählproblem bieten Loseblattwerke. Bei diesen werden einzelne Textseiten auf den jeweils neuesten Stand gebracht und die alten Seiten entweder fortgeworfen oder einzeln archiviert. Für die Bestimmung der Publikationsrate ist wichtig zu wissen, ab welchem Umfang Korrekturen als neue Publikationen anzusehen sind. Wir werden dieses Problem in leicht veränderter Form bei den dynamischen Dokumenten im Internet wiederfinden.

### 5.5 Unterschiedlich "wichtige" Zeitschriften

Als nächstes Problem der Publikationsanalysen sind die Publikationsorgane bzw. deren Reputation zu nennen. Angewandt werden hierbei Methoden der Errech-

nung des jeweiligen Journal Impact. Die ursprüngliche Methode geht auf Eugene Garfield zurück und setzt Publikationen einer Zeitschrift *Z* der Jahre  $t-1$  und  $t-2$  in Relation zu den Zitationen, die diese Publikationen im Jahr  $t$  erhalten haben.<sup>52</sup> Veröffentlicht wird der Journal Impact für alle im Institute for Scientific Information ausgewerteten Quellenzeitschriften jährlich in der Reihe Journal Citation Reports.

Nicht jede wissenschaftliche Zeitschrift ist in dieser Reihe abgebildet. Es läßt sich zwar angelehnt an die Garfield-Methode für beliebige Zeitschriften ein unterer Schätzwert für seinen Impact errechnen<sup>53</sup>, dies wird jedoch in der Regel nicht durchgeführt. *Garfields* Berechnungsformel ist zudem äußerst problematisch, gehen doch nur Zitationen in die Berechnung ein, die ein oder zwei Jahre alt sind. Begünstigt werden dadurch hochaktuelle Zeitschriften, deren Informationen direkt „konsumiert“ werden, methodisch benachteiligt alle die Periodika, deren Zitation sich über einen längeren Zeitraum erstreckt. Zudem ist problematisch, wie die Zahl der zitierfähigen Quellenpublikationen gezählt wird<sup>54</sup>.

Ein Alternativverfahren, angewandt in den Wirtschaftswissenschaften, stammt von Stanley J. *Liebowitz* und John C. *Palmer*<sup>55</sup>; die Daten wurden inzwischen aktualisiert<sup>56</sup>. *Laband* und *Piette* legen vier Ranglisten von wirtschaftswissenschaftlichen Zeitschriften vor. Liste 1 arbeitet ähnlich wie *Garfield*, nur daß der Zeitraum von zwei auf fünf Jahre hochgesetzt wurde. Während Liste 1 jede zitierende Zeitschrift berücksichtigt, arbeitet Liste 2 ausschließlich mit Zitationen aus den meistzitierten Periodika. Listen 3 und 4 beziehen die Daten aus den Listen 1 und 2 auf die Anzahl gedruckter Zeichen. Der errechnete Wert des jeweiligen Ranglistenführers wird auf 100 gesetzt, die Werte der anderen Zeitschriften entsprechend darauf geeicht.

Da die Listen unterschiedliche Rangfolgen produzieren, ist zu entscheiden, welche für die Gewichtung der Publikationen eingesetzt wird. Nehmen wir an, wir arbeiten mit der Liste 1. Eine Publikation im „Journal of Economic Literature“ (Impact: 100) zählt hier mehr als doppelt so viel wie eine im „American Economic

52 Vgl. Garfield, E., *Citation Indexing*. New York / Chichester / Brisbane / Toronto: Wiley 1979, S. 149 f.

53 Vgl. Sen, B.K. / Karanjai, A. / Munshi, U.M., A method for determining the impact factor of a non-SCI journal. – In: *Journal of Documentation*. 45(1989), S. 139–141.

54 Vgl. Moed, H.F. / van Leeuwen, Th.N., On the accuracy of the Institute for Scientific Information's journal impact factor. – In: *Journal of the American Society for Information Science*. 46(1995), S. 461–467.

55 Vgl. Liebowitz, St. J. / Palmer, J. C., Assessing the relative impacts of economics journals. – In: *Journal of Economic Literature*. 22(1984), S. 77–88.

56 Vgl. Laband / Piette, a.a.O.

Review“ (Impact: 43,0). Nähmen wir die auf die Druckzeichen relativierte Liste 3, wäre der Gewichtungswert der beiden Zeitschriften 100 für das „American Economic Review“ und 60,4 für das „Journal of Economic Literature“; wir erhalten also völlig vertauschte Eindrücke.

In einer Untersuchung mathematischer Zeitschriften auf ihren Impact konfrontieren J.C. *Korevaar* und H.F. *Moed* Rangordnungen, die mittels des Impact Factors gewonnen wurden, mit Experteneinschätzungen. Bei einer Dreiteilung der Zeitschriften nach „Spitzenzeitschriften“, „sehr gute Zeitschriften“ und „weniger gute Zeitschriften“ zeigt sich eine große Übereinstimmung. „In conclusion, we can say that bibliometric indicators mirror expert opinion very well. We are able to make a distinction between *top* journals, *very good* journals and *less good* journals. Moreover, we are able to recognize top publications“<sup>57</sup>.

### 5.6 *Freifahrten-Hypothese*

Aber nicht nur die mögliche Willkür bei der Auswahl der Verfahren, Rangordnungen zu bilden, machen Gewichtungen auf der Basis der Zeitschriftenreputation höchst fraglich, noch problematischer ist die sog. „Freifahrten“-Hypothese. Diese besagt, daß ein Artikel, der in einer prominenten Zeitschrift erscheint, auch häufiger zitiert wird als Arbeiten in anderen Erscheinungsorganen. Die Freifahrten-Hypothese stimmt sicherlich im Durchschnitt aller betrachteten Artikel, sie ist falsch beim Rückschluß auf den Einzelfall.

Es läßt sich empirisch zeigen, „daß ein hoher ‚journal impact‘ nicht automatisch auf die einzelnen Artikel übertragen wird“<sup>58</sup>. Vielmehr gibt es in den prominenten Zeitschriften vielfach regelrecht „Star“-Artikel, das heißt Beiträge, die bei der Fachwelt „ankommen“ und häufig zitiert werden. Per *Seglen* hat ermittelt, daß die meistzitierte Hälfte der Artikel im Durchschnitt fast zehnmal so häufig zitiert wird wie die untere Hälfte. Sein Fazit ist: „Die Zuordnung des gleichen numerischen Wertes zu allen Artikeln in einer Zeitschrift erscheint somit als eine nicht sehr faire Methode der Evaluierung“<sup>59</sup>.

Andererseits erscheint es aber intuitiv zutreffend, daß ein Artikel, veröffentlicht in einer referierten, angesehenen Fachzeitschrift irgendwie mehr wert sein müßte

57 Korevaar, J.C. / Moed, H.F.: Validation of bibliometric indicators in the field of mathematics. – In: *Scientometrics*. 37(1996), S. 117–130, hier: S. 129.

58 Seglen, P. O.: Die Evaluierung von Wissenschaftlern anhand des „journal impact“. – In: *Indikatoren der Wissenschaft und Technik. Theorie, Methoden, Anwendungen*. Hrsg. v. P. Weingart / R. Sehringer / M. Winterhager. Frankfurt / New York: Campus 1991, S. 72–90, hier: S. 75.

59 Ebd., S. 74.

als ein Beitrag in der (nicht-referierten) Hauszeitschrift des eigenen Instituts, die ihre Seiten füllen muß. Natürlich widerspricht auch nichts der These, daß ein hochwertiger Beitrag in einer Hauszeitschrift publiziert werden kann.

Das Problem der Gewichtung von Publikationen anhand des Journal Impact ist – so müssen wir zusammenfassen – ein offenes Problem.

### 5.7 Unterschiedlich “wichtige“ Verlage

Ein analoges Problem zum Impact wissenschaftlicher Zeitschriften liegt im Impact wissenschaftlicher Verlage. Eine Publikation, sagen wir ein Lehrbuch, könnte eine größere Leistung darstellen, wenn es in einem weltweit agierenden großen Wissenschaftsverlag erscheint als wenn es im Hausverlag des Instituts herauskommt. Wollen wir den Verlags-Impact abbilden, so dürfte dies durch einen Gewichtungsfaktor geschehen. Ein solcher Impact Factor läßt sich sicherlich parallel mit den Methoden des Journal Impact berechnen, hat aber auch alle dessen methodische Probleme bis hin zum Analogon der Freifahrten-Hypothese.

### 5.8 Auflagenhöhe als Gewichtungsfaktor

Ist eine Publikation mit einer Druckauflage von 100 quantitativ eine andere als eine mit einer Auflage von 50.000? Es ist durchaus denkbar, die Auflagenhöhe als Gewichtungsfaktor einzuführen. Ggf. könnte der Indikator nicht an der Zahl der gedruckten Auflage, sondern an der Zahl der verteilten (verkauften oder verschenkten) Auflage geeicht werden.

Wie bei allen Gewichtungsfaktoren bleibt auch hier ein ungutes Gefühl zurück. Auflagenhöhe, Prestige des Verlags und auch der Einfluß einer wissenschaftlichen Zeitschrift werden in der Regel von Faktoren gesteuert, die nicht (oder doch nur zu einem Teil) von einer *einzelnen*, singulären Publikation ausgehen. M.E. ist erwägenswert, innerhalb der Wissenschaftsforschung auf solche Gewichtungsfaktoren ganz zu verzichten. Alternativ ist zu erwägen, die Impact-Faktoren exakter zu fassen und damit gewissen methodischen Problemen aus dem Wege zu gehen.

### 5.9 Mehrfachpublikation gleicher Texte

Eine Sitte – oder Unsitte, je nach Sichtweise – ist die Publikation textgleicher Arbeiten an unterschiedlichen Stellen. Geändert wird in der Regel nur der Titel. Positiv an diesem Verfahren kann sein, daß mit den unterschiedlichen Medien auch unterschiedliche Lesergruppen angesprochen werden und daß letztlich dadurch die wissenschaftliche Kommunikation verbessert wird. Bei textgleichen Arbeiten verbietet sich aber eigentlich, die Varianten als eigenständige Veröffentlichungen zu

zählen. Komplizierter wird der Fall, wenn Autoren nicht ganze Texte, wohl aber Abschnitte in unterschiedlichen Schriften einbauen. Solche mehrfach verwendeten Textbausteine zu erkennen, dürfte für die Wissenschaftsforschung recht schwierig sein. Selbst bei der Identifikation der Textstellen bleibt das Problem, wie der Sachverhalt quantitativ darzustellen wäre.

Das Problem der Mehrfachpublikation tritt auch dann auf, wenn eine Zeitschrift parallel in mehreren Sprachen herausgegeben wird. H.F. Moed, Th.N. van Leeuwen und J. Reeduk zeigen am Beispiel der in deutsch und englisch erscheinenden Zeitschrift „Angewandte Chemie“ den Einfluß der Mehrfachpublikation auf informetrische Werte wie z.B. dem Impact Factor<sup>60</sup>.

Nicht unerwähnt bleiben sollte eine Möglichkeit, aus *einer* wissenschaftlichen Arbeit *mehrere*, gerade noch publikationsfähige Artikel zu scheiden. Dies erscheint nicht besonders fair, dürfte aber in der Praxis der Wissenschaftsforschung kaum zu erkennen sein.

### 5.10 Patent und Patentfamilie

Patente sind Schutzrechte, die sich auf jeweils genau ein Land beziehen. Will man für seine Erfindung Schutz für mehrere Länder erlangen, so ist die – inhaltlich gleiche – Erfindung in jedem Patentamt erneut zu beantragen. Solche inhaltsgleichen Erfindungen bezeichnet man als „Patentfamilie“. Patentdatenbanken weisen zum Teil einzelne Patente (so z.B. Inpadoc) oder ganze Patentfamilien (z.B. Derwents World Patents Index) nach. Da Auslandsanmeldungen durchaus nicht unüblich sind, führen Zählungen von Patenten und Zählungen von Patentfamilien zu völlig unterschiedlichen Werten.

Genaugenommen sind die einzelnen Patente einer Patentfamilie ein – rechtlich notwendiges – Analogon zur Mehrfachpublikation gleicher Texte. Es wäre demnach überlegenswert, die Patentfamilie als Publikationseinheit anzusehen. Ggf. kann es günstig sein, Gewichtungsfaktoren einzuführen, die sich sowohl an der Größe der Patentfamilie als auch am Rang des Ziellandes orientieren. Eine Patentpublikation wäre dann umso gewichtiger, je häufiger sie angemeldet ist, und sie wäre wichtiger, wenn sie in Ländern mit hohem Sozialprodukt verzeichnet ist.

Zu unterscheiden ist weiterhin zwischen einer *Patentanmeldung* und einer *Patenterteilung*. Bei weitem nicht jedes Patent, das als Schutzrecht angemeldet wird, wird auch vom Patentamt erteilt, ja manchmal wird nicht einmal ein Prüfantrag

60 Vgl. Moed, H.F. / van Leeuwen, Th.N. / Reeduk, J., A critical analysis of the journal impact factors of Angewandte Chemie and The Journal of the American Chemical Society. – In: Scientometrics. 37(1996), S. 105–116.

gestellt. Auf die unterschiedlichen Publikationspraktiken der einzelnen Patentämter (Anmeldungen hier, erteilte Patente dort) haben wir bereits hingewiesen.

### 5.11 Umfang des Patentanspruchs

Wir müssen abschließend auf ein Spezialproblem bei Patentpublikationen hinweisen. Es gibt im Patentwesen nationale Unterschiede. In Japan wird beispielsweise in der Regel feiner patentiert als in anderen Ländern. Eine höhere Anzahl nationaler japanischer Patente bedeutet also keinesfalls, daß auch ein höherer Forschungsoutput vorhanden sein muß. Aus diesem Grunde berücksichtigen gewisse Patentanalysen nur solche Patente, die außer der Anmeldung im eigenen Land mindestens eine Auslandsanmeldung vorweisen. So geht beispielsweise die Patentstatistik des ifo Instituts für Wirtschaftsforschung vor, die Publikationsraten von Patenten für Unternehmen und für Branchen bereitstellt<sup>61</sup>. Die Auslandsanmeldung dient für Konrad Faust als „Qualitätskriterium“. „Der Globalisierung der technologischen Entwicklung folgend, bietet sich ... die Patentanmeldung im Ausland an: der damit verbundene Anstieg der Kosten wird nur akzeptiert, wenn die betreffenden Erfindungen entsprechend höhere Erträge erwarten lassen. Als operationalisierbares Filter-Kriterium für die Erfindungen hat sich die ‚Patentanmeldung für mehr als ein Land‘ bewährt“<sup>62</sup>.

Wir wollen die Aspekte der Einheitenbildung bei Publikationen knapp tabellarisch zusammenfassen:

- Dokumenttyp / Gewichtungsfaktoren gemäß Dokumenttyp,
- Buch – Buchkapitel,
- Mehrautorenwerk,
- Neuauflage,
- unterschiedliche „wichtige“ Zeitschriften,
- „Freifahrten“,
- unterschiedlich „wichtige“ Verlage,
- Auflagenhöhe,
- Mehrfachpublikation gleicher Texte,
- Patent – Patentfamilie,
- Patentanmeldung – erteiltes Patent,

61 Vgl. Faust, K. / Buckel, E., Ifo Patent Statistics. Actors in Technological Competition. Company Report 1994. 3 Bände in 5 Teilbänden. München: ifo Institut für Wirtschaftsforschung 1994.

62 Faust, K., Patentanmeldungen als Indikator von technologischen Entwicklungen – Ergebnisse und Erfahrungen mit der ifo Patentstatistik. – In: Results and Methods of Economic Patent Research. München: Europäisches Patentamt; ifo Institut für Wirtschaftsforschung 1993, S. 155–172, hier: S. 160.

- Umfang des Patentanspruchs.

## 6. Was ist eine Publikation bei elektronischen Veröffentlichungen in Netzen?

### 6.1 „Dynamische“ Dokumente

Wir verlassen jetzt die Welt der Printpublikationen und wenden uns elektronischen Veröffentlichungen in Netzen, vor allem dem World Wide Web, zu. Außer Betracht in diesem Kapitel bleiben CD-ROM-Produkte sowie elektronische Zeitschriften, die wortwörtlich parallel zu Druckpublikationen im Internet verteilt werden. Diese elektronischen Veröffentlichungen verhalten sich analog zu den Druckpublikationen.

Anders ist dies bei Publikationen im Internet, die mit dem Stand des Wissens, entweder eines Autors, eines (formellen) Forschungsteams oder einer informellen Autorengruppe, stetig mitwachsen. Wir kennzeichnen diese Art von elektronischen Publikationen als „dynamische Dokumente“. Michael *Heinz* und Helmut *Voigt* stellen fest: „Das dynamische ‚lebende‘ Dokument, das im wissenschaftlichen Kommunikationsprozeß weiterentwickelt wird und zu jedem Zeitpunkt das aktuelle Wissen zu einem Fachgebiet beschreibt, wird von einigen Autoren für die Publikation der Zukunft gehalten“<sup>63</sup>. Diese dem Wissensstand angepasste Dynamik ist äußerst hilfreich für die Leser, der empirischen Wissenschaftsforschung werden zusätzliche Probleme bereitet. Handelt es sich bei einem dynamischen Dokument um *eine* Publikation, die sich im Laufe der Zeit wandelt, oder liegt mit jeder Fortschreibung eine neue Publikation vor, oder ergibt sich erst eine neue Publikation, wenn wesentliche Teile des Dokuments geändert werden? Ist eine neue Version gleichbedeutend mit einer Neuauflage bei Printpublikationen? Ist ein dynamisches Dokument analog einem Loseblattwerk der Printpublikationen zu betrachten?

Als Grenzfall kann man sich einen Wissenschaftler vorstellen, der sein Forscherleben lang an einem wissenschaftlichen Thema arbeitet und hierzu ein umfassendes dynamisches Lehrbuch im Internet verfaßt. Wir nehmen an, er hält sein Werk jederzeit am Stand des Wissens – sicherlich eine nicht zu unterschätzende wissenschaftliche Leistung. Wenn wir uns entscheiden, das dynamische Dokument als

63 Heinz, M. / Voigt, H., Elektronische Publikationen in der Lehre und in der Bibliothek (Thesen). – In: 18. Online-Tagung der DGD. Information ohne Grenzen – Wissensvermittlung im Zeitalter der Datennetze. Hrsg. v. W. Neubauer / R. Schmidt. Frankfurt: Deutsche Gesellschaft für Dokumentation 1996. – (DGD-Schrift OLBG-17), S. 33–35, hier: S. 34.

Einheit anzusehen, wird unser Forscher sein Leben lang eine Publikationsrate von 1 haben.

Eine Spielart dynamischer Dokumente geht von einem Ausgangsdokument aus und fügt alle Diskussionsnotizen dem Dokument zu. So entstehen thematisch eng zusammengehörige, jeweils (zum Zeitpunkt der Freigabe) hochaktuelle Informationen. In der Regel sind die Dokumente von einem Koordinator aus E-Mails unterschiedlicher Absender ediert worden. Wir haben hier einen Grenzfall vor uns, der an der Schwelle von informeller Kommunikation (die ursprüngliche E-Mail) zu einem formalen Kanal (Dokumentenhaufen im WWW) steht. Die E-Mail ist nach unserer bisheriger Abgrenzung keine Publikation. Ob aus einer – nunmehr systematisch zusammengestellten Menge von E-Mails – eine wissenschaftliche Publikation geworden ist, darf bezweifelt werden.

## 6.2 *Verschwundene Publikationen?*

Publikationen, die ausschließlich in elektronischer Form im Internet verteilt werden, haben ein schwerwiegendes Problem. Ihr physikalischer Träger ist eine Datei auf einem Server. Wird dieser abgeschaltet (oder wird die Datei aus irgendeinem Grunde gelöscht), ist die Publikation verschwunden. Im Bibliothekswesen gibt es bereits eine Diskussion über die Archivierung solcher Dokumente. Als Archivmöglichkeiten kommen Ausdrücke (bei multimedialen Dokumenten mit Filmsequenzen allerdings nur unvollständig) oder elektronische Kopien auf den Server der Bibliothek (oder auf eine Diskette) infrage. Es stellt sich zudem die Frage, ob jede Version einer Publikation getrennt gespeichert wird.

Wir wollen kurz skizzieren, wie sich Die Deutsche Bibliothek des Problems angenommen hat. Klaus-Dieter *Lehmann* grenzt in der Beschreibung der Sammelrichtlinien die speicherwürdigen Publikationen negativ ab, indem er aufzählt, was keine zu sammelnde Publikation ist<sup>64</sup>:

- öffentliche Kommunikation und Nachrichten (E-Mail, NetNews, Listservs),
- Mitteilungen, Meinungsforen,
- Werbung; Publikationen, die nur gewerblichen, geschäftlichen oder innerbetrieblichen Zwecken dienen,
- Computerspiele,
- Datenträger, die keine Darstellung in Text, Bild oder Ton haben,
- Parallelausgaben verschiedener digitaler Versionen,

64 Vgl. Lehmann, K.-D., Das kurze Gedächtnis digitaler Publikationen. – In: Zeitschrift für Bibliothekswesen und Bibliographie. 43(1996), S. 209–226, besonders: S. 217 f.

- Publikationen, die mit der bestehenden Informationsinfrastruktur der Depotbibliothek nicht kontrolliert archiviert werden können,
- verteilte Publikationen,
- Publikationen mit sehr häufiger Aktualisierung.

Diskussionswürdig sind die beiden letzten Aspekte. Auch für *Lehmann* sind verteilte Publikationen eigentlich sinnvolle Publikationen, die aber nicht archiviert werden können, da sich ihre Elemente, durch Hyperlinks verbunden, auf mehreren Rechnern befinden. Die Bibliothek kann hier nur die Internet-Adressen speichern. „Akzeptiert werden muß, daß eine wachsende Anzahl von dynamischen oder verteilten Publikationen nicht in der digitalen Depotbibliothek gespeichert werden kann. Hier kann die Bibliothek nur als Referenz-Server agieren und durch Adressen auf Publikationen verweisen“<sup>65</sup>. Die Publikationen mit häufiger Aktualisierung sollen gemäß Lehmann gesammelt werden, jedoch nicht jede Version. „Dynamische Publikationen sollten in Zeitabschnitten gesammelt werden (Mitschnitt), wobei größere Intervalle (jährlich) gewählt werden oder nur die erste und letzte Fassung für die Archivierung genutzt wird“<sup>66</sup>. Von einer Übertragung auf Papier hält Die Deutsche Bibliothek nichts. „Die Rückübertragung auf Papier mag zwar ... attraktiv erscheinen, sie ist aber nicht unbedingt zu empfehlen. Wichtige Multimediaeigenschaften können dabei verloren gehen“<sup>67</sup>. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, daß die archivierten elektronischen Publikationen zugreifbar bleiben, d.h., (auch ggf. bereits veraltete) Hardware wie Software muß entweder vorhanden sein oder doch zumindest simuliert werden können.

Internet-Dokumente, so legt das bisher Beschriebene nahe, erreichen für die empirische Wissenschaftsforschung eine neue Qualität. Neben den eminenten Speicher- bzw. Archivierungsproblemen wird die Einheit der Publikation hier bewußt infragegestellt zugunsten eines mit dem Stand des Wissens wachsenden Dokuments. Die Zählweise der Wissenschaftsforscher wird sich hier gegenüber dem Printbereich ändern müssen.

## 7. Was ist eine Zitation?

Während Publikationen wissenschaftliche Leistungen dokumentieren und durch Publikationsraten gemessen werden, sind Zitationen Indikatoren auf die Wirkung wissenschaftlicher Publikationen, insofern über die Wirkung in einer Fußnote

65 Ebd., S. 218.

66 Ebd., S. 218.

67 Ebd., S. 221.

(oder einer Bibliographie o.ä.) berichtet wird. Zitationen sind in der Regel *zitierte Publikationen*. Das Problem der Einheitenbildung ist also auch hier gegenwärtig.

### 7.1 Ebene des Zitierten

Zitationen nennen in Fußnoten Unterschiedliches. Der „Normalfall“ wäre, eine Publikation als Ganzes als Informationsquelle zu nennen. Es kann auch gemeint sein, daß nur ein Abschnitt der Publikation als relevant eingestuft wird. Wenn wir noch weiter in die Teile eines Textes hineingehen, kann durchaus mit einem Zitat eine einzige Phrase der zitierten Arbeit gemeint sein, etwa eine besonders gut gelungene Formulierung, der Name für eine Methode usw. Der Normalfall kann ebenso nach oben überschritten werden. Autoren zitieren Motive (zum Beispiel: Sexualität bei Freud) oder auch das Lebenswerk eines Autors. Blaise *Cronin* hat hierfür den Begriff „Zitationslage“ (tiered citation) kreiert<sup>68</sup>. Er unterscheidet fünf Lagen:

In Zitationsindices bleiben Zitationen in den Lagen IV und V in der Regel unberücksichtigt, Zitationen der Lagen I und II werden nicht erkannt und Lage III zugeschrieben.

### 7.2 Selbstzitation

<u>Fokus der Zitation</u>	<u>Lage</u>
Lebenswerk	V
Motiv	IV
Werk (Artikel, Buch)	III
Abschnitt	II
Detail	I

Selbstzitationen („Inzest-Rate“) zeigen an, auf welche früheren eigenen Schriften ein Autor aufbaut. Beläßt man Selbstzitationen bei der Zählung der Zitationsraten in der Grundgesamtheit, so kann ein Autor seine Stellung in einer Rangordnung durch reichliche Zitationen auch thematisch unspezifischer eigener Werke erhöhen.

68 Vgl. Cronin, B., Tiered citation and measures of document similarity. – In: Journal of the American Society for Information Science. 45(1994), S. 537–538.

Selbstzitationen prinzipiell auszuschließen bedeutet, gewisse Informationskanäle – eben die eigenen Vorarbeiten eines Autors – auszublenden, wo es doch aufschlußreich sein kann zu beobachten, wie Ideen im Laufe eines Forscherlebens wachsen. Zudem ist bei Selbstzitationen stets auch der Fall möglich, daß der Autor nichts Zitierfähiges außer den eigenen Werken vorfindet. Dies kann bedeuten, daß er wissenschaftliches Neuland betreten hat – oder ein Gebiet, was andere längst verlassen haben.

### 7.3 Zitationskartell

Hierbei handelt es sich um Gruppen von Wissenschaftlern, die sich gegenseitig zitieren; es liegt also der Fall der Selbstzitation einer Gruppe vor. Ein Zitierkartell deutet (im positiven Fall) auf gemeinsame Forschungsgebiete hin. Durchaus denkbar ist auch (im negativen Fall), daß Wissenschaftler sich gegenseitig zitieren, um ihre Zitationsrate zu steigern. Zitationskartelle sind nämlich im Gegensatz zu den „einfachen“ Selbstzitationen bei Zitationsratenanalysen nur schwer zu identifizieren.

Umgehen kann man Meßungenauigkeiten aufgrund von Zitationskartellen, indem man nicht die einzelnen Zitationen zählt, sondern die zitierenden Autoren. Siegfried *Lehrl*, Walter *Kinzel* und Bernd *Fischer* haben den Indikator „Science Impact Index (SII)“ eingeführt. Der SII „entspricht der Anzahl der verschiedenen Fremdautoren, die einen Wissenschaftler während eines Jahres zitiert haben. ... (Mit dem SII) werden Selbstzitationen aus der Messung ausgeklammert und der Einfluß von Zitiergemeinschaften in Grenzen gehalten“<sup>69</sup>. Wir werden bei der Besprechung der Zitationseinheit noch einmal auf den SII zurückkommen.

### 7.4 Positive Zitationsmotive (*Motive zu zitieren*)

T.A. *Brooks* untersuchte akademische Autoren auf ihre Zitationsmotive<sup>70</sup>. Als Hauptmotiv ergab sich die Überzeugungsabsicht des Zitierenden, das heißt, es werden Literaturstellen genannt, die die eigene Meinung unterstützen. Gefunden wurden als Motive weiterhin der aktuelle Bezug, der operative Bezug (Nennung von Methoden oder Theorien), unspezifische „weiterführende“ Informationen, der

69 Lehrl, S. / Kinzel, W. / Fischer, B., Der Science Impact Factor. – In: Evaluation von Forschung. Hrsg. v. H.-D. Daniel / R. Fisch.. Konstanz: Universitätsverlag 1988. – (Konstanzer Beiträge zur sozialwissenschaftlichen Forschung ; 4), S. 291–305, hier: S. 293.

70 Vgl. Brooks, T.A., Private acts and public objects: An investigation of citer motivations. – In: Journal of the American Society for Information Science. 36(1985), S. 223–229.

soziale Konsens innerhalb eines Fachgebiets sowie der negative Bezug (Fehlerbenennung und -korrektur, abwertende Kritik).

Mengxiong *Liu* berichtet über eine Gruppe von Zitationsmotiven, die als „unseriös“ eingestuft werden können, so etwa die ungeprüfte Übernahme von Literaturangaben aus anderen Texten bzw. aus Datenbanken oder die Steigerung bzw. Verminderung der Zahl der Zitationen, um einem (selbstdefinierten oder vom Herausgeber einer Zeitschrift bestimmten) Quasi-Standard zu genügen<sup>71</sup>.

In einer empirischen Analyse wurden die Inhalte von Artikeln mit ihren Bibliographien verglichen<sup>72</sup>. Die meisten Autoren zitierten die Mehrheit ihrer Einflüsse nicht, und kein einziger zitierte alle Einflüsse. Dies führt uns von der Frage nach den Zitationsmotiven auf die genau so wichtige umgekehrte Fragestellung.

### 7.5 Negative Zitationsmotive (*Motive, nicht zu zitieren*)

P. *Vinkler* stellt fest, daß als Hauptmotiv für Nichtzitieren die Einschätzung steht, daß das Material fachlich nicht einschlägig sei<sup>73</sup>. Weitere Motive sind das Gemeinwissen sowie die Super-Klassiker, die nicht genannt werden. Eugene *Garfield* spricht in diesem Zusammenhang von „impliziten Zitationen“. Hier wird im Text ein Autor thematisiert, aber keinerlei Fußnote gesetzt<sup>74</sup>. Auch werden Review-Artikel benutzt, die darin besprochenen Werke aber weder gelesen noch zitiert. Es ist nicht auszuschließen, daß böser Wille oder auch schlichtes Vergessen einer Quelle zu den Motiven gehören, relevante und genutzte Werke nicht zu zitieren.

### 7.6 Zitationsnorm

Alle Zitationsuntersuchungen unterstellen das Vorhandensein und das Einhalten einer Zitationsnorm, die lauten kann: „Zitiere alles, was Du bei der Vorbereitung und der Durchführung Deiner wissenschaftlichen Arbeit gelesen hast und zitiere nichts, was Du nicht selber gelesen hast“. Wissenschaftler aus früheren Jahrhunderten oder aus anderen Kulturräumen als unserer westlichen Zivilisation kennen zum Teil eine solche Norm nicht. Arbeiten solcher Wissenschaftler sind im Rahmen der Zitationsanalysen natürlich nicht auswertbar. Bei allen anderen Arbeiten ist das

71 Vgl. Liu, M., The complexities of citation practice. A review of citation studies. – In: Journal of Documentation. 49(1993), S. 370–408.

72 Vgl. MacRoberts, M.H. / MacRoberts, Barbara R.: Quantitative measures of communication in science: A study of the formal level. – In: Social Studies of Science. 16(1986), S. 151–172.

73 Vgl. Vinkler, P., A quasi-quantitative citation model. – In: Scientometrics. 12(1987), S. 47–72.

74 Vgl. Garfield, E., Uncitedness III – The importance of not being cited. – In: Garfield, E., Essays of an Information Scientist. Vol. 1. Philadelphia: ISI Press 1977, S. 413–414.

Einhalten der Zitationsnorm unter keinen Umständen erschöpfend zu kontrollieren<sup>75</sup>.

### 7.7 *Probleme des Science Citation Index*

Die Mehrzahl aller Zitationsuntersuchungen arbeitet mit Material des Institute for Scientific Information (ISI), das heißt, mit den Datenbanken *Science Citation Index*, *Social Sciences Citation Index* und *Arts & Humanities Citation Index*. Außer einigen Patentdatenbanken und (juristischen) Urteilsdatenbanken (mit Zitaten von Urteilen) hat das ISI auf dem Gebiet der wissenschaftlichen Zitationen eine Monopolstellung. Natürlich wäre es jedem unbenommen, eigene Erhebungen durchzuführen; der Aufwand ist jedoch sehr groß.

Die Zitationsindices von *ISI* gibt es in unterschiedlichen Formen, als Printpublikationen sowie als elektronische Datenbanken bei mehreren Hosts. Derivate der Datenbanken stellen die Firma *Computer Horizons, Inc. (CHI)* in New Jersey sowie die *Information Science and Scientometrics Research Unit (ISSRU)* in Budapest her. Weder die CHI- noch die ISSRU-Version stimmen mit der ISI-Version überein, noch gilt dies für die beiden Derivate untereinander. Die elektronische Version des *ISI* ist stark unterschiedlich von der Druckversion des eigenen Hauses. Erklärbar wird dies durch das Zuspielden von gewissen Nachweisen aus den *Current Contents*, die in den Printprodukten des *ISI* übergangen werden.

Die Zitationsnachweise nennen grundsätzlich nur den Namen des jeweils ersten Autors des zitierten Werkes. Bei Mehrautorenwerke fällt entweder die Betrachtung der Co-Autoren schlicht fort, oder diese müssen mühevoll nachrecherchiert werden.

Namen werden stets mit dem Nachnamen und den Initialen des oder der Vornamen beschrieben. Dies führt zum Problem der Identifizierung von Personen mit gleichem Namen. Der Name „Cohen J“ gehört beispielsweise zu diversen Wissenschaftlern, die im Citation Index nicht zu unterscheiden sind.

Nicht zu unterschätzen ist die Möglichkeit von Tippfehlern bei der Dateneingabe sowie – dem vorgelagert – beim Abfassen des Skripts beim Autor. Fußnoten werden manchmal dermaßen verstümmelt formuliert, daß eine korrekte Zuordnung des Zitats nicht möglich ist.

Von den derzeit weltweit ca. 100.000 vertriebenen wissenschaftlichen Zeitschriften wertet das *ISI* nur gut 5.000 aus. Bücher werden mit der Ausnahme von Proceedingsbänden nicht erfaßt. Bei den Periodika trifft man eine Auswahl, deren

75 Vgl. Stock, W. G.: Die Bedeutung der Zitatenanalyse für die Wissenschaftsforschung. – In: Zeitschrift für allgemeine Wissenschaftstheorie. 16(1985), S. 304–314.

Entscheidungsgrundlage die Rangfolge von Zeitschriften ist, wie sie sich im *Garfield'schen* Gesetz der Konzentration zeigt<sup>76</sup>. Dieses besagt, daß eine recht geringe Anzahl von Zeitschriften im gesamten Wissenschaftsbereich große Zahlen von Zitationen auf sich vereinigt, während es eine große Zahl von Zeitschriften gibt, die wenig oder gar nicht zitiert werden. 75 % aller Zitationen des *Science Citation Index* verweisen auf nur knapp 1.000 Zeitschriften, 84 % der Zitationen nennen insgesamt 2.000 Titel. Für die einzelnen Wissenschaftsdisziplinen sind „Kontingente“ definiert, die mit den jeweils meistzitierten Zeitschriften der Disziplin gefüllt werden. In ihrer quantitativen Verbreitung „kleine“ Disziplinen, „kleine“ theoretische Ansätze oder wenig gesprochene Sprachen haben kaum Chancen, beim *ISI* bearbeitet zu werden.

Da sich die Auswahl der Zeitschriften für den *Citation Index* an den Zitationen der Zeitschriften im *Citation Index* orientiert, ist eine Fortschreibung des Status quo nicht auszuschließen. Zitationen einer Zeitschrift X beziehen sich am häufigsten auf Artikel aus X. Hat es eine Zeitschrift einmal (durch Fremdzitationen) geschafft, in den *Citation Index* aufgenommen zu werden, tritt über die Zeitschriften-Selbstzitation eine Beharrungstendenz ein.

Der *Citation Index* ist ein us-amerikanisches Produkt. Er gilt als repräsentativ für die us-amerikanische Forschung. Prinzipiell unterrepräsentiert ist der Rest der Welt (einschließlich der übrigen englischsprachigen Länder). Zudem ist die Repräsentativität von der Wissenschaftsdisziplin abhängig<sup>77</sup>.

Wie gesehen, ist die Quellenmenge beim *ISI* in ständiger Bewegung. Die Zitationsanalysen, die *CHI* anbietet, basieren demgegenüber auf einer konstanten Zeitschriftenmenge. Vorteil der *CHI*-Methode ist die Konstanz der Ausgangsmenge, Nachteil ist, daß man Zeitschriftenneugründungen oder aktuell hochzitierte Zeitschriften nicht betrachten kann.

Arbeiten werden – wir betonten dies schon – in unterschiedlichen Dokumententypen veröffentlicht. Es handelt sich u.a. um (1.) Artikel, (2.) Notizen, (3.) zusammenfassende Berichte (review articles), (4.) „Briefe“ (letters to the editor), (5.) Buchbesprechungen usw. *CHI* läßt nur die ersten drei Klassen als wissenschaftliche Literatur gelten, *ISSRU* die ersten vier. *ISI* erfaßt alle Klassen von Dokumenten in wissenschaftlichen Zeitschriften, notiert aber den Dokumenttyp in einem eigenen Feld. Man kann bei den *ISI*-Daten, etwa einer angestrebten Vergleichbarkeit mit *CHI*- bzw. *ISSRU*-Daten wegen, die Dokumenttypen einschränken, ist aber nicht auf eine vorgegebene starre Auswahl angewiesen.

76 Vgl. Garfield, *Citation Indexing*, a.a.O., S. 21 ff.

77 Vgl. Schoepflin, U., *Problems of representativity in the Social Sciences Citation Index*. – In: *Science Studies*. (1992), S. 177–188.

### 7.8 *Zitation vs Danksagung (acknowledgement und persönlicher Mitteilung)*

Zitationen, so sagten wir, sind Indikatoren auf wissenschaftliche Wirkung. Das heißt aber nicht, daß mittels Zitationen die wissenschaftlichen Wirkungen erschöpfend dargestellt werden könnten. Zu erinnern ist an Danksagungen, in denen in einer Publikation explizit auf Wirkungen bestimmter Personen hingewiesen wird<sup>78</sup>. Ebenso finden wir als Fußnoten Belege „persönlicher Mitteilungen“, die allerdings in keinerlei Datenbank eingehen und dort ausgewertet werden könnten.

Bei der Bestimmung von Zitationen haben wir folgende methodischen Probleme gefunden:

- Zitationslage,
- Selbstzitation,
- Zitationskartell,
- positive Zitationsmotive,
- negative Zitationsmotive,
- Zitationsnorm,
- Probleme des *Science Citation Index*,
- Danksagung – persönliche Mitteilung.

## 8. *Was ist eine Zitation?*

### 8.1 *Einheit der Publikation und der Zitation*

Da Zitationen nichts anderes als zitierte Publikationen sind, haben wir auch hier alle methodischen Probleme der Einheitenbildung wissenschaftlicher Publikationen. Hier sind zwei Aspekte zu unterscheiden: (1) die Sicht des zitierenden Dokuments und (2) die Sicht des zitierten.

Aus der Warte zitierender Publikationen ist möglicherweise zu entscheiden, ob unterschiedlich wichtige Zeitschriften (oder Verlage, Auflagen oder sonst ein Gewichtungsfaktor) auf die Zitationen durchschlagen. Demnach wäre eine Zitation in einer Zeitschrift mit hohem Journal Impact wichtiger als eine in einer weniger wichtigen Zeitschrift. Bei Neuauflagen einer Publikation gilt es abzuwägen, ob die Zitationen den zitierten Publikationen ein weiteres Mal zugerechnet werden.

Auch aus der Warte der zitierten Publikationen tauchen bekannte Zählprobleme auf. Wird z.B. eine Arbeit mit drei Autoren zitiert, so stellt sich die Frage, ob wir diese Zitation jedem der zitierten Autoren mit 1 zurechnen oder mit 1/3. Betracht-

78 Vgl. Cronin, B. / Overfelt, K., The scholar's courtesy: A survey of acknowledgement behaviour. – In: *Journal of Documentation*, 50(1994), S. 165–196.

ten wir Patentfamilien als Zitationseinheit, so müssen die unterschiedlichen nationalen Patente, die einer Familie angehören, zusammengeführt werden. Ein analoges Problem besteht bei der Nicht-Patentliteratur, wenn von einer Arbeit mehrere Versionen (Neuauflagen oder Übersetzungen) bestehen. Sollen die Versionen als eine Publikation betrachtet werden, so müssen alle Varianten identifiziert und zusammengeführt werden<sup>79</sup>.

### 8.2 Mehrfachzitationen

Mehrfach in *einer* Arbeit zitierte Werke werden bei Zitationsuntersuchungen in der Regel nur einmal gezählt. Nun kann ein Werk aber nur am Rande behandelt werden oder eher im Zentrum der Diskussion stehen. Zitationsanalysen erfassen somit nur das Faktum einer gegebenen Informationsübermittlung, nicht auch die Ausprägung. Will man genaue Zitationsraten berechnen, müsste eigentlich jede Fußnote einzeln berücksichtigt werden. Wird also eine Publikation in einem Dokument zwanzigmal genannt, so müsste entsprechend die Zitationsrate um 20 ansteigen.

### 8.3 Zählweise des *Science Impact Index*

Der *Science Impact Index* zählt nicht Zitationen, sondern zitierende Autoren<sup>80</sup>. Hier wird eine völlig neue Zählweise gebildet. Umgangen werden damit die Probleme, die aus Selbstzitationen und vor allem aus Zitationskartellen entstammen. Gemessen wird mit dem *Science Impact Index* die Wirkung einer Publikation auf eine Menge von Autoren. Diese Menge wird ausschließlich durch ihre Mächtigkeit bestimmt, nicht erfaßt wird beispielsweise das Ausmaß der Wirkung auf einen Autor.

Drei Problemkreise erschweren die Bestimmung der Einheit der Zitation:

- die uns bereits bekannten Probleme mit der Einheit der Publikation, allerdings in doppelter Ausführung: (1) aus der Sicht der zitierenden Publikation und (2) aus der Sicht der zitierten Publikation,
- Mehrfachzitationen,
- Zählweise des *Science Impact Index*.

Sowohl die Bestimmung der *Zitation* als auch die Bestimmung der *Einheit* der Zitation bereiten methodische Probleme. Ist es überhaupt noch gerechtfertigt, mittels Zitationsraten im Rahmen empirischer Wissenschaftsforschung auf die Wirkung wissenschaftlicher Publikationen zu schließen? M.H. *MacRoberts* und

79 Vgl. Griffith, B. C. / Drott, M. C. / Small, H. G., On the use of citations in studying scientific achievements and communications. – In: Society for Social Studies Newsletter. 2(1977), 9–13.

80 Vgl. Lehl / Kinzel / Fischer, a.a.O.

Barbara R. *MacRoberts* sind skeptisch. „The basic assumptions of citation analysis are clearly false. The assumption ‚that the research cited by scientists in their own papers represents a roughly valid indicator of influence on their work‘ has been falsified repeatedly, as has the assumption on which it is based: that scientists are motivated to cite their influences or to give credit where credit is due. Neither of these assumptions is supported by the evidence. Rather, scientists do not cite most of their influences; citing is biased, secondary sources replace primary sources, and informal sources, which are the lion’s share, are not credited. And authors definitely are not motivated to bestow credit. Unfortunately, none of the caveats about citation analysis is ever made known to the audience of the popular science literature“<sup>81</sup>. Für den Wissenschaftssoziologen David *Edge* spielt die Zitationsanalyse durch die beträchtliche Zahl ihrer methodischen Probleme nur eine kleine Nebenrolle in der Wissenschaftsforschung. „My conception of ‚doing the sociology of science‘ allows citation analysis, at best, only a very peripheral role“<sup>82</sup>. Selbst Eugene *Garfield*, einer der „Väter“ der Zitationsindexierung und Gründer des Institute for Scientific Information, stellt Zählungen von Zitationsraten für Zwecke der Wissenschaftsevaluation infrage. „By basing funding or even scholarly tenure and hiring decisions on quantitative bibliometric data, there is always the potential for making two serious mistakes: one, in believing that mere publication or citation *counting* is equivalent to citation *analysis*; and two, in believing that citation analysis, even when carefully performed by experts, is sufficient by itself to ensure objectivity“<sup>83</sup>.

### 9. *Bezugsgrößen als Korrektiv zu Publikations- und Zitationsraten?*

In den letzten Kapiteln haben wir reichlich Probleme gesammelt, die die *Einheit* der wissenschaftlichen Publikation und der wissenschaftlichen Zitation gründlich infragestellen. Gibt es andere Einheiten als eine Publikation als Ganzes?: Wir können probieren, mit syntaktischen Bezugsgrößen zu arbeiten. Hierunter verstehen wir Größen, die sich auf der Zeichenebene befinden, die also von der Bedeutung der Zeichen sowie von deren Gebrauch absehen. Zudem können wir probie-

81 MacRoberts, M.H. / MacRoberts, B. R.: Problems of citation analysis. – In: *Scientometrics*. 36(1996), S. 435–444, hier: S. 442.

82 Edge, D., Why I am not a co-citationist. – In: *Society for Social Studies of Science Newsletter*. 2(1977), 13–19, hier: S. 13.

83 Garfield, E., Uses and misuses of citation frequency. – In: Garfield, E., *Ghostwriting and Other Essays. Essays of an Information Scientist: 1985*. Philadelphia: ISI Press 1986, S. 403–409, hier: S. 403.

ren, ob uns die mathematische Informationstheorie oder die semantische Informationstheorie weiterhelfen.

### 9.1 *Druckzeichen oder Textseiten als Bezugsgrößen?*

Als bibliometrische bzw. informetrische Einheiten gelten für Gisela Ewert und Walther Umstätter neben Buch und Zeitschriftenaufsatz „die durchschnittlich bedruckte Seite mit rund 2.000 bis 3.000 Zeichen“<sup>84</sup>. In diesem Hinweis verbergen sich zwei Bezugsgrößen: Textseite und Druckzeichen. Wir würden in der empirischen Wissenschaftsforschung nicht mehr Publikationen als Einheit ansehen, sondern publizierte Seiten oder publizierte Druckzeichen. Zitationsanalysen würden relativierend Zitationen pro Druckseite bzw. Zitationen pro Zeichen angeben.

Die genannten informetrischen Einheiten sind gemäß Ewert/Umstätter zwar praktisch hilfreich, aber „gegenüber der Informationseinheit Bit bzw. Byte vergleichsweise unpräzise“<sup>85</sup>. Im Bereich elektronischer Publikationen kann die Publikationsmasse „präzise in Bit angegeben werden“<sup>86</sup>. Genaugenommen besteht zwischen der Einheit Bit und der Einheit Druckzeichen kein Unterschied. Bei der Verwendung beispielsweise eines 8-bit-Codes brauchen wir zur Darstellung eines Druckzeichens acht bit. Die Einheit Zeichen erfährt also durch die Einheit bit keine Präzisierung. Die Einheit bit kann im Gegenteil sogar zu massiven Verzerrungen führen. Nicht-textliche Elemente in Texten, etwa Farbgraphiken oder Filmsequenzen in multimedialen Dokumenten, werden durch eine riesige Menge an bit gespeichert, die in keiner Relation zur Zeichenmenge textlicher Elemente steht.

Es bleibt als syntaktische Bezugsgröße die (durchschnittliche) Textseite übrig, wobei für die Wissenschaftsforschung belanglos ist, was auf der Seite steht, Text oder nicht-textliche Elemente. Vorausgesetzt werden muß eine „Normseite“ mit soundsovielen Textzeichen oder einer festgesetzten Größe bei nicht-textlichen Elementen. *Praktisch* erscheint diese Relativierung nicht. Gedruckte Dokumente müssen zu Normseiten umgerechnet werden, elektronischen Dokumenten werden künstlich Seitenzahlen zugeordnet (bei Filmsequenzen dürfte die Zuordnung außerordentlich willkürlich werden).

84 Ewert / Umstätter, a.a.O., S. 164.

85 Ebd., S. 164.

86 Ebd., S. 165.

## 9.2 *Publikationen im Sinne von mathematischer und semantischer Informationstheorie*

Ist es möglich, wissenschaftliche Publikationen im Sinne der Informationstheorie von Shannon durch ihren Informationsgehalt zu bestimmen? Die mathematische Informationstheorie definiert den Informationsgehalt eines Zeichens durch dessen Auftretenswahrscheinlichkeit. Für die Bestimmung wissenschaftlicher Informationen oder Publikationen ist dieses Verfahren allerdings völlig untauglich, die Auftretenshäufigkeit eines Zeichens (oder auch eines Superzeichens, etwa eines Wortes) hat nichts mit seinem wissenschaftlichen Gehalt zu tun.

Nichtsdestotrotz schlägt Walther *Umstätter* vor, diesen informationstheoretischen Ansatz für „die Messung von Wissen“<sup>87</sup> weiterzudenken. Nach *Umstätters* Meinung „können wir heute Wissen klar als durch Erfahrung oder Logik begründete Information definieren und müssen zwangsläufig erkennen, daß es in Bit meßbar ist.“<sup>88</sup> Die Fundierung der Information auf empirische Erfahrung bzw. auf a priori wahre oder falsche Sätze erinnert an das Programm des Sinnkriteriums von *Carnap*<sup>89</sup>. Es enthält demnach auch alle bereits geschilderten Probleme. Aber selbst wenn man diese Begründung klären könnte, bleibt völlig unverständlich, wie wir Wissen messen können. *Umstätter* bemüht hierbei die Prognose. „Die Begründung von Information hat ... eine Eigenschaft, die leicht und eindeutig identifizierbar ist – die Vorhersage. Das heißt, daß Wissen allein dadurch meßbar ist, daß wir eine aus unserem Wissen heraus vorhergesagte Information mit der wirklich eintreffenden vergleichen“<sup>90</sup>. Die wenigsten wissenschaftlichen Aussagen stellen Prognosen dar. Aber auch bei Prognosen bringt der Vergleich zwischen der publizierten Prognose und dem tatsächlich eingetretenen Sachverhalt nichts. Stimmen beide Aussagen nicht überein, war entweder die Prognose falsch oder durch die Prognose haben Handlungen dazu geführt, daß das (als negativ empfundene) Prognostizierte nicht eintritt<sup>91</sup>. Der erste Aspekt wäre negativ zu bewerten, der zweite positiv. Wie man hier Messungen ableiten will, bleibt völlig offen. Wie das Ganze mit der Shannonschen Informationstheorie in einen Kontext zu bringen ist, bleibt mir verschlossen. Was hat die negative Summe der Produkte aus der Auftretenswahrscheinlichkeit eines Zeichen mit dem Logarithmus dualis dieser Wahrscheinlichkeit

87 *Umstätter*, W., Die Rolle der Digitalen Bibliothek in der modernen Wissenschaft. – In diesem Band.

88 Ebd.

89 Vgl. *Carnap*, a.a.O.

90 *Umstätter*, a.a.O.

91 Vgl. *Stock*, W. G., Wissenschaftsevaluation. Die Bewertung wissenschaftlicher Forschung und Lehre. München: ifo Institut für Wirtschaftsforschung 1994. – (ifo Diskussionsbeiträge; 17), S. 46 f.

(dies ist der mittlere Informationsgehalt eines Textes in bit pro Zeichen) mit prognostischem oder auch anderem Wissen zu tun? Ganz im Gegensatz zu *Umstätter* erlaube ich mir zu antworten: Nichts. Wissenschaftliche Publikationen lassen ihren Gehalt nicht in bit messen.

Wissenschaftliche Publikationen verlangen vielmehr eine semantische Betrachtung. Der „Bedeutung“ von Informationen gehen Y. Bar-Hillel und Rudolf Carnap im Rahmen ihrer semantischen Informationstheorie nach<sup>92</sup>. In dieser philosophischen Theorie ist die semantische Information einer wissenschaftlichen Aussage die Menge aller Äquivalenzen sowie aller logisch korrekten Folgerungen aus der Aussage. Definiert man für die Aussagen Wahrscheinlichkeitswerte, so kann man anhand formaler Regeln den semantischen Informationsgehalt von Aussagenverbindungen berechnen. Es geht hierbei ausschließlich um eine extensionale Betrachtung der Aussagen, d.h., im Sinne der formalen Logik um Wahrheit bzw. Falschheit. Intensionale Momente bleiben außer Betracht.

Gerade diese wären aber für Erhard Oeser die wichtigen Aspekte. „Es geht ... um ‚Bedeutung‘ nicht im rein formal-logischen Sinn der extensionalen Semantik, sondern um ‚Bedeutung‘ im Sinne der intensionalen Semantik, deren Informationsgehalt durch die Nähe oder das Angepaßtsein der Begriffe an die Dinge oder realen Verhältnisse bestimmt ist“<sup>93</sup>. Die extensional-semantische Informationstheorie führt uns also nicht weiter; die von Oeser ins Spiel gebrachte intensional-semantische Informationstheorie erfordert bei der Beurteilung fachliche, einzelwissenschaftliche Kenntnisse.

Semantische Gehalte lassen sich – und dies prinzipiell – nicht über materielle Kanäle transportieren. Übertragen werden stets nur die Signale, etwa die Druckerschwärze einer Publikation, nie der Sinn oder die Bedeutung von Informationen. Sender wie Empfänger unterlegen den Signalen (nicht unbedingt den gleichen) Sinn. Klaus Fuchs-Kittowski behauptet zurecht, „(d)ie ‚konkreten Ideen‘, d.h. der Inhalt, die Semantik der Information wird ... nicht gespeichert, da Ideen nicht in Raum und Zeit existieren ... Weitergegeben wird nur die materielle Hülle mit dem darauf fixierten ‚Idee kern‘“<sup>94</sup>. Außer der Signalübertragung bedarf es (beim Schreiben wie beim Lesen wissenschaftlicher Publikationen) „eines Übersetzungsprozesses und Interpretationsprozesses beim Sender und beim Empfänger, der aus den übertragenen Daten durch Interpretation Informationen und daraus durch

92 Vgl. Bar-Hillel, Y. / Carnap, R., Semantic information. – In: British Journal for the Philosophy of Science. 4(1953), S. 147–157.

93 Oeser, E., Wissenschaft und Information. Band 2: Erkenntnis als Informationsprozeß. Wien / München: Oldenborg 1976, S. 35 f.

94 Fuchs-Kittowski, K., Die digitalen Medien und die Zukunft der Kultur wissenschaftlicher Tätigkeit. – In diesem Band.

Begründung dann verwertbares Wissen erzeugt“<sup>95</sup>. Interpretationen und Begründungen verlaufen nicht im luftleeren Raum, sondern sind geprägt durch individuelle Erfahrungen, sozio-kulturellen Hintergrund und fachwissenschaftliche Kenntnisse bzw. Denkmuster. Die Berücksichtigung aller dieser Aspekte dürfte der Wissenschaftsforschung allein nicht gelingen.

Letztlich müssen wir an dieser Stelle resignierend feststellen, daß eine Einführung von syntaktischen Bezugsgrößen entweder aus theoretischen Gründen gar nicht möglich ist (Zeichen, bit) oder sich als praktisch kaum durchführbar erweist (Normseite). Weder die mathematische Informationstheorie *Shannons* noch die formal-semantische Theorie von *Bar-Hillel* *Carnap* helfen uns weiter.

### *10. Einführung von themenanalytischen Methoden*

Die semantische Informationstheorie von *Carnap* und *Bar-Hillel* sowie von *Oeser* ist in der empirischen Wissenschaftsforschung nicht praktikabel. Die Bedeutung von Informationen läßt sich (weder extensional-semantisch noch intensional-semantisch) quantitativ nicht erfassen. Es gibt jedoch die Möglichkeit, die *Themen* von Publikationen zu erfassen. Der Anspruch gegenüber der semantischen Informationstheorie ist bescheidener, es geht nicht mehr darum, den Bedeutungsgehalt einer Information (einschließlich aller logischen Folgerungen) erschöpfend zu bestimmen, sondern schlicht zu markieren, um was es in einer Publikation geht.

In Datenbanken bilden „Deskriptoren“ oder „Notationen“ die Themen von Publikationen ab. Geleitet wird eine solche Abbildung durch Dokumentationsmethoden und konkrete Werkzeuge. Gebräuchliche Dokumentationsmethoden sind Thesaurus oder Klassifikation. Ein Thesaurus ist ein Wortschatz, der das terminologische Material einer Disziplin, die Deskriptoren, sowohl kontrolliert als auch die Relationen zwischen den Termen angibt. Thesauri bilden Fachsprachen im Rahmen nationaler Sprachen ab. Es gibt über 1.000 Fachthesauri, deren Wörterbücher und Indexierungsrichtlinien als Werkzeuge in der Datenbankproduktion eingesetzt werden. Eine Klassifikation arbeitet unabhängig von nationalen Sprachen und benutzt bei der Erstellung der Notationen Buchstaben- oder Ziffernkombinationen. Die Notationen sind innerhalb der Klassifikationssysteme hierarchisch geordnet. In der Dokumentationspraxis finden mehrere Dutzend von Klassifikationen Einsatz. Zu nennen sind u.a. die „Internationale Patentklassifikation“ (IPK), die bei allen Patentdatenbanken benutzt wird, die Wirtschaftsklassifikation „Standard Industrial Classification“ (SIC) oder der Ländercode der Firma *Predicasts*.

Angesichts der heutigen Struktur der Datenbanken ist klar, daß wir bei den Themenanalysen vor einer Vielzahl von Datenbanken und deren jeweils unterschiedlichen Dokumentationsmethoden, konkret eingesetzten Hilfsmitteln und den spezifischen Indexierungsvorschriften für die Auswerter stehen. Vergleiche zwischen Datenbanken unterschiedlicher Hilfsmittel sind nur mit Problemen möglich.

Themenanalytische Verfahren arbeiten vorwiegend mit drei Ansätzen: Rangordnungen, Zeitreihen und semantischen Netzen<sup>96</sup>. Rangordnungen sortieren die Themen eines Wissenschaftlers, eines Instituts usw. nach Häufigkeit. Aufzählbar ist beispielsweise die Menge der Themen eines Forschers. Zeitreihen bringen Werte zu gegebenen Dimensionen in einen zeitlichen Zusammenhang. So kann man etwa die jährliche Anzahl der Publikationen zu einem Thema als Zeitreihe angeben. Semantische Netze zeigen Zusammenhänge zwischen Themen auf. Über die Analyse des gemeinsamen Auftretens von Themen in Veröffentlichungen lassen sich Cluster ableiten, die die „semantische Nähe“ von Themen, relativ zum Lebenswerk eines Autors, eines Instituts, einer Disziplin usw. ausdrücken. Sortiert man semantische Netze (z.B. jahresweise) nach der Zeit, so zeigen sich die Fluktuationen der wissenschaftlichen Themen untereinander<sup>97</sup>.

Die Beobachtungseinheit ist bei den themenanalytischen Verfahren nicht mehr die Publikation, sondern das einzelne Thema, ausgedrückt durch den Deskriptor eines Thesaurus oder die Notation eines Klassifikationssystems. Je nach Erkenntnisinteresse kann es sinnvoll sein, nicht einzelne Themen zu betrachten, sondern Themenkomplexe. Diese werden als Cluster der Einzelthemen gebildet. Innerhalb einer Publikation können durchaus mehrere Themen behandelt werden, und ein Thema wird in mehreren Publikationen vorkommen.

Themenanalysen können als Indikator auf wissenschaftliche Neuerungen dienen. Die Rückverfolgung eines Themas oder eines Themenkomplexes innerhalb einer Zeitreihe führt – bei einer ideal vollständigen Datenbank – unweigerlich zum ersten Auftreten.

Themenanalysen können auch da eingesetzt werden, wo Zitationsanalysen versagen. Wirkungen wissenschaftlicher Publikationen verweisen nämlich nicht nur auf andere Wissenschaftler (die über diese Wirkung in einer Zitation berichten), sondern auch u.a. auf die breite Öffentlichkeit via Presseveröffentlichungen. Weder Tageszeitungen noch Rundfunksendungen *zitieren*, aber sie *thematizieren* ein Forschungsergebnis. So ließ sich z.B. von einem Wirtschaftsforschungsinstitut

96 Vgl. Stock, W. G., Wirtschaftsinformationen aus informetrischen Online-Recherchen. – In: Nachrichten für Dokumentation. 43(1992), S. 301–315.

97 Vgl. Stock, Wissenschaftsevaluation, a.a.O., S. 62 ff., 88 ff.

zeigen, daß es kaum zitiert wird. Die Wirkung dieses Instituts auf die internationale Wissenschaftlergemeinschaft ist demnach recht bescheiden. Der Schluß auf eine insgesamt vernachlässigbare Wirkung wäre aber völlig verfehlt. Forschungsergebnisse des Instituts werden nämlich sehr häufig in der Tages- und Wirtschaftspresse thematisiert. Mit über 500 „Schlagzeilen“ allein im „Handelsblatt“ (1988 bis 1993) ist die Wirkung dieses Forschungsinstituts auf die Öffentlichkeit nicht zu unterschätzen<sup>98</sup>.

Gemessen wird bei Themenanalysen ausschließlich das *Vorkommen* eines Themas, aber nicht das, was zum Thema ausgesagt wird. Man kann demnach bei einer Publikation, in der nur bereits bekannte Themen vorkommen, nicht sagen, daß sie nichts Neues brächte. Es ist nämlich sehr wohl möglich, daß sie etwas Neues zu einem alten Thema sagt.

Themenanalysen haben methodische Schwierigkeiten. Neben den Problemen um Dokumentationsmethode, Werkzeug und Regelwerk läßt sich bei vielen Datenbanken eine zum Teil nur geringe Indexierungskonsistenz nachweisen. Das heißt, dieselbe Publikation wird von unterschiedlichen Indexern oder von gleichen Indexern zu unterschiedlichen Zeiten anders beschrieben. Gerade beim Neuaufkommen eines Themas ist zudem zu bedenken, ob die Indexer das Neue überhaupt als solches erkennen oder schlicht übergehen. Und wenn das Neue erkannt wird, stehen Thesaurus und Klassifikationssystem der Abbildung des Neuen im Wege. Da das Thema neu ist, wird weder im Thesaurus noch im Klassifikationssystem ein Deskriptor bzw. eine Notation vorhanden sein. Zur Abbildung des Neuen muß demnach zuerst das dokumentarische Hilfsmittel fortgeschrieben werden.

Themenanalysen sind offenbar ein sinnvolles Methodenrepertoire der empirischen Wissenschaftsforschung. Insbesondere durch eine neuartige Einheitenbildung (ein *Thema* statt einer *Publikation*) stehen neue Untersuchungsmöglichkeiten offen. Aber auch hier dürfen wir methodische Probleme nicht übersehen:

- unterschiedliche Datenbanken verwenden zum Teil unterschiedliche Dokumentationsmethoden; damit: kaum Vergleichbarkeit über Datenbankgrenzen hinweg (Ausnahme: Patentdatenbanken),
- zum Teil geringe Indexierungskonsistenz,
- bei neuen Themen: 1. Kann das Neue überhaupt abgebildet werden (Thesauri und Klassifikationssysteme begünstigen den Status quo)? 2. Erkennt der Indexer das Neue?

98 Vgl. Albrecht, K. / Frost, M. / Handtke, U., Informatrische Vermessung eines Forschungsinstitut. – In: Mehrwert von Information – Professionalisierung der Informationsarbeit. Hrsg. v. W. Rauch / F. Strohmeier / H. Hiller / Ch. Schlögl. Konstanz: Universitätsverlag 1994. – (Schriften zu Informationswissenschaft; 16), S. 151–163.

- Themenanalysen erfassen nur das Auftreten eines Themas, aber nicht, *was* zum Thema ausgesagt wird.

## 11. Fazit

Publikations- wie Zitationsanalysen im Rahmen der empirischen Wissenschaftsforschung sind auf Publikationen als Beobachtungseinheit angewiesen – wir haben nichts besseres. Bei der Einheitenbildung muß jedoch die Vergleichbarkeit der einzelnen Publikationen, formal gesehen, gewährleistet sein. Bei sehr vielen Datenbanken ist dies nicht gegeben. Es ist aus der Warte der Wissenschaftsforschung wichtig, Datenbanken aufzubauen, die bei der Einheitenbildung entsprechende Sorgfalt bieten. Zudem sollten die Datenbanken (mindestens insgesamt) *alle Publikationen* umfassen. Der unkritische Gebrauch von heutigen elektronischen Datenbanken zu Zwecken der Wissenschaftsforschung – dies sei noch einmal betont – ist ausgesprochen gefährlich und dürfte bei kleinen Zahlen (bei der Beschreibungen *eines* Forschers oder *eines* Instituts) unweigerlich zu Fehlern führen.

Viele szientometrische Analysen arbeiten insbesondere bei Zitationsanalysen mit Material des Institute for Scientific Information. Auch hier müssen wir feststellen, daß wir nichts besseres haben. Die Erstellung von Zitationsindices ist nämlich ausgesprochen kostspielig. Leider hat Eugene *Garfield* recht, wenn er das Kostenargument ins Spiel bringt. „Those who question the use of citation data as ‚indicators‘ of scientific activity and accomplishment should offer alternative cost-effective means for dealing with the problem. Finding significant information about the immense world-wide scientific enterprise is not easy“<sup>99</sup>. Korrekt wäre eine komplette Datenbank, die ausnahmslos *alle* Fußnoten in allen wissenschaftlichen Publikationen (unter Beachtung aller Aspekte der Einheitenbildung) auflistet. Natürlich steht einer theoretischen Forderung nach solch einer idealen Datenbank nichts im Wege, die praktische Umsetzung dürfte derzeit jedoch schwierig sein. Die methodischen Probleme der Zitationsanalysen und die praktischen Probleme der Zitationsdatenbanken bilden – noch mehr als bei den Publikationsanalysen – eine große Gefahr für Fehlinterpretationen, hier sogar für alle betrachteten Aggregate.

Die inhaltliche Dimension, so etwa die Feststellung des Neuen einer Veröffentlichung, ist im Rahmen der empirischen Wissenschaftsforschung nur schwer durchführbar. Helfen können ggf. themenanalytische Analysen. Die Rekonstruktion intensional-semantischer, argumentativer Zusammenhänge gelingt jedoch

99 Garfield, E., Restating the fundamental assumptions of citation analysis. – In: Garfield, E., *Essays of an Information Scientist*. Vol. 3. – Philadelphia: ISI Press 1980, S. 232–233, hier: S. 233.

auch hier der empirisch vorgehenden Wissenschaftsforschung nicht, dies ist auch gar nicht ihr Auftrag. Bei solchen inhaltlichen Aspekten ist die fachwissenschaftliche bzw. wissenschaftstheoretische Kompetenz gefordert. Empirische Wissenschaftsforschung allein birgt also stets das Risiko von Fehlern. Hierzu meint *Garfield*: „Citation analysis (und – so dürfen wir ergänzen – auch die Publikations- und Themenanalyse) is not a substitute or shortcut for critical thinking; it is, instead, a point of departure for those willing to explore the avenues to thorough evaluation“<sup>100</sup>. Gemeinsam mit der inhaltlichen Diskussion dürften Resultate der Publikations-, Zitations- und Themenanalyse jedoch die erhofften Aussagen zu wissenschaftlichen Leistungen und wissenschaftlichen Wirkungen von Forschern, Instituten bis hin zu Ländern bringen.

Eine metaphysische Schlußfolgerung aus unseren Problemen ist demnach – frei nach Immanuel *Kant* und Imre *Lakatos*: Empirische Wissenschaftsforschung ohne Wissenschaftstheorie ist blind<sup>101</sup>. (Natürlich gilt auch die Umkehrung: Wissenschaftstheorie ohne empirische Wissenschaftsforschung ist leer; aber dies ist bereits ein anderes Thema. Beide Disziplinen der wissenschaftlichen Betrachtung von Wissenschaft sind notwendig aufeinander angewiesen).

100 *Garfield*, *Uses and misuses*, a.a.O., S. 408.

101 Vgl. *Lakatos*, I., *Die Geschichte der Wissenschaft und ihre rationalen Rekonstruktionen*. – In: *Kritik und Erkenntnisfortschritt*. Hrsg. v. I. *Lakatos* / A. *Musgrave*. Braunschweig: Vieweg 1974. – (*Wissenschaftstheorie, Wissenschaft und Philosophie*; 9), S. 271–311, besonders: S. 271.

---

ROLAND WAGNER-DÖBLER

## Was ist eine Bibliothek?

### 1.

Der Zweck dieses Vortrags ist keine Auseinandersetzung um Definitionen. Ich betrachte in der Forschung verwendete Definitionen ganz pragmatisch als Arbeitsinstrumente, die sich für die Klärung eines bestimmten Wirklichkeitsbereichs als hilfreich erweisen, aber keineswegs für die Klärung aller denkbaren Bereiche. Es ist aber insofern von Interesse, unterschiedliche Definitionen zu studieren, als sich auf diese Weise unterschiedliche Akzentuierungen und unterschiedliche „Philosophien“, die hinter einem Forschungs- oder Untersuchungsansatz stecken, herausarbeiten lassen.

Im Laufe der folgenden, freilich kursorischen und exemplarischen Beschäftigung mit Definitionen des Begriffs „Bibliothek“ wird sich meiner Ansicht nach andeuten, daß das heutige wissenschaftliche Bibliothekswesen in Deutschland, auf das ich mich hier konzentriere, inneren Spannungen ausgesetzt ist. Diese Spannungen beruhen nicht nur auf der technologischen Entwicklung, die unter anderem die Substanz des verlegerischen Produktes namens „Buch“ berührt – und dieses verlegerische Produkt war bisher das wichtigste materielle Input von Bibliotheken –, sondern auch auf einem funktionellen „Schisma“, wie ich eine dieser Spannungen nennen möchte. Ich werde versuchen, dieses Schisma zu erläutern und dabei zu zeigen, wie es sich – zum Beispiel – bis in die Bestandserhaltungspolitik oder auch bis in die Vermittlungsstrategie der Bibliotheken hinein manifestiert. Mit Vermittlungsstrategie meine ich das, was in der Wirtschaftspraxis „Marketing“ genannt wird. Zudem möchte ich in einigen Sätzen andeuten, daß dieses Schisma durchaus informationstheoretische und informationswissenschaftliche Relevanz hat. In einem weiteren Punkt möchte ich meiner Meinung Ausdruck geben, daß den modernen Dienstleistungsfunktionen von Bibliotheken ungenügende datenmäßige Transparenz und eine zu wenig intensive praktische und wissenschaftliche Verwertung der im Zuge der integrierten Bibliotheksautomatisierungssysteme anfallenden Daten gegenübersteht, sowohl was interne Funktionen, als auch, was den „Markterfolg“ von Bibliotheken angeht. Als letztes behaupte ich: Die Öffnung gegenüber quantitativen Bibliotheksstudien kann zu neuen Berührungsf lächen mit der Informetrie führen und darüber hinaus die im Bibliotheksbereich meiner

Ansicht nach bitter nötige Grundlagenforschung stimulieren. Daß dies Philosophen ebenso wie Bibliothekaren schon seit vielen Jahrzehnten, ja seit dem 19. Jahrhundert als Desiderat gilt, möchte ich abschließend anhand einiger historischer Stimmen belegen.

## 2.

Hermann Fuchs beschäftigt sich in seinem Standardwerk zur Bibliotheksverwaltung mit Definitionen des Begriffs Bibliothek und betrachtet als verbreitetste die einer „zum Zweck öffentlicher oder privater Benutzung geordnet aufgestellten Sammlung von Büchern“<sup>1</sup>, wobei unter Büchern auch Zeitschriften und Zeitungen zu verstehen seien und in neuerer Zeit z.B. auch Mikrofilme und Schallplatten hinzukämen. In seiner Gesamtheit könne man das Sammelgut von Bibliotheken als „literarische Dokumente wissenschaftlichen, belehrenden und unterhaltenden Inhalts“ bezeichnen, abgesehen von der zusätzlichen, zunehmenden Sammlung nichtliterarischer Materialien. Diese Dokumente dienen „alle der Erhaltung und Nutzbarmachung dessen, was die Menschheit an geistigen Werten geschaffen hat“. „Sammlung, Ordnung und Nutzung dieser Dokumente machen das Wesen und die Aufgabe einer Bibliothek aus“<sup>2</sup>.

Ich stelle dieser Definition die Definition aus dem neusten und modernsten der knappen Zahl auf dem Buchmarkt befindlicher Lehrbücher der Bibliotheksverwaltung gegenüber, wo es heißt: „Die Bibliothek ist eine Einrichtung, die unter archivarisches, ökonomisches und synoptisches Gesichtspunkten publizierte Information für die Benutzer sammelt, ordnet und verfügbar macht“<sup>3</sup>. Der dieser Definition zugrundeliegende Ansatz versteht sich als von der statistischen Informationstheorie kommend. Die Definition ist zugleich weiter und enger als die Fuchssche: Sie umfaßt generell publizierte Information und beschränkt sich dabei nicht auf Dokumente, die bei Fuchs einen physikalischen Bezugspunkt haben oder zumindest nahelegen. Sie ist aber auch enger, da sie Dokumente unterhaltenden Charakters ausschließt und sich auf Werke *informierenden* Charakters bezieht. Ich setze hierbei voraus, daß z.B. fiktionale Werke in impliziter Form zwar durchaus über die Fiktionen von Autoren unterrichten, dieser Typ „fiktionaler“ Information aber in der Regel keine unmittelbaren wissenschaftlichen Informationsbedürfnisse

- 1 Fuchs, H., Bibliotheksverwaltung, Nachdr. d. 2., verb. Aufl.. Wiesbaden: Harrassowitz 1973, S. 1; im Orig. gesperrt.
- 2 Alle vorangehenden Zitate a.a.O.; im Orig. gesp.
- 3 Ewert, G. / Umstätter, W., Lehrbuch der Bibliotheksverwaltung. Stuttgart: Hiersemann 1997, S. 10.

erfüllt, außer in den Fällen, wo solche Fiktionen *als Quellen* zum Objekt der Forschung gemacht werden.

Was bei Ewert/Umstätter nicht mehr auftaucht bzw. nur indirekt als „archivarischer Gesichtspunkt“, ist die „Erhaltung und Nutzbarmachung geistiger Werte“, wie sie ihren Niederschlag in Publiziertem finden.<sup>4</sup>

Die Spannung, von der ich eingangs sprach, deutet sich hier bereits an. Wir wissen, daß Informationen veralten. Ohne daß ich auch nur im mindesten meine, daß wir verstehen, was das Veralten oder die Obsoleszenz von Information inhaltlich wirklich bedeutet, so läßt sich doch sagen: Aus den verschiedensten statistischen Untersuchungen wissen wir, daß sich die *faktische Benützung* und Rezeption von Informationen jeder Art auf die neuesten Informationen konzentriert – seien die Informationen in Buchbeständen dingfest zu machen, in Publikationen der Zeitschriftenliteratur, im Patentschrifttum oder auch in Rechtsprechungsdokumenten. Die Benützungsfrequenz älterer Informationsträger durch Informationssuchende der Gegenwart nimmt typischerweise exponentiell ab. Kluth hat dies in seinem „Grundriß“ noch sehr tentativ mit folgenden Worten formuliert: „Im allgemeinen ist die durchschnittliche Frist zwischen Eingabe und Ausgabe der Information [gemeint ist hier die Frist zwischen Speicherung in einer Bibliothek und „Reaktualisierung“, d.h. Benützung eines Werkes, R. W.-D.] sogar relativ kurz, wie die moderne Bibliothekspraxis zeigt“<sup>5</sup>. Ich frage mich, ob mittlerweile das Wissen um die hier waltenden Regularitäten bibliothekarisches Allgemeingut geworden ist.

Aus dem soeben geschilderten Sachverhalt schließe ich jedenfalls, daß ältere Informationsträger für die Gegenwart meist keinen unmittelbaren *Informationswert* mehr besitzen, außer, wie gesagt, in den Fällen, die vor allem in den philologischen und historischen Wissenschaften zum Normalfall werden, wenn nämlich ehemals informierende (und gleichermaßen auch nicht-informierende) Texte zum Objekt von Quellenforschung werden.

Die Informationsträger einer Bibliothek machen auf diese Weise eine Wandlung durch: sie werden zu musealen Objekten. Ich betone hierbei, daß dies ihren Informationswert berührt, keineswegs aber beispielsweise ihren möglichen kulturellen Wert, und, um keine Mißverständnisse aufkommen zu lassen, daß ihr Erhaltungswert und ihre Erhaltungswürdigkeit keineswegs vom unmittelbaren Informationswert abhängen – eine Frage, die angesichts der physischen Bedrohung der Bibliotheksbestände vor allem des 19. Jahrhunderts, aber auch angesichts des

4 Später wird auf S. 78 im Abschnitt „Bestandserhaltung und Bestandspflege“ jedoch als deren kulturpolitische Bedeutung auch die Bewahrung des „geistigen Erbes“ genannt.

5 Kluth, R., Grundriß der Bibliothekslehre. Wiesbaden: Harrassowitz 1970, S. 7.

zu erwartenden Zerfalls digital gespeicherter Information im 20. Jahrhundert keineswegs trivial ist.

Wenn Bücher und die in ihnen enthaltenen Informationen zu musealen Objekten mutieren – wie gesagt, nach allem, was wir über sogenannte Halbwertszeiten wissen, vermutlich in einem exponentiell voranschreitenden Prozeß -, so kann man dies durchaus mit dem Prozeß vergleichen, dem technische Gebrauchsgegenstände in ihrer Verwandlung zu Museumsgegenständen unterzogen sind. Viele oder sogar die Mehrzahl der Ausstellungsstücke des Deutschen Museums in München beispielsweise sind – natürlich auch dank aktiver Konservierung – in der Lage, ihre technischen Funktionen auszuüben. Diese ihre technische Funktion ist jedoch obsolet, sie dient nur noch belehrenden oder unterhaltenden Zwecken. Ähnlich läßt ein veraltetes Buch mittelbar Schlüsse über die Vergangenheit zu, aber es informiert nur in diesem speziellen Sinne. Bei Bibliotheksbeständen handelt es sich um Schlüsse auf dem Felde der Literaturgeschichte und Wissenschaftsgeschichte.

Rolf Kluth wies darauf hin, daß die Bewahrung der literarischen Quellen für die Nachwelt in einer einflußreichen bibliothekswissenschaftlichen Strömung des 19. Jahrhunderts als die Hauptaufgabe der Bibliotheken galt<sup>6</sup>.

Die soeben beschriebene Spannung kam erst kürzlich in einer Kontroverse über die Maßnahmen zur Rettung verfallsbedrohter Buchbestände zum Ausdruck. Die Verfechter der Digitalisierung solcher Bestände beriefen sich zu Recht darauf, daß durch Digitalisierungen die in den Büchern enthaltenen Informationen bewahrt und geschützt würden. Unter anderem Bernhard Fabian, den ich später noch einmal in anderem Zusammenhang zitieren werde, hielt dem entgegen, daß ein Buch als Ganzes, also *einschließlich* seiner haptischen und optischen Qualitäten, wie sie im Einband, im Papiertyp usw. zum Ausdruck kämen, bewahrt werden müsse – woraus die Entsäuerung und nicht die Digitalisierung als vorzuziehende Erhaltungsmaßnahme folge. Nur in Paranthese sei angemerkt, daß die digitalisierte Darstellung von Kunstmuseumsbeständen im Internet bisher noch niemanden auf die Idee brachte, die Images würden die Originale ersetzen.

### 3.

Wir halten also fest, daß der Charakter des Bibliotheksbestandes – sein informationeller Charakter – sich wandelt, ohne daß auch nur ein Bit seines Inhalts angetastet werden würde. Das analoge Phänomen in der Technik haben Theoretiker des 19. Jahrhunderts „moralischen Verschleiß“ bezeichnet. Ein Teil der Bibliotheks-

6 Kluth, a.a.O., S. 7.

bestände wandelt sich sogar von der Information zur „Desinformation“ – wenn nämlich Werke widerlegte Theorien oder als falsch erwiesene Informationen enthalten, wobei ich hier die wissenschaftstheoretischen Verhältnisse natürlich geradezu sträflich stilisiere. Dieser Sachverhalt der informationellen Metamorphose jedenfalls ist meiner Meinung nach bei der an sich dringend erforderlichen Untermauerung der Bibliothekswissenschaft durch die Informationstheorie zu bedenken, wenn die ursprüngliche Form der Informationstheorie als Theorie formaler Eigenschaften der Nachrichtenübertragung den Anknüpfungspunkt für die Bibliothekswissenschaft bilden soll (siehe den Beitrag von W. Umstätter in diesem Band). Der Informationsprozeß beginnt mit physischen Konstellationen in Raum und Zeit, die als Signale interpretiert werden können, die wiederum als Zeichen interpretiert werden können; die Zeichen können als Daten interpretiert werden, die wiederum als Information interpretiert werden können, und diese schließlich kann als Wissen interpretiert werden<sup>7</sup>. Der Standort der bibliothekarisch vermittelten Information in dieser Kette muß noch entwickelt werden, und dies sollte auch einen Vorgang wie „Desinformation“ einschließen.

Nachdem die Bestände einer Bibliothek einem informationellen Verfall unterliegen, der die Funktion ihrer Sammelobjekte kontinuierlich verändert<sup>8</sup>, kann man damit rechnen, daß auch die „Marktpositionierung“ der Bibliotheken beide Pole aufweist. Der eine Pol besteht in der musealen Pflege und Erhaltung des Bibliotheksbestandes in seiner organischen Zusammensetzung. Karikiert wird sozusagen die optische Seite dieser Einstellung durch den kolportierten Unwillen der Bibliothekare, den potentielle Leser in Bibliotheken des 17. Jahrhunderts auf sich zogen, wenn sie durch Entnahme von Werken die harmonische Pracht und Lückenlosigkeit einer barocken Bibliotheks-Stellwand zu beeinträchtigen drohten. Auf der anderen Seite begegnet uns das Verständnis einer Bibliothek als modernem Dienstleistungsbetrieb. Da ist nicht mehr von Lesern oder Benutzern die Rede, sondern von Kunden, nicht mehr von Benutzerforschung, sondern von Marktforschung, nicht mehr von Ausleihe, sondern von Absatz oder Umsatz. Die moderne Orientierung (damit jedoch nicht zwingend auch die neue Terminologie) hat sich mittlerweile in den letzten zwei bis drei Jahrzehnten durchgesetzt, und ich nehme

7 Vgl. Kornwachs, K., Pragmatic information and system surface. – In: Information. New Questions to a Multidisciplinary Concept. Hrsg. v. K. Kornwachs / K. Jacoby. Berlin: Akademie-Verl. 1996, S. 167. Zur pragmatischen Erweiterung der (nachrichtentechnischen) Informationstheorie verweise hier auf die Vorschläge von Dieter Gernert (zuletzt sein Beitrag „Pragmatic information as a unifying concept“ im gerade zitierten Sammelband).

8 Dieser informationelle Verfall spricht selbstverständlich nicht gegen *integrierte*, auch den älteren Bestand nachweisende EDV-Bibliothekskataloge, da nur auf diese Weise eine effiziente Bestandsverwaltung und -nutzung möglich ist. Vgl. die weiter unten folgenden Bemerkungen.

an, dies wird von allen intensiven Bibliotheksgut-Konsumenten so positiv gesehen wie von mir – solange hier eine neue Einstellung zum Leser und Nutzer sichtbare Ergebnisse zeitigt. Die informationspolitisch problematische Seite dieses Prozesses wird mit der „Kommerzialisierung“ des Informationswesens angesprochen – ein eigener Themenkomplex, auf den ich hier nicht eingehen kann<sup>9</sup>.

Es ist allerdings meiner Ansicht nach nicht zu übersehen, daß im wissenschaftlichen Bibliothekswesen *beide* Pole in ihrer Spannung zusammengehören. Es macht vielleicht den Reiz einer Bibliothek und des Berufs des Bibliothekars aus, daß Ansprüche eines Dienstleistungsbetriebs und Museums in einem zu befriedigen sind. Zum zur Zeit vor allem diskutierten Dienstleistungspol im folgenden noch einige weitere Bemerkungen.

#### 4.

Wenn im Bibliotheksbereich in bezug auf Bibliotheksnutzer von Marktforschung, Kunden usw. gesprochen wird, so besteht die Gefahr, daß man fundamentale Unterschiede zwischen Dienstleistungsbetrieben auf der einen und öffentlich-rechtlichen, behördenartig eingerichteten Instituten, wie es Bibliotheken nun einmal sind, verwischt. An ein paar Unterschiede sei erinnert: Privatwirtschaftliche Unternehmen müssen Gewinn- und Verlustrechnungen aufstellen – sie müssen nicht nur, sie können dies auch – und müssen deren Vollzug laufend kontrollieren; wenn ihre Verluste überwiegen, verschwinden sie vom Markt. Bibliotheken in öffentlich-rechtlicher Trägerschaft sind in ihrer Existenz in der Regel nicht akut gefährdet; es gibt keine starke, sondern nur eine sehr schwache Rückkoppelung zwischen Unternehmens- (hier: Bibliotheks-)Angebot an Dienstleistungen und „Markt“behauptung. Unzufriedene Kunden wechseln ihren Anbieter, sie gehen zur Konkurrenz. Zwischen Bibliotheken gibt es keine Konkurrenz in diesem Sinne, sie sind zumindest in ihrem Einzugsbereich und in bezug auf große Teile ihres Bestandes häufig Monopolisten.

Insoweit ist es korrekt und ehrlich, von Bibliotheksverwaltung zu sprechen und nicht von Bibliotheksmanagement; umgekehrt wirkt ja auch der Begriff „Verwaltung“ in der Sphäre privatwirtschaftlicher Betriebe deplaziert. Ich frage mich zusätzlich: Sind allen Beteiligten die Konsequenzen eines Weges klar, der Bibliotheken zu Dienstleistungsbetrieben verwandeln soll, die keine Benutzer und Leser haben, sondern Kunden? Am Ende dieses Weges wird nämlich die Frage der Privatisierung von Bibliotheken am Horizont stehen.

9 Siehe hierzu Kuhlen, R., Informationsmarkt. Chancen und Risiken der Kommerzialisierung von Wissen. Konstanz: Univ.-Verl. 1995.

Selbstverständlich wollte ich mit dem soeben Gesagten nicht die Anwendbarkeit von *Wirtschaftlichkeitsprinzipien* in der bibliothekarischen Leistungserstellung und im Qualitätsmanagement in Frage stellen. Beschäftigt man sich mit den „Unternehmensdaten“ von Bibliotheken, fallen allerdings Lücken ins Auge. Es gibt insgesamt nur wenige derjenigen Daten, ohne die größere Unternehmen nicht bestehen könnten, z.B. laufende Daten über den Absatz, den einzelne Produkte erzielen, oder Daten über die volkswirtschaftlichen Rahmenbedingungen. Es gibt zwar in der Bibliotheksstatistik des Deutschen Bibliotheksinstituts Daten über die Ausleihe und die Ortsbenützung der Bibliotheken, was in etwa unternehmerischen Gesamtumsätzen entspricht. Es gibt aber kaum differenziertere Daten sowie analytische und evaluative Darstellungen darüber, auf welche Sach- und Bestandsgruppen im einzelnen Ausleihe und Ortsbenützung entfielen. Dies betrifft wissenschaftliche nach meinem Eindruck wesentlich deutlicher als öffentliche Bibliotheken. Mit anderen Worten, eine gezielte, „kundenorientierte“ Bestandspolitik muß sich noch häufig auf intuitive Einschätzungen und Beobachtungen stützen. Das ist etwa so, wie wenn der VW-Konzern nicht wüßte, welchen Umsatz einzelne Autotypen von Golf bis zum Transporter erzielen. Oder aber es herrscht von vornherein reine „Angebotspolitik“ vor. Übrigens könnte man sich bei der Nachfragestatistik neben der üblichen Differenzierung nach Wissensgebieten noch eine Vielzahl von weiteren praxisnahen, aber auch eher theoretisch motivierten Aspekten vorstellen; die Klassifikation nach Wissensgebieten ist ja nur einer der möglichen Klassifikationsaspekte. Ein weiterer Aspekt ist z.B. der Grad der Spezialisierung der benützten wissenschaftlichen Literatur; ein möglicher quantitativer Ansatzpunkt wäre hier z.B. die Höhe der Auflage mit zahlreichen interessanten Anknüpfungsmöglichkeiten für Ausleihstatistiken.

Ich rede hier keineswegs einer kurzsichtigen Nachfrageorientierung des Bestandsaufbaus das Wort; vielmehr handelt es sich zunächst um die Forderung einer Erhöhung der Transparenz. Wenn Bibliotheken *nachfrageorientierten* Bestandsaufbau zur alleinigen Richtschnur machten, würden sie sich insoweit nicht mehr von Buchhandlungen unterscheiden. Der entscheidende Unterschied zwischen Buchhandlungen und Bibliotheken aus der Sicht einer Informationslogistik (Umstätter) besteht nicht darin, daß erstgenannte im Gegensatz zu letzteren den Zweck hätten, kommerziellen Erfolg zu erreichen. Den Zweck von Buchhandlungen sollte man darin sehen, bestimmten Arten von Informationsbedürfnissen optimal gerecht zu werden, soweit sie sich mit Hilfe des individuellen Kaufs von Büchern und anderen Informationsträgern befriedigen lassen.

Ich halte fest: Die vorhandenen Bibliotheksstatistiken geben groben Aufschluß über die Verteilung der Erwerbungsmitel auf Sachgruppen, das Input also, kaum Aufschluß hingegen darüber, worauf sich die Nachfrage, die Ausleihe also, bezieht.

Die Ursachen dafür, daß Bibliotheken hier so wenig in der Hand haben, sind natürlich vielfältig: vorhandene Klassifikationen wurden oft zugunsten von Schlagwortschließungen abgebrochen. Und erst die Computerisierung der Bestandsverwaltung läßt umfassendere Analysen mit vertretbarem Aufwand durchführbar erscheinen. Viele Bibliotheken haben ihre laufende Bestandsverwaltung zwar automatisiert, oftmals aber wurden ihre älteren, konventionell nachgewiesenen Bestände nicht in ihren Online-Katalog integriert, was einen künstlichen Obsoleszenz-Effekt hervorrufen kann. So sind Bibliotheken hinsichtlich der rückwärtigen Beurteilung ihrer Bestandsstruktur häufig immer noch ausschließlich auf vage Schätzungen angewiesen.

Der Nationalökonom Fritz Machlup hat vor 20 Jahren in seinen bekannten Studien über die Ökonomie der US-amerikanischen Informations-Infrastruktur mit Verwunderung konstatiert, wie unbehebbar undurchsichtig den Bibliothekaren die sachliche Zusammensetzung der Bibliotheksbestände erschien<sup>10</sup>; dieser Zustand hat sich seitdem wohl nur sehr sachte verbessert.

Betrachtet man Bibliotheken als Dienstleistungsbetriebe, so wird man die Notwendigkeit einer differenzierteren Durchleuchtung durch bilanzierende Betriebsdaten kaum bezweifeln. Dies betrifft die internen Verwaltungsvorgänge ebenso wie sogenannte Leistungsdaten, ohne die ein bibliothekarisches Qualitätsmanagement nicht auskommen kann. Es sind, wie bereits bemerkt, die integrierten Bibliotheksautomationssysteme, die hier zu Verbesserungen führen können, ja, eigentlich eine Wende herbeiführen sollten. Zudem hat sich in der Betriebswirtschaftslehre die Theorie des öffentlichen Dienstleistungsbetriebs offenbar stark fortentwickelt<sup>11</sup>, was ein weiteres Stimulans darstellen sollte.

## 5.

Bei der Gewinnung von bestands- und benützungsbezogenen Daten denke ich aber auch noch an analytische Perspektiven, die über Bibliothekspraxis hinausgehen; die Gelegenheit, hier Vertreter der Wissenschaftsforschung wie der Bibliothekswissenschaft zugleich ansprechen zu können, möchte ich nicht ungenutzt an mir vorübergehen lassen. Die analytischen Perspektiven basieren, wie gesagt, vor allem auf den Möglichkeiten, die nunmehr zum Teil schon für einen Zeitraum von ein bis zwei

10 Machlup, F., Leeson, K., *Information Through the Printed Word*. Vol. 3. Libraries. New York: Praeger 1978.

11 Vgl. zu den letzten Abschnitten z.B. Deutsches Bibliotheksinstitut (Hrsg.), *Qualität und Leistung*. Berlin 1996. Speziell zu nachfrageorientierten Ausleihanalysen auch die Erfahrungsberichte von Griebel, R. / Kowark, H. / Reinhardt, W. / Kende, J., *Ausleihanalysen als Instrument der Bestandsvaluierung*. – In: *Bibliotheksdienst*, 30(1996), S. 668–682.

Jahrzehnten vorliegenden neuartigen statistischen Daten für die Zwecke der Bibliotheks- und Benutzerforschung heranzuziehen. Lassen Sie mich hierzu ein Zitat anführen, dessen Urheberschaft Sie vielleicht ebenso verblüffen wird wie mich.

Im Jahre 1883 äußerte ein Philosoph, der als Begründer der Eigenständigkeit hermeneutischer Geisteswissenschaften und als Bekämpfer naturwissenschaftlicher Erkenntnismethoden in den Geisteswissenschaften weltberühmt geworden ist, folgenden programmatischen Gedanken: „Von der Epoche der Geschichte ab, in welcher der Bücherdruck auftritt und eine hinlängliche Beweglichkeit erlangt hat, sind wir durch die Anwendung der statistischen Methode auf den Bestand der Bibliotheken imstande, die Intensität geistiger Bewegungen, die Verteilung des Interesses in einem bestimmten Zeitpunkt der Gesellschaft zu messen; so werden wir instand gesetzt, den ganzen Vorgang, von den Bedingungen eines Kulturkreises ab, dem Grad von Spannung und Interesse in ihm, durch die ersten tastenden Versuche, bis zu einer genialen Schöpfung vorstellig zu machen. Die Darstellung der Ergebnisse einer solchen Statistik wird durch graphische Darstellung sehr an Anschaulichkeit gewinnen“<sup>12</sup>. Dies äußerte niemand anderes als Wilhelm Dilthey, und in dieser Programmatik ist er durchaus jenen Bibliothekaren verwandt, die wie z.B. E. W. Hulme in den 20er Jahren dieses Jahrhunderts als Begründer bibliometrischer Ideen gelten<sup>13</sup>. Freilich kam Dilthey in programmatischer Hinsicht Hulme um Jahrzehnte zuvor.

Auch wenn man in Rechnung stellt, daß einzelne Bibliotheken stets die Interessen, Schwerpunkte, die geographische Reichweite und die finanziellen Möglichkeiten ihrer Unterhaltsträger widerspiegeln und immer zum Buchhandel komplementäre Funktionen ausüben und insoweit die aus solchen Statistiken zu ziehenden Schlüsse vielleicht weniger allgemeingültig sind als es bei Dilthey anklingt, so ist die Diltheysche Programmatik der Analyse von Bestands-, der ich die Analyse von Ausleihstrukturen von Bibliotheken hinzufügen würde, meinem Eindruck nach bis heute nicht im entferntesten erfüllt.<sup>14</sup> Durch die zunehmende Rezeption quanti-

12 Dilthey, W., *Einleitung in die Geisteswissenschaften*, Bd. 1, 3. Aufl., unveränd. Nachdr. d. Ausg. 1883. Leipzig, Berlin: Teubner 1933, S. 115. Aufmerksam wurde ich auf Dilthey in den immer noch lesenswerten Ausführungen von Leyh über Bibliotheksstatistik (Leyh, G., *Statistik*. – In: *Handbuch der Bibliothekswissenschaft*, 2. verm. Aufl. Wiesbaden: Harrassowitz 1961, Bd. 2, S. 735–761).

13 Hulme, E. W., *Statistical Bibliography in Relation to the Growth of Modern Civilization*. London 1923.

14 Obwohl auch in Deutschland schon vor längerem erste Schritte unternommen wurden. Siehe z.B. Predeek, A., *Die Bibliotheken und die Technik* [u.a. über die zeitliche Schichtung der in der TH Danzig benutzten Bücher]. – In: *Zentralblatt für Bibliothekswesen*. 44(1927), S. 462–485. Weinreich, W., *Die Benutzung älterer Literatur*. – In: *Zentralblatt für Bibliothekswesen*. 46(1929), S. 65–66. Seyffert, H., *Magazinierung wenig benutzter Literatur*. Köln: Bibliothekar-

tativer Methoden – mitbedingt durch das wachsende Qualitätsbewußtsein von Bibliotheken<sup>15</sup> – sehe ich hier auch erstmals Chancen dafür, daß bestimmte Bereiche der informetrischen Forschung stärkeren Kontakt mit bibliothekspraxisnahen statistischen Analysen erhalten und umgekehrt. Dieser fehlende Kontakt wird seit langem beklagt.

Vor einigen Jahren hat Bernhard Fabian bei der Vorstellung des neuen, nunmehr schon in einer größeren Anzahl von Bänden vorliegenden „Handbuchs der historischen Buchbestände“ (in deutschen, österreichischen und schweizerischen Bibliotheken) darauf hingewiesen, daß sachlich eingegrenzte Bestandskomplexe in Bibliotheken verstanden werden können als „Archive neuer Art: Knotenpunkte geistiger Netze, deren Verknüpfungen noch zu erforschen sind“<sup>16</sup>. Damit formuliert Fabian am Ende des 20. Jahrhunderts ein Desiderat ganz im Geiste Diltheys, wengleich er wohl zunächst nicht an ein statistisches Instrumentarium dachte.

## 6.

Die durch EDV zu gewinnenden Daten – im Zusammenhang von geistigen Netzwerken und als Reverenz an den genius loci wäre auch die allein 1,6 Mio. Verfassereinträge umfassende Zentralkartei der Autographen in der Staatsbibliothek zu Berlin zu erwähnen, ein Zentralkatalog von Briefen geschichtlicher Persönlichkeiten, der in Datenbankform gebracht werden soll – die durch EDV zu gewinnenden Daten also sind aber nur ein erster Schritt, und dies nicht unbedingt in zeitlicher Ordnung. Beträchtlichen Aufwand verlangen nicht nur die Datengewinnung und -analyse, sondern auch die theoretischen Vorarbeiten und die theoretische Untermauerung. Ich kann mir hier nun eine auf aktuelle Geschehnisse bezogene Bemerkung nicht verkneifen. Wir erleben zur Zeit in verstärktem Maße den Abbau bibliotheks- und informationswissenschaftlicher Forschungskapazitäten und den Abbau bibliotheks- und informationswissenschaftlicher Entwicklungsarbeit – in diesem Kreise kann ich mir wohl weitere Erläuterungen ersparen. Die Kurzsichtigkeit dieser Beschneidungen läßt sich kaum überbieten. Von der Qualität der informationellen Infrastruktur, darunter auch Bibliotheken, werden moderne Gesellschaften – unsere vielbeschworenen Wissens- und Informationsgesellschaften – in einem Ausmaß abhängen, das vermutlich unser Vorstellungsvermögen

Lehrinst. 1953.

15 Siehe z.B. Poll, R., Boekhorst, P. te, *Measuring Quality. International Guidelines for Performance Measurement in Academic Libraries*. München (u.a.): Saur 1996.

16 Fabian, B., *Handbuch der historischen Buchbestände*. – In: *Historical Social Research*. 13(1988) (= No. 47), S. 140–144; S. 143.

überschreitet. Wenn die in ihrem bundesrepublikanischen Förderungsumfang sowieso schon eher magere begleitende Forschung und Entwicklung in diesem Bereich beschnitten anstatt gestärkt wird, so verschafft man dieser Gesellschaft das denkbar schlechteste Entree in das 21. Jahrhundert. Ich mache mir keine Illusionen darüber, daß die theoretische und angewandte Informatik (d.h. Computerwissenschaft) das wissenschaftliche und ökonomische Gravitationszentrum der Informationsgesellschaften bilden werden. Daß informationsbezogene Wissenschaften wie die Bibliothekswissenschaft, aber auch die Informationswissenschaft zu den artikulationsfähigen und institutionell gesicherten Begleitern der Entwicklung gehören sollten, scheint mir allerdings über jeden Zweifel erhaben. Ich möchte dabei davor warnen, diesen ungenügend gedüngten wissenschaftlichen Pflanzen stets Praxisnähe abzuverlangen und Ausflüge in theoretisch geprägtes Gelände vorschnell als Mangel anzukreiden. Es ist gerade dieses Kleben an der Praxis, das Schielen auf schnelle Umsetzbarkeit, das Tageserfolge garantieren mag, aber seltener zu längerfristigen Tiefenwirkungen und neuen fruchtbaren Entwicklungen führt. Um sich dies vor Augen zu führen, sollte man sich einmal die Inhaltsverzeichnisse führender informations- oder bibliothekswissenschaftlicher Zeitschriften des angloamerikanischen Raums ansehen. Hier finden sich in der bundesrepublikanischen einschlägigen Forschungslandschaft kaum bekannte, zum Teil äußerst theoretische Fragestellungen. Und doch und zugleich kann die Bibliotheks- und Informationspraxis der betreffenden Länder mit Sicherheit in vielem und seit langem als richtungweisend gelten, und dies führe ich auch auf fruchtbare Wirkungen dortiger Grundlagenforschung zurück. Auch in der hiesigen Informations-, Buch- und Bibliothekswissenschaft sollte die Kultur des fruchtbaren Miteinanders von abstraktester Grundlagenforschung und anwendungsbezogener Forschung und Entwicklung stärker akzeptiert und gepflegt werden. Ich sehe aber, wenn ich dies hinzufügen darf, Chancen für Fortschritte in den informationsbezogenen Grundlagenwissenschaften weniger in der Entwicklung neuer „theory frames“ auf der einen Seite oder im Aufgreifen soziologischer Verbaltheorien auf der anderen Seite, über deren durchaus nennenswerten Einfluß ich mir übrigens keinerlei Illusionen mache, deren potentiellen Bezug zur Berufs- und Lebenswirklichkeit ich aber bestenfalls als beiläufig einstufen würde. So zielt der Vorschlag von B. Hjørland wohl in die richtige Richtung, die Wissenschaftstheorie stärker in die Informationswissenschaft einzubeziehen<sup>17</sup>; als „Wissenschaftskunde“ hat dies ja in Deutschland durchaus auch Tradition. Ich würde dies aber primär keinesfalls in der Form der Wissenschaftstheorie tun, sondern in der Form der Wissenschaftsforschung, die sich

17 Hjørland, B., Theory of information science. Reply to Prof. Gernot Wersig. – In: Information – Wissenschaft und Praxis. NfD. 49(1998), S. 122–126.

empirisch-systematisch mit Informationsflüssen befaßt. Es ist für Informationswissenschaftler viel wichtiger, etwas über die Differenziertheit der Informationsbedürfnisse verschiedener Wissenschaften herauszufinden und zu lernen als über philosophische Theorien der Theorieevolution. Ein Desiderat der Wissenschaftstheorie wäre es, sich im Dialog mit der Informationswissenschaft mit den Punkten auseinanderzusetzen, bei denen der Begriff Information in der modernen wissenschaftstheoretischen Diskussion – etwa des Erklärungsbegriffs – eine Rolle spielt.

Kurzum: Für erfolgversprechend halte ich konkretisierbare Forschungsprogramme, in denen der Kontakt etwa zur kognitiven Psychologie, zur Kommunikationswissenschaft, zur Bildungsforschung und -ökonomie und eben auch zur Wissenschaftsforschung sowie -theorie in besagter Form gesucht wird und nicht nur zu historischen und philologischen Wissenschaften, so unabdingbar deren Beitrag auch ist. Es gibt in der informationsbezogenen Grundlagenforschung aus meiner Sicht „noch jede Menge zu tun“, wenn ich mich hier so salopp ausdrücken darf. Ich nenne abschließend als Beispiel nur eine einzige, aber keineswegs triviale, sondern vielmehr grundlegende und bisher unbearbeitete Problemstellung, deren Behandlung von Umstätter angemahnt wurde: Wann und wo wurde über Einzelfälle hinaus, in einer makroskopischen Perspektive, *der Effekt bibliothekarischer Informationsbereitstellung auf den Erfolg wissenschaftlicher Forschung gezeigt?*

## 7.

Ich komme auf die Eingangsfrage meines Vortrags zurück: Was ist eine Bibliothek. Ich habe versucht zu zeigen, daß Bibliotheken nicht nur Informationsdistributoren und Dienstleister für Lehre, Forschung und Bildung sind, sondern auch Museen in einem spezifischen Sinn sowie potentielle Forschungsobjekte – Forschungsobjekte einerseits, um ihre Wirkungsweise besser zu verstehen, sich besser zu organisieren und dem Nutzer besser zu dienen, auf der anderen Seite auch, um den Wissenschaftsprozess selbst und seine gesellschaftliche Einbettung besser zu verstehen. Dies sind freilich keine Definitionen, sondern Programmsätze.

Ich möchte hier abschließend an das vielfältige Wirken eines der größten deutschen Philosophen erinnern, das – neben vielem anderen – bibliothekarische Innovationen auf der einen Seite und grundlegende Ideen für einen seinerzeit noch unbekanntem Zweig der Mathematik umfaßte, ein Zweig der Mathematik, der, nebenbei bemerkt, heute zu den expansivsten und fruchtbarsten Bereichen der reinen Mathematik gehört und zugleich zu den wichtigsten Ideenlieferanten der modernen Informatik: ich meine hier die mathematisierte Logik. Es war G. W. Leibniz, der neuartige bibliothekarische Prinzipien formulierte (wie z.B. kontinuierliche Anschaffungspolitik, umfassende Katalogerschließung, Öffentlichkeit der

---

Benützung) und bibliothekarische Innovationen förderte z.B. im Bibliotheksbau; und zumindest laut Weimann auch die weltweit erstmalige Einführung von Zettelkatalogen („catalogus perpetuus“<sup>18</sup>). Ich wünsche mir die Förderung von Theorie und Praxis im Geiste Leibnizens in der deutschen Bibliothekslandschaft und -wissenschaft.

18 Weimann, K.-H., Bibliotheksgeschichte. München: Verl. Dokumentation 1975, S. 86 u. 122f. Vgl. hierzu auch Steierwald, U., Wissen und System. Zu Gottfried Wilhelm Leibniz' Theorie einer Universalbibliothek. Köln: Greven 1995.



---

WALTHER UMSTÄTTER

## Die Rolle der Digitalen Bibliothek in der modernen Wissenschaft

### *Einleitung*

Um definitorische Unklarheiten zu beseitigen sei zunächst darauf hingewiesen, daß wir unter einer Bibliothek eine Einrichtung verstehen die unter archivarischen, ökonomischen und synoptischen Gesichtspunkten publizierte Information für ihre Benutzer sammelt, ordnet und verfügbar macht<sup>1</sup>. Dementsprechend beinhaltet die Digitale Bibliothek im Gegensatz zur klassischen Bibliothek nicht nur gedruckte Bücher bzw. andere analog verfügbare und publizierte Dokumente. Sie ist durch die wesentliche Erweiterung um binäre Informationen gekennzeichnet. Im Gegensatz zur Online-Dokumentation, aus der sie mit hervorging, weist sie die Dokumente nicht nur bibliographisch nach, sondern stellt sie auch im Volltext zur Verfügung. Sie erweist sich damit als eine Viergegliederte Bibliothek mit Verwaltung, Magazinierung, herkömmlicher Benutzung und Nutzbarmachung digitaler Angebote.

Damit löst sie die klassische Dreiegliederte Bibliothek, wie wir sie seit der 1737 erfolgten Gründung der Universitätsbibliothek Göttingen kennen, nicht ab, sondern erweitert sie lediglich um ein wachsend wichtiges Element, die virtuelle Bibliothek.

Bibliotheken sind zentrale Einrichtungen im *information resources management* unserer Gesellschaft. Speziell die Wissenschaftlichen Bibliotheken haben die Aufgabe der Verwaltung publizierten Wissens, im tieferen Sinne des Wortes. Sie betreiben Wissensverwaltung.

Vier Punkte sollen in diesem Kontext hier näher angesprochen werden:

1. Die Messung von Wissen und seine Rolle in der Digitalen Bibliothek für die Wissen-produzierende Gesellschaft
2. Die Rolle der Digitalen Bibliothek für die heutige *big science*

1 Ewert, G. / Umstätter, W., Lehrbuch der Bibliotheksverwaltung. Stuttgart: Hiersemann Verl. 1997.

3. Die Notwendigkeit eines enzyklopädischen digitalen Lehr- und Handbuchs im Rahmen der Digitalen Bibliothek
4. Die wirtschaftliche Rolle der Digitalen Bibliothek

### 1. *Die Messung von Wissen und seine Rolle in der Digitalen Bibliothek für die Wissen-produzierende Gesellschaft*

Die Wissenschaft hat die Bedeutung der Computer in einem wichtigen Punkt bislang völlig unterschätzt!

Nachdem diese Recheninstrumente entstanden waren und sich von den zahlen- zu text- und allgemein zu informationsverarbeitenden Systemen weiter entwickelt hatten, durchliefen sie in den letzten Jahrzehnten, in Verbindung mit den digitalen Massenspeichern, eine Metamorphose zu Archivsystemen, die inzwischen die zentralen Elemente der Digitalen Bibliothek verkörpern. Entscheidend bei dieser Metamorphose ist, daß wir zunehmend Wissen speichern und verarbeiten, und nicht nur unbegründete Information.

Unterschätzt haben wir die Entwicklung allerdings nicht in diesem Bereich, denn das sogenannte „World Brain“ von H.G. Wells<sup>2</sup> war ja gerade eine Vorhersage in dieser Richtung, sondern auf einem rein wissenschaftlich betrachtet sehr viel interessanteren Territorium, im Bereich der Metrologie.

Da wir seit 1943 wissen, daß Information in binären Einheiten bestimmt wird, und wir dementsprechend auch unsere Computer digital arbeiten lassen, haben wir uns damit Instrumente geschaffen, mit denen man Information exakter als jemals zuvor in *basic indissoluble information units* (Bits) messen kann.

Wir haben allerdings erst im Laufe der Zeit damit begonnen, klarer zwischen der Information, dem Rauschen und der Redundanz in den Rechnern zu unterscheiden. Die Behauptung von 1963, im Weinberg Report<sup>3</sup>, die Library of Congress hätte  $10^{13}$  Bit Information, belegt die damalige Leichtfertigkeit, mit der Informationsbestimmungen vorgenommen wurden. In Wirklichkeit handelte es sich lediglich um eine Abschätzung der Menge an textuellen Zeichen. Trotzdem war es ein Meilenstein in der Bibliothekswissenschaft, den Umfang einer Bibliothek in Bit anzugeben.

In der Digitalen Bibliothek sind wir sehr viel präziser als bisher in der Lage Information, Rauschen und Redundanz voneinander zu unterscheiden.

2 Wells, H.G., World Brain. New York: Doubleday 1938.

3 Weinberg, Alvin M., „Report of The President's Science Advisory Committee USA“ mit dem Titel: Science, Government, and Information“ erschien am 10.1.1963.

Noch interessanter ist allerdings die Unterscheidung und damit die Messung von Wissen auf informationstheoretischer Grundlage. So fremdartig dieser Gedanke zunächst erscheint, so selbstverständlich wird er bei genauerer Überlegung, wenn wir Wissen eindeutig als begründete Information definieren, und diese Definition ist nicht neu. Hier können wir Francis Bacon<sup>4</sup> folgen, der 1620 behauptete, richtig zu wissen bedeutet, durch Gründe zu wissen. Zu einer allgemeinen Akzeptanz gelangte diese Auffassung durch die aufklärerisch einflußreichen Enzyklopädisten, die sich auf ihn beriefen. Auch René Descartes definierte Wissen als Erkenntnis der Wahrheit aus ihren ersten Ursachen<sup>4</sup>.

Damit können wir heute Wissen klar als durch Erfahrung oder Logik begründete Information definieren und müssen zwangsläufig erkennen, daß es in Bit meßbar ist.

Die Begründung von Information hat somit eine Eigenschaft die leicht und eindeutig identifizierbar ist – die Vorhersage. Das heißt, daß Wissen allein dadurch meßbar ist, daß wir eine aus unserem Wissen heraus vorhergesagte Information mit der wirklich eintreffenden vergleichen. Eine solche „Vorhersage“ kann in diesem Zusammenhang auch geschichtlich betrachtet werden. Sie bedeutet dann, daß wir beispielsweise im Zeitlichen Rückblick erklären können, warum eine bestimmte stellare Konstellation vor hundert oder tausend Jahren eingetreten ist. Im eigentlichen Sinne muß man beim Wissen von einer a priori Redundanz sprechen, die es uns erlaubt, eintreffende Information in erheblichem Maße auf bereits Bekanntes zurückzuführen, und damit zu komprimieren.

Bei der Messung von Wissen ist zu berücksichtigen, daß ein meist geringer Anteil an zufällig richtig vorhergesagter Information natürlich kein Wissen ist, der damit vom Gesamtbetrag an Übereinstimmung abgezogen werden muß. Eine richtig vorhergesagte redundante Wiederholung ist ebenfalls kein Zeichen von Wissen, sondern lediglich ein Zeichen von Erinnerungsvermögen. Und informationstheoretisches Rauschen ist *per definitionem* nicht vorhersagbar.

Es kann wissenschaftstheoretisch als eine der interessantesten Tatsachen der Biologie angesehen werden, daß die Evolution, mit ihrer Biogenetischen Evolutionsstrategie, im Laufe der Jahrtausende nicht nur sogenannte Informovoren hervorgebracht hat, sondern Systeme, die biochemisch gespeichertes Wissen in inneren Modellen erwarben. Mit ihm konnten sie ihre Zukunft soweit richtig vorhersagen, daß ihr Überleben bereits seit Jahrtausenden gesichert ist.<sup>5,6</sup> Wir sind

4 Torok, W., Wissensordnung und Ordnungswissen zwischen Renaissance und Aufklärung. Studien zur Klassifikation 9(1980), S. 197–216.

5 Umstätter, W., Kann die Evolution in die Zukunft sehen? – In: Umschau 81(1981)17, S. 534 – 535.

6 Umstätter, W., Die Wissenschaftlichkeit im Darwinismus – In: Naturw. Rundsch. Beil.:Biologie

mit dieser theoretischen Basis in der Lage in Lebewesen, in Wissensbanken und in der Digitalen Bibliothek mit Hilfe von geeigneten Computerprogrammen recht genau zu unterscheiden, wieviel Information, Rauschen, Redundanz und Wissen ein System enthält.

Es ist hier nicht der geeignete Ort die gesamte Evolutions- und Informationstheorie zu wiederholen um deutlich zu machen, warum Wissen ebenso wie Information immer auf ein klar definiertes endliches Bezugssystem an Zeichen beschränkt ist und wie es evolutionsstrategisch entsteht.<sup>7</sup> Wichtig ist in diesem Zusammenhang lediglich der Hinweis, daß das Weltwissen mit nur zwei Zeichen codierbar ist. Dabei ist es kein Zufall, daß die binäre Codierung (*binary digit* = bit) ebenso wie das Maß von Information in Bit erfolgt. Die Bestimmung der Gesamtmenge an menschlichem Wissen geschieht auf der Basis der in den Bibliotheken vorhandenen Informationen, weil sie in der Wissenschaftsgesellschaft das Bezugssystem publizierter Nachrichten sind<sup>8</sup>. In ihnen kann nun mit Hilfe der Computer das Wissen meßbar gemacht werden, indem wir feststellen, wieviel Information und Redundanz durch das bereits vorhandene Wissen abgedeckt werden kann.

Ein damit verbundenes interessantes Problem ist die jeweils akzeptable Toleranz, mit der wir eine Übereinstimmung als solche werten. So können wir eine ballistische Flugbahn auf Meter, Zentimeter oder Millimeter genau vorausberechnen und entsprechend ein real eintretendes Ereignis, das um 5 Millimeter abweicht, entsprechend als übereinstimmend oder auch als nicht übereinstimmend klassifizieren. Während dieses Problem im Rahmen der Informationstheorie keine Rolle spielt, da es durch die Präzision der Bit-Auflösung bestimmt wird (ein Bit kann je nach Codierung die Bedeutung von einem Meter, einem Zentimeter oder auch einem Millimeter haben), hat es im Rahmen des jeweiligen Bezugssystems eine ganz entscheidende Bedeutung. Wir müssen damit beim Wissen eine Maximierung der Informationsabdeckung bei gleichzeitig hoher Präzision anstreben. Das heißt, daß das Wissen nur dann groß ist, wenn viel Information auch möglichst präzise vorhergesagt wird.

Um es auf einen einfachen Nenner zu bringen, wenn wir in der Digitalen Bibliothek jede neu eintreffende Information darauf prüfen, ob und inwieweit sie bereits als Teil unseres Wissens oder als Faktum vorhanden ist, so haben wir die Möglichkeit, den wirklichen Wissensgehalt, getrennt vom allgemeinen Informations- und Redundanzgehalt, Bit für Bit zu bestimmen. Dieser Gedanke ist in seiner

Heute 21(1990)9, S. 4 – 6.

7 Umstätter, W., Die evolutionsstrategische Entstehung von Wissen. – In: Fortschritte in der Wissensorganisation. Bd. 2. Hrsg. V. Deutsche Sektion der Internationalen Gesellschaft für Wissensorganisation e.V. Frankfurt am Main: Indeks Verlag 1992, S. 1 – 11.

8 Parthey, H., Publikation und Bibliothek in der Wissenschaft, in diesem Jahrbuch.

Grundbedeutung nicht neu, denn es war schon immer Aufgabe der Verlage und der Bibliothekare überflüssige Publikationen zu vermeiden. Bei jeder Neuerwerbung wurde in den Beständen der Bibliotheken geprüft, ob die enthaltenen Erkenntnisse in einem Buch den Bibliotheksbestand inhaltlich wirklich erweiterten oder ob sie überflüssig waren. Wirklich neu ist lediglich die klare Erkenntnis der dazugehörigen Theorie, und daß wir diesen Vorgang mit Hilfe unserer Computer automatisieren und auch präzisieren können. Damit gewinnt die Bibliothek eine noch größere Bedeutung für die Wissenschaftsgesellschaft als bisher.

## 2. *Die Rolle der Digitalen Bibliothek für die heutige big science*

Seit dem Derek J. de Solla Price<sup>9</sup> in seinem Buch „Little Science Big Science“ auf den veränderten Charakter der modernen Wissenschaft aufmerksam gemacht hat, stehen wir vor der allgemeinen Frage, welche Folgen dies für das Wissenschaftsmanagement hat, und vor der speziellen Frage, welche Rolle dabei die Wissensverwaltung in den Bibliotheken spielt. Es ist ja nicht nur ein quantitatives Problem, wenn die Wissenschaft nicht mehr von einzelnen begabten oder genialen Personen, sondern von millionen Spezialisten betrieben wird. Es ist ein wirtschaftliches, ein organisatorisches und insbesondere ein gesellschaftspolitisches Problem, weil es aus einer Industriegesellschaft eine Wissenschaftsgesellschaft macht, die deshalb noch lange keine Wissensgesellschaft ist, wie man wiederholt hört. Wir industrialisieren zur Zeit unsere Wissenschaft!

Wissen, als begründete Information, besitzt diese Gesellschaft noch immer in nur sehr geringem Maße, weshalb sie auch weiterhin viele Probleme durch demokratische Abstimmung und nicht durch wissenschaftliche Begründung entscheidet. Trotzdem beobachten wir von Jahr zu Jahr mehr wissenschaftlichen Einfluß auf die politischen Entscheidungen und eine Abnahme der Bedeutung von parteipolitischen Wunschenken.

Erstaunlicherweise hat de Solla Price selbst Zweifel an seiner Theorie zur Entstehung der *big science* gehabt, denn er hielt es noch für möglich diese Entwicklung aufzuhalten. Sonst hätte er sicher nicht den Vorschlag gemacht, die Wissenschaft auch in Zukunft auf eine Minderheit von etwa 8% Begabter zu begrenzen. Inzwischen erkennen wir immer deutlicher, daß die über Jahrhunderte hinweg beobachtbare Ausbreitung der Wissenschaft hin zur *big science* unaufhaltsam ist. Wissen ist im Gegensatz zum exponentiellen Informationswachstum eine in erster Näherung lineare Entwicklung, die weder eine zu rasche Innovation erlaubt, weil

9 Price, Derek J. de Solla, Little science big science. New York: Columbia Univ. Press. 1963.

unsere damit neu entstehenden Probleme dann zu rasch ansteigen, noch eine zu langsam fortschreitende Innovation, weil uns dann die bestehenden ungelösten Probleme zu mächtig zu neuer Wissenschaft und Forschung zwingen.<sup>10, 11</sup> Interessant bei dieser Feststellung ist, daß das was wir als Problem bezeichnen davon abhängig ist, was wir zur Zeit gerade zu lösen imstande sind.

Alle Versuche, aus diesem Zwang stetiger Innovation auszubrechen, schlagen sich anscheinend in den sogenannten Kondratieff Zyklen nieder, wie sie R. Wagner-Döbler<sup>12</sup> als inverse Zusammenhänge zwischen Innovation und Wirtschaftsaktivität untersucht hat. Diese Zyklen haben demnach den Charakter einer alterierenden Suche nach dem Optimum der Innovationsgeschwindigkeit unserer Gesellschaft. Auch wenn die Information in unserem Wissen durch Erfahrung oder durch eine logische bzw. kausale Ableitung erklärt werden kann, sind wir der Verlässlichkeit dieser Erklärungen nie ganz sicher. Aus der Sicht der Informationstheorie basiert es ohnehin auf einer Wahrscheinlichkeitstheorie und bedarf immer der dazugehörigen und notwendigen Redundanz zu seiner Absicherung. Wissen ist daher probabilistisch in dem Sinne, daß das Wissen um so zuverlässiger erscheint, je wahrscheinlicher es ist, im Gegensatz zur unbegründeten Information, die possibilistischen Charakter hat, weil ihr Informationsgehalt mit der Unwahrscheinlichkeit, bei vorausgesetzter Möglichkeit, *per definitionem* wächst<sup>13</sup>.

Entsprechend der Definition des Wissens zeichnet sich die Wissenschaft durch den gezielten Versuch einer Wissensvermehrung durch methodisches Problemlösen aus. Dazu gehören geistige, handwerkliche bzw. instrumentelle Methoden, die für jeden normalen Menschen, bei ausreichend theoretischen und praktischen Kenntnissen, in ihrer Begründung nachvollziehbar sein müssen. Zur Verdeutlichung des Begriffs Methode sei angemerkt, daß als methodischer Ansatz zur Gewinnung von Wissen im theoretischen Bereich insbesondere evolutionsstrategische Erwägungen zum Zuge kommen. Dazu gehören die Prinzipien der

- Hypothesenbildung mit Versuch und Irrtum (z.B. Gen, Gnom oder Chromosomenmutationen),

10 Umstätter, W., Ergebnisse anwenden bevor sie entdeckt sind. – In: Frankfurt am Main: Umschau 84(1984)5, S. 130 – 131.

11 Umstätter, W., Die Rolle der Bibliothek im modernen Wissenschaftsmanagement. – In: Humboldt-Spektrum (Berlin). 2(1995)4, S. 36 – 41.

12 Wagner-Döbler, R., Scientometric Evidence for the Existence of Long Economic Growth Cycles in Europe 1500–1900. – In: Scientometrics (Amsterdam). 41(1998)1–2, S. 201–208.

13 Fühles-Ubach, S., Analysen zur Unschärfe in Datenbanken- und Retrievalsystemen – unter besonderer Berücksichtigung der Redundanz. Dissertation, Berlin: Humboldt-Universität zu Berlin, Philosophische Fakultät I 1997.

- Überprüfung von Inter- und Extrapolationen (z.B. Leben unter extremen Bedingungen),
- Abstraktionen (z.B. Reduktion nicht genutzter Fähigkeiten) und der
- Verallgemeinerungen (z.B. Übernahme von Grundprinzipien bei verschiedenen Sehorganen)
- etc.

Das Vorgehen beruht meist auf möglichst widerspruchsfreier Deduktion, Induktion und Klassifikation.

Im Vergleich zur Wissenschaft zeichnet sich die Forschung durch methodische Informationsvermehrung bzw. Suche nach wichtigen Informationen aus, die für die Wissenschaft benötigt werden.

Die Informationssuche und die Problemlösung beziehen sich selbstverständlich nicht nur auf ungelöste Fragen, die erst als solche erkannt werden müssen, sie betrifft in starkem Maße auch die Falsifikation der Lösungswege scheinbar schon erledigter Probleme.

Damit gehört zur Dokumentation einer Problemlösung nicht nur die Erkenntnis der jeweils zu lösenden Aufgabe, sondern auch die Zahl der Lösungsmöglichkeiten. Für Bibliotheken bedeutete dies, neben allen Lösungsversuchen auch die Falsifikationsversuche zu archivieren, was dazu geführt hat, daß wir heute vor einem unüberschaubaren Meer von gedruckt dokumentierten Irrwegen stehen.

Die heutige Antwort der Digitalen Bibliothek auf diese rasant zunehmend unbefriedigende und unbezahlbare Situation heißt bekanntlich Online-Retrieval und hypermediale Verknüpfung. Damit können wir die dokumentierten Problemlösungen nicht nur wie bisher, durch Zitierung zeitlich rückwärts und durch den Science Citations Index (SCI)<sup>14</sup> auch zeitlich vorwärts verfolgen, sondern auch durch die Assoziation von suchbaren Volltextworten, Deskriptoren und Links vernetzt darstellen.

Die Wissenschaftsgesellschaft zeichnet sich dadurch aus, möglichst alle Probleme wissenschaftlich zu lösen – also nicht durch einfache Gewalt, durch Drohung oder die Bestimmung von Mehrheiten, sondern durch Ermittlung einer optimalen Lösung. Sie setzt voraus, daß die Allgemeinheit nicht nur lesen, schreiben und rechnen kann, sondern auch die methodischen Grundvoraussetzungen mitbringt, wissenschaftliche Begründungen nachzuvollziehen.

Da Wissenserzeugung immer ein konstruktiver Akt ist, bei dem der begrenzt Wissende neues Wissen selbst erzeugen muß, kann eine Wissenschaftsgesellschaft nur aus Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen bestehen. Damit ist das quantitative Problem, immer mehr Menschen mit dem bereits vorhandenen Wissen zu

14 vom Institute of Scientific Information, Philadelphia

versorgen verbunden. Die darin enthaltene Informationslogistik erfordert einerseits eine wachsende Zahl weltweit verteilter Bibliotheken, und andererseits eine Kompression der jeweils verfügbaren Ressourcen. Daher entsteht aus dieser zunächst quantitativen Problematik gleichzeitig eine qualitative, in dem die Informationskompression inzwischen zu den digitalen Medien geführt hat, die nicht nur eine Art Verkleinerung von Büchern darstellen, sondern die auch neuartige Wissensbasen mit Experten- und Decision Support Systemen entstehen lassen.

Auf diesem Wege wird die Digitale Bibliothek zunehmend zum Superexperten-system, bei dem man nicht nur wie bisher Wissen aus Büchern erlernt, darüberhinaus kann man Wissen situationsgerecht aus Wissensbasen abrufen.

Wir kennen unter wirtschaftlicher Betrachtung zwei Arten von Wissen:

1. Das Wissen, dessen Wert mit seiner Exklusivität steigt.
2. Das Wissen, dessen Wert mit seiner Verbreitung steigt.

Es ist klar, daß diese beiden Arten nicht nur diametral in ihrer Bedeutung sind, sondern auch in ihrer Entstehung und Behandlung.

Die Gesellschaft für Wissenschaftsforschung beabsichtigt daher in Zukunft abwechselnd jeweils eine Tagung zur ersten und zur zweiten Art des Wissens zu veranstalten.

Bei der ersten Art handelt es sich um die für die Wirtschaft so wichtige begründete Information, die entweder durch Geheimhaltung oder durch rechtliche Rahmenbedingungen (z. B. Patente) exklusiv geschützt wird. Von ihr lebt die Industrie und ein zunehmend großer Teil unserer marktwirtschaftlich orientierten Gesellschaft.

Bei der zweiten Art, um die es bei dieser Tagung hauptsächlich geht, sprechen wir in erster Linie von publizierter Information, wie wir sie in den Bibliotheken vorfinden. Ohne sie funktioniert natürlich keine Industriegesellschaft und erst recht keine Wissenschaftsgesellschaft. Diese zweite Art des Wissens folgte aber in den letzten Jahrhunderten keineswegs den herkömmlichen Gesetzen der Marktwirtschaft. Im Gegenteil. Sie war nicht ohne Grund kostenlos in Bibliotheken verfügbar und sie wurde sogar über die Schulpflicht staatlich erzwungen. Es wäre im höchsten Maße töricht zu glauben, daß dies nur aus Mangel an marktwirtschaftlichem Bewußtsein geschah.

Die wirkliche Rolle der Bibliotheken in der bisherigen Wissenschaft ist erstaunlich wenig bekannt. So ist es uns bisher nicht gelungen nachzuweisen, in welchem Maße beispielsweise die berühmte Universitätsbibliothek in Göttingen zu den hervorragenden Leistungen der Wissenschaft an dieser Universität beigetragen hat, weil es nicht nur Wissenschaftler gab, die mit ihrem Wissen von anderen Universitäten kamen und solche, die das Wissen aus der Göttinger Bibliothek hinaus in andere Städte und Länder trugen. Auch in der einzigartigen deutschen Chemiedo-

kumentation des letzten Jahrhunderts und des angehenden 20. Jahrhundert läßt sich bisher nicht nachweisen, ob sie so führend war, weil die deutsche Chemie an der Spitze der Welt stand, oder ob diese Chemie aufgrund der hervorragenden Dokumentation so leistungsfähig wurde.

Hier ist Ursache und Wirkung so schwer greifbar, weil es sich um eine gegenseitige Bedingtheit bzw. eine Rückkopplung handelt. Die Bedeutung der damaligen deutschen Chemie wurde ja erst durch die hervorragende Dokumentation, und diese durch entsprechend qualifizierte Publikationen bekannt.

Wichtig an dieser Erkenntnis ist, daß Bibliotheken und die darin enthaltenen Publikationen durch ihre Doppelfunktion, Reklame für eine wissenschaftliche Leistung und damit für die Qualifikation von Autoren, Paradigmen und Instituten zu machen, und gleichzeitig für den Leser als Informationsquelle zu fungieren, einen Wert haben, der weitaus mehr vom Sender als vom Empfänger bezahlt wird.

Bedenkt man, daß ein durchschnittlicher Wissenschaftler eine Publikation pro Jahr erzeugt, und setzt man dafür einen Wert in der Größenordnung von rund 100.000 DM ein (für seinen eigenen Verdienst, den der nichtwissenschaftlichen Mitarbeiter, Unterbringung, Gerätschaft, Materialverbrauch, Reisen, etc. – abzüglich anderer Leistungen die er darüber hinaus erbringt), so sind die Kosten, die die Leser dieser Publikation einsetzen, eher vernachlässigbar. Im Vergleich hierzu setzt Gerhard Neuweiler, nach Angaben im Tagesspiegel vom 20.3.98 in Deutschland nur 70.000 DM und in England sogar nur 16.000 DM für eine wissenschaftliche Arbeit an.

Eine zweite Fehleinschätzung bei der Rolle der Bibliotheken liegt darin, daß ihre größte Ersparnis, die sie der Wissenschaft erbringen, um den Faktor 100 weniger in der Wissensversorgung durch Bücher die wir lesen liegt, als vielmehr darin, uns die Möglichkeit zu geben, festzustellen, welche Bücher wir nicht zu lesen brauchen und welchen hypothetischen Irrwegen wir nicht folgen müssen.

Information hat in der Wissenschaft die oft unterschätzte Eigentümlichkeit besonders interessant zu sein, wenn sie falsch ist. Gerade dann muß sie genau studiert werden, um sie zuverlässig falsifizieren zu können. Unter marktwirtschaftlichen Gesichtspunkten bedeutet das den Erwerb von Unsinn für exorbitante Preise, weil dort die Nachfrage am höchsten ist. So absurd diese Feststellung erscheint, so leicht ist sie bei einer Reihe von pseudowissenschaftlichen Publikationen, die von Laien gern und viel diskutiert werden, nachweisbar.

Wir müssen klar erkennen, daß im Gegensatz dazu gerade die neuen Theorien, die den höchsten Informationsgehalt haben, am ehesten unverstanden bleiben. Sie werden bekanntlich nur von wenigen Betroffenen, die auch die notwendigen wissenschaftlichen Voraussetzungen dazu haben, in ihrer Bedeutung erkannt. Insofern folgt die Ausbreitung einer neuen Theorie auch nicht den Regeln der

Diffusion, sondern denen der Katalyse. Solche Theorien werden angenommen, wenn sie bei den Empfängern einen eigenen Gedankengang positiv zu beeinflussen vermögen.

Interessanterweise läßt sich die langsame Ausbreitung einer neuen Theorie oder auch die einer neuen Methode im Science Citation Index nicht daran erkennen, daß sich auf eine bestimmte Anfangspublikation im Laufe der Zeit immer mehr Zitationen beziehen, wie es beispielsweise auch der Matthäus Effekt erwarten läßt. Statt dessen finden wir im Science Citation Index grundsätzlich eine Abnahme der Zitationen von der Form einer Halbwertszeit. Dieses Ergebnis ist deshalb bemerkenswert, weil es uns einen wichtigen Vorgang der Wissenschaft deutlich macht.

Im Gegensatz zu unserer allgemeinen persönlichen Erfahrung zitieren wir eine Publikation nicht immer öfter, weil wir auf sie durch Zitationen aufmerksam werden, sondern immer seltener, je bekannter sie wird. Am schönsten läßt sich dies am Unterschied zwischen den *citation classics*, mit einer Halbwertszeit von etwa 15–20 Jahren (entspricht bemerkenswerter Weise der Verdopplungsrate der Literatur und führt so zu einer etwa konstanten Zitationsrate), und den *most cited articles*, mit einer Halbwertszeit von weniger als 5 Jahren erkennen. Leider machte selbst E. Garfield diesen wichtigen Unterschied in seinen „Essays of an Information Scientist“<sup>15</sup> nicht, obwohl der Science Citation Index deutlich zeigt, daß ein Aufsatz, der von Beginn an oft zitiert wird, in seiner Zitationsrate rascher abnimmt als durchschnittliche Aufsätze, weil man ihn bald als bekannt voraussetzt. Dagegen beziehen sich die *citation classics* auf Themen, die sich als ungeklärte Probleme durch die Literaturgeschichte hindurch ziehen. An sie wird immer wieder erinnert, um sie bis zu ihrer Klärung nicht in Vergessenheit geraten zu lassen.

Ansonsten konzentriert sich unser Interesse bei einer wichtigen Arbeit weniger auf diese Publikation als vielmehr auf ihren Autor, den wir danach möglichst mit seinen neusten Arbeiten zitieren, bzw. auf die interessierende Problematik, die wir in der jeweils neuesten Literatur weiter verfolgen, ohne jeweils die gesamte Historie zitieren zu können, weil die Zahl von durchschnittlich 10 Referenzen pro Publikation über die Jahrzehnte hinweg recht konstant bleibt.

Besonders erwähnenswert ist in diesem Zusammenhang der von M. Bonitz<sup>16</sup> beschriebene „Matthäus Effekt“ der Länder, der aus meiner Sicht mit der hier angesprochenen Problematik allerdings wenig zu tun hat. Er existiert im Gegensatz zum sogenannten Matthäus Effekt Mertons wirklich, und sollte daher eher als Bonitz-Effekt in die Literatur eingehen. Er hat insofern eine besondere Bedeutung, weil er vermutlich ein wichtiges Merkmal der Wissenschaft deutlich macht, die

15 Essays of an Information Scientist. Vol. 2, Philadelphia: ISI Press 1977.

16 Bonitz, M., The scientific talents of nations. – In: Libri 47(1997), S. 206 – 213.

Arbeitsteilung. Es gibt Länder mit charakteristischen Arbeitsschwerpunkten, die sich aus der Tradition, aus dem Forschungsbudget, aus den natürlichen Voraussetzungen und aus den dringenden wirtschaftlichen Notwendigkeiten heraus ergeben. Wie stark diese Faktoren einerseits, und die Attraktion zu den allgemein interessanten Forschungsfronten andererseits, wirksam werden, hat Bonitz quantifiziert. Damit haben wir eine Grundlage, die es uns ermöglicht, auf der Basis der Digitalen Bibliothek Forschungsschwerpunkte genauer zu verfolgen und damit auch gezielter zu unterstützen. Es gibt eindeutig Forschungsschwerpunkte die von allgemeinem weltweiten Interesse sind, und die damit auch viele Zitationen auf sich ziehen, und solche, die nur bestimmte Spezialisten bzw. bestimmte Länder interessieren.<sup>17</sup> Gerade eine solche arbeitsteilige Spezialisierung der Wissenschaftsgesellschaft, in der sich beispielsweise Länder wie Brasilien auf Zuckerrrohr-, die Philippinen auf Reis- oder Mexiko auf Getreideforschung konzentrieren,<sup>18</sup> ist aus mehreren Gründen von Vorteil. Sie schafft Perfektion, ist ökonomischer und reduziert überflüssige Doppelarbeit, ohne eine notwendige Konkurrenz auszuschließen.

Länder der Dritten Welt beklagen seit langem, daß sie im Science Citation Index unterrepräsentiert sind. Dies ist insofern zweifellos der Fall, weil der Science Citation Index sich gezielt auf die Zeitschriften der Welt bezieht, die am häufigsten zitiert werden. Dabei ist es kein Zufall, daß die stark interdisziplinär und die biochemisch ausgerichteten Zeitschriften, die von ubiquitärem Interesse sind, einen hohen Anteil haben. In den Hintergrund treten dagegen Informationen die direkte wirtschaftliche Bedeutung implizieren und damit stark im industriellen und insbesondere im geheimzuhaltenden Bereich angesiedelt sind. Sie bleiben zu etwa 80% dem Patentwesen vorbehalten.

Es ist im Rahmen der Digitalen Bibliothek möglich und sicher auch damit zu rechnen, daß sich in Zukunft die einzelnen Länder verstärkt um ihre landesspezifischen Zitationsindizes bemühen werden. So kann es aus meiner Sicht als ein dringendes Desiderat angesehen werden, daß wir beispielsweise aus allen digital gespeicherten deutschen Dissertationen in absehbarer Zeit einen automatisch erstellten Zitationsindex erzeugen. Auf diesem Wege lassen sich zweifelsfrei landesspezifische Eigenheiten feststellen und optimieren. Dies kann allerdings nicht gelingen, wenn wir den Fehler machen, wie er sich zur Zeit bedauerlicherweise andeutet, daß wir Dissertationen in fast beliebigen Formaten wie PDF, Postscript, Winword, WordPerfect, LaTeX, etc. akzeptieren. Eine Vereinheitlichung auf der Basis der Standard Generalized Markup Language (SGML) ist dabei unabdingbar.

17 Ojasoo, T., The disciplines of national wealth. – In: *Nature* (London). 391(1998), S. 628 – 629.

18 Goldemberg, J., What is the role of science in developing countries? – In: *Science* 279(1998), S. 1140 – 1141.

Diese Daten können im Volltext verfügbar gemacht, durch Metadaten vereinheitlicht und durch eine Volltextindexierung zusätzlich ergänzt werden. Schon heute hat sich in diesem Rahmen die Hypertext Markup Language (HTML) als Document Type Definition (DTD) der SGML und ihrer Fortentwicklung zur Extensible Markup Language (XML), die ein Subset der SGML ist, weitestgehend durchgesetzt.

Durch die sich im Internet abzeichnende Trennung von Publikation und Präpublikation (Publikmachung) entsteht die Frage, ob es nicht sinnvoll wäre, Präpublikationen verstärkt in der eigenen Landessprache zu verfassen bzw. in geschlossenen Diskussionsrunden zunächst abzuklären, bevor sie Bestand des weltweit bibliothekarischen Archivsystems werden.

Die Diskussion der siebziger Jahre, ob deutsche Wissenschaftler noch in ihrer Muttersprache publizieren können, wurde von den Verlagen weitgehend dahingehend beantwortet, daß sich ihre Zeitschriften wirtschaftlich nur auf internationaler Ebene halten können. Damit beantwortete sich die Frage der Sprache von selbst. Trotzdem gibt es seit 1900 einen eindeutigen Trend in Richtung Sprachdiversifizierung, da immer mehr Länder an der Wissenschaftsgesellschaft teilhaben wollen. Dies ist kein Widerspruch zu der Beobachtung, daß natürlich auch die Publikationen in englischer Sprache, als *lingua franca* der Wissenschaft zunehmen.

Es wäre allerdings für die Wissenschaft allgemein von Vorteil, wenn ein modernisierter Filtermechanismus die Qualität der internationalen Publikationen verbessern würde. Es gibt vereinzelt Belege dafür, daß die sogenannten anonymen *peer reviewer* international renommierter Verlage Arbeiten mit hoch interessanten Ergebnissen ablehnen, um sie in anderen Zeitschriften leicht abgewandelt selbst zu publizieren. Dieser Gefahr kann durch Präpublikation im Internet neuerdings teilweise entgangen werden. Andererseits beobachtet man beispielsweise die Akzeptanz von deutschen Arbeiten in englischer Sprache durch ausländische Herausgeber, in renommierten Publikationsorganen, die dem deutschen wissenschaftlichen Ansehen im internationalen Wettbewerb eher abträglich sind. Wenn beispielsweise die Situation des deutschen Bibliothekswesens mit Kopfschütteln dargestellt wird, weil der Autor für diese Entwicklung kein Verständnis hat. Eine solche Darstellung ist zwar legitim, aber nicht wissenschaftlich, da ein Mangel an Verständnis für ein Problem *per definitionem* nicht als Wissenschaft bezeichnet werden kann. Wettbewerb erfordert grundsätzlich ein *fair play*, das seinerseits klare Regeln erfordert – um sie geht es in der Wissenschaftsgesellschaft.

Die höchst interessante Problematik der Zitationsanalyse betrifft auch die mehrfach diskutierte Ortega Hypothese, in der wiederholt, viel zitierte Autoren mit geistiger Elite gleichgesetzt werden. Dies ist um so erstaunlicher, als gerade der über Jahre hinweg am häufigsten zitierte Autor, Oliver H. Lowry, hinsichtlich seines,

gemeinsam mit N.J. Rosebrough, A.L. Farr und R.J. Randall 1951 publizierten Aufsatzes über die Proteinbestimmung schrieb: „I am afraid it does not signify great scientific accomplishment“.<sup>19</sup> Auch eine Reihe anderer *most cited articles* sind schlichte Methoden. Dagegen werden neue und teilweise geniale Theorien in abgewandelter Form übernommen, ohne daß sich Autoren immer verpflichtet fühlen, sie zu zitieren. Beispiele von viel zitierten Autoren sind auch die, die lediglich durch die Kumulation von Falsifikationen bekannt wurden. Sie gehören sicher nicht zur geistigen Elite der Wissenschaft.

Während J.R. Cole and S. Cole<sup>20</sup>, die mit ihrer Arbeit von 1972 noch deutlich machen wollten, daß wir auf die zahlreichen mittelmäßigen Wissenschaftler verzichten könnten, weil nur wenige wirklich Begabte substantielles zu leisten vermögen, gelangten S. Cole und G. Meyer 1985<sup>21</sup> zu der Auffassung, daß eine direkte Korrelation zwischen der Zahl an Wissenschaftlern und der Zahl an substantiellen Publikationen besteht. Damit stehen unsere großen bzw. bekannten Wissenschaftler eindeutig nicht nur auf den viel zitierten Schultern von Giganten, sondern auch auf den zahllosen Schultern der wissenschaftlichen Basis, aus der sie, aus welchem Grunde auch immer, hervortraten.

Wer die Literatur auf dem eigenen Fachgebiet über mehrere Jahrzehnte verfolgt, kann leicht feststellen, bei wie vielen Themen Jahr für Jahr nach Lösungen gesucht wird, ohne daß wirkliche Fortschritte erkennbar sind. Ebenso fällt auf, daß in bestimmten Themenbereichen Generation für Generation wiederkehrend Argumente und Gegenargumente ausgetauscht werden. Nur mit dieser Basisarbeit kann ein bestimmtes Wissen wach gehalten werden, bis es plötzlich zu einer Lösung des Problems kommt. Es muß auch klar gesehen werden, daß gerade die breite wissenschaftliche Diskussion genialer Theorien, diese erst absichert und zum *common sense* führt. Dieses Wissen ist aus alten Büchern nur schwer extrahierbar, da die inzwischen gelösten Probleme von den ungelösten kaum unterscheidbar sind. Insofern mußte in der klassischen Bibliothek altes und neues Wissen regelmäßig in neue Bücher übernommen und somit neu geschrieben werden.

Die Gefahr der wir heute unterliegen, ist die Übernahme von bereits überholten Hypothesen, weil die klassische Bibliothek, auf der Basis gedruckter Bücher, eine Synopsis des vorhandenen Wissens immer unmöglicher macht. In der Digitalen Bibliothek erübrigt sich dies teilweise dadurch, daß Obsoletes gelöscht, Falsches berichtigt und Bestehendes einfach kopiert werden kann.

19 Garfield, E., Citation frequency as a measure of research activity and performance. – In: *Essays of an Information Scientist*. Vol. 1. 1962–1973. Philadelphia: ISI Press 1973, S. 406 – 408.

20 Cole, J.R. / Cole, S., The Ortega hypothesis. – In: *Science* 178(1972), S. 368.

21 Cole, S. / G. Meyer, G., Little science, big science revisited. – In: *Scientometrics* 7(1985), S. 443.

*Big science* bedeutet Wissenschaft gezielt aus dem bereits vorhandenen Wissen heraus voranzutreiben. Es ist immer weniger der *random walk* des Einzelnen, auf der Suche nach neuen Erkenntnissen, und immer mehr der Entschluß von Arbeitsgruppen gemeinsam ein lösbares Problem mit abschätzbarem Aufwand unter den optimalen Bedingungen abzuklären.

### 3. *Die Notwendigkeit eines enzyklopädischen digitalen Lehr- und Handbuchs im Rahmen der Digitalen Bibliothek*

Der Versuch einer umfassenden Darstellung vorhandenen Wissens der jeweiligen Zeit ist uralte. Er gewann in der Antike seine Gestalt unter dem griechischen *enkyklios paideia*, in der der gesamte Umkreis des Wissens erfaßt werden sollte. Im 15. Jahrhundert erreichte diese Vorstellung im chinesischen „*Young-lo-ta-tien*“ mit 11.000 Heften eine neue Dimension. Und im 18. Jahrhundert verhalfen die Enzyklopädisten, im Rahmen der Aufklärung, dieser Entwicklung zu einer hervorragenden Blütezeit. Sie verstanden unter einer Enzyklopädie ein umfassendes Bildungsinstrument und ein auf Vernunft gegründetes Kompendium, in dem das gesamte Wissen ihrer Zeit zusammengetragen ist. Berühmt wurde ihre Enzyklopädie durch den Philosophen Denis Diderot, den Mathematiker Jean Le Rond D’Alembert, durch Condillac, Helvetius, Montesquieu, Rousseau, Voltaire u.a. die in der Gesellschaft der Gelehrten (*société de gens de lettres*) zwischen 1751 und 1780 in 35 Bänden (28 + 5 Ergänzungs- und 2 Registerbände) als die sogenannten Enzyklopädisten tätig wurden. Weit über hundert der Enzyklopädisten sind bekannt. Sie haben bei der Gliederung des Werks auf der Lehre des Francis Bacon gefußt und auf der Erfahrung aus den Naturerkenntnissen. Auch das dazu notwendige wissenschaftsorientierte Unternehmertum war neu, indem die Finanzierung durch fünftausend Subskribenten erfolgte. Die Beteiligung vieler Autoren am Aufbau einer neuen Lehrmeinung war somit die geglückte geistige Revolution der Aufklärung hin zur Wissenschaft, und damit war es in gewisser Hinsicht auch der Beginn der Wissenschaftsgesellschaft.

Im 19. Jahrhundert folgten dann die populärwissenschaftlichen Konversationslexika, die Nachschlagewerke und die Lehr- bzw. Handbücher auf den einzelnen sich ausbreitenden Fachgebieten, die eine weite Verbreitung der Wissenschaft in der allgemeinen Bevölkerung der Industriestaaten ermöglichten.

Die Enzyklopädien müssen als ein wiederholter und wissenschaftlich notwendiger Versuch gewertet werden, das essentielle Wissen aus der Informationsflut der jeweiligen Zeit herauszufiltern. Durch ihre alphabetische Ordnung haben sie dabei zwei wichtige Voraussetzungen geschaffen:

1. Sie trugen zur Definition von Begriffen bei, die als wichtigstes Fundament der Wissenschaft schlechthin anzusehen sind.
  2. Sie machten eine Zusammenarbeit von vielen Autoren möglich, die sich so weitgehend auf eine gemeinsame wissenschaftliche Basis verständigen konnten.
- In der heutigen *big science* hätte eine neue Enzyklopädie eine größere Bedeutung denn je, wenn der dafür notwendige finanzielle Aufwand, die rasche zeitliche Entwicklung und der Umfang den Rahmen des Gedruckten Buches nicht längst gesprengt hätte.

Damit wird rasch deutlich, warum der im Grundsatz zeitlose Gedanke der Enzyklopädisten heute nur noch auf der Basis einer koordinierten Entstehung von Digitalen Lehr- und Handbüchern und durch ein weltweites *workgroup computing* realisierbar ist:

1. gibt es keine echte Grenze des Umfangs, da die Speicherkapazitäten, der gedruckten Enzyklopädie gegenüber, um mehrere Zehnerpotenzen höher liegen;
2. kann auf diesem Wege eine permanente Berichtigung und Fortentwicklung gewährleistet werden;
3. lassen sich im selben Werk alphabetische, chronologische, semantische bzw. auch objektorientierte Ordnungen beliebig realisieren;
4. alle beliebigen und dafür geeigneten Teile können auch lehrbuchartig aufbereitet bzw. handbuchartig zum nachschlagen gedruckt erscheinen;
5. Copyrightvermerke sind unsichtbar, aber bei Bedarf jederzeit abrufbar, sogar für einzelne Sätze anzubringen;
6. die einzelnen informetrischen Einheiten, die als Beleg oder auch als mögliche Zweifel am dokumentierten Wissen dienen, sind in Form von leicht überschaubaren Bildschirmen zu organisieren und können für sich unter mehreren Aspekten klassifiziert, deskribiert und mit Hilfe weiterer Zusatzinformationen indexiert werden;
7. die einzelnen Wissens Elemente, die jeweils aus einer Information und ihrer Begründung bestehen, sind in Frames organisierbar;
8. durch die neu zu erzeugende Organisation des Wissens entsteht für die Gesamtheit der Digitalen Lehr- und Handbücher ein neues Urheberrecht, das sich von der einfachen Übernahme bestehender Texte löst und somit auch von deren Urhebern;
9. die Digitalen Lehr- und Handbücher in ihrer Gesamtheit sind nicht nur im Volltext recherchierbar, so daß bei jeder Veränderung bzw. Ergänzung exakt geprüft werden kann, ob damit Redundanzen oder Diskrepanzen erzeugt werden, sie sind unter Verwendung der SGML auch in ihrem Volltext zusätzlich und direkt indexierbar;

10. die Digitalen Lehr- und Handbüchern können neben den typisch hypermedialen Text-, Bild- und Tonobjekten auch beispielsweise Modelle, Simulationen und Expertensysteme enthalten;
11. an der Verbesserung der Digitalen Lehr- und Handbücher kann jeder jederzeit mitarbeiten, sobald er den Inhalt verstanden hat und einen wissenschaftlichen Beitrag zu leisten vermag. Die Akzeptanz und damit die Publikationsfähigkeit dieser Beiträge, im Rahmen der einzelnen Digitalen Lehr- und Handbücher, muß natürlich vom jeweiligen Herausgebergremium nach genauer Prüfung bestätigt werden.

Damit ist es klar, daß konkurrierende wissenschaftliche Modelle sich in konkurrierenden Digitalen Lehr- und Handbüchern mit eigenen Herausgebern manifestieren können und voraussichtlich auch werden.

Zum Aufbau eines solchen enzyklopädischen Wissensgebäudes, das natürlich weiterhin die Einheit der Wissenschaft zum Ziel haben muß, und das sich hauptsächlich aus organisatorischen und didaktischen Gründen aus der Vielzahl von fachorientierten digitalen Lehr- und Handbüchern zusammensetzt, gehört ein entsprechendes informatorisches Umfeld. In ihm muß Material gesammelt, durch Klassifizierung geordnet und verfügbar gemacht werden, damit das eigentliche Wissen daraus extrahierbar wird. Hier verändert sich unser Wissenschaftsmanagement fundamental und erfordert insbesondere in den Universitäten ein neues Verständnis dafür.

Wissensverwaltung war bisher in erster Linie eine zentrale Aufgabe der einzelnen Wissenschaftler selbst, die sich dabei allerdings schon immer in erheblichem Maße der Bibliotheken bedienten. Sie gehört somit in die Grundlagen universitären Studiums. Die zahlreichen Bücher die in den letzten Jahrzehnten zum Thema wissenschaftliches Arbeiten erschienen sind, haben mehr oder minder deutlich darauf hingewiesen, daß am Beginn einer wissenschaftlichen Arbeit ein eingehendes Literaturstudium steht, daß darauf die Phase folgt, in der man das erworbene Wissen und die Information ordnet bzw. klassifiziert, um schlußendlich das Ergebnis eigenen Nachdenkens bzw. eigener Untersuchungen zu Papier zu bringen.

Auffällig ist beim Studium der meisten dieser Bücher, daß sie noch immer empfehlen, eine sogenannte Steilkartei anzulegen. Das sind diese formschönen Karteikästen, die man daher auch in allen guten Schreibwarengeschäften noch immer erwerben kann, und die von pflichtbewußten Diplomanden und Magisteranwärtern systematisch durch Verzettelung gefüllt werden wollen. Im Laufe einer wissenschaftlichen Ontogenese haben sich bei den einzelnen Akademikern meist mehrere solcher Sacherschließungsansätze, unter Nutzung kleiner, großer, bunter oder auch gelochter Karteikarten, angehäuft, ohne daß man erklären

könnte, warum das so empfehlenswerte System in Realität kaum konsequent eingesetzt wird.

Auch im Bereich der Literaturrecherche und der Benutzung moderner Informationssysteme in den Bibliotheken sind die erwähnten Bücher äußerst begrenzt hilfreich. Von den nutzbaren Softwareangeboten der Rechenzentren zum modernen wissenschaftlichen Arbeiten, ist dort meist noch weniger zu lesen. Diese Art des wissenschaftlichen Arbeitens im Kontext moderner Wissensverwaltung zu sehen ist sicher auch nicht allgemeine Praxis. Dagegen wird oft und gern auf eine Fußnotenpraxis verwiesen, die nicht selten altertümliche Charakterzüge trägt. Zum Verständnis alter Publikationen ist dies zweifellos wichtig. Zur Tradierung in neue hypertextorientierte Publikationen hinein, eher Kontraproduktiv.

Wissenschaftliches Arbeiten sollte daher auf der Basis des Digitalen Lehr- und Handbuchs neu professionalisiert werden. Das beginnt mit gezielten Recherchen in Onlinetrievsystemen, Faktenbanken, in Hypertextsystemen, im Internet auf CD-ROMs und natürlich auch in den alten gedruckten und noch nicht digitalisierten Bibliographien, Nachschlagewerken oder Bibliothekskatalogen. Die Ergebnisse können von Arbeitsgruppen auf gemeinsam verfügbaren Servern gesammelt, indiziert und damit jederzeit verfügbar gehalten werden.

Müßte nicht längst jeder moderne Wissenschaftler, anstelle des empfohlenen Karteikastens, eine oder mehrere Volltextdatenbanken verfügbar haben. Läßt sich damit nicht das was man früher exzerpierte, dann zunehmend kopierte und heute auf den eigenen Server „downloaded“ oder „einscann“ , vollständig retrievalfähig machen? Aus ökonomischen und logistischen Gründen bietet es sich an, neben den persönlichen Datenbanken solche zu haben, die im Institut, in den Invisible Colleges oder auch in der jeweiligen Universität gemeinsam aufgebaut und nutzbar gemacht werden. Sie sind auf das Angebot von Bibliothek und Rechenzentrum abzustimmen. Die zentralen Einrichtungen bieten schon heute zahlreiche Datenbanken und andere Informationsangebote für die gesamte Universität an, ohne daß in Deutschland ausreichend bekannt wäre, wie eine nationale Informationslogistik konzipiert sein sollte. Das hat sehr viel mit optimierten Arbeitsbedingungen und natürlich auch mit Urheberrechten und mit den Finanzen der Universität insgesamt zu tun.

Die radikalen Sparmaßnahmen, um die es zur Zeit in den Universitäten geht, entsprechen schätzungsweise einem Bruchteil dessen, was mit einem zeitgemäßen Wissenschaftsmanagement eingespart werden könnte. Man muß sich nur vor Augen halten was es kostet, wenn Studierende in veralteten Wissenschaftstechniken unterrichtet werden oder Hochschullehrer sich mit obsoleten Verwaltungsproblemen beschäftigen müssen. Ein nicht unerheblicher Teil unserer heutigen Arbeitslosigkeit entspringt zweifellos veralteten Ausbildungszielen. Die Suche in diesem

Dilemma, nach ökologischen Wissenschaftsnischen, ist zwar kein Problem, weil es davon unzählige gibt, diese werden aber sinnvollerweise eher von den finanzschwächeren Ländern mit geringeren Personalkosten abgedeckt.

Die Zahl der Wissenschaftler, die ihre bisherigen Publikationen und Vorträge, ihre schriftlich fixierten Gedankensplitter und Ideen, E-mail-Mitteilungen von Fachkollegen, Rechercheergebnisse aus dem Internet, etc. regelmäßig in die eigene Volltextdatenbank überführen, um ein fruchtbares Umfeld für ihre weitere Arbeit zu schaffen, ist auch an Universitäten noch weitgehend unterentwickelt. Die Datenbanklandschaft hat im letzten Jahrzehnt einen von vielen Fachwissenschaftlern unbemerkten Paradigmenwechsel erfahren, der darin liegt, daß man früher Daten, Fakten oder Dokumente in einem festgelegten Format in die Datenbanken oder Retrievalsysteme einbrachte, während wir heute zunehmend Dokumente im SGML- bzw. HTML-Format, mit Metadaten versehen, auf den verschiedensten Servern vorhalten, die von Indexdateien wie AltaVista, Harvest, HotBot, Hyperwave, Lycos oder WAIS, um nur einige zu nennen, im Volltext erschlossen werden.

Von einer gewissen interdisziplinären Größe an könnte bei den Digitalen Lehr- und Handbüchern sicher nicht mehr unterschieden werden, ob es sich noch um eine digitale Enzyklopädie oder bereits um eine virtuelle wissenschaftliche Bibliothek handelt. Die USA haben mit dem Inter- und Intranet eine Basis geschaffen, an dem die moderne professionelle Wissensverwaltung nicht mehr vorbeigehen kann. Das Wissen um diese Basis fordert allerdings inzwischen auch ein Verständnis für einen Grundgedanken, wie er sich in der SGML-Philosophie angekündigt hat, und sich im World Wide Web (WWW) immer deutlicher manifestiert.

Wissen wächst evolutionär und kann vermutlich nur mit der Biogenetischen Evolutionsstrategie sinnvoll aufgebaut werden. Auf dieser Basis entsteht ein objektorientiertes Erschließungssystem, das wir im Sinne von C.W. Morris<sup>22</sup>, dem wir die Unterscheidung von Semantik, Syntaktik und Pragmatik verdanken, am besten mit dem Begriff pragmatischer Thesaurus definieren, der bei korrekter Kommunikation in direkter Konkordanz zum semantischen Thesaurus stehen muß. Ohne daß dieser Gedanke hier weiter begründet werden kann, soll er lediglich andeuten, daß wir aus der Biogenetischen Evolutionsstrategie heraus Ansätze finden können, wie eine pragmatische Wissensorganisation aus der Analogie der Biogenetischen Grundregel Haeckels heraus, organisch wachsen müßte.

22 Morris, C.W., *Signs, Language, and Behavior*. New York: George Braziller, Inc. 1955.

#### 4. Die wirtschaftliche Rolle der Digitalen Bibliothek

Ganz ohne Zweifel braucht die Wissenschaftsgesellschaft von morgen mehr Wissenschaftler als je zuvor. Ob sich diese allerdings in vernünftigen Arbeitsverhältnissen befinden werden, hängt von den politischen, sozialen und wirtschaftlichen Entscheidungen heute ab. So läßt sich beispielsweise eine Fehlentwicklung leicht vorhersagen, wenn wir heute noch den Versuch machen, dem Studium finanziell und edukativ, im Sinne der überholten *little science*, einen elitären Charakter zu geben. Wir werden diese geistige „Elite“ von morgen nicht bezahlen können, weil sie für das, was sie wirklich zu leisten vermag, zu teuer sein wird. Anstelle dessen brauchen wir zahlreiche, nicht zu hoch bezahlte leistungsfähige Arbeitsgruppen, mit aufeinander abgestimmten Spezialisierungen. Sie alle müssen ökonomisch vertretbar mit Information versorgt werden. Neben dem damit virulenten wirtschaftlichen Aspekt ist insbesondere ein sozialer und auch ein ethischer verbunden.

Schon heute wäre es dringend notwendig die zahllosen brachliegenden Fähigkeiten arbeitsloser Akademiker in der Digitalen Bibliothek besser zu versorgen und ihnen damit eine Chance zu geben, im Bereich wissenschaftlicher Dienstleistung bzw. Produktion wieder Fuß fassen zu können. Die Disproportionierung von hochbezahlten Kräften in Industrie und Handel auf der einen Seite und den millionen Arbeitslosen auf der anderen Seite, ist ein unübersehbares Zeichen für eine fehlgeleitete Politik, die noch immer von den veralteten Vorstellungen der *little science* ausgehen. So erstaunlich es ist, daß die Leistungsfähigkeit der heutigen Wissenschaftsgesellschaft in der Lage ist, zahllose Arbeitslose am Leben zu erhalten, so erschütternd ist die Tatsache, daß grundlegende Entwicklungen in der Wissenschaftsforschung so verheerend fehlinterpretiert und Grundlagen der Informationstheorie nicht zur Kenntnis genommen werden.

Wenn es Realität werden sollte, was sich an einigen Stellen unserer Volkswirtschaft in besorgniserregendem Maße ankündigt, daß Redundanz, Information und Wissen, zum Teil sogar schlichtes informationstheoretisches Rauschen und gezielte Irreführung, unter einem geradezu beliebigen Etikettenschwindel, zu völlig absurden Preisen vermarktet wird, gelangen wir in diesem Bereich zunehmend zu anarchischen Situationen, vor denen dringend gewarnt werden muß.

Um dieses verhindern zu können, muß die Wissenschaftsgesellschaft erstens Rauschen, Redundanz, Information und Wissen klar voneinander unterscheiden. Zweitens muß die Dienstleistung, die zur Besorgung, Ermittlung oder Erzeugung bestimmter Nachrichten erforderlich ist, erkennbar gemacht und realistisch bezahlt werden. Und drittens muß dem eindeutigen und unausweichlichen Trend zu einer Gesellschaft, in der fast alle Menschen nicht nur lesen, schreiben und rechnen können, sondern auch wissenschaftlich denken lernen, politisch Rechnung getra-

gen werden. Nur so ist eine sozial gerechte Gesellschaftsstruktur auf humanem Niveau möglich, in der auch in Zukunft Ausbeutung und Übervorteilung als unsozial gilt.

Wir haben bereits eingangs gesehen, daß die Digitale Bibliothek für diese Entwicklung unabdingbar ist.

---

FRANK HAVEMANN

## **Lokale, nationale und internationale Kooperationsbeziehungen Berliner Biowissenschaftler in den 80er Jahren und in der ersten Hälfte der 90er Jahre des 20. Jahrhunderts**

### *1. Einführung*

Die Spezialisierung in den Naturwissenschaften bringt es mit sich, daß Ergebnisse der Forschung oft von den über die Welt verstreuten Fachkollegen, die an gleichen oder zumindest ähnlichen Problemen arbeiten, angemessener eingeschätzt werden können als von Labornachbarn im Institut. Reputation erlangt man zuerst in der internationalen Fachgemeinschaft, der *scientific community* einer Spezialdisziplin<sup>1</sup>. Für die örtlichen Geldgeber und Entscheidungsgremien wird sie unmittelbar sichtbar, wenn Forscher auf Kooperation mit ausländischen Partnern verweisen können. Allerdings müssen Hindernisse überwunden werden, ehe eine Zusammenarbeit über Ländergrenzen hinweg auch Resultate zeitigt. Da ist zum einen die geographische Distanz, dann die Sprachbarriere und schließlich können auch politische Grenzen mehr oder weniger durchlässig für Wissenschaftler sein. Gerade Berlin vor dem Fall der Mauer<sup>2</sup> ist ein Beispiel, wo Politik alleine wissenschaftliche Kooperation der beiden Teile der Stadt fast völlig verhinderte.

Wissenschaftler haben es nicht nur mit politischen und kulturellen Barrieren zu tun. Bei der Stellung und Lösung von angewandten wie grundlegenden wissenschaftlichen Problemen sind oft auch disziplinäre Grenzen zu überwinden. Interdisziplinarität kann schon in einem Kopf stattfinden, wenn ihm Erkenntnisse,

1 Dies gilt in viel geringerem Maße für die anwendungsorientierte Forschung; deswegen ist dort die Tendenz zu internationaler Zusammenarbeit schwächer als in der Grundlagenforschung (Luukkonen, T. et al., *Understanding Patterns of International Scientific Collaboration*. – In: *Science, Technology, & Human Values* (London). 17(1992)1, S. 101–126).

2 Öffnung der innerstädtischen und der innerdeutschen Grenze am 9. November 1989.

Konzepte und Methoden verschiedener Disziplinen oder Teildisziplinen zur Verfügung stehen. An großen Instituten ergänzen sich oft Abteilungen, an Universitäten können leicht Fachrichtungen zueinander kommen, in Großstädten oder Wissenschaftsregionen findet sich das fehlende Fachwissen, ohne daß weit gereist werden muß.

Disziplinäre wie interdisziplinäre, nationale wie internationale Kooperation kann aber muß sich nicht in Koauthorschaft äußern; diese ist jedoch ein leicht zugänglicher und verlässlicher Indikator für Kooperation und daher auch weithin gebräuchlich. Die Anteile von Publikationen mit mehreren Autoren, mit mehreren beteiligten Institutionen oder Ländern wachsen weltweit. Insbesondere internationale Kooperation wird auch immer leichter: Englisch setzt sich als Wissenschaftssprache immer mehr durch, der Eiserne Vorhang ist verschwunden und das Internet macht die Kommunikation billig und schnell.

In Forschungsgebieten, wo komplexe Apparaturen benötigt werden, bilden sich Gruppen, die an ihnen arbeiten; die Tendenz zur Großforschung läßt die Zahl von Autoren pro Publikation anwachsen. Die Kooperation einzelner Wissenschaftler in einer Forschungsgruppe an einem Institut kann bewirken, daß Ergebnisse schneller erzielt werden und Priorität erlangt wird. Daß Institute, Gruppen und einzelne Forscher zunehmend nach der Zahl ihrer Publikationen bewertet werden, erhöht für sie den Zwang zu veröffentlichen. Die Vermutung ist nicht ohne weiteres von der Hand zu weisen, daß gemeinsames Forschen und Publizieren auch deshalb von Vorteil ist, weil gemeinsam nicht nur schneller Ergebnisse erzielt werden, sondern einzelne Autoren oder Kollektive auch mehr Publikationen vorweisen können. Die starke Tendenz zu wissenschaftlicher Kooperation von Ländern, Instituten und einzelnen Forschern rührt jedoch letztlich sicher vor allem daher, daß es schwieriger und aufwendiger geworden ist, Forschungsergebnisse zu erlangen<sup>3</sup>, und deswegen dafür mehr Menschen und Geräte zusammenkommen müssen (auch wenn die Menschen mehr wissen und die Geräte mehr können)<sup>4</sup>.

Seit 1990 durchdringen sich Ost und West in Berlin personell und institutionell. Der damit einhergehende Prozeß der Angleichung in der naturwissenschaftlichen Forschung hat viele Aspekte. Die mir vorliegenden Daten erlauben es, das lokale,

3 Weil vieles, was einfach zu erforschen war, schon erforscht ist. Vgl. Rescher, N., *Scientific Progress*, 1978; dt., *Wissenschaftlicher Fortschritt*. Berlin, New York: Walter de Gruyter 1982.

4 Vgl. Hicks, D. / Katz, J.S., *Science policy for a highly collaborative science system*. – In: *Science and Public Policy* (Guildford). 23(1996)1, S. 39–44. Auf S. 41 formulieren die Autoren: “Today, two or three people are less and less likely to have all the skills, equipment and material required in modern scientific research. By the turn of the century, the current trends suggest that four or more authors will be needed to produce most published research, particularly in medicine, chemistry and biology.”

nationale und internationale Kooperationsverhalten Berliner Biowissenschaftler in beiden Teilen der Stadt in den anderthalb Jahrzehnten von 1980 bis 1994 anhand ihrer Koautorschaften zu analysieren. Es können die Unterschiede und Veränderungen deutlich gemacht werden. Der Vergleich der Stadt mit dem übrigen Deutschland zeigt ihre Besonderheiten. Je enger dabei die disziplinäre Auswahl, um so weniger abhängig ist der Vergleich von der disziplinären Ausrichtung der Berliner Forschung, um so größer sind aber auch die zufälligen Schwankungen. Daher ist die biowissenschaftliche Forschung – in der in der Stadt neben den drei Universitäten bedeutende außeruniversitäre Institute tätig sind – nicht ungeeignet als ein Untersuchungsfeld, welches nicht zu breit und nicht zu schmal ist. Biologie, Landwirtschaftswissenschaften und Biomedizin sind hier unter dem Begriff Biowissenschaften zusammengefaßt, die klinische Medizin ist nicht einbezogen.

Die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchung<sup>5</sup> sollen das Wissen über einen konkreten historischen Prozeß vermehren, methodisch wurde kein Neuland beschritten.

## 2. Datenquellen

Als Datenquellen dienen vor allem die 16 Jahrgänge 1980 bis 1995 des vom Institute for Scientific Information (ISI) in Philadelphia herausgegebenen Science Citation Index (SCI) in der CD-ROM-Version. Für diese bibliographische Datenbank werden vom ISI die internationalen Kernzeitschriften in allen naturwissenschaftlichen, medizinischen und technischen Disziplinen und Teildisziplinen ausgewertet. Es werden alle Autoren mit ihren Institutsadressen erfaßt. Der Zeitschriftensatz des SCI wandelt sich von Jahr zu Jahr. Neue wichtige Journale werden aufgenommen, andere, die ihre Bedeutung verloren haben, werden nicht mehr ausgewertet<sup>6</sup>. In jährlich gedruckt vorgelegten *Guides* zum SCI werden die Journale Spezialgebieten (*subfields*) zugeordnet, die sich teilweise überlappen. Ich berücksichtige hier jeweils die Journale, die in den *Guides* der kumulierten (gedruckten) SCI-Ausgaben der drei Jahrfünfte von 1980 bis 1994 zu insgesamt 26 biowissenschaftlichen *subfields* gehören (Tabellen 1 und 2)<sup>7</sup>. Ungefähr ein Zehntel der

5 Sie ist Teil eines von der Bundesregierung und vom Land Berlin geförderten Projektes zu den Biowissenschaften in Berlin-Brandenburg, 1980–1999.

6 Zum Journalauswahlverfahren können im Internet die ISI-Webseiten konsultiert werden (<http://www.isinet.com>).

7 Zeitschriften, die nur in einem oder zwei der drei *Guides* einem der 26 biowissenschaftlichen Spezialgebiete zugeordnet wurden, werden trotzdem für die ganze Zeit 1980 bis 1994 berücksichtigt (falls sie in den jeweiligen Jahren im SCI indexiert wurden). Der Anteil von Publikationen in solchen Zeitschriften an der Zahl aller hier berücksichtigten Aufsätze beträgt ca. 5%.

Beiträge in den SCI-Journalen wird erst im Jahr nach der Publikation indiziert, einige noch später. Daher wird (für das Publikationsjahr 1994) zumindest auch der Jahrgang 1995 benötigt. Wo nicht anders vermerkt, zähle ich nur die SCI-Dokumente der Typen *article*, *review*, *letter* und *note* (nicht *editorials*, *meeting-abstracts*, *corrections* und dergleichen).

Tabelle 1: *Biologische Forschungsgebiete (subfields) im SCI 1993 nach der Zahl der Journale. Quellen: SCI-Guide (Institute for Scientific Information®: SCI® – Science Citation Index® 1993 – Guide & Lists of Source Publications. Institute for Scientific Informations Philadelphia 1984, 145 Seiten) und CD-ROM-Version des SCI, sowie Computer Horizons, Inc., Science & Engineering Indicators Literature Data Base 1988, entnommen National Science Board: Science & Engineering Indicators – 1989. Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 1989, 415 Seiten, S.327 ff. Es sind alle Dokumenttypen des SCI erfaßt. Das Spezialgebiet Biotechnologie und angewandte Mikrobiologie kann auch der biomedizinischen Forschung zugerechnet werden.*

Rang	Journale	Beiträge	subfield
1	95	11800	PLANT SCIENCES
2	72	5216	ZOOLOGY (GENERAL)
3	55	6252	AGRICULTURE
4	53	4890	MARINE & FRESHWATER BIOLOGY
5	50	4467	ECOLOGY
6	48	11975	BIOLOGY (GENERAL)
7	44	5508	FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY
8	37	5891	BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY
9	35	2536	ENTOMOLOGY
10	27	2795	AGRICULTURE
11	15	1037	BIOLOGY
12	11	686	ORNITHOLOGY
13	10	899	MYCOLOGY

Tabelle 2: *Biomedizinische Forschungsgebiete (subfields) im SCI 1993 nach der Zahl der Journale (Quellen wie Tabelle 1).*

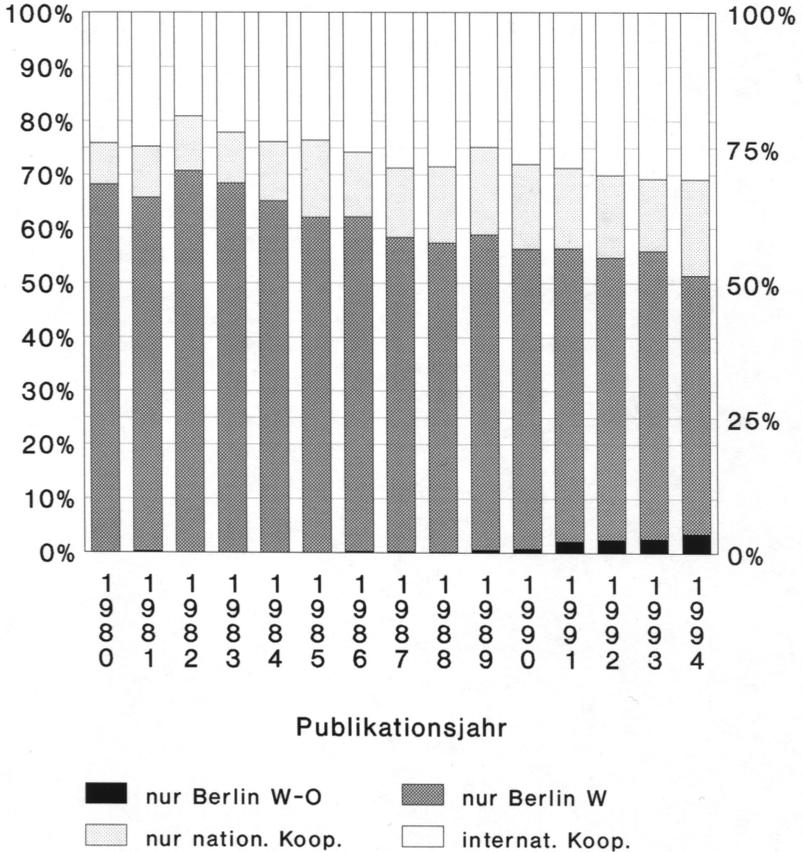
Rang	Journale	Beiträge	subfield
1	165	52166	BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY
2	79	8766	CYTOLOGY & HISTOLOGY (CELL BIOLOGY)
3	67	12471	GENETICS & HEREDITY
4	57	9908	MICROBIOLOGY
5	56	9997	PHYSIOLOGY
6	33	10427	BIOPHYSICS
7	31	3319	NUTRITION & DIETETICS
8	28	2205	ENGINEERING
9	24	2472	DEVELOPMENTAL BIOLOGY (EMBRYOLOGY)
10	19	3340	VIROLOGY
11	18	1934	PARASITOLOGY
12	14	1225	ANATOMY & MORPHOLOGY
13	11	928	MICROSCOPY

### 3. Ergebnisse

Die Zahl und der Anteil von Publikationen Berliner Biowissenschaftler mit ausländischen Koautoren nahm im betrachteten Zeitschriftensatz in den 80er und 90er Jahren in beiden Teilen der Stadt zu (Tabellen 3 und 4). Zu Beginn wurden im Osten der Stadt gut 10%, im Westen mehr als 20% der Publikationen in internationaler Kooperation verfaßt. Mitte der 90er Jahre glichen sich diese Anteile an und lagen bei 30% (Abb. 1 und 2). Auch die westdeutschen Biowissenschaftler erreichten dann dieses Niveau internationaler Kooperation. In den 80er Jahren hatten ihre Anteile unter den westberliner Zahlen gelegen (Tabelle 3). Auf dem Gebiet der neuen Bundesländer war die internationale Kooperation schwächer; die dortigen Biowissenschaftler hatten immer Prozentwerte, die unter denen Ost-Berlins und

Abbildungen 1 und 2: *Aufteilung der Publikationen in biowissenschaftlichen SCI-Journalen aus West- und Ost-Berlin nach der Herkunft der Autoren, 1980 bis 1994. Unterschieden werden zuerst alle Arbeiten mit ausländischen Koautoren (weiß) von denen ohne. Bei letzteren wird unterteilt in die mit Koautoren aus West- oder Ostdeutschland (hellgrau) und in*

**West-Berlin**  
**Publikationen in biowiss. SCI-Journalen**



Quelle: SCI-CD-ROM

*jene, die nur Autoren aus Berlin haben. Von jenen werden noch einmal die Arbeiten mit Autoren aus beiden Teilen der Stadt abgeteilt (schwarz). Der Rest (dunkelgrau) hat nur Berliner Autoren aus einem Teil der Stadt.*

### Ost-Berlin Publikationen in biowiss. SCI-Journalen

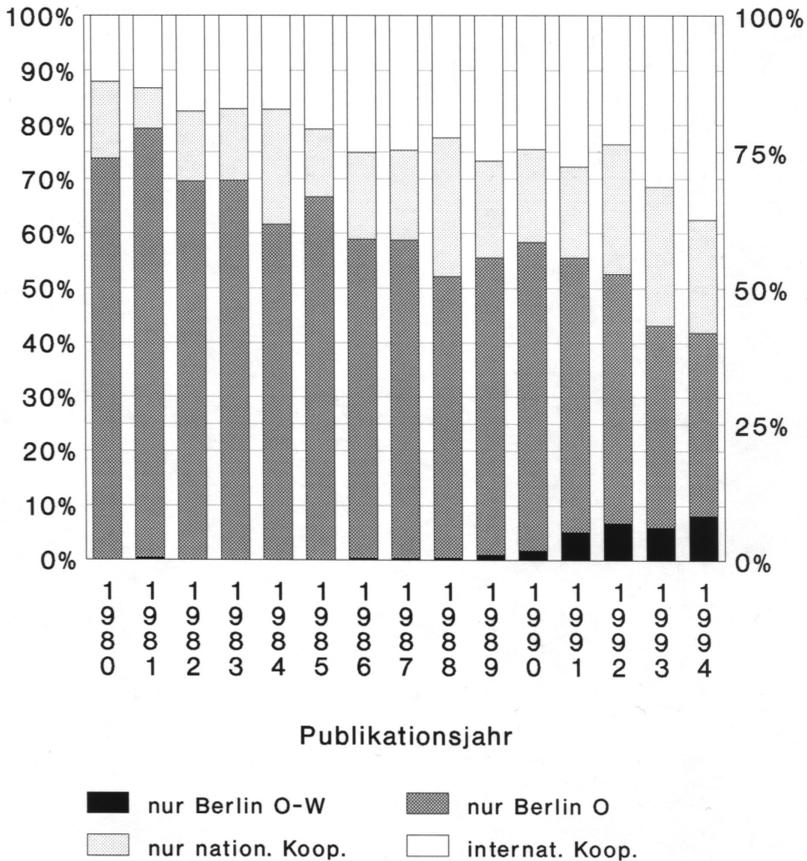


Tabelle 3: *Publikationen aus West-Berlin und aus Westdeutschland mit in- und ausländischen Koautoren, erschienen in einem ausgewählten Satz von im SCI indexierten biowissenschaftlichen Journalen in den 80er und der ersten Hälfte der 90er Jahre. Es wurden nur die vier wichtigsten Dokumenttypen berücksichtigt (articles, letters, reviews, notes). Die westdeutschen Zahlen enthalten nicht West-Berlin, aber auch die westdeutschen Publikationen mit Berliner und mit ostdeutschen Koautoren. Die kursiven Prozentzahlen geben den Anteil der fettgedruckten Zahlen über ihnen an allen West-Berliner Publikationen des Jahrfünfts an (bzw. in der letzten Spalte das Verhältnis zu diesen). Die nichtkursiven Prozentzahlen geben jeweils den Anteil von Publikationen mit ausländischen Koautoren an allen Publikationen der jeweiligen Kategorie an.*

Publikationsjahre	West-Berlin	West-Berlin mit nationaler Kooperation				West-Deutschl. ohne West-Berlin
		alles	mit Ost-Berlin	mit West-Deutschl.	mit Ost-Deutschl.	
<b>1980–84</b>	2417	<b>275</b>	<b>1</b>	<b>270</b>	<b>4</b>	<b>26794</b>
Anteil an West-Berlin	<i>100%</i>	<i>11%</i>	<i>0%</i>	<i>11%</i>	<i>0%</i>	<i>(1109%)</i>
ohne IK	1867	233	1	228	4	22394
mit IK	550	42	0	42	0	4400
IK-Anteil an Kategorie	23%	15%	0%	16%	0%	16%
<b>1985–89</b>	2546	<b>453</b>	<b>10</b>	<b>430</b>	<b>18</b>	<b>30716</b>
Anteil an West-Berlin	<i>100%</i>	<i>18%</i>	<i>0%</i>	<i>17%</i>	<i>1%</i>	<i>(1206%)</i>
ohne IK	1874	364	9	344	15	23610
mit IK	672	89	1	86	3	7106
IK-Anteil an Kategorie	26%	20%	10%	20%	17%	23%
<b>1990–94</b>	3202	<b>733</b>	<b>117</b>	<b>578</b>	<b>79</b>	<b>38180</b>
Anteil an West-Berlin	<i>100%</i>	<i>23%</i>	<i>4%</i>	<i>18%</i>	<i>2%</i>	<i>(1192%)</i>
ohne IK	2251	573	97	448	59	26463
mit IK	951	160	20	130	20	11717
IK-Anteil an Kategorie	30%	22%	17%	22%	25%	31%

Tabelle 4: *Publikationen aus Ost-Berlin und Ostdeutschland mit in- und ausländischen Koautoren (alles weitere analog Tabelle 3).*

Publikationsjahre IK (internationale Kooperation)	<u>Ost-Berlin</u>	<u>Ost-Berlin mit nationaler Kooperation</u>				<u>Ost- Deutschl.</u>
		alles	mit West- Berlin	mit Ost- Deutschl.	mit West- Deutschl.	ohne Ost- Berlin
<b>1980–84</b>	<b>1547</b>	<b>240</b>	<b>1</b>	<b>232</b>	<b>7</b>	<b>4259</b>
<i>Anteil an Ost-Berlin</i>	<i>100%</i>	<i>16%</i>	<i>0%</i>	<i>15%</i>	<i>0%<sup>I</sup></i>	<i>(275%)</i>
ohne IK	1310	213	1	209	3	3770
mit IK	237	27	0	23	4	489
IK-Anteil an Kategorie	15%	11%	0%	10%	57%	11%
<b>1985–89</b>	<b>1511</b>	<b>311</b>	<b>10</b>	<b>278</b>	<b>31</b>	<b>3944</b>
<i>Anteil an Ost-Berlin</i>	<i>100%</i>	<i>21%</i>	<i>1%</i>	<i>18%</i>	<i>2%</i>	<i>(261%)</i>
ohne IK	1148	273	9	248	23	3368
mit IK	363	38	1	30	8	576
IK-Anteil an Kategorie	24%	12%	10%	11%	26%	15%
<b>1990–94</b>	<b>1340</b>	<b>461</b>	<b>117</b>	<b>170</b>	<b>220</b>	<b>3255</b>
<i>Anteil an Ost-Berlin</i>	<i>100%</i>	<i>34%</i>	<i>9%</i>	<i>13%</i>	<i>16%</i>	<i>(243%)</i>
ohne IK	947	351	97	142	146	2542
mit IK	393	110	20	28	74	713
IK-Anteil an Kategorie	29%	24%	17%	16%	34%	22%

Westdeutschlands lagen und waren im ersten Jahrfünft der 90er Jahre bei 22% Publikationen mit ausländischen Koautorschaften angelangt.

Aus beiden Teilen Berlins kam eine von 1980 bis 1994 tendenziell steigende Zahl von Publikationen mit deutschen Koautoren von außerhalb der Stadt, wobei in Ost-Berlin ein größerer Anteil in nationaler Kooperation entstand (Tabellen 3 und 4, Abb. 1 und 2). Hervorzuheben ist hier, daß in Ost-Berlin tätige Biowissenschaftler in den 90er Jahren absolut mehr Veröffentlichungen gemeinsam mit westdeutschen als mit ostdeutschen Koautoren erarbeiteten<sup>8</sup>.

In den betrachteten Journalen findet man für die 80er Jahre nur 11 Arbeiten mit Autoren aus beiden Teilen der Stadt (Tabelle 3). Vorreiter der biowissenschaftlichen Ost-West-Kooperation innerhalb Berlins waren das Institut für Molekularbiologie und Biochemie der Freien Universität in Dahlem (West) und die Nervenklinik der Charité (Humboldt-Universität) in Berlin-Mitte (Ost). Erst 1989 kamen andere Institute hinzu<sup>9</sup>.

In den betrachteten Journalen findet man für die 80er Jahre nur 11 Arbeiten mit Autoren aus beiden Teilen der Stadt (Tabelle 3). Vorreiter der biowissenschaftlichen Ost-West-Kooperation innerhalb Berlins waren das Institut für Molekularbiologie und Biochemie der Freien Universität in Dahlem (West) und die Nervenklinik der Charité (Humboldt-Universität) in Berlin-Mitte (Ost). Erst 1989 kamen andere Institute hinzu<sup>10</sup>.

Betrachtet man die jährlichen absoluten Zahlen von Berliner Publikationen (Abb. 3), fällt auf, daß Ost-Berlin aus der Talsohle im Jahre 1992 vor allem durch Steigerung der Zahl nationaler und internationaler Koauthorschaften herauskam. Daß das ostberliner Tief in der ersten Hälfte der 90er Jahre keine zufällige Schwankung oder ein Artefakt der Journalauswahl für den SCI ist, erkennt man beim Vergleich mit den Werten für Ostdeutschland insgesamt (Abb. 4). Ursache für den zeitweiligen Rückgang der Publikationszahlen war sicher zuallererst der Stellenabbau bei der Umstrukturierung der ostdeutschen Wissenschaft<sup>11</sup>.

Erwartungsgemäß glichen sich nach 1989 die Rangfolgen der jeweils mit dem Osten und dem Westen Deutschlands kooperierenden Länder einander an. In den 80er Jahren war in den betrachteten Zeitschriften Polen das osteuropäische Land, dessen Biowissenschaftler von westdeutschen Kollegen am häufigsten als Koautoren gewonnen wurden (Rang 14 im ersten Jahrfünft, Rang 15 im zweiten). In den 90er Jahren wurde Polen (Rang 17) von den sowjetischen Republiken bzw. ihren Nachfolgestaaten überflügelt, die zusammen von Rang 31 bzw. 28 in den 80er Jahren nun mit 365 Koauthorschaften in den Publikationsjahren 1990 bis 1994 auf Rang 16 vorrückten. Im Osten Deutschlands verlor die frühere UdSSR in diesem

8 Relativ zur Anzahl der west- und der ostdeutschen Biowissenschaftler ist die Zusammenarbeit mit den Kollegen aus den fünf neuen Bundesländern aber noch intensiver.

9 In physikalischen und klinisch-medizinischen SCI-Journalen gab es in den 80er Jahren noch einige weitere Publikationen, für die Ost und West in Berlin kooperierten.

10 In physikalischen und klinisch-medizinischen SCI-Journalen gab es in den 80er Jahren noch einige weitere Publikationen, für die Ost und West in Berlin kooperierten.

11 Meske, W., Die Umgestaltung des ostdeutschen Forschungssystems – eine Zwischenbilanz –. In: Veröffentlichungsreihe der Forschungsgruppe Wissenschaftsstatistik des Wissenschaftszentrums Berlin für Sozialforschung (Berlin, Juni 1993) 38 S. Englische Version: Meske, W., The Restructuring of the East German Research – a Provisional Appraisal –. In: Science and Public Policy. 20(1993), S. 298 ff.

Abbildung 3: Zahl der Publikationen in biowissenschaftlichen SCI-Journalen aus West- und Ost-Berlin 1980 bis 1994, unterschieden nach der Herkunft der Autoren. Die Bedeutung der Teile der Balken ist wie in Abb. 1 und 2. Das Verhältnis der Skalen für Ost und West (2:3) entspricht ungefähr dem Verhältnis der Einwohnerzahlen Anfang der 80er Jahre (1981: 1,162 zu 1,892 Millionen, nach: Statistisches Jahrbuch 1983 der Deutschen Demokratischen Republik, Berlin 1983). In diesem Sinne gab es bis 1986 eine ungefähre relative Parität.

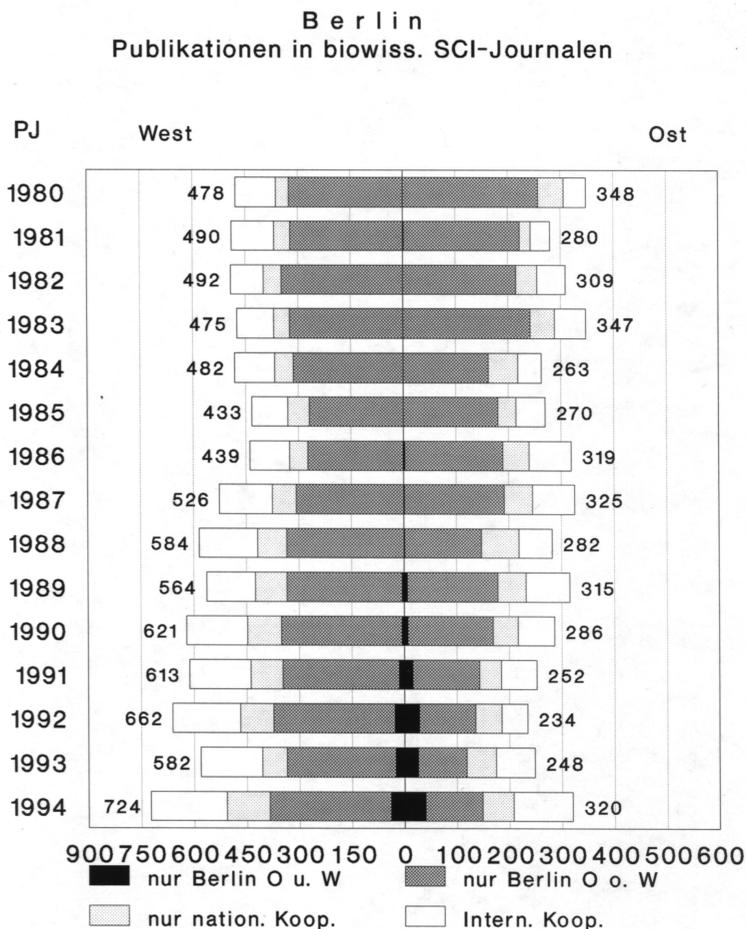
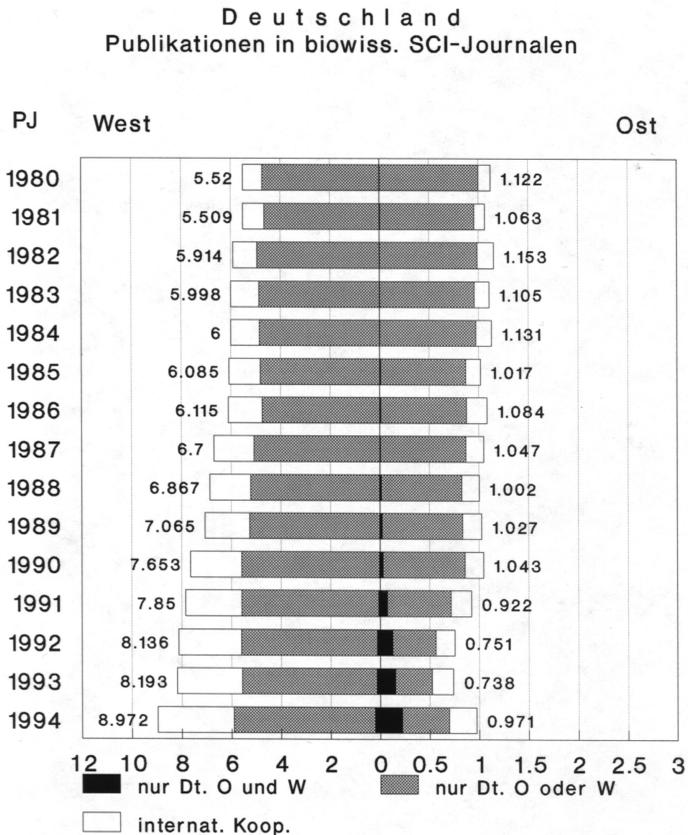


Abbildung 4: Zahl der Publikationen in biowissenschaftlichen SCI-Journalen aus West- und Ostdeutschland einschließlich jeweils West- und Ost-Berlin 1980 bis 1994, unterschieden nach der Herkunft der Autoren. Unterschieden werden (analog Abb. 1 und 2) zuerst alle Arbeiten mit ausländischen Koautoren (weiß) von denen ohne. Von jenen werden noch einmal die Arbeiten mit Autoren aus beiden Teilen Deutschlands abgeteilt (schwarz). Der Rest (dunkelgrau) hat nur Autoren aus dem Osten oder dem Westen. Das Verhältnis der Skalen für Ost und West (1:4) entspricht ungefähr dem Verhältnis der Einwohnerzahlen anfang der 80er Jahre (1981: 16,736 zu 60,952 Millionen, nach: Statistisches Jahrbuch 1983 der Deutschen Demokratischen Republik, Berlin 1983). So läßt sich abschätzen, wie weit jeweils der Osten gegen den Westen relativ zurücklag.



Angaben in Tausend

Abbildungen 5 und 6: Die 15 Staaten mit den meisten Koautorschaften an ostdeutschen und ostberliner biowissenschaftlichen Publikationen im Jahrfünft 1980 bis 1984 und zehn Jahre später. Die rechten (schwarzen) Teile der Balken geben die Zahl der Koautorschaften des jeweiligen Staates bei ostberliner Publikationen an, die linken (grauen) die bei ostdeutschen (ohne ostberliner Koautoren). Die Zahlen können also addiert werden. Koautorschaftszahlen sind etwas größer als Publikationszahlen.

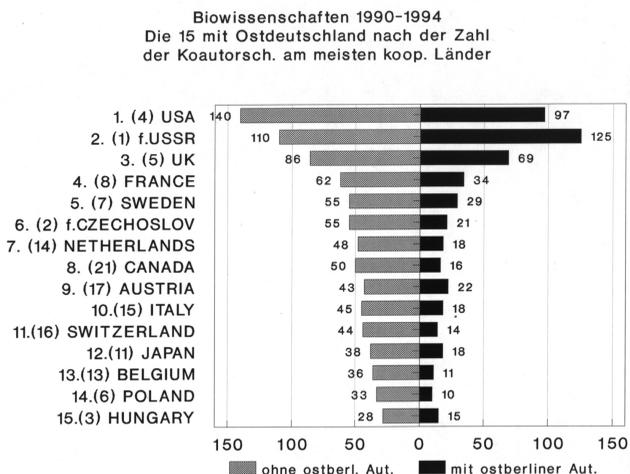
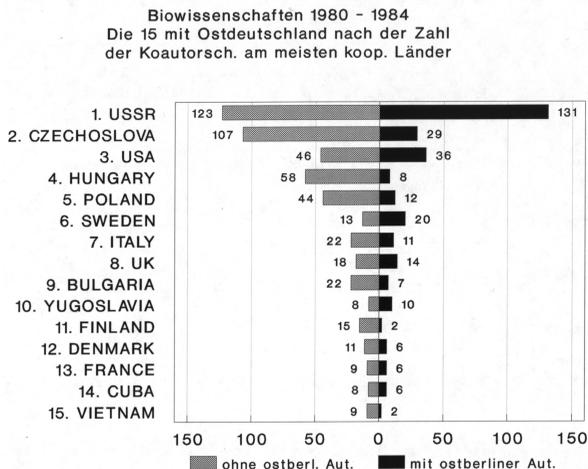
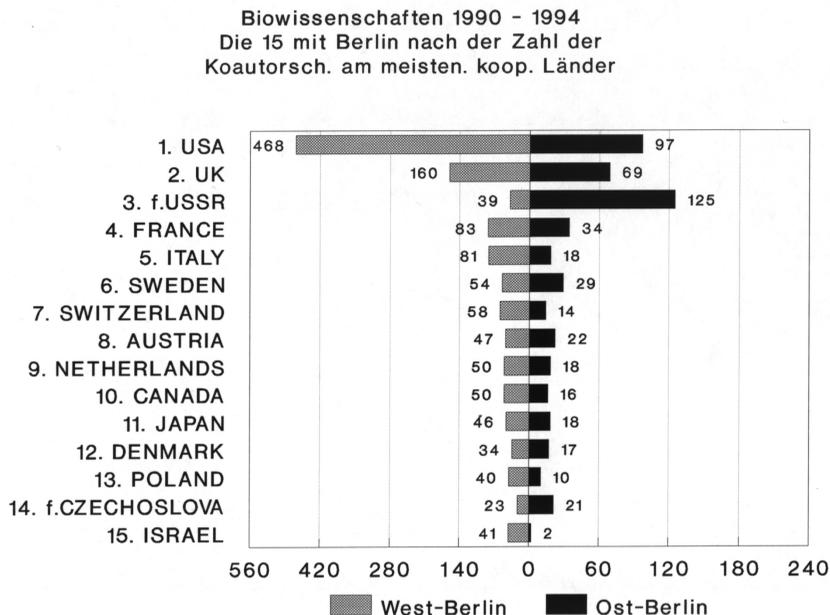


Abbildung 7: Die 15 Staaten mit den meisten Koautorschaften an Berliner biowissenschaftlichen Publikationen im Jahrfünft 1990 bis 1994. Die linken (grauen) Teile der Balken geben die Zahl der Koautorschaften des jeweiligen Staates bei westberliner Publikationen an, die rechten (schwarzen) die bei ostberliner. Das Verhältnis der Skalen (7:3) entspricht ungefähr dem der Publikationszahlen (3202:1340, s. Tabelle 3) im Jahrfünft. Die Zahlen können wegen Ost und West gemeinsamen Publikationen nicht addiert werden.



Jahrfünft ihren ersten Rang, nicht jedoch bei den in Ost-Berlin tätigen Biowissenschaftlern (Abb. 5 und 6), was ihr in Berlin insgesamt zu Rang 3 verhalf (Abb. 7). Die anderen osteuropäischen Länder sowie Kuba und Vietnam fielen auch in Ost-Berlin in ihrem Rang (aber auch absolut in den Koautorschaftszahlen) als Kooperationspartner zurück und machten westlichen Ländern und Japan Platz<sup>12</sup>.

12 In Abb. 5 würde sich 1980 bis 1984 die BRD hinter Bulgarien auf Rang 10 der Kooperationsländer der DDR einordnen (24 gemeinsame biowissenschaftliche Publikationen, davon 9 auch mit ausländischen Partnern). Zehn Jahre später überflügelte die deutsche Ost-West-Kooperation weit alle anderen Kooperationen Ostdeutschlands (vgl. Abb. 3). Letzteres gilt auch für Ost-Berlin (vgl. Tab. 4 und Abb. 6).

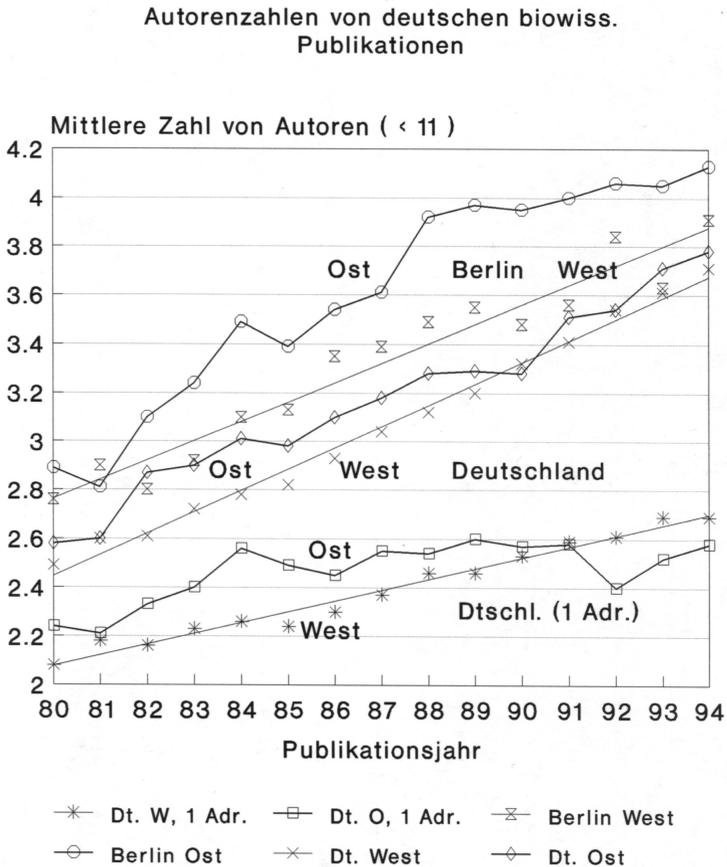
Tabelle 5: *Anteile von Berliner biowissenschaftlichen Publikationen (ohne auswärtige Koautoren) mit ein, mit zwei und mit mehr als zwei Adressen, unterteilt nach Ost und West (einschließlich Ost-West-Kooperation).*

Publikationsjahre / OW	Zahl der rein Berliner Publikationen	Anteil der Publikationen mit einer Adresse	Anteil der Publikationen mit zwei Adressen	Anteil der Publikationen mit mehr als zwei Adressen
1980 – 84 West	1635	89 %	10 %	2 %
Ost	1098	82 %	15 %	3 %
1985 – 90 West	1516	83 %	15 %	2 %
Ost	881	75 %	20 %	4 %
1990 – 95 West	1753	78 %	17 %	5 %

Nicht nur die Zahl von Berliner biowissenschaftlichen Publikationen mit auswärtigen Koautoren nahm zu, auch die Kooperation zwischen Forschern verschiedener Institute innerhalb Berlins und verschiedener Abteilungen eines Instituts wurde in den 15 Jahren stärker. Von Jahrfünft zu Jahrfünft nahm der Anteil der Publikationen mit nur einer Adresse an den Berliner Publikationen ohne auswärtige Koautoren ab und der mit mehreren Berliner Adressen zu (Tabelle 5). Dabei lag West-Berlin jeweils ein Jahrfünft zurück.

Auf der untersten Ebene der Kooperation, nämlich der zwischen Forschern einer Abteilung oder eines Instituts, läßt sich ebenfalls eine steigende Tendenz nachweisen; die Zahl von Autoren mit der selben Adresse wächst. Der Anteil von biowissenschaftlichen Arbeiten mit nur einem Autor an denen mit nur einer Adresse nahm in beiden Teilen Deutschlands im Zeitraum im allgemeinen ab; Anfang der 80er Jahre lag er in Ost wie West bei einem Drittel, Mitte der 90er Jahre bei einem Fünftel. Als weiteren Indikator für diese Tendenz betrachten wir die mittlere Autorenzahl von Arbeiten mit einer Adresse (Abb. 8, unterste Kurven). Solche Durchschnitte sind empfindlich gegen einzelne Publikationen mit sehr hohen Werten, daher ist es sinnvoll, sich auf Arbeiten mit höchstens zehn Autoren zu beschränken. Daß der Osten hier dem Westen bis 1991 voranging, verlangt eine Erklärung. Man könnte vermuten, daß die ostdeutschen Forscher vor allem im selben Institut nach Partnern suchten, während die westlichen Kooperation mit entfernteren Partnern bevorzugten. Aber auch die Zahlen für alle Publikationen ergeben denselben Befund (Abb. 8, mittlere Kurven): Die östlichen Forschungsgruppen waren im Mittel etwas größer als die westlichen<sup>13</sup>. Die mittleren Autorenzahlen Berliner biowissenschaftlicher Publikationen (Abb. 8, oberste Kurven)

Abbildung 8: *Mittelwert der Autorenzahlen von biowissenschaftlichen Publikationen mit höchstens 10 Autoren in Deutschland (mittlere Kurven) und Berlin (obere Kurven) 1980 bis 1994, unterteilt nach Ost und West. Arbeiten mit mehr als 10 Autoren kommen in allen drei Jahrfünfteln vergleichsweise selten vor. Die überwiegende Mehrheit hat weniger als 5 Autoren. Zum Vergleich sind die mittleren Autorenzahlen von deutschen Publikationen mit nur einer Adresse angezeigt (untere Kurven). Das stetige Wachstum der westlichen Werte erlaubt es, die Regressionsgeraden einzuzichnen.*



Quelle: SCI-CD-ROM

lagen im allgemeinen über denen des restlichen Deutschland. Das kann damit erklärt werden, daß in Metropolen sich leichter größere Gruppen zusammenfinden (zumal im Beobachtungszeitraum Berlin auch in der internationalen Kooperation voranging). Rätselhaft bleibt der Vorsprung des Ostens bei der Steigerung der Autorenzahlen, der trotz geringerer internationaler Zusammenarbeit fast durchgängig vorhanden war. Das Gegenteil hätte vermutet werden können<sup>14</sup>.

#### 4. Fazit

Der Grad der Kooperation in der naturwissenschaftlichen Forschung hat in den letzten Jahrzehnten weltweit zugenommen. Die Zahl und der Anteil gemeinsamer Publikationen von Wissenschaftlern aus verschiedenen Ländern, aus verschiedenen Städten eines Landes, aus verschiedenen Instituten einer Stadt oder auch aus dem selben Institut stiegen tendenziell an. So hatten z.B. 1980 nur rund ein Zehntel deutscher naturwissenschaftlicher Publikationen in SCI-Journalen ausländische Koautoren, während in der zweiten Hälfte der 90er Jahre die 30%-Marke überschritten worden ist<sup>15</sup>. Die deutschen (wie auch die Berliner) Biowissenschaftler haben, wie meine Analyse zeigt, ihre internationale Zusammenarbeit im gleichen Maß ausgeweitet, wobei West-Berlin voranging. Auch daß in Berlin nach fast vollständig fehlender Ost-West-Kommunikation in den 80er Jahren Biowissenschaftler aus beiden Teilen der Stadt immer mehr gemeinsam publizierten, war zu erwarten. Ebenso wenig überraschend ist die stärkere Hinwendung der in Ost-Berlin (und Ostdeutschland) auf diesem Gebiet Forschenden zu Partnern in Nordamerika und den EU-Ländern in den 90er Jahren. Überraschend jedoch ist, daß im betrachteten Zeitschriftensatz bei der Tendenz zu größeren Autorenzahlen der Osten dem Westen in Deutschland (und auch in Berlin) im Zeitraum 1980 bis 1994 fast immer ein wenig voraus war. Ob dieses Phänomen auf die Biowissenschaften und auf Deutschland beschränkt ist und wodurch es verursacht sein könnte – dies aufzuklären bedarf es weiterer Untersuchungen.

- 13 Auch wenn oft allein verfaßte *Reviews* ausgeschlossen werden, ändert sich das Bild nur um Nuancen.
- 14 Ich werte das als ein Zeichen dafür, daß offenbar nicht allein der Publikationsdruck und die Ausrüstung mit komplexen Anlagen die steigende Autorenzahl hervorruft. Möglicherweise haben östliche Biowissenschaftler durch Personal ausgeglichen, was ihnen an Gerät fehlte und auch mehr Techniker als Autoren einbezogen, als das im Westen üblich war. Daß bei den oberen Kurven in Abb. 8 der leichte Vorsprung des Ostens auch in den 90er Jahren nicht verschwand, läßt sich auf den starken Anstieg vor allem der innerdeutschen Kooperation zurückführen (welche unten fehlt).
- 15 Schmoch, U., *Noten für die deutsche Forschung?* – In: *bild der wissenschaft*. (1999)1, S. 42–46.



---

## Autorinnen und Autoren

**Dr. Manfred Bonitz**, Halbkreisstraße 17, D -01187 Dresden

**Prof. Dr. Klaus Fuchs-Kittowski**, Wibelskircherweg 12, D -12589 Berlin

**Dr. Siegfried Greif**, Deutsches Patent- und Markenamt, Zweibrückenstraße 12, D - 80331 München

**Dr. Frank Havemann**, Gesellschaft für Wissenschaftsforschung, Prenzlauer Promenade 149-151, D- 13189 Berlin

**Dr. Horst Kant**, Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte, Wilhelmstraße 44, D -10117 Berlin

**Prof. Dr. Hubert Laitko**, Florastraße 39, D - 13187 Berlin

**Dr. Karlheinz Lüdtke**, Institut für Soziologie der Friedrich-Schiller-Universität Jena, Otto-Schott-Straße 41, D-07740 Jena

**PD Dr. Heinrich Parthey**, Institut für Bibliothekswissenschaft der Humboldt-Universität zu Berlin, Dorotheenstraße 26. D - 10099 Berlin

**Prof. Dr. Wolfgang G. Stock**, Fachbereich Bibliotheks- und Informationswesen der Fachhochschule Köln, Claudiusstraße 1, D - 50678 Köln

**Prof. Dr. Walther Umstätter**, Institut für Bibliothekswissenschaft der Humboldt-Universität zu Berlin. Dorotheenstraße 26. D - 10099 Berlin

**PD Dr. Roland Wagner-Döbler**, Institut für Philosophie der Universität Augsburg, Universitätstraße 1, D - 86159 Augsburg

**Dr. Petra Werner**, Arbeitsgruppe Wissenschaftshistorische Studien der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften, Jägerstraße 22, D - 10117 Berlin

**Dr. Regine Zott**, Institut für Philosophie, Wissenschaftstheorie, Wissenschafts- und Technikgeschichte der Technischen Universität Berlin, Emst-Reuter-Platz 7, D - 10587 Berlin



---

## **Bibliographie Siegfried Greif. Zusammengestellt anlässlich seines 60. Geburtstages.**

### *I. Monographische und herausgegebene Schriften*

Patenterteilungsverfahren in der EWG. Studie für das Europäische Parlament. Bonn: 1970. 71 Seiten.

Patente in der EWG. Juristische Unterschiede – ökonomische Wirkungen. Bonn: Universität Bonn, Rechts- und Staatswissenschaftliche Fakultät, Dissertation 1972 (Promotionsschrift zum Dr. rer. pol.). 335 Seiten.

(Mitverfasser): Patentschutz und Innovation. Studie des Max-Planck-Instituts für die Kommission der Europäischen Gemeinschaften. München: Max-Planck-Institut 1973. 447 Seiten.

(Mitverfasser): Mandatory Patent Licensing in Germany. Studie der Harbridge House Gesellschaft für die U.S. Energy Research and Development Administration. Boston: Harbridge House 1977. 58 Seiten.

(mit K. Menck): Technologietransfer in Entwicklungsländer. München-London: Weltforum 1979. 196 Seiten.

R & D and Patents: An Attempt to Establish a Relationship Between Input and Output on the Basis of German Statistics, OECD, STIC/80.52. Paris: OECD 1980. 36 Seiten.

(mit M. Ripke und N. Wühler): Nutzungsmöglichkeiten und -rechte der Entwicklungsländer an öffentlich geförderten technologischen Entwicklungen. München-Köln-London: Weltforum 1981. 221 Seiten.

Technological Balance of Payments. OECD, DSTI/SPR/81.34/01.B. Paris: OECD 1981. 25 Seiten.

Angebot an und Nachfrage nach Patentinformationen. Die Informationsfunktion von Patenten. Göttingen: Schwartz 1982. 141 Seiten.

- (mit G. Bräunling): Förderbedürftigkeit, -würdigkeit und -möglichkeit von Auslandspatentanmeldungen freier Erfinder. Karlsruhe: Fraunhofer-Institut 1985. 45 Seiten.
- Patents and Sectors of Economy. OECD, DSTI/IP/89.29. Paris: OECD 1989. 15 Seiten.
- (mit G. Potkowik): Patente und Wirtschaftszweige. Zusammenführung der Internationalen Patentklassifikation und der Systematik der Wirtschaftszweige. Köln-Berlin-Bonn-München: Heymanns 1990. 375 Seiten.
- (mit M. Bertin, S. Couillard, M. Lebesnerais und M. Montague): Les Incidences d'une Adoption du Brevet Communautaire sur les Coûts d'Obtention et de Defense du Brevet dans les Pays de l'OEB. Paris: AREPIT 1990. 112 Seiten.
- Die räumliche Struktur der Erfindungstätigkeit. Grundlagen für einen Patentatlas der Bundesrepublik Deutschland. Gießen: Justus-Liebig-Universität 1992. 28 Seiten.
- Entwicklungen auf dem Gebiet der Biotechnologie im Spiegel von Patenten. Tagungspapier. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie: Patentaktivitäten von Hochschulen am Beispiel der Biotechnologie. Köln., 21./22. 9. 1995. 26 Seiten.
- (mit H. Laitko und H. Parthey (Hrsg.)): Wissenschaftsforschung: Jahrbuch 1996/97. Marburg: BdWi-Verlag 1998. 268 Seiten.
- Patentatlas Deutschland. Die räumliche Struktur der Erfindungstätigkeit. München: Deutsches Patentamt 1998. 327 Seiten.

## *II. Artikel in periodischen und anderen fortlaufend erscheinenden Publikationen*

- Der Arbeitnehmer als Erfinder. – In: Der leitende Angestellte (Düsseldorf). 19 (1969) 3. S. 46–48.
- Das Link-System als Möglichkeit der Entwicklungshilfe? (Kopplung von Sonderziehungsrechten mit Entwicklungshilfe), Sonderbeilage zu Wirtschafts- und Sozialpolitik (Bonn). (1972) 49. S. 1–8.
- Die zeitliche Begrenzung des Patentmonopols und ihre Umgehung. – In: Wirtschaft und Wettbewerb (Düsseldorf). (1974) 5. S. 303–315.
- Der Gemeinsame Markt und die Behinderung seiner Verwirklichung durch Patent-Zwangslizenzen. – In: Recht der internationalen Wirtschaft (Heidelberg). 21 (1975) 11. S. 605–610.

- Die Rolle patentgeschützter Importe für den Technologietransfer in Entwicklungsländer. – In: Gewerblicher Rechtsschutz und Urheberrecht. Internationaler Teil (Weinheim). (1976) 9/10. S. 413–420.
- A szabadalommal védett import szerepe a fejlődő országoknak történő technológia átadásában. – In: újitók lapja (Budapest). (1976) 22. S. 16–18.
- Zur voraussichtlichen Inanspruchnahme des Europa-Patents durch deutsche Anmelder. – In: Gewerblicher Rechtsschutz und Urheberrecht. Internationaler Teil (Weinheim). (1977) 11. S. 379–393.
- The Role of Patent Protected Imports in the Transfer of Technology to Developing Countries. – In: IIC. International Review of Industrial Property and Copyright Law (Weinheim). 10 (1979) 2. S. 123–143.
- Die deutsche Patent- und Lizenzbilanz. – In: Gewerblicher Rechtsschutz und Urheberrecht. Internationaler Teil (Weinheim). (1979) 10. S. 450–460.
- Volkswirtschaftliche Aspekte eines verschärften Ausübungszwangs für Patente in Entwicklungsländern. – In: Gewerblicher Rechtsschutz und Urheberrecht. Internationaler Teil (Weinheim). (1980) 8/9. S. 451–455.
- Forschung und Entwicklung. – In: Literatur-Berater Wirtschaft (Freiburg). (1980) 5/6. S. 3–8.
- Economic Aspects of Strengthening the Compulsory Working of Patents in Developing Countries. – In: Law and State (Tübingen). 23 (1981). S. 52–64.
- Forschung und Entwicklung und Patente. – In: Die Pharmazeutische Industrie (Aulendorf). 43 (1981) 11. S. 1059–1066.
- Ausübungszwang für Patente. Ökonomische Möglichkeiten und Grenzen. – In: Gewerblicher Rechtsschutz und Urheberrecht. Internationaler Teil (Weinheim). (1981) 12. S. 731–745.
- Entwicklungsländer fordern Einsatz von Patenten. – In VDI-Nachrichten (Düsseldorf). (1982) 20. S. 28.
- The Compulsory Working of Patents. – In: Law and State (Tübingen). 26 (1982). S. 75–109.
- Kutatás, fejlesztés és szabadalmak a Német Szövetségi Köztársaságban. – In: Magyar Iparjogvédelmi Egyesület. Közleményei (Budapest). 25 (1984) 1. S. 12–33.
- Wichtige Technologieträger. Die Bedeutung von Patenten im Technologietransfer. – In: Markt und Technik (Haar). (1985) 5. S. 89–90.
- Relationship Between R & D Expenditure and Patent Applications. – In: World Patent Information (Oxford). 7 (1985) 3. S. 190–195.
- Patents and Economic Growth. – In: IIC. International Review of Industrial Property and Copyright Law (Weinheim). 18 (1987) 2. S. 191–213.

- Zur Erfassung von Forschungs- und Entwicklungstätigkeit durch Patente. – In: *Naturwissenschaften* (Heidelberg). 76 (1989) 4. S. 156–159.
- (mit A. Wittmann): Systematisierung und Analyse von Erfindungen durch Klassifikationssysteme. – In: *Ifo-Studien* (Berlin-München). 35 (1989) 2–4. S. 349–356.
- Suotvestvie mezdu MPK i sistematicnata klasifikacija na promislenite ostrali vuv FRG. – In: *Izobretatelstvo i racionalisatorstvo* (Sofia). (1989) 10. S. 27–29.
- Neues Meßinstrument für die Wissenschaft. Die Zahl der Patentanmeldungen kann wichtige Aufschlüsse über die Ergebnisse von Forschung und Entwicklung liefern. – In: *FORUM Stifterverband* (Essen). (1990) 1. S. 4.
- Designing an industrial patent strategy. – In: *Managing Intellectual Property* (London). (1990) 1. S. 36–39.
- (mit A. Wittmann): Distribution of Patent Applications and Patent Documents as a Function of Language. – In: *World Patent Information* (Oxford). 13 (1991) 2. S. 72–75.
- Die Kreativität der Deutschen. – In: *Innovation und Management* (Berlin). (1992) 1. S. 8–11.
- Patents and Sectors of Economy. Connection Between the International Patent Classification and the Systematics of the Sectors of Economy. – In: *World Patent Information* (Oxford). 14 (1992) 4. S. 245–249.
- Gentechnik ohne Deutschland? Seit 1990 stagnieren deutsche Anmeldungen. – In: *VDI-Nachrichten* (Düsseldorf). (1994) 32. S. 10.
- Patente als Wirtschaftsfaktor. – In: *Forschungsagentur Berlin, Arbeitskreis Innovationsförderung, Rundbrief* (Berlin). (1996) 11. S. 1–3.
- Patente als Kriterium innovativer Forschung in den neuen Bundesländern. – In: *Deutschland-Archiv* (Opladen). 30 (1997) 1. S. 91–94.
- FuE-Input und Patent-Output. – In: *FuE-Info, Wissenschaftsstatistik Stifterverband* (Essen). (1997) 2. S. 11–12.
- (mit E. Giese und R. von Stoutz): Die räumliche Struktur der Erfindungstätigkeit in Westdeutschland 1992. – In: *Geographische Zeitschrift* (Wiesbaden). 85 (1997) 2/3. S. 113–128.
- Der Stuttgarter Raum im Patentgeschehen der Bundesrepublik Deutschland. – In: *Statistik und Informationsmanagement* (Stuttgart). 57 (1998) 3. S. 67–78.

*III. Beiträge zu wissenschaftlichen Sammelwerken und Lexika*

- Alte Arbeitnehmer – Neue Sozialpolitik. – In : ORDO Jahrbuch für die Ordnung von Wirtschaft und Gesellschaft, Bd. 24. Hrsg. v. F. Meyer, H. Lenel und H. Willgerodt. Düsseldorf-München: Küpper 1973. S. 233–271.
- Lizenz, Patent, Patentkartell, Patentlizenz, Patentpool, Patentsystem, Technologische Lücke (alles Stichwortartikel). – In: Lexikon der Volkswirtschaft. Hrsg. v. F. Geigant, D. Sobotka und H. Westphal. München: Moderne Industrie 1975. S. 305, 372–375, 483–484.
- Die Rolle patentgeschützter Importe für den Technologietransfer in Entwicklungsländer. – In: Conference of Protection of Industrial Property in International Cooperation. Hrsg. v. E. Takats. Budapest: Hungarian Group of A.I.P.P.I. 1977. S. 65–92.
- Patente und Entwicklungsländer. – In: IAFEF-Texte 1978, Heft 1 (Interdisziplinärer Arbeitskreis für Entwicklungsländerforschung). Bonn: IAFEF 1978. S. 56–59.
- Forschungsökonomik. – In: Lexikon der Volkswirtschaft, 3. Auflage. Hrsg. v. F. Geigant, D. Sobotka und H. Westphal. München: Moderne Industrie 1979. S. 221–222.
- Comments on Proposed Abolition of Import Protection for Patents in Developing Countries. – In: Science and Technology for Development, Selected Papers Issued on the Occasion of the United Nations Conference on Science and Technology for Development, Vienna 1979. Hrsg. v. K. Gottstein. Starnberg-Tübingen: Max-Planck-Institut 1979. S. 152–161.
- Patente und Technologie-Transfer. – In: Das Jahrbuch der Führungskräfte, 3. Ausgabe. Hrsg. v. H. Brecht und R. Scheuchzer. Grafenau-Zürich: Expert 1982. S. 51–62.
- Alternativen des Erfindungs- und Innovationsschutzes. – In: Patentschutz und Innovation. Hrsg. v. Kommission der Europäischen Gemeinschaften. Luxemburg: EG-Kommission 1983. S. 113–148.
- Economic Growth and Patents. – In: International Symposium on Pharmaceutical Patents, Taipeh 1985. Hrsg. v. National Science Council, Republic of China. Taipeh: National Science Council 1985. S. 33–83.
- Relationship Between R & D Expenditure and Patent Applications. – In: Problems of Measuring Technological Change. Hrsg. v. H. Grupp. Köln: TÜV Rheinland 1987. S. 100–106.

- Strategische Patentanalyse. Grundlagen und Beispiele. – In: Praxisseminar Patente (Tagungsband). Hrsg. v. Technologieberatungsstelle Ruhr. Bochum: TBR Ruhr 1987. S. 1–15.
- Erfindungstätigkeit in Niedersachsen – Eine patentgeographische Analyse. – In: Strukturberichterstattung Niedersachsen. Industrielle Forschung, Entwicklung, Invention und Innovation. Hrsg. v. H. Legler. Hannover: Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung 1991. S. 50–65.
- Structures of Industrial Patent Strategies: A new Analysis Instrument. – In: Patinova 90. Strategies for the Protection of Innovation. Hrsg. v. U. Täger. und A. von Witzleben. Dordrecht-Boston-London-Köln: Kluwer 1991. S. 275–280.
- (mit R. Kazandjieva): Die Informationsfunktion von Patenten. – In: Die Rolle der gewerblichen Schutzrechte bei der wissenschaftlich-technologischen Zusammenarbeit zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der Volksrepublik Bulgarien. Hrsg. v. Deutschen Patentamt. München: Deutsches Patentamt 1991. Band B, S. 22–77.
- (mit L. Milkova): Patentstatistik. – In: Die Rolle der gewerblichen Schutzrechte bei der wissenschaftlich-technologischen Zusammenarbeit zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der Volksrepublik Bulgarien. Hrsg. v. Deutschen Patentamt. München: Deutsches Patentamt 1991. Band B, S. 78–94.
- Erfindungstätigkeit in Norddeutschland. Räumliche Struktur der Patentaktivitäten. – In: Landesentwicklung in Norddeutschland. Strukturberichterstattung Norddeutschland. Hrsg. v. Akademie für Raumforschung und Landesplanung. Hannover: Akademie für Raumforschung und Landesplanung 1992. S. 121–150.
- Analyses of Patent Strategies and Activities with Special Focus to the Electronic Sector: A Statistical Approach. – In: Proceedings of the Symposium Patents in the Electronics Industry, Munich 1992. Hrsg. v. European Study Conferences. Northampton: European Study Conferences 1992. S. 1–24.
- State and Development of Economic Patent Research in the Federal Republic of Germany. – In: Results and Methods of Economic Patent Research. Hrsg. v. European Patent Office und Ifo Institute for Economic Research. München: Ifo-Institut 1993. S. 113–134.
- Patente als Indikatoren für Forschungs- und Entwicklungstätigkeit. – In: Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft. Materialien zur Wissenschaftsstatistik, Heft 7. Hrsg. v. C. Grenzmann und M. Müller. Essen: Wissenschaftsstatistik Stifterverband 1993. S. 33–59.
- Forschung und Entwicklung und Patente. – In: F&E-Management in der Pharmaindustrie. Hrsg. v. R. Herzog. Aulendorf: Editio Cantor 1995. S. 229–239.

- 
- (mit C. Grenzmann): Relationship Between R & D Input and Output. – In: Innovation, Patents and Technological Strategies. Hrsg. v. OECD. Paris: OECD 1996. S. 71–88.
- Naturwissenschaftlich-technische Forschung und Entwicklung in der Deutschen Demokratischen Republik und in den neuen Bundesländern. Eine patentstatistische Analyse. – In: Wissenschaftsforschung: Jahrbuch 1994/95. Hrsg. v. H. Laitko, H. Parthey und J. Petersdorf. Marburg: BdWi-Verlag 1996. S. 99–149.
- Strukturen und Entwicklungen im Patentgeschehen. – In: Wissenschaftsforschung: Jahrbuch 1996/97. Hrsg. v. S. Greif, H. Laitko und H. Parthey. Marburg: BdWi-Verlag 1998. S. 101–144.
- Patente – Statistik und Analysen. – In: Deutsches Patentamt. Jahresbericht. Hrsg. v. Deutschen Patentamt. München: Deutsches Patentamt, laufende Veröffentlichung seit 1985.



---

## **Bibliographie Regine Zott. Zusammengestellt anlässlich ihres 60. Geburtstages.**

### *I. Monographische und herausgegebene Schriften*

Philosophische Reflexionen im Schaffen von Justus von Liebig. Berlin: Humboldt-Universität zu Berlin, Philosophische Fakultät, Dissertation (A) 1976 (Promotionsschrift zum Dr. phil.). 159 Bl.

Wilhelm Ostwald – Zur Geschichte der Wissenschaft. Vier Manuskripte aus dem Nachlaß von Wilhelm Ostwald. Hrsg. und mit einer Einführung über W. Ostwalds wissenschaftshistorische Beiträge zum Problem des wissenschaftlichen Schöpfertums sowie Kommentaren zu den einzelnen Manuskripten. Reihe: Wilhelm Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften, Bd. 267. Leipzig: Verlag Geest und Portig 1985. 284 Seiten.

Dasselbe in 2., überarb. Auflage (Nachdruck der 1. Aufl.), Frankfurt am Main: Verlag Harri Deutsch 1999. 284 Seiten.

(mit E. Heuser): Justus Liebig und August Wilhelm Hofmann in ihren Briefen. Nachträge 1845–1869. Kommentierte Edition bisher unveröffentlichter Briefe. Mannheim: Bionomica-Verlag 1988. 54 Seiten.

(mit E. Heuser): Die streitbaren Gelehrten. Justus Liebig und die preußischen Universitäten. Kommentierte Edition eines historischen Disputes. Mit einem Einführungssessay über die chemische Ausbildung in Deutschland vor 1840. Berlin: Ellen R. Swinne Verlag 1992. 289 Seiten.

Wilhelm Ostwald und Paul Walden in ihren Briefen (1887–1932). Mit einem Begleittext: Paul Walden – Wissenschaftler zwischen den Kulturen? Berlin: Ellen R. Swinne Verlag 1994. 205 Seiten.

Wilhelm Ostwald und Walther Nernst in ihren Briefen sowie in denen von Zeitgenossen. Kommentierte Edition. Berlin: Verlag für Wissenschafts- und Regionalgeschichte Berlin 1996. 230 Seiten.

- Fritz Haber in seiner Korrespondenz mit Wilhelm Ostwald sowie in Briefen an Svante Arrhenius. Berlin: Ellen R. Swinne Verlag 1997. 99 Seiten.
- Briefliche Begegnungen. Korrespondenz von Wilhelm Ostwald, Friedrich Kohlrausch und Hans Landolt. Unter Einbeziehung von Zuschriften an Svante Arrhenius sowie von und an Karl Seubert. Mit einer Einleitung (über die Ausdifferenzierung der physikalischen Chemie, Physikalisch-Technische Reichsanstalt, Atomgewichtskommission und Ausbildungsprobleme um die Wende zum 20. Jahrhundert). Berlin: Verlag für Wissenschafts- und Regionalgeschichte Berlin 1999 (im Druck ca. 530 S.)

## *II. Artikel in periodischen und anderen fortlaufend erscheinenden Publikationen*

- Intensivierung der Ingenieurarbeit und Schöpfungstum. Über eine interessante Diskussion in der Literaturnaja Gazeta. – In: Technische Gemeinschaft (Berlin). 21(1973)4, S. 42–43.
- Justus v. Liebig und seine Reflexionen über das Lebenskraft-Problem. – In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie (Berlin). 26(1978)1, S. 55–66.
- Justus v. Liebig's wissenschaftliche Denkweise. Anlässlich seines 175. Geburtstages am 12. Mai 1978. – In: Wissenschaft und Fortschritt (Berlin). 28(1978)5, S. 175–179.
- Liebig's agrochemische Forschungen und ihre gesellschaftlichen Auswirkungen. – In: Chemie in der Schule (Berlin). 25(1978)6, S. 225–229.
- Zu W. Ostwalds und J. Liebig's Reflexionen über schöpferische Forscherpersönlichkeiten. – In: Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften der DDR, 13 N, Internationales Symposium anlässlich des 125. Geburtstages von W. Ostwald, Berlin: Akademie-Verlag 1979, S. 69–78.
- Faktoren der Kooperation zwischen Wissenschaftler und Öffentlichkeit in der Wissenschaftsgeschichte. – In: Arbeitsblätter zur Wissenschaftsgeschichte der Martin-Luther-Universität Halle. Halle: 1981. Heft 10, S. 119–127.
- Wilhelm Ostwald – Forscher, Lehrer, Propagandist. – In: Zur Geschichte der Verbreitung wissenschaftlicher Kenntnisse unter den Volksmassen im kapitalistischen Deutschland. Berlin: Urania-Verlag 1982 (Schriftenreihe des Wissenschaftlich-methodischen Beirates der Urania, Heft 1), S. 29–38.
- Wilhelm Ostwald – Theoretiker und Praktiker wissenschaftlicher Kommunikation. – In: Berliner Wissenschaftshistorische Kolloquien VI: Probleme der wissenschaftlichen Kommunikation um die Wende vom 19./20. Jahrhundert: Beiträge des 27. Berliner Wissenschaftshistorischen Kolloquiums aus Anlaß des

50. Todestages von Wilhelm Ostwald. Akademie der Wissenschaften der DDR, Institut für Theorie, Geschichte und Organisation der Wissenschaft, Berlin 1982 (Kolloquien, Heft 28), S. 37–55.
- Über den Beitrag der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte zum wissenschaftlichen Denken im 19. Jahrhundert. – In: Kontinuität und Diskontinuität in der Entwicklung der Wechselbeziehungen zwischen Philosophie und Einzelwissenschaften im 19. und 20. Jahrhundert. Greifswald: Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald 1985 (Greifswalder Philosophische Hefte, Heft 4), S. 153–158.
- Zu den Anfängen des Frauenstudiums an der Berliner Universität. – In: Perspektiven interkultureller Wechselwirkung für den wissenschaftlichen Fortschritt: Beiträge von Wissenschaftshistorikern der DDR zum XVII: Internationalen Kongreß für Geschichte der Wissenschaften in Berkeley (USA). Akademie der Wissenschaften der DDR, Institut für Theorie, Geschichte und Organisation, Berlin 1985 (Kolloquien, Heft 48), S. 29–37.
- Ein Brief Mendeleevs. – In: Spectrum (Berlin). 18(1987)10, S. 26–27.
- (mit W. Girnus): Goethe als Naturforscher. Ein kaum bekannter Aufsatz des Physikochemikers Wilhelm Ostwald. Für den Neudruck vorbereitet und kommentiert. – In: Goethe-Jahrbuch der Goethe-Gesellschaft, Band 104. Weimar: Hermann Boelhaus Nachfolger 1987, S. 169–191.
- Wo sich das Wesen des Mannes concentrirt. Über den Brief als Kommunikationsmedium. – In: Spectrum (Berlin). 18(1987)10, S. 23–25. @LITERATUR = (mit K.-H. Tiemann): Zur Herausbildung wissenschaftlicher Gesellschaften im 18. / 19. Jahrhundert. – In: Berlingeschichte im Spiegel wissenschaftshistorischer Forschung – 300 Jahre Wissenschaft in Berlin: Materialien der wissenschaftlichen Konferenz vom 9.–11. April 1987 anlässlich der 750-Jahrfeier der Stadt Berlin. Akademie der Wissenschaften der DDR, Institut für Theorie, Geschichte und Organisation der Wissenschaften, Berlin 1987 (Kolloquien, Heft 64), S. 167–183.
- Zum Weg der Frau in die Wissenschaft, insbesondere in Preußen um die Jahrhundertwende (19. / 20. Jh.). – In: Frauen in der Wissenschaft: Wissenschaftspotential-Kolloquium, VII. – Akademie der Wissenschaften der DDR, Institut für Theorie, Geschichte und Organisation der Wissenschaft, Berlin 1987 (Kolloquien, Heft 60), S. 137–144.
- Zwei Chemiker – zwei Konzepte: Wilhelm Ostwald und Linus Pauling über Verantwortung des Wissenschaftlers und in ihrem politischen Engagement. – In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Friedrich-Schiller-Universität Jena, Naturwiss. Reihe (Jena). 37(1988)2, S. 239–248.

- Wilhelm Ostwald und sein schriftlicher Nachlaß. In: Mitteilungen der der Gesellschaft Deutscher Chemiker, Fachgruppe Geschichte der Chemie (Frankfurt am Main). 1989, Heft 2, S. 63–66.
- Die Naturwissenschaften in den Schriften Jean Pauls. – In: Die Wissenschaft in der bürgerlichen Kultur Deutschlands an der Wende vom 18. zum 19. Jahrhundert. Greifswald: Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald 1990 (Greifswalder Philosophische Hefte, Heft 6), S. 196–197.
- Zu Fragen der Chemieausbildung in der 1. Hälfte des 19. Jahrhunderts. – In: Manuskripte zur Chemiegeschichte. Hrsg. Pädagogische Hochschule Halle. (1990)1, S. 56–61.
- Liebig und Ostwald als Praktiker und Theoretiker von Chemiebildung. – In: Chemie in der Schule (Berlin). (1990)10, S. 369–374.
- Zum Begriff einer wissenschaftlichen Schule. – In: Studien zur Hochschul- und Wissenschaftsgeschichte, Heft 7: Wissenschaft und Schulbildung. Jena: Friedrich-Schiller-Universität Jena 1991, S. 36–43.
- (mit E. Heuser): Die Chemie als Mittel zur Geistesbildung. – In: Gießener Universitätsblätter (Gießen). 23(1990)2, S. 65–76.
- (mit E. Heuser): Vor 150 Jahren. Das Modell von Gießen und Preußens Praxis. – In: Chemie in Labor und Biotechnik. 41(1990)8, S. 457–459.
- Interrelations of Chemistry, Chemical Education and Agricultural Chemistry. – In: Acta historiae rerum naturalium necnon technicarum. Interrelations of Biology, Physics and Chemistry in Historical Perspectives. Czechoslovak academy of Science (Prague). 23(1991), p. 199–209.
- Briefwechsel als Kommunikationsmedium. – In: Probleme der Kommunikation in den Wissenschaften. Institut für Theorie, Geschichte und Organisation der Wissenschaften, Berlin 1991, (Kolloquien, Heft 75), S. 115–140.
- Wissenschaftliche Kommunikation, Popularisierung, Popularität und das Wirken Justus v. Liebig's. – In: Probleme der Kommunikation in den Wissenschaften. Institut für Theorie, Geschichte und Organisation der Wissenschaft, Berlin 1991 (Kolloquien, Heft 75), S. 185–197.
- Justus Liebig und Wilhelm Ostwald als Praktiker und Theoretiker chemischer Bildung. (1989). – In: Haeckeliana. Abhandlungen zur Wissenschaftsgeschichte (Jena). (1993)2, S. 134–150.
- The Development of Science and Scientific Communication: Justus Liebig's Two Famous Publications of 1840. – In: AMBIX (Cambridge), 40(1993)1, p. 1–10.

Alfred Nobels Testament von 1895 – Motive und Wirkungen. – In: Dahlemer Archivgespräche. Heft 1. Hrsg. v. E. Henning. Berlin: Archiv zur Geschichte der Max-Planck-Gesellschaft 1996, S. 79–98.

„die Chemie – in Liebig's Munde wird sie sprachgewaltig“. Popularisierung und Wissenschaftssprache. – In: Berichte der Justus-Liebig-Gesellschaft zu Gießen, Bd. 4, Gießen 1998, S. 26–51. (Vorträge des Symposiums „Das publizistische Wirken Justus von Liebig“, Liebig-Museum zu Gießen, 22. September 1995).

Die Umwandlung traditioneller Gewerbe in wissenschaftsbasierte Industriezweige: das Beispiel chemische Industrie – das Beispiel Schering. – In: Wissenschaftsforschung. Jahrbuch 1996/97. Hrsg. v. S. Greif, H. Laitko u. H. Parthey. Marburg: BdWi-Verlag 1998. S. 77–95.

### *III. Beiträge zu wissenschaftlichen Sammelbänden und Lexika*

Eilhard Alfred Mitscherlich (1874-1956).- In: Biographien berühmter Biologen. Hrsg. v. W. Plesse u. D. Rux. Berlin: Verlag Volk und Wissen 1977, S. 269–274.

Justus von Liebig (1803-1873). – In: Biographien bedeutender Biologen. Hrsg. v. W. Plesse u. D. Rux. Berlin: Verlag Volk und Wissen 1977, S. 240–245.

Problems of Women's Movement and Women's Studies in Germany at the End of the 19th c., especially in the view of scientists. – In: Proceedings of the Conference The Role of Women in the History of Science, Technology and Medicine in the 19th and 20th c. Veszprem / Hungary 1983, 15th-19th August 1983, p. 182–185.

Synchronoptische Tabellen (Wissenschafts-, Technik-, Institutionen- und kulturelle Entwicklung sowie politische Ereignisse in Auswahl). – In: Wissenschaft in Berlin. Von den Anfängen bis zum Neubeginn nach 1945, Autorenkollektiv unter Leitung von H. Laitko. Berlin: Dietz-Verlag 1987, S. 693–807.

(mit S. Engels und R. Stolz): Zeittafeln zur Entwicklung chemischer Kenntnisse und Fertigkeiten mit Hinweisen auf Ereignisse in Politik, Kultur, Naturwissenschaft und Technik. – In: ABC – Geschichte der Chemie. Hrsg. v. S. Engels und R. Stolz. VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie Leipzig 1990 (im Anhang, ohne Seitennumerierung).

Justus Liebig und August Wilhelm Hofmann: Gemeinsamkeiten und Besonderheiten. – In: Die Allianz von Wissenschaft und Industrie. August Wilhelm Hofmann (1818-1892), Hrsg. v. C. Meinel u. H. Scholz. Verlag Chemie Weinheim 1992, S. 141–150.

- Einige Briefe von M. H. Klaproth. Eine Ergänzung der Biographie von G. E. Dann. – In: Von der Phlogistik zur modernen Chemie. Vorträge des Symposiums aus Anlaß des 250. Geburtstages von Martin Heinrich Klaproth, Technische Universität Berlin, 29. November 1993. Hrsg. v. M. Engel. Verlag für Wissenschafts- und Regionalgeschichte Berlin 1994, S. 93–118.
- Auf der Suche nach der Mitte. Zum Lebensweg von Paul Walden (1863-1957). – In: Fixpunkte. Wissenschaft in der Stadt und der Region. Festschrift für Hubert Laitko anlässlich seines 60. Geburtstages. Hrsg. von H. Kant. Berlin: Verlag für Wissenschafts- und Regionalgeschichte 1996, S. 275–290.
- Über Preise in der Wissenschaft. – In: Physics and Geophysics with Historical Case Studies. A Festschrift in honour of Karl-Heinrich Wiederkehr. Hrsg. v. W. Schröder. IAGA-IDCH Newsletter No. 25. Mitteilungen des Arbeitskreises Geschichte der Geophysik 16 (1997), H. 2–5, Bremen-Roennebeck. S. 275–293.
- Die unzeitgemäßen Hundsposttage ... Fragen nach einer Brieftheorie. – In: Wissenschaftliche Briefeditionen und ihre Probleme. Editionswissenschaftliches Symposium. Berliner Beiträge zur Editionswissenschaft. Hrsg. v. H.- G. Roloff. Weidler Buchverlag Berlin 1998, S. 43–72.
- Paul Walden – Wissenschaftler zwischen den Kulturen. – In: Wissenschaftsgeschichte in Osteuropa. Hrsg. v. A. Henning u. J. Petersdorf. Wiesbaden: Harrassowitz-Verlag 1998. S. 149–163.

#### *IV. Rezensionen und Berichte*

- Rezension zu: A. I. Scerbakov / V. V. Kosolapov / E. V. Korol: Die Wissenschaft, die Wissenschaftler und ihre Arbeit unter den Bedingungen der gegenwärtigen wissenschaftlich-technischen Revolution. Novosibirsk 1971, 272 S., russ. – In: Wirtschaftswissenschaft (Berlin). 22(1974)6, S. 913–918.
- (mit H. Laitko): Rezension zu: Kojai Yoshishige: Sovremennaja Filosofija. Zametki o duche Jamato. Moskva 1974, russ. – In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie (Berlin). 24(1976)3, S. 361–365.
- (mit H. Laitko): Rezension zu: P. E. Sivokon / V. M. Leontjev: Estestvoznaniya v razvitiu obscestvennych nauk (k postanovke voprosa). Moskva 1976, 159 S., russ. – In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie (Berlin). 26(1978)8, S. 1056–1058.
- BWK. Berliner Wissenschaftshistorische Kolloquien – attraktiv für Ausrichter und Sympathisanten. – In: Spectrum (Berlin). 20(1989)7/8, S. 64.

---

## Publikationen der Mitglieder in den Jahren 1997–1998

**Bonitz, Manfred, Eberhard Bruckner & Andrea Scharnhorst:** Characteristics and Impact of the Matthew Effect for Countries. Paper presented at the 6. International Conference of the International Society for Scientometrics and Informetrics, Jerusalem, June 16–19, 1997. Proceedings 1997. Ed. by B. C. Peritz, L. Egghe. Jerusalem: The Hebrew University of Jerusalem. Scholl of Library, Archive and Information Studies 1997. S. 23–33.

**Bonitz, Manfred, Eberhard Bruckner & Andrea Scharnhorst:** Characteristics and Impact of the Matthew Effect for Countries. In: *Scientometrics* (Dortrecht-Budapest). 40(1997)3. S. 407–422.

**Bonitz, Manfred, Eberhard Bruckner & Andrea Scharnhorst:** The Matthew Index – Concentration Patterns and Matthew Core Journals. Paper presented at the Fifth International Conference on Science and Technology Indicators, June 4–6, 1998, Hinxton, Cambridge, England. Extended Abstract see URL:  
<http://sahara.fsw.leidenuniv.nl/s&tconference/abstracts.html#bonitz>

**Fuchs-Kittowski, Frank, Klaus Fuchs-Kittowski & K. Sandkuhl:** Synchrone Telekooperationssysteme als Bausteine für virtuelle Unternehmen: Schlußfolgerungen aus einer empirischen Untersuchung. – In: Tagungsband der D-CSCW'98: Groupware und organisatorische Innovation. Stuttgart-Leipzig: B. G. Teubner Verlag 1998.

**Fuchs-Kittowski, Frank, Klaus Fuchs-Kittowski & K. Sandkuhl:** Synchronous telecooperation as a component of virtual enterprises: Conclusions based on empirical research on the use of telecooperation systems in large German businesses and on creative organisations. – In: Proceedings of the XV. IFIP World Computer Congress '98, the global information society. Vienna / Austria and Budapest/Hungary. CD-Rom Edition. 1998.

**Fuchs-Kittowski, Klaus:** Information – Neither Matter nor Mind – On the Essence and on the Evolutionary Conception of Information. – In: *World Future*. 50(1997). S. 551–570.

- Fuchs-Kittowski, Klaus & Peter Krüger:** The Noosphere Vision of Pierre Teilhard de Chardin and Vladimir I. Vernadsky in the Perspective of Information and of World-Wide Communication. – In: *World Future* (Amsterdam). 50(1997). S. 757–784.
- Fuchs-Kittowski, Klaus & Hans Alfred Rosenthal:** Die moderne Biologie bedarf der Information. – In: *Ethik und Sozialwissenschaften. Streitforum für Erwägungskultur* (Opladen). 9(1998)2.
- Fuchs-Kittowski, Klaus & Hans Alfred Rosenthal:** Selbstorganisation, Information und Evolution – zur Kreativität der belebten Natur. – In: *Information und Selbstorganisation. Annäherung an eine vereinheitlichte Theorie der Information*. Hrsg. v. Norbert Frenzel, Wolfgang Hofkirchner u. Gottfried Stockinger. Innsbruck-Wien: Studien Verlag 1998.
- Gläser, Jochen:** How do research institutes learn? Paper prepared for the 13th EGOS Colloquium: Organisational Responses to Radical Environmental Changes, Budapest, Juli 3–5, 1997. Discussions Paper P 97-401. Berlin: Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung 1997.
- Gläser, Jochen:** Lernen Forschungsinstitute anders? Handlungsbedingungen und Organisationslernen in vier ostdeutschen Forschungsinstituten. – In: *Organisationslernen – institutionelle und kulturelle Dimensionen*. Hrsg. v. Horst Altbach, Meinolf Dierkes, Ariane Berthoin Antal & Kristiane Vaillant. Berlin: edition sigma 1998. S. 193–213.
- Greif, Siegfried:** Patente als Kriterium innovativer Forschung in den neuen Bundesländern. – In: *Deutschland-Archiv* (Opladen). 30(1997)1, S. 91–94
- Greif, Siegfried:** FuE-Input und Patent-Output. – In: *FuE-Info, Wissenschaftsstatistik* Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft (Essen). (1997)2. S. 11–12
- Greif, Siegfried; E. Giese & R. von Stoutz:** Die räumliche Struktur der Erfindungstätigkeit in Westdeutschland 1992. – In: *Geographische Zeitschrift* (Wiesbaden). 85(1997)2/3. S. 113–128
- Greif, Siegfried:** Patentatlas Deutschland. Die räumliche Struktur der Erfindungstätigkeit. München: Deutsches Patentamt 1998. 327 Seiten.
- Greif, Siegfried; Hubert Laitko & Heinrich Parthey** (Hrsg.): *Wissenschaftsforschung: Jahrbuch 1996/97*. Marburg: BdWi 1998. 268 Seiten.
- Greif, Siegfried:** Strukturen und Entwicklungen im Patentgeschehen. – In: *Wissenschaftsforschung: Jahrbuch 1996/97*. Hrsg. v. Siegfried Greif, Hubert Laitko & Heinrich Parthey. Marburg: BdWi 1998. S. 97–136.

- Greif, Siegfried:** Der Stuttgarter Raum im Patentgeschehen der Bundesrepublik Deutschland. – In: Statistik und Informationsmanagement (Stuttgart). 57(1998)3, S. 67–78.
- Haucke, Petra:** Planck-Bibliographie. Zum Gedenken an seinen 50. Todestag am 4. Oktober 1997. – In: Max-Planck-Gesellschaft, Berichte und Mitteilungen 4/97. München 1997. 88 Seiten.
- Henning, Aloys & Jutta Petersdorf** (Hrsg.): Wissenschaftsgeschichte in Osteuropa. Europa litterarum artiumque scientiam communicans. Wiesbaden: Harrassowitz Verlag 1998.
- Henning, Eckhart:** Max Planck (1858–1947). Zum Gedenken an seinen 50. Todestag am 4. Oktober 1997. Mit einem Geleitwort von Hubert Markl. – In: Max-Planck-Gesellschaft. Berichte und Mitteilungen 397. München 1997. 200 Seiten.
- Henning, Eckhart:** Leben und Leistung Wilhelm Fülleins (1869–1944) für die hennebergische Landesgeschichte. Mit einem Exkurs über die Biographie Bertholds des Weisen. Jahrbuch des Hennebergisch-Fränkischen Geschichtsvereins. 12(1997), S. 9–24.
- Herrmann, Claudia:** Existenzgründungen aus Universitäten, Hochschulen und Forschungseinrichtungen. – In: Wissenschaftsforschung: Jahrbuch 1996/97. Hrsg. v. Siegfried Greif, Hubert Laitko & Heinrich Parthey. Marburg: BdWi-Verlag 1998. S. 219–228.
- Kant, Horst:** Emil Warburg und die Physik in Berlin. – In: Dahlemer Archivgespräche (Berlin). 2(1997). S. 64–100.
- Kant, Horst:** The Establishment of Theoretical Physics as a Separate Field of Investigation and Teaching at the End of 19th Century. – In: Proceedings of the International Conference on History and Philosophy of Physics in Education, August 21–24, 1996, Bratislava. Bratislava 1997. S. 123–133.
- Kant, Horst:** Kalendarium zu ausgewählten Daten der Naturwissenschafts- und Technikgeschichte (Schwerpunkt Physikgeschichte) für 1997. – In: Physik in der Schule (Berlin). 35(1997)1. S. 123–133 od. S. 38–39??.
- Kant, Horst:** Peter Debye (1884–1966). – In: Die großen Physiker, Band 2. Hrsg. v. K. v. Meyen. München: Beck 1997. S. 262–275.
- Kant, Horst:** Alfred Nobel. Sofia: Izdatelstvo „Prosveta“ 1997. 134 Seiten. (Übersetzung der 2. Auflage der deutschen Ausgabe von 1986).
- Kant, Horst:** Zur Geschichte der Physik an der Reichsuniversität Straßburg in der Zeit des Zweiten Weltkrieges. Preprint Nr. 73 des Max-Planck-Instituts für Wissenschaftsgeschichte. Berlin 1997. 41 Seiten.

- Kant, Horst:** Bericht vom Deutschen Wissenschaftshistorikertag 1996. – In: Internationale Zeitschrift für Geschichte und Ethik der Naturwissenschaften, Technik und Medizin. Neue Serie (Basel). 5(1997)4. S. 267.
- Kant, Horst** (Rezension): Lin Quing, Zur Frühgeschichte des Elektronenmikroskops. Stuttgart 1995. – In: Internationale Zeitschrift für Geschichte und Ethik der Naturwissenschaften, Technik und Medizin. Neue Serie (Basel). 5(1997)3. S. 199–200.
- Kant, Horst:** Der Weg zu Stalins Bombe. Zur Organisation und Entwicklung der physikalischen Wissenschaften von der Oktoberrevolution bis zum Ende der 40er Jahre. – In: Wissenschaftsgeschichte in Osteuropa. Europa litterarum artiumque scientiam communicans. Hrsg. von Aloys Henning und Jutta Petersdorf. Wiesbaden: Harrossowitz Verlag 1998. S. 243–266.
- Kant, Horst:** Berufsverbote in der Deutschen Geschichte – Der Fall Leo rons. – In: Physik in der Schule (Berlin). 36(1998)6. S. 235–236.
- Kant, Horst:** Franz Ernst Neumann (\*11.9.1798). – In: Physik in der Schule (Berlin). 36(1998)10, S. 353–357.
- Kant, Horst:** Einleitungssessay. – In: Harenberg Lexikon der Nobelpreisträger. Dortmund: Harenberg Lexikon Verlag 1998. S. 5–15.
- Kant, Horst:** C. D. Anderson, Ch. G. Barkla, P. M. Blackett, W. H. Brattain, J. Chadwick, J. D. Cockroft, C. J. Davisson, P. A. M. Dirac, Maria Goeppert-Mayer, V. F. Hess, H. Kamerlingh-Onnes, P. L. Kapiza, E. O. Lawrence, C. F. Powell, I. I. Rabi, Ch. Raman, Lord Rayleigh, O. W. Richardson, W. B. Shockley, O. Stern, G. P. Thomson, J. J. Thomson, J. D. van der Waals, E. T. S. Walton, E. P. Wigner, C. T. R. Wilson, H. Yukawa – In: Harenberg Lexikon der Nobelpreisträger. Dortmund: Harenberg Lexikon Verlag 1998. S. 190, 95, 243, 296, 185, 262, 197, 174, 348, 191, 84, 486, 139, 256, 218, 159, 39, 148, 297, 213, 198, 49, 70, 263, 349, 144, 249.
- Ulrike Kohl:** Die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften im Nationalsozialismus – Quelleninventar. Berlin: Veröffentlichungen aus dem Archiv zur Geschichte der Max-Planck-Gesellschaft 1997. 253 Seiten.
- Kretschmer, Hildrun:** Patterns of behaviour in co-authorship networks of invisible colleges. – In: Selected and Revised Papers. Proceedings of the Sixth Conference of The International Society for Scientometrics and Informetrics. Jerusalem, June 16–19, 1997. Edited by B. Peritz and L. Egghe. Israel: AHVA Coop. Printing Press Ltd. Jerusalem 1997. S. 197–208.
- Kretschmer, Hildrun:** Patterns of behaviour in co-authorship networks of invisible colleges. – In: Scientometrics (Budapest-Oxford). 40(1997)3. S. 579–591.

- Kretschmer, Hildrun:** Collaboration in science since three centuries. – In: Proceedings of the Workshop on Informetrics and Scientometrics, 16–19 March 1998, Bangalore, India. Edited by I.K. Ravichandra Rao. Bangalore: Indian Statistical Institute Publishers 1998. S. 153–170.
- Kretschmer, Hildrun:** Changing conditions of the research process and the adaptation of collaboration structure. – In: Proceedings of the Workshop on Informetrics and Scientometrics, 16–19 March 1998, Bangalore, India. Edited by I.K. Ravichandra Rao. Bangalore: Indian Statistical Institute Publishers 1998. S. 71–202.
- Kretschmer, Hildrun:** Configurations in international coauthorship networks. – In: Proceedings of the Beijing International Seminar of Quantitative Evaluation of R&D in Universities and Fifth All-China Annual Meeting for Scientometrics and Informetrics, 4–6 December 1998, Beijing, China. Edited by G. Jiang. Beijing: CNIER Publishers 1998. S. 8–29.
- Kretschmer, Hildrun & B.M. Gupta:** Collaboration patterns in theoretical population genetics. – In: *Scientometrics* (Budapest-Oxford). 43(1998)3. S. 455–462.
- Kretschmer, Hildrun:** Widerspiegelungen der Sozialpsychologie in der Zeitschrift für Sozialpsychologie: Bekannte Regeln, kristallisiert im Koauthorschaftsnetzwerk. – In: *Zeitschrift für Sozialpsychologie* (Bern-Göttingen-Toronto-Seattle). 29(1998)4. S. 307–324.
- Kretschmer, Hildrun:** Soziale Prozesse in wissenschaftlichen Gemeinschaften. – In: *Soziologie und Soziologen im Übergang. Beiträge zur Transformation der außeruniversitären soziologischen Forschung in Ostdeutschland.* Hrsg. von Hans Bertram. Opladen: Leske + Budrich 1997. S. 562–587.
- Laitko, Hubert:** Wissenschaftspolitik. – In: *Die SED. Geschichte – Organisation – Politik.* Ein Handbuch. Hrsg. von Andreas Herbst, Gerd-Rüdiger Stephan und Jürgen Winkler. Berlin: Dietz Verlag 1997. S. 405–419.
- Laitko, Hubert:** Das Reformpaket der sechziger Jahre – wissenschaftspolitisches Finale der Ulbricht-Ära. – In: *Naturwissenschaft und Technik in der DDR.* Hrsg. von Dieter Hoffmann und Kristie Macrakis. Berlin: Akademie-Verlag 1997. S. 35–58.
- Laitko, Hubert:** Ostdeutsche Wissenschaft im siebten Jahr der deutschen Einheit. – In: *ICARUS. Zeitschrift für soziale Theorie und Menschenrechte* (Berlin). 3(1997)9. S. 3–9.
- Laitko, Hubert:** Die Etablierung der Technikwissenschaften an der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1945–1950. – In: *Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät* (Berlin). 15(1996) 7/8. S. 59–80.

- Laitko, Hubert:** Das internationale Gradmessungsunternehmen als multilateraler wissenschaftlicher Kooperationsverband: Momente der Organisationsentwicklung vor 1900. – In: *Geomagnetism and Aeronomy (With Special Historical Case Studies)*. Ed. by Wilfried Schröder. IAGA Newsletters (Bremen). 29/1997. S. 239–277.
- Laitko, Hubert:** Umstrukturierung statt Neugründung: Die dritte Hochschulreform der DDR. – In: *Berichte zur Wissenschaftsgeschichte (Weinheim)*. 21(1998)2/3. S. 143–158.
- Laitko, Hubert:** Hermann von Helmholtz: Universalität und Präzision. – In: *Hermann von Helmholtz. Klassiker an der Epochenwende. Vorträge zur Ausstellung*. Braunschweigisches Landesmuseum, 1997. Hrsg. von Helmut Klages und Heinz Lübbig. Braunschweig: Physikalisch-Technische Bundesanstalt 1998 (= PTB-Texte Bd. 8). S. 1–10.
- Laitko, Hubert:** Auf der Höhe des Ruhms: Helmholtz als hauptstädtische Institution. – In: *Hermann von Helmholtz. Klassiker an der Epochenwende. Vorträge zur Ausstellung*. Braunschweigisches Landesmuseum, 1997. Hrsg. von Helmut Klages und Heinz Lübbig. Braunschweig: Physikalisch-Technische Bundesanstalt 1998 (= PTB-Texte Bd. 8). S. 153–160.
- Laitko, Hubert:** Wissenschaft als Bild und Bildnerin möglicher Zukünfte. – In: *Wissenschaft und Politik-Diskurs. Kolloquien-Beiträge zu aktuellen Problemen der F&T-Politik*. Hrsg. von Hansgünter Meyer und Helmut Steiner. Eine Produktion der Schriftenreihen von Leibniz-Sozietät e.V. und Wisos e.V. (Berlin). Berlin 1998. S. 14–32.
- Laitko, Hubert:** Wissenschaft in Berlin um 1930. – In: *Hans Reichenbach. Philosophie im Umkreis der Physik*. Hrsg. von Hans Poser und Ulrich Dirks. Berlin: Akademie-Verlag 1998. S. 139–156.
- Laitko, Hubert:** Ernst Mach – Gelehrter in der multinationalen Donaumonarchie. – In: *Wissenschaftsgeschichte in Osteuropa. Europa litterarum artiumque scientiam communicans*. Hrsg. von Aloys Henning und Jutta Petersdorf. Wiesbaden: Harrossowitz Verlag 1998. S. 113–148.
- Laitko, Hubert:** Die Jahrhundertwende und die Idee der Organisation in der Wissenschaft. – In: *From Newton to Einstein (A Festschrift in Honour of the 70th Birthday of Hans-Jürgen Treder)*. Ed. by Wilfried Schröder. *Mitteilungen des Arbeitskreises Geschichte der Geophysik DGG* (Bremen). 17(1998)3/4. S. 286–309.
- Lüdtke, Karlheinz:** Das öffentliche Wissenschaftsverständnis in Ost und West. Zu Ergebnissen einer Befragung in Berlin. – In: *Deutsch-Deutsche Sprachspiele*.

- Hrsg. v. Wolfgang Frindte, Thomas Fahrig u. Thomas Köhler. Münster: LIT-Verlag 1997. S. 108–122.
- Lüdtke, Karlheinz:** Wissenschaftsentwicklung und der Wandel disziplinärer Strukturen. – In: Ethik und Sozialwissenschaften. Streitforum für Erwägungsliteratur (Opladen). 8(1997)4. S. 562–564.
- Lüdtke, Karlheinz:** Entstehung und Entwicklung wissenschaftlich-technischer Neuerungen in soziologischer Sicht. – In: Wissenschaftsforschung: Jahrbuch 1996/97. Hrsg. von Siegfried Greif, Hubert Laitko u. Heinrich Parthey. Marburg: BdWi 1998. S. 33–64.
- Parthey, Heinrich:** Analyse von Forschergruppen. – In: Soziologie und Soziologen im Übergang. Beiträge zur Transformation der außeruniversitären soziologischen Forschung in Ostdeutschland. Hrsg. von Hans Bertram. Opladen: Leske + Budrich 1997. S. 543–559.
- Parthey, Heinrich:** Disziplinierung der Interdisziplinarität. In: Ethik und Sozialwissenschaften. Streitforum für Erwägungskultur (Opladen). 8(1997)4. S. 567–569.
- Parthey, Heinrich:** Wissenschaft und Innovation. – In: Wissenschaftsforschung: Jahrbuch 1996/97. Hrsg. von Siegfried Greif, Hubert Laitko u. Heinrich Parthey. Marburg: BdWi 1998. S. 9–32.
- Bruckner, Eberhard, Werner Ebeling & Andrea Scharnhorst:** Technologischer Wandel und Innovation – Stochastische Modelle für innovative Veränderungen in der Ökonomie. In: Evolution und Selbstorganisation in der Ökonomie. Hrsg. v. F. Schweitzer u. G. Silverberg. Berlin: Dunker-Humblot 1998. S. 361–382.
- Ebeling, Werner, Andrea Scharnhorst, Miguel A. Jiménez Montano & Karmeshu:** Evolutions- und Innovationsdynamik als Suchprozeß in komplexen adaptiven Landschaften. – In: Selbstorganisation. Hrsg. v. K. Mainzer. Reisenberg 1997.
- Scharnhorst, Andrea:** Citations – Networks, Science Landscapes and Evolutionary Strategies. – In: Scientometrics (Amsterdam-Budapest). 43(1998)1. S. 95–106.
- Scharnhorst, Andrea (Rezension):** „Paul Krugmann, Self-Organizing Economy. Cambridge: Oxford 1996.“ – In: Evolution und Selbstorganisation in der Ökonomie. Hrsg. v. F. Schweitzer u. G. Silverberg. Berlin: Dunker-Humblot 1998. S. 481–483.
- Schütze, Wolfgang:** Lebendigkeit der Wissenschaftsforschung – zum Beitrag des Institutes für Theorie, Geschichte und Organisation der Wissenschaft (ITW) der AdW der DDR. – In: Soziologie und Soziologen im Übergang. Beiträge zur Transformation der außeruniversitären soziologischen Forschung in Ost-

deutschland. Hrsg. von Hans Bertram. Opladen: Leske + Budrich 1997. S. 115–126.

**Ullmann, Dirk:** Max Planck als Wissenschaftsorganisator im Spiegel der archivalischen Überlieferung. – In: Physikalische Blätter (Weinheim). 53(1997). S. 1017–1018.

**Umstätter, Walther:** Die Messung von Wissen. – In: Nachr. f. Dok. 49(1998)4. S. 221–224.

**Umstätter, Walther:** Die Zukunft des Buches und die Rolle der Bibliothek im modernen Wissensmanagement. – In: Spektrum der Wissenschaft – Dossier: Die Welt im Internet. (1998)1. S. 38–43.

**Umstätter, Walther:** Die Rolle der Digitalen Bibliothek im Wissensmanagement. Einige grundlegende Gedanken. – In: Informations- und Wissenstransfer in der Medizin und im Gesundheitswesen. Hrsg. K.-H. Kaltenborn. – ZfBB Sonderheft. 72(1998). S. 506–533.

**Umstätter, Walther:** Wissenschaft – Informationszeitalter – Digitale Bibliothek. Bericht über eine Arbeitstagung am 27. und 28. März im Institut für Bibliothekswissenschaft der Humboldt-Universität zu Berlin. Nachr. f. Dok. 49(1998)4 S. 232–233

**Ewert, Gisela & Walther Umstätter:** Lehrbuch der Bibliotheksverwaltung. Auf der Grundlage des Werkes von Wilhelm Krabbe und Wilhelm Martin Luther völlig neu bearbeitet. Stuttgart: Anton Hiersemann 1997. 204 Seiten.

**Jänsch, Wolfgang, Engelbert Plassmann, Konrad Umlauf & Walther Umstätter:** Universitäre Ausbildung gesichert. Buch und Bibliothek 50(1998)8 S. 512–515

**Schwarz, Iris & Walther Umstätter:** Zum Prinzip der Objektdarstellung in SGML. – In: Herausforderung an die Wissensorganisation: Visualisierung, multimediale Dokumente, Internetstrukturen. Hrsg.: Czap, H.; Ohly, P. und Pribbenow, S.. Würzburg: Ergon Verl. 1998. S. 173–179.

**Schwarz, Iris & Walther Umstätter:** Medizinische Online-Dienste und CD-ROM-Datenbanken. In: Informations- und Wissenstransfer in der Medizin und im Gesundheitswesen. Hrsg. K.-H. Kaltenborn. – ZfBB Sonderheft. 72(1998). S. 506–533.

**Wagner-Döbler, Roland:** Wachstumszyklen technisch-wissenschaftlicher Kreativität. Eine quantitative Studie unter besonderer Beachtung der Mathematik. Frankfurt am Main/New York: Campus Verlag 1997. 282 Seiten.

- Wagner-Döbler, Roland:** Eröffnungen – die populärsten, die erfolgreichsten und die friedlichsten. Eine historisch-statistische Studie. In: Rochade Europa. (1997)1. S. 17–19.
- Wagner-Döbler, Roland:** Innovationsebben und Innovationsfluten. Kondratieff-Zyklen aus der Perspektive der Wissenschaftsforschung. – In: Wissenschaftsforschung: Jahrbuch 1996/97. Hrsg. von Siegfried Greif, Hubert Laitko & Heinrich Parthey. Marburg: BdWi 1998. S. 65–75.
- Wagner-Döbler, Roland:** Kognitive Mobilität. Eine makroskopische Untersuchung der Wanderung von Wissenschaftlern zwischen Forschungsgebieten am Beispiel der Mathematik. Journal for General Philosophy of Science. 29(1998). S. 265–287.
- Wagner-Döbler, Roland:** Scientometric evidence for the existence of long economic growth cycles in Europe 1500–1900. 6. International Conference of the International Society for Scientometrics and Informetrics, Jerusalem, June 16–19, 1997. Proceedings. Ed. by B. C. Peritz, L. Egghe. Jerusalem: The Hebrew University of Jerusalem. School of Library, Archive and Information Studies 1997. S. 473–478. Überarb. in: Scientometrics (Amsterdam/Budapest). 41(1998). S. 201–208.
- Wagner-Döbler, Roland:** Retrospective catalogue conversion and digitization of library collections in Germany. Towards the New Information Society of Tomorrow: Innovations, Challenges and Impact. Papers presented at the 49th FID Conference and Congress, New Delhi, 11–17 October 1998. S. III,64-III,68.
- Wegeleben, Christa:** Beständeübersicht des Archivs zur Geschichte der Max-Planck-Gesellschaft. Teil 1 und 2. Berlin: Veröffentlichungen aus dem Archiv zur Geschichte der Max-Planck-Gesellschaft 1997. 260 Seiten.
- Wölfling, Manfred:** Forschung, Produktivität und Betriebsgröße im Ost-West-Vergleich. – In: Wissenschaftsforschung. Jahrbuch 1996/97. Hrsg. von Siegfried Greif, Hubert Laitko & Heinrich Parthey. Marburg: BdWi 1998. S. 203–218.
- Zott, Regine:** Fritz Haber in seiner Korrespondenz mit Wilhelm Ostwald sowie in Briefen an Svante Arrhenius. Berlin: 1997.
- Zott, Regine:** Über Preise in der Wissenschaft. In: Physics and Geophysics with Historical Case Studies. A Festschrift in honour of Karl-Heinrich Wiederkehr. Hrsg. v. W. Schröder. IAGA-IDCH Newsletter No. 25. Bremen-Roennebeck: 1997. S. 275–293.
- Zott, Regine:** Die unzeitgemäßen Hundsposttage ... Fragen nach einer Brieftheorie. In: Wissenschaftliche Briefeditionen und ihre Probleme. Editionswissenschaftliches Symposium. Hrsg. v. Hans-Gert Rolloff (= Berliner Beiträge zur Editions-

wissenschaft hrsg. v. Hans-Gert Roloff, Band 2). Berlin: WEIDLER Buchverlag 1998, S. 43–72.

**Zott, Regine:** Die Umwandlung traditioneller Gewerbe in wissenschaftsbasierte Industriezweige: das Beispiel chemische Industrie – das Beispiel Schering. – In: Wissenschaftsforschung: Jahrbuch 1996/97. Hrsg. von Siegfried Greif, Hubert Laitko & Heinrich Parthey. Marburg: BdWi 1998. S. 77–95.

## Namensregister

### A

Abt, H. A. 72, 161,  
162, 164, 168, 170,  
171, 176  
Adam, J. 29  
Adler, M. 74, 87  
Ageew, N. 74, 87  
Albach, H. 226  
Albrecht, H. O. 87,  
147, 280  
Albrecht, K. 87, 147,  
280  
Alloway, J. L. 182  
Andrewes, C. H. 165,  
171, 175, 176  
Andriewsky, P. 164  
Arndt, E. M. 126  
Arnim, A. von 113  
Artus, H. M. 123, 248  
Asheshov, I. N. 169  
Avery, G. T. 182, 183

### B

Babkov, V. V. 154  
Back, E. 141, 145  
Bail, O. 167, 177  
Balzac, H. 123, 131  
Balzer, W. 71  
Bar-Hillel, Y. 277, 278  
Barber, B. 245  
Bardehle, H. 214  
Barth, S. 227

Bässler, K.-H. 197  
Bawden, F. C. 165  
Becker, G. 12, 15, 20,  
43, 226  
Becker, J. 12, 15, 20, 43  
Bedson, S.P. 175  
Beier, F.-K. 225  
Beijerinck, M. W. 101,  
161  
Bellamy, E. 123  
Benz, U. 139, 140, 151  
Bergmann, M. 73, 87  
Bernal, J. D. 99, 100,  
165  
Bernhardt, W. 210, 225  
Bierhals, R. 228  
Bijker, W. E. 192  
Bloch, E. 34, 48, 165  
Bloch, H. 34, 48, 165  
Boekhorst, P. te 292  
Bohr, N. 141, 142,  
143, 144, 145, 146,  
147  
Bollmann, S. 47  
Boltzmann, L. 138  
Bonitz, M. 101, 232,  
243, 306, 307  
Bordet, J. 169, 183  
Born, M. 51, 61, 91,  
148, 150  
Born, R. 51, 61, 91,  
148, 150

Börne, L. 121  
Bovery, Th. 189  
Bragg, L. 204  
Brandt, H. 125  
Brentano, C. 113  
Bricmont, J. 68  
Brocke, B. vom 72  
Brooks, T. A. 268  
Brown, L. M. 140  
Brüche, E. 104  
Bruckner, E. 101, 232,  
234  
Büchner, G. 114, 127,  
128  
Buchner, P. 164  
Buckel, E. 263  
Budde, R. 16, 23  
Burnet, F. M. 171, 176  
Busch, W. 132  
Busek, E. 254  
Butenandt, A. 92  
Buzas, L. 81

### C

Cairns, J. 156, 166, 182  
Cantor, G. 112, 221  
Carnap, R. 252, 253,  
255, 276, 277, 278  
Carpzov, B. 85  
Cassebaum, H. 197  
Cellarius, Ch. 85  
Cernyi, A. I. 243, 244

- Chamisso, A. von 114, 127  
 Chardin, T. de 12, 63, 64  
 Chase, M. 184  
 Chester, K. S. 172  
 Chetverikov, S. S. 154  
 Chramov, Ju. A. 149  
 Christian, W. 130, 195, 200, 201  
 Ciuca, M. 169  
 Clement, A. 11, 43  
 Cole, J. R. 309  
 Cole, S. 309  
 Condillac, E. B. de 310  
 Correns, C. E. 100  
 Coy, W. 43, 59, 63  
 Cronin, B. 267, 272
- D**
- D'Alembert, J.R. 310  
 D'Herelle, F. 166  
 Daniel, H.-D. 257, 268  
 Dann, G. E. 148, 237  
 Darlington, C. D. 193  
 Darwin, Ch. 110  
 Delbrück, M. 184, 185  
 Descartes, R. 116  
 Di Trochio, F. 70  
 Diderot, D. 310  
 Dietze, J. 81  
 Dilthey, W. 291  
 DiMaggio, P. J. 155  
 Dobrov, G. M. 78  
 Dobrow, G. 240  
 Dobzhansky, Th. 154  
 Docherty, P. 43
- Doerr, R. 163, 165, 167, 168, 169, 172, 173, 174, 178, 181, 184, 185, 190  
 Downie, A. W. 175  
 Droste-Hülshoff, A. von 114, 130  
 Drott, M. C. 273  
 Du Bois-Reymond, E. 127  
 Dubinin, N. P. 154  
 Dulbecco, R. 156  
 Dunn, C. C. 193  
 Dürrenmatt, F. 133  
 Dziatzko, K. 81
- E**
- Eckert, M. 139, 143, 146, 149  
 Edge, D. O. 154, 274  
 Ehlers, D. 94  
 Eigen, M. 17  
 Einstein, A. 139, 140, 146, 148  
 Eisenschitz, R. K. 87  
 Eisenstein, E. I. 82  
 Elford, W. J. 165  
 Ellis, E. L. 166  
 Elsasser, W. 52  
 Engels, F. 110  
 Epstein, K. 142, 143, 146, 147  
 Epstein, P. S. 142, 143, 146, 147  
 Errera, L. 163  
 Eucken, A. 140, 143  
 Euler-Chelpin, H. von 196, 200, 202, 204, 205  
 Evans, A. B. 123
- Ewald, P. P. 142, 143, 147  
 Ewert, G. 77, 249, 275, 285  
 Eyring, H. 74, 87
- F**
- Fabian, B. 286, 292  
 Fankuchen, I. 165  
 Farr, A. L. 309  
 Faust, K. 110, 126, 263  
 Feuerbach, L. 110  
 Finetti, M. 70  
 Finkenstaedt, Th. 257  
 Fisch, R. 257, 268  
 Fischer, A. 29, 73, 74, 87, 197  
 Fischer, B. 29, 73, 74, 87, 197, 268, 273  
 Fischer, F. 29, 73, 74, 87, 197  
 Fischer, L. 29, 73, 74, 87, 197  
 Fleck, L. 191, 192, 193  
 Fleißner, P. 11, 13, 16  
 Floyd, C. 16, 23  
 Focke, W. O. 101  
 Fontane, Th. 110, 114, 129, 132  
 Föppl, A. 137  
 Fraenkel-Conrat, H. 173, 175  
 Frenzel, N. 16  
 Freud, J. 17, 267  
 Frey, G. 253  
 Freytag, G. 114, 133  
 Frosch, P. 162  
 Frost, M. 280  
 Fuchs, H. 12, 19, 24, 43, 49, 67, 277, 284

- Fuchs-Kittowski, K. 12, 13, 15, 16, 19, 20, 23, 24, 29, 31, 43, 49, 59, 64, 67, 277
- Füchsel, H. 81
- Fühles-Ubach, S. 302
- G**
- Garfield, E. 236, 259, 269, 271, 274, 281, 282, 306
- Garin, E. 82
- Gauß, K. F. 112, 128
- Geitler, L. 74, 87, 178
- Gering, T. 226
- Gerstäcker, F. 127
- Giddens, A. 155
- Gildemeister, E. 168
- Giljarevskij, R. S. 243, 244
- Glänzel, W. 241
- Gläser, J. 76, 77
- Glitscher, K. 146
- Goethe, J. W. von 113, 126, 128
- Goetz, D. 182, 184
- Goldschmidt, R. 179
- Gratia, A. 183
- Green, R. G. 169
- Greif, S. 70, 214, 215, 220, 221, 225, 226, 247
- Grenzmann, Ch. 221, 223
- Griebel, R. 290
- Griffith, B. C. 273
- Griffith, F. 181
- Grimm, J. 113, 121
- Grimm, W. 113, 121
- Grjaznov, B. S. 95
- Grühn, E. 197
- Gsell, O. 176
- Gudermuth, P. 29
- Gutfeld, F. von 168, 169
- Gutzkow, K. 128
- Gye, W. E. 171
- Györgyi, P. 204
- H**
- Haeckel, E. 119
- Hahn, O. 49, 73, 74, 87
- Hallauer, C. 172, 178
- Haller, R. 254, 255, 256
- Handtke, U. 280
- Hansen, M. 74, 87
- Harries, C. D. 180
- Hartmann, K. 81
- Harwood, J. 179
- Hauptmann, G. 133
- Hausser, I. 74, 88
- Hebbel, F. Ch. 130
- Heine, H. 110, 114, 128, 130, 131
- Heinemann, G. 225
- Heinrich, L. J. 15, 20, 47, 67, 68, 70, 72, 74, 76, 77, 78, 80, 82, 84, 86, 88, 89, 93, 137, 228
- Heinz, M. 19, 264
- Heisenberg, W. 148, 149, 150
- Helmholtz, H. von 112
- Helvetius, C.-A. 310
- Helvoort, T. van 171, 172, 175
- Henning, E. 92, 96, 102
- Herbst, A. 79, 138, 161
- Hermann, A. 89, 138, 146, 148
- Herrmann, C. 49
- Herrmann, Th. 49
- Hershey, A. D. 184
- Hertz, H. 137, 228
- Herwegh, G. 114
- Herzberg, K. 168
- Herzog, R. 221
- Hesse, H. 109, 133
- Heubner, Th. 96
- Heyse, P. 131
- Hicks, D. 318
- Hilbert, D. 135, 151
- Hiller, H. 280
- Himmelrath, A. 70
- Hoagland, C. L. 174
- Hoder, F. 165
- Hofkirchner, W. 16, 64
- Hofmannsthal, H. von 133
- Hölderlin, F. 113
- Holl, F. 91
- Holz, A. 133
- Honegger, A. 107
- Hotchkiss, R. D. 182, 183
- Housfield, G. 31
- Hoyer, U. 141
- Hulme, E. W. 291
- Humboldt, A. von 15, 40, 47, 66, 94
- Hund, F. 141
- Hustedt, F. 74, 88
- I**
- Immermann, K. L. 127

- Ivanovskij, D. I. 159,  
160, 173
- J**
- Jacob, F. 178  
 Jacoby, K. 17, 287  
 Jäger, G. 67, 91  
 Jahn, I. 101  
 Jansz, C. N. 251  
 Jantsch, E. 17  
 Janzen, L.-W. 168  
 Järvinen, P. 43  
 Jendrassik, L. 88  
 Jochum, U. 67  
 Jonas, M. 153  
 Jordan, P. 185  
 Judson, H. F. 183, 184  
 Jürß, F. 94  
 Just-Hahn, K. 49
- K**
- Kabéshima, T. 167  
 Kaden, H. 74, 88  
 Kaiser, H. 24, 72, 73,  
74, 87, 209  
 Kant, H. 20, 135, 136,  
138, 140, 142, 144,  
146, 148, 150, 282  
 Kant, I. 116  
 Karanjai, A. 259  
 Karrer, P. 196, 197,  
200, 201, 202, 203,  
204, 205  
 Katz, J. S. 318  
 Kausche, G. A. 173,  
178  
 Kay, L. E. 186, 193  
 Keil-Slawik, R. 16, 23  
 Keller, G. 114, 131  
 Kende, J. 290  
 Kenney, S. B. 13  
 Kerner, J. 129  
 Kinzel, W. 268, 273  
 Klein, F. 135, 137,  
138, 151  
 Kleist, H. von 121,  
125, 126  
 Klischewski, R. 12, 43  
 Kluth, R. 285, 286  
 Knopp, W. 214  
 Knorr-Cetina, K. 67,  
68  
 Koch, R. 160  
 Kocka, J. 155  
 Kohlrausch, F. 138  
 Kohn, E. 138  
 Kolle, K. 73, 88  
 Kolm, P. 43  
 König, W. 12, 15, 20,  
43, 123, 135  
 Korevaar, J. C. 260  
 Körner, Th. 126  
 Kornwachs, K. 287  
 Köttelwesch, C. 81  
 Kowark, H. 290  
 Krabbe, W. 77  
 Krämer, S. 45, 62, 63  
 Kraßer, R. 207, 208,  
210, 225  
 Kröber, G. 179  
 Krug, H.-J. 96  
 Krüger 12, 64  
 Krüger, P. 12, 64, 155  
 KrügerÆ& 155  
 Kuczynski, J. 96  
 Kuhlen, R. 288  
 Kühn, A. 92  
 Kuhn, R. 74, 88, 196,  
197, 200, 201, 202,  
203, 204, 205  
 Kuhn, Th. S. 74, 88,  
98, 197  
 Kurdjumov, G. 74, 88
- L**
- Laband, D. N. 246,  
259  
 Laidlaw, P. P. 169  
 Laitko, H. 47, 70, 72,  
95, 220  
 Lakatos, I. 282  
 Lang, O. 16, 64, 226  
 Lasswitz, C. 124, 133  
 Latour, B. 158  
 Laudel, G. 76  
 Laue, M. von 73, 74,  
88  
 Laxness, H. 133  
 Lederer, E. 74, 88  
 Leeson, K. 290  
 Leeuwen, Th. N. van  
259, 262  
 Lehmann, K.-D. 265,  
266  
 Lehmann, Th. 265, 266  
 Lehl, S. 268, 273  
 Leibniz, G. W. 33, 77,  
85, 125, 294, 295  
 Lem, S. 133  
 Lemgo, K. 13  
 Lenz, W. 142, 144,  
146, 147  
 Lessing, G. E. 109  
 Lewin, C. 171  
 Leyh, G. 81, 291  
 Liebig, J. von 112,  
127, 131, 132

Liebowitz, St. J. 259  
 Liesegang, E. D. 165  
 Lindemann, F. 135  
 Liu, M. 269  
 Loeffler, F. 162  
 Loew, D. 197  
 Lohmann, K. 73, 88  
 London, F. 13, 15, 17,  
 74, 81, 85, 87, 88,  
 89, 103  
 Löns, H. 133  
 Löser, B. 180  
 Lowry, O. H. 308  
 Ludford, R. J. 171  
 Lüdtke, K. 155  
 Luther, W. M. 77  
 Luukkonen, T. 317

**M**

MacCallum, F. O. 175  
 MacFarlane, M. G. 180  
 Machlup, F. 290  
 MacLeod, C. M. 182  
 MacRoberts, B. R.  
 269, 273, 274  
 MacRoberts, M. H.  
 269, 273, 274  
 Mädler, J. H. 121  
 Majer, H. 223  
 Malsch, Th. 153  
 Mambrey, P. 12  
 Mann, Th. 34, 133  
 Mantl, W. 254  
 Manutius, A. 83  
 Mark, H. 123, 180  
 Markl, H. 69  
 Marquardt, R. 223  
 Marx, K. 110  
 Mathiassen, L. 43  
 Maturana, H. R. 17, 19

Mayer-Kuckuk, Th.  
 104  
 Mayerhöfer, J. 93  
 McCarty, M. 182  
 McFarlane, A. S. 180  
 McLuhan, M. 54, 55,  
 56, 57, 62, 63, 93  
 Melchers, G. 178  
 Mencke, O. 85  
 Mendel, G. 70, 100,  
 101, 193  
 Merton, R. K. 232, 245  
 Meske, W. 326  
 Meyenn, K. von 147  
 Meyer, F. 180  
 Meyer, G. 180, 309  
 Meyer, Hg. 180  
 Meyer, K. H. 180  
 Meyer, M. 180, 223  
 Meyer, R. 112, 180  
 Meyer-Ebrecht, D. 49  
 Michailow, A. I. 243,  
 244  
 Miller, R. 123  
 Moed, H. F. 259, 260,  
 262  
 Mohr, W. 176  
 Möller, A. 12, 43  
 Mommsen, W. J. 97  
 Montesquieu, Ch. . 310  
 Morgan, T. H. 178, 179  
 Morgenstern, Ch. 133  
 Morris, C. W. 123, 314  
 Morris, W. 123  
 Möslein, K. 11  
 Mügge, Th. Th. 127  
 Mühlenberg, E. 29  
 Mulkey, M. J. 153, 154  
 Muller, H. J. 177, 187

Müller, W. 10, 16,  
 197, 221, 228  
 Munshi, U. M. 259  
 Munter, H. 167  
 Murphy, B. 171  
 Musgrave, A. 282

**N**

Narin, F. 247  
 Nentwig, L. 12  
 Newton, I. 70, 124  
 Niedersen, U. 96  
 Nieto, D. 89  
 Nikuradse, J. 74, 88  
 Nobel, A. 178  
 Novati, F. 82  
 Nowotny, H. 241

**O**

Oberschelp, W. 28  
 Oeser, E. 277, 278  
 Ohle, W. 74, 88  
 Ohly, A. 225  
 Oser, A. 225  
 Ostwald, W. 85  
 Otto, R. 74, 87, 89,  
 93, 138, 167, 196,  
 202  
 Overfelt, K. 272

**P**

Pair, C. de 251  
 Pais, A. 140  
 Palmer, J. C. 259  
 Parthey, H. 24, 25, 47,  
 67, 68, 70, 72, 73,  
 74, 76, 77, 78, 80,  
 82, 84, 86, 88, 95,  
 102, 209, 220  
 Paschen, F. 141, 144,  
 145, 146, 147

- Paul, J. 107, 110, 113,  
124, 142, 143, 196,  
202
- Pauli, W. 148, 149, 150
- Pestalozzi, J.H. 131
- Peterlik, M. 254
- Petersdorf, J. 72
- Pflüger, J. 59
- Pietrzik, K. 197
- Piette, M. J. 241, 246,  
259
- Pinch, T. J. 192
- Pippard, B. 140
- Pirie, N. W. 165, 174
- Planck, M. 69, 72, 73,  
140, 141, 146, 148,  
178
- Plassmann, E. 81
- Podolsky, S. 186
- Pohl, M. 16
- Polanyi, M. 73, 74, 87,  
88
- Poll, R. 292
- Pongratz, W. 81
- Popow, S. 145
- Popper, K. R. 252,  
253, 255
- Pötsch, W. 197
- Powell, C. F. 155
- Powell, W.W. 155
- Powers, B. R. 54
- Prandtl, L. 74, 89
- Prausnitz, C. 168
- Predeek, A. 291
- Priesner, C. 180
- Pringsheim, E. 151
- Proca, G. 167
- Purdy, W. J. 171
- R**
- Raabe, W. 114
- Rabinowitsch, B. 74, 89
- Rammert, W. 153, 156
- Randall, R. J. 309
- Rauch, W. 280
- Rechenberg, H. 104,  
140
- Reeduk, J. 262
- Reich, J. G. 19
- Reiche, F. 141
- Reichwald, R. 49
- Reinhardt, W. 290
- Repoges, R. 28
- Rescher, N. 318
- Reuter, F. 114, 131
- Revermann, C. 223
- Richter, F. 104
- Richter, P. F. 104
- Riemann, B. 112
- Rilke, R. M. 133
- Rivers, T. M. 173, 175
- Rolf, A. 12, 15, 20, 43,  
50
- Röntgen, W. C. 30, 31,  
73, 74, 88, 138, 139,  
142, 146, 190
- Rose, M. 74, 89
- Rosebrough, N.J. 309
- Rosegger, P. 128
- Rosenhead, L. 89
- Rosenthal, H. A. 16, 23
- Rosenthal, H.-A. 16, 23
- Roth, J. 53
- Rotterdam, E. von 83
- Rousseau, J.-J. 310
- Rückert, F. 114, 126
- Rüegg, W. 82
- Ruska, 175, 179
- Rutherford, E. 141
- Rydberg, J. R. 145
- S**
- Sachs, G. 74, 87, 88
- Safranek, M. 107
- Salutati, C. 82
- Sandkuhl, K. 11, 12, 49
- Sauter, F. 136
- Schack, A. F. Graf von  
131
- Schäfer, L. 191
- Schamlu, M. 209
- Schar, M. 148, 225
- Scharnhorst, A. 97,  
101, 232, 234
- Scheel, K. 104
- Scheffels, J. V. von 131
- Schiller, F. 113, 116
- Schlegel, A. W. von  
114, 126
- Schlegel, F. von 126
- Schleiden, M. 112
- Schlesinger, 165
- Schlichting, H. Th. 74,  
89
- Schlick, O. 138
- Schlögl, Ch. 280
- Schmidt-Lange, W. 181
- Schmoch, U. 71, 226,  
228
- Schnelle, Th. 191
- Schoepflin, U. 241, 271
- Scholz, H. 74, 89, 223
- Scholz, L. 74, 89, 223
- Scholz, W. 74, 89, 223
- Schöpf, Chr. 51, 61,  
62, 69, 94, 121, 184
- Schramm, G. 181

- Schrödinger, E. 150, 178  
 Schultz, E. W. 174  
 Schulz-Schaeffer, I. 153  
 Schulze, D. 95  
 Schütte, R. 12, 15, 20, 43  
 Schwann, Th. 112  
 Schwarzschild, K. 143, 146  
 Schweitzer, F. 96  
 Schweizer, F. 17  
 Seckendorff, V. L. von 85  
 Seel, M. 20  
 Segeberg, H. 126  
 Seglen, P. O. 260  
 Sehringer, R. 251, 260  
 Seiffert, G. 173  
 Sen, B. K. 259  
 Seyffert, H. 291  
 Siebeck, P. 97, 98  
 Siedentopf, J. 20  
 Siemens, W. 112, 208, 209  
 Siewert, P. 93  
 Silverberg, G. 96  
 Sizer, R. 11  
 Smadel, J. E. 174  
 Small, H. G. 273  
 Sokal, A. 68  
 Solla Price, D. J. de 99, 239, 240, 244, 245, 246, 301  
 Sommerfeld, A. 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151  
 Spielmeyer, W. 74, 89  
 Spinner, H. F. 36, 40, 43, 44  
 Spratt, H. Ph. 81  
 Stanley, W. M. 164, 165, 259  
 Stark, J. 142, 145  
 Stary, Chr. 16, 57  
 Staudinger, H. 180  
 Stegmüller, W. 253, 254, 255, 256  
 Steierwald, U. 295  
 Steiner, H. 100  
 Steinmüller, W. 43, 44  
 Stent, G. S. 156, 166, 182  
 Stern, F. 87  
 Stern, O. 87  
 Stevenson, R. L. B. 123  
 Stichweh, R. 193  
 Stifter, A. 113, 130  
 Stock, M. 47, 257, 270, 276, 279  
 Stock, W. G. 47, 257, 270, 276, 279  
 Stocker, G. 51, 61  
 Stockinger, G. 16  
 Storer, N. W. 245  
 Storm, Th. 114, 132  
 Straßmann, F. 73, 87  
 Straus, J. 225  
 Streitz, N. 12  
 Strohmeier, F. 280  
 Struik, D. J. 94, 104  
 Suchotin, A. K. 99  
 Suicrow, N. 12  
 Swift, J. 123  
 Szent-Györgyi, A. 202
- T**
- Täger, U. 221  
 Taschwer, K. 241  
 Thaer, C. 94  
 Tholen, Ch. 59  
 Thomasius, Chr. 85, 120  
 Thomasius, Th. 85  
 Thorndike, L. 83  
 Tieck, L. 113  
 Toellner, R. 29  
 Tollmien, W. 74, 89  
 Tripoczky, J. 179, 187  
 Tropsch, H. 73, 74, 87  
 Tschermak-Seysenegg, E. von 100  
 Tschirschwitz, R. 24  
 Twain, M. 123  
 Twort, F. W. 166, 167, 183
- U**
- Uland, R. 12  
 Umlauf, K. 20  
 Umstätter, W. 28, 47, 66, 67, 77, 249, 275, 276, 277, 285, 287, 289, 294, 299, 300, 302  
 Unseld, S. 105  
 Utermöhl, H. 74, 89
- V**
- Varela, F. J. 17, 19  
 Vernadsky, V. I. 12, 63, 64  
 Verne, J. 123  
 Vogt, A. 74, 89, 97, 135  
 Vogt, C. 74, 89, 135

- Vogt, K. 74, 89, 121,  
135
- Vogt, O. 74, 89, 135
- Voigt, H. 141, 142, 264
- Vollmer, H. 155
- Voltaire, F.-M. 116, 310
- Vries, H. de 100
- W**
- Wagner, E. 47, 67, 142
- Wagner, G. 47, 67, 142
- Wagner, H. 47, 67, 94,  
142
- Wagner, R. 47, 67,  
131, 142
- Wagner-Döbler, R. 47,  
223, 302
- Wagner-Jauregg, Th.  
202, 204
- Wahl, D. 78, 146, 193
- Wallner, F. 17
- Warburg, E. 73, 74,  
89, 142, 170, 198,  
200, 202
- Warburg, O. H. 73,  
74, 89, 92, 93, 142,  
170, 195, 196, 198,  
200–202, 205
- Watson, J. D. 156,  
166, 182, 204
- Weber, K. 11, 128, 180
- Weber, M. 11, 97, 98,  
180
- Weber, W. 11, 112, 180
- Weimann, K.-H. 295
- Weinberg, A. M. 298
- Weingart, P. 68, 191,  
245, 247, 251, 260
- Weinreich, W. 291
- Wells, H. G. 123, 298
- Welte, S. 225, 228
- Wendt, O. 12, 15, 20,  
43
- Wenzlaff, B. 13, 24, 43
- Werner, P. 93, 148,  
200, 202, 203, 204
- Weyl, C. H. H. 151
- Whitehouse, D. 11
- Wiechert, E. 138
- Wieland, Chr. M. 114
- Wigand, R. T. 49
- Winkler, J. 17
- Winkler, R. 17
- Winterhager, M. 247,  
251, 260
- Winterstein, A. 74, 88
- Witte, Ch. 87
- Wittgenstein, L. 242,  
243
- Wittig, H. 58
- Wittmann, A. 17, 210,  
215
- Wolf, H. 78, 109
- Wolf, J. 78
- Wolff, B. 20, 168
- Wolff, L.-K. 20, 168
- Wood, A. F. 161, 183
- Wudtke, J. 223
- Wußing, H. 94, 182,  
184
- Z**
- Zarnekow, R. 58
- Zedler, G. 81
- Zelewski, S. 12, 15, 20,  
43
- Zell, R. 189, 209
- Zervas, L. 73, 87
- Zimmer, K. G. 186,  
188
- Zopf, Jr. G. W. 15, 17
- Zott, R. 97, 135
- Züllighofen, H. 16, 23
- Züllighoven, H. 28