Selbstorganisation in Wissenschaft und Technik: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2008

Herausgegeben von Werner Ebeling und Heinrich Parthey

Gesellschaft für
Wissenschaftsforschung

GEWIF
BERLIN

Werner Ebeling
Heinrich Parthey (Hrsg.)

Selbstorganisation in Wissenschaft und Technik

Wissenschaftsforschung
Jahrbuch 2008

Mit Beiträgen von:
Werner Ebeling • Klaus Fischer
Klaus Fuchs-Kittowski • Jochen Gläser
Frank Havemann • Michael Heinz
Karlheinz Lüdtke • Oliver Mitesser
Heinrich Parthey • Andrea Scharnhorst

Wissenschaftsforschung
Jahrbuch **2008**

Bibliographische Informationen Der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliographische Daten sind im Internet über http://dnb.ddb.de abrufbar.

ISBN 978-3-86573-454-9

© 2009 Wissenschaftlicher Verlag Berlin
Olaf Gaudig & Peter Veit GbR
www.wvberlin.de
Alle Rechte vorbehalten.
Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.
Jede Verwertung, auch einzelner Teile, ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig. Dies gilt insbesondere für fotomechanische Vervielfältigung sowie Übernahme und Verarbeitung in EDV-Systemen.

Druck und Bindung: Schaltungsdienst Lange o.H.G., Berlin
Printed in Germany
€ 38,00

Inhaltsverzeichnis

Vorwort *7*

WERNER EBELING & ANDREA SCHARNHORST
Selbstorganisation und Mobilität von Wissenschaftlern –
Modelle für die Dynamik von Problemfeldern und Wissenschaftsgebieten *9*

KLAUS FISCHER
Ein Kuhnsches Modell wissenschaftlicher Selbstorganisation:
kognitive Grundlagen paradigmatischer Zyklen *29*

HEINRICH PARTHEY
Selbstorganisation der Wissenschaft in Forschungsinstituten *55*

KARLHEINZ LÜDTKE
Zum Verhältnis von Selbst- und Fremdorganisation
in interdisziplinären Prozessen der Wissenschaftsentwicklung *81*

MICHAEL HEINZ, OLIVER MITESSER,
JOCHEN GLÄSER & FRANK HAVEMANN
Ist die Vielfalt der Forschung in Gefahr?
Methodische Ansätze für die bibliometrische Messung
thematischer Diversität von Fachbibliographien *107*

KLAUS FUCHS-KITTOWSKI
Selbstorganisation und Gestaltung informationeller Systeme
in sozialer Organisation *121*

Autoren *185*

Bibliographie Werner Ebeling.
Zusammengestellt anlässlich seines 70. Geburtstages *187*

Bibliographie Siegfried Greif.
Zusammengestellt anlässlich seines 70. Geburtstages *219*

Bibliographie Heinrich Parthey.
Zusammengestellt anlässlich seines 70. Geburtstages *229*

Bibliographie Regine Zott.
Zusammengestellt anlässlich ihres 70. Geburtstages *247*

Publikationen der Mitglieder im Jahre 2007 ..... *257*

Namensregister *271*
Sachregister *277*

Vorwort

Selbstorganisation in der Wissenschaft wird meist durch eine Instabilität bisheriger Forschungssituationen gegenüber mehr oder weniger kleinen Veränderungen des Zusammenhangs von Problemfeldern und Methodengefügen in der Forschung eingeleitet. Wissenschaftsdynamik ist dann in einem weiteren Schritt der Selbstorganisation mit der Instabilisierung von bestehenden und der Restabilisierung von neuen Forschungssituationen verbunden.

Forscher stehen in diesem Sinne stets in Situationen, in denen sie sich für oder gegen das Tätigsein in bestimmten Problemfeldern und/oder mit bestimmten Methodengefügen entscheiden müssen und damit neue Forschungssituationen entwerfen. Es entwickeln sich dabei Netze von Beziehungen zwischen Forschern, die nicht zuvor durch einen Konsens der daran Beteiligten in den theoretischen Überlegungen in die Wege geleitet worden sind, sondern vielmehr neue theoretische Orientierungen erst erzeugen, die dann strukturbildend auf die Forscherbeziehungen zurückwirken. Von den denkbaren neuen Forschungsmöglichkeiten können nur die realisiert werden, für die von der Gesellschaft die entsprechenden Mittel und Kräfte bereitgestellt werden. Entscheidungen darüber sind von der Problemrelevanz für den weiteren Erkenntnisfortschritt und den Beitrag zur Lösung praktischer Probleme abhängig.

Untersuchungen über diesen grundlegenden Vorgang der Wissenschaftsentwicklung sind ein wichtiges Anliegen der Wissenschaftsforschung. Die Gesellschaft für Wissenschaftsforschung hat sich dieser Fragestellung angenommen und sie im Rahmen ihrer Jahrestagung im Institut für Bibliotheks- und Informationswissenschaft der Humboldt-Universität zu Berlin am 28. und 29. März 2008 unter dem Thema „Selbstorganisation in Wissenschaft und Technik“ diskutiert.

Die Ergebnisse dieser Tagung werden in diesem Jahrbuch der Gesellschaft für Wissenschaftsforschung dem interessierten Leser vorgestellt.

Berlin, November 2008

Werner Ebeling Heinrich Parthey

WERNER EBELING & ANDREA SCHARNHORST

Selbstorganisation und Mobilität von Wissenschaftlern – Modelle für die Dynamik von Problemfeldern und Wissenschaftsgebieten

1. *Einleitung*

Seit den 1960er Jahren befassen sich viele Wissenschaftler mit der Modellierung der Wissenschaftsentwicklung. Als Beispiele nennen wir die Ausarbeitung populationsdynamischer und epidemischer Modelle durch verschiedene Autoren.[1] In jüngster Zeit werden Netzwerkmodelle zur Beschreibung von Strukturen und Strukturbildung in der Wissenschaft eingesetzt.[2] Erste stochastische und evolutionäre Modelle wurden in den 1980er Jahren entwickelt.[3]

Bei der Modellierung von Wissenschaft wird häufig von messbaren Phänomenen ausgegangen. Möglicherweise lag es an der Schwierigkeit, individuelle Auto-

1 Goffman, W., Mathematical approach to the spread of scientific ideas – the history of mast cell research. – In: Nature. 212(1966)5061, S. 449 – 452; Kochen, M., Mathematical model for the growth of two specialties. – In: Science of Science. 3(1983)11, S. 199 – 217; Vlachy, J., Mobility and career outlook for physicists. – In: Czechoslovak Journal of Physics. B31(1981), S. 675 – 686; Vlachy, J., Scientometric analyses in physics – a bibliography of publication, citation and mobility studies. – In: Czechoslovak Journal of Physics. B35(1985)12, S. 1 – 48; Nowakowska, M., Theories of research. Seaside: Intersystems Publications 1985; Jablonskij, A. I., Matematiceskie modeli v issledovanii nauk. Moskau: Nauka 1986; Bettencourt, L. / Cintron-Arias, A. / Kaiser, D. / Castillo Chaves, C., The power of a good ides: quantitative modeling of the spread of ideas from epidemiological models. – In: Physica A. 384(2006), S. 513 – 536.

2 Börner, K. / Sanyal, S. / Vespignani, A., Network Science. – In: Annual Review of Information Science & Technology. Ed. by B. Cronin. Medford, NJ: Information Today, Inc./American Society for Information Science and Technology. 41(2007), S. 537 – 607.

3 Ebeling, W., Die Stellung der Physik im System der Wissenschaften. Kritik des Physikalismus. – In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie. 32(1984)1, S. 33 – 40; Ebeling, W. / Scharnhorst, A., Selforganization models for field mobility of physicists. – In: Czechoslovak Journal of Physics. B 36(1986)1, S. 43 – 46; Ebeling, W. / Scharnhorst, A., Evolutionsmodelle für die Dynamik von Wissenschaftsgebieten. – In: Wissenschaft – Das Problem ihrer Entwicklung. Band 2. Hrsg. v. Günter Kröber. Berlin: Akademie-Verlag 1988. S. 187 – 202; Bruckner, E. / Ebeling, W. / Scharnhorst, A., The application of evolution models in scientometrics. – In: Scientometrics. 18(1990)1/2, S. 21 – 41.

ren in Datenbanken zu identifizieren, dass sich Forschungen zur Messung und Modellierung von Wissenschaft vor allem auf die Spuren wissenschaftlicher Kommunikation (Publikationen und Referenzen) konzentrierte. Neuere Verfahren der automatischen Datenauswertung erlauben es, mögliche Doppelungen von Autorennamen zu identifizieren, oder auf einen Prozentsatz zu beschränken, der für statistische Analysen tolerierbar ist. Die Verknüpfung verschiedener Informationen, wie Namen, Adressen, Koautorenschaftsnetzwerken oder Selbstzitationen bietet Möglichkeiten, Autoren mit gleichem Namen eindeutig zu identifizieren.[4] Zunehmend gehen auch große Datenbankanbieter auf dieses Problem ein und bieten mit automatischen Tools eine Identifizierung verschiedener Autoren an.[5]

Gegenwärtige Trends wie die Untersuchung großer Koautorennetzwerke[6], der Produktivität von Wissenschaftlern des gleichen wissenschaftlichen Alters[7], die Identifizierung disputierender wissenschaftlicher Gemeinschaften um kontroverse Fragen und die Untersuchung deren sozialer Strukturen[8], aber auch ethnographisch-wissenschaftsmetrische Arbeiten zu Wissenschaftlerbiographien[9] erlauben es, von einer „Rückkehr der Akteure" (‚return of the actors') in wissenschaftsmetrischen Untersuchungen zu sprechen.

Dass im Wissenschaftssystem Prozesse der Selbstorganisation ablaufen, ist heute weitgehend akzeptiert.[10] Luhmann spricht in seiner Wissenschaftssoziolo-

4 Vgl. zum Beispiel: Hellsten, I. / Lambiotte, R. / Scharnhorst, A. / Ausloos, M., Self-citations, co-authorships, and keywords: A new approach to scientists' field mobility? – In: Scientometrics 72(2007)3, S. 469 – 486.

5 Pratt, S., Evaluation of German research using a variety of metrics from Thomson Reuters. Presentation at the Fourth International Conference on Webometrics, Informetrics and Scientometrics and Ninth COLLNET Meeting, 28 July – 1 August, 2008, Berlin, Germany.

6 Barabási, A. L. / Jeong, H. / Néda, Z. / Ravasz, E. / Schubert, A. / Vicsek, T., Evolution of the social network of scientific collaborations. – In: Physica A 311(2002)3–4, S. 590 – 614.

7 Fronczak, P. / Fronczak, A. / Holyst, J. A., Publish or perish: analysis of scientific productivity using maximum entropy principle and fluctuation-dissipation theorem. – In: e-print archive http://arxiv.org/abs/physics/0606190 (2006).

8 Garcia Cantu, A. / Ausloos, M., Organizational and dynamical aspects of a small network with two distinct communities: Neo creationists vs. evolution defenders. – In: e-print archive http://arxiv.org/abs/0805.2912 (2008)

9 Gaughan, M. / Ponomariov, B. / Bozeman, B., Using quasi-experimental design and the curriculum vitae to evaluate impacts of earmarked center funding on faculty productivity, collaboration, and grant activity. Paper presented at the 11th International Conference on Scientometrics and Informetrics, Madrid 2008. Während dieser Konferenz fanden auch Sektionen zur Nutzung von Mikrodaten etwa aus CV's zur Forschungsevaluation statt (siehe dazu das Programm der Tagung auf http://issi2007.cindoc.csic.es/).

10 Siehe dazu auch weitere Beiträge in diesem Band.

gie von der Wissenschaft als relativ autonomen, sozialen System mit einem eigenen Kode (nämlich der Wahrheit).[11] Loet Leydesdorff hat Strukturbildung und Strukturveränderung in der wissenschaftlichen Kommunikation unter anderem mit Informationsmaßen gemessen und damit den theoretischen Konzepten von Luhmann und anderen eine empirische Basis gegeben.[12] Andere Autoren haben bestimmte Phänomene statistischer Verteilungen von Resultaten wissenschaftlicher Arbeit als Ausdruck von Selbstorganisation interpretiert.[13] Auch mathematische Modelle, ähnlich denen der physikalischen Selbstorganisationstheorien, haben Anwendung gefunden.[14]

Auf der Suche nach sinnhaften theoretischen Erklärungen ist die Frage heute nicht mehr, ob in der Wissenschaft selbstorganisierende Prozesse stattfinden, sondern wie die Metapher „Selbstorganisation" qualitativ, quantitativ und gegebenenfalls mathematisch zu neuen interessanten Erklärungen für Strukturbildung in der Wissenschaft verwendet werden kann. Die Schlüsselfrage ist dabei, welches die treibenden Kräfte und Prozesse hinter der Entstehung neuer wissenschaftlicher Gebiete sind.

Eine wissenschaftliche Innovation trägt sowohl Züge von Individualität, Einzigartigkeit und Singularität als auch Züge von einem kollektivem Phänomen und von Gesetzmäßigkeit. Unserer Auffassung nach, ist die Keimzelle einer neuen wissenschaftlichen Idee in der schöpferischen Arbeit eines Wissenschaftlers zu suchen.[15] In diesem Sinne steht am Beginn einer Innovation zunächst einmal ein singuläres Ereignis oder ein singulärer Prozess. Kognitive, soziale (‚invisible colleges') und institutionelle Faktoren bilden das Umfeld für diesen Prozess. Aber erst die Verbreitung von Ideen führt zu einer möglichen Manifestation einer neu-

11 Luhmann, N., Die Wissenschaft der Gesellschaft. Frankfurt (Main): Suhrkamp 1992.

12 Leydesdorff, L., A sociological theory of communication. The self-organization of the knowledge-based society. Universal Publishers 2001; Leydesdorff, L., The knowledge-based economy – modeled, measured, simulated. Universal Publishers 2006.

13 Van Raan, A. F. J., Fractal dimension of co-citations. – In: Nature. 347(1990)6294, S. 626; Wagner-Döbler, R., Self-organization of scientific specialization and diversification: a quantitative case study. – In: Social Studies of Science 27(1997)1, S. 147–170; Katz, J. S., The self-similar science system. – In: Research Policy 28(1999), S. 501 – 517; Bonitz, M. / Scharnhorst, A., Competition in science and the Matthew core journals. – In: Scientometrics 51(2001)1, S. 37 – 54.

14 Jablonskij, A. I., Matematiceskie modeli v issledovanii nauk. Moskau: Nauka 1986; Scharnhorst, A., Philosophische, methodologische und erkenntnistheoretische Probleme der Anwendung von Instrumentarien der Physik der Selbstorganisation auf quantitative Aspekte der Wissenschaftsentwicklung. Dissertation, Berlin: Humboldt Universität Berlin 1988.

15 Laitko, H., Wissenschaft als allgemeine Arbeit: Zur begrifflichen Grundlegung der Wissenschaftswissenschaft. Berlin: Akademie-Verlag 1979.

en Idee in Form eines neuen wissenschaftlichen Gebietes. In diesem Sinne ist Innovation letztlich als bleibender Systemeffekt das Resultat eines kollektiven Prozesses. Der schöpferische Suchprozess von Wissenschaftlern ist dabei der zentrale Mechanismus. Daher konzentrieren wir uns in diesem Beitrag auf die Feldmobilität von Wissenschaftlern und stellen zusammenfassend bisher entwickelte Konzepte auf diesem Gebiet dar. Wir knüpfen dabei an frühe Modelle von Vlachy und anderen an und verbinden sie mit Ideen mathematischer Modellierung.[16] Im letzten Teil gehen wir auf neuere Arbeiten zur Feldmobilität ein.

Im Folgenden entwickeln wir zwei Konzepte:

1) Problemfelder bzw. Wissenschaftsgebiete werden als voneinander unterscheidbare Einheiten modelliert, die abzählbar sind und indiziert werden können. Sie werden zu einem bestimmten Zeitpunkt durch die Anzahl der in ihnen tätigen Wissenschaftler charakterisiert. Veränderungen werden durch die Anzahl der Übergänge von Wissenschaftlern zwischen den Gebieten bzw. Feldern beschrieben und durch dynamische und stochastische Gleichungen modelliert.

2) Die Struktur und die Dynamik der Entwicklung von Wissenschaft wird geometrisch unter Verwendung von Wissenschaftslandschaften und einer Dynamik auf diesen Landschaften dargestellt.

2. Modelle der Wissenschaftsentwicklung auf diskreten (indizierten) Feldern

2.1 Deterministische dynamische Modelle

Wir indizieren die Wissenschaftsgebiete mit ganzen Zahlen (den Indizes) $i = 1, 2, 3, \ldots s$ und zählen die auf bestimmten indizierten Gebieten / Feldern tätigenWissenschaftler durch die Anzahlen N_i. Daraus berechnen wir die prozentualen Anteile,

$$x_i = \frac{N_i}{N}$$

16 Vlachy, J., Mobility and career outlook for physicists. – In: Czechoslovak Journal of Physics. 6(1981), S. 675 – 686; Ebeling, W. / Scharnhorst, A., Selforganization models for field mobility of physicists. – In: Czechoslovak Journal of Physics. B 36(1986)1, S. 43 – 46.

wobei N die Gesamtzahl der betrachteten Wissenschaftler ist. Die x_i sind relle Zahlen, die im Rahmen dieser Modelle als wichtigste Variablen der Beschreibung dienen. Die so gemessene Größe von Gebieten verändert sich in der Zeit.

$$\Delta x_i = x(t_2) - x(t_1)$$

Diese Veränderungen können durch die Anzahl der Übergänge zwischen den Gebieten pro Zeiteinheit (in der Regel ist das ein Kalenderjahr) gemessen werden. Für jedes Gebiet lässt sich eine Bilanzgleichung der „Zu- und Abflüsse" von Wissenschaftlern aufstellen. Auf der Basis der so berechneten Raten (Übergänge pro Zeiteinheit) werden für die relativen Häufigkeiten Differentialgleichungen vom Typ der Lotka-Volterra-Gleichung aufgestellt. Auf Grund der Analogie zu den Ansätzen der Ökologie spricht man hier von populationsdynamischen Modellen. Ein Schema dieser Darstellungsweise zeigt die Abbildung 1.[17]

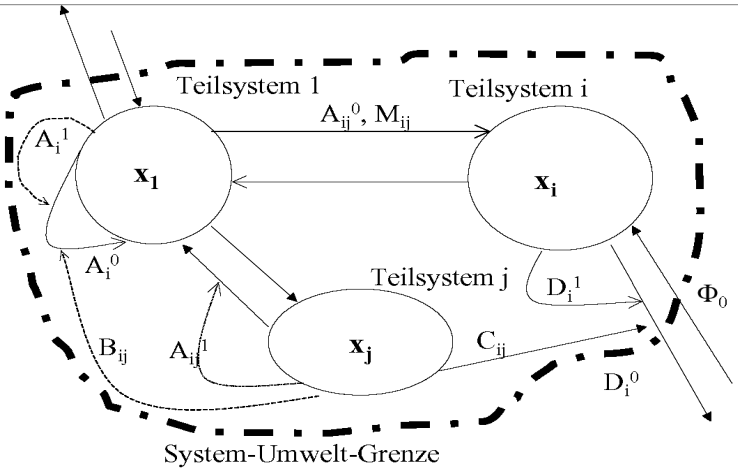
Dabei haben wir bereits eine geometrische Darstellung auf einer Fläche gewählt, auf der die Gebiete angeordnet werden. Wir gelangen so zu einer ersten, groben Idee der Wissenschaftslandschaft. Dieses Konzept berührt wissenschaftsmetrisch eine Anzahl noch stets kontrovers diskutierter Fragen. Eine davon ist: Was ist ein wissenschaftliches Gebiet? Da letztendlich alle wissenschaftlichen Gebiete miteinander in Verbindung stehen, ist die Abgrenzung eines einzelnen Gebietes kein triviales Problem.[18] Das liegt an dem Bradfordschen Paradoxon,[19] das letztendlich Ausdruck der Existenz von Gesamtzusammenhängen im Wissensmassiv ist. Zusätzlich ist die Taxonomie der Wissenschaft ständig im Fluss. Auch wissenschaftliche Zeitschriften bilden keinen stabilen Bezugsrahmen. Neue Journale entstehen, und die Rolle bestehender Journale im disziplinären Gefüge

17 Für eine detaillierte Beschreibung aller Prozesse siehe Bruckner, E. / Ebeling, W. / Scharnhorst, A., Stochastic dynamics of instabilities in evolutionary systems. – In: System Dynamics Review. 5(1989)2, S. 176–191 und Hartmann, I. / Scharnhorst, A. / Ebeling, W., Stochastic models of innovation processes in sensitive networks. – In: Innovation networks. Hrsg. v. A. Pyka /A. Scharnhorst. Berlin: Springer 2008. Siehe auch Hartmann-Sonntag, I. / Scharnhorst, A. / Ebeling, W. Modelling self-organization and innovation processes in networks. – In: e-print archive http://arxiv.org/abs/cond-mat/0406425 2004

18 Zitt, M. / Bassecoulard, E., Delineating complex scientific fields by an hybrid lexical-citation method: an application to nanosciences. – In: Information Processing and Management. 42(2006)6, S. 1513 – 1531.

19 Das Bradfordsche Gesetz beschreibt die Verteilung von Literatur zu einem Thema über Fachzeitschriften. Eine sogenannte schiefe Verteilung erlaubt es, zwischen Kernzeitschriften und anderen Zeitschriften zu unterscheiden. Da sich auch noch in abgelegenen Zeitschriften hier und da relevante Arbeiten finden, weist die Verteilung einen „langen Schwanz" auf. Dieser lange Schwanz führt zu folgendem Paradoxon: Die Sammlung aller Zeitschriften für ein Gebiet endet schließlich bei allen Zeitschriften.

Abbildung 1 *Schema der Indizierung und Beschreibung von Wissenschaftsgebieten. Die Pfeile zwischen den Gebieten stehen für mögliche Austauschprozesse. Zu- und Abflüsse könnrn auch von und nach außerhalb des Systems erfolgen, und bestimmte Prozesse erfolgen katalytisch.*



verändert sich.[20] Dennoch zeigen neuere Visualisierungen des Wissenschaftssystems als Ganzem, dass sich Disziplinen voneinander abgrenzen lassen, und gleichzeitig auch, wie sie wiederum miteinander zusammenhängen.[21]

Das zweite Problem des Modellkonzeptes besteht in der Zuordnung von Wissenschaftlern zu Gebieten. Wie wir später noch diskutieren werden, legen Wissenschaftler oft sehr eigenwillige Pfade in der gedachten Wissenschaftslandschaft zurück und ihr „Aufenthalt" in einem Gebiet lässt sich nicht immer eindeutig bestimmen. Dennoch lassen sich solche Wander- oder Migrationsbewegungen messen. Vlachy[22] hat in diesem Kontext den Begriff der Feldmobilität geprägt und

20 Leydesdorff, L. / Schank, T., Dynamic animations of journal maps: indicators of structural change and interdisciplinary developments. – In: Journal of the American Society for Information Science and Technology (angenommen 2008, im Druck); Leydesdorff, L. / Schank, T. / Scharnhorst, A. / De Nooy, W., Animating the development of Social Networks over time using a dynamic extension of multidimensional scaling. Keynote lecture at the the Fourth International Conference on Webometrics, Informetrics and Scientometrics and Ninth COLLNET Meeting, 28 July – 1 August, 2008, Berlin, Germany

21 Boyack, K. W. / Klavans, R. / Börner, K., Mapping the backbone of science. – In: Scientometrics 64(2005)3, S. 351–374.

an vielen Beispielen dargestellt. Um eine Illustration zu geben, betrachten wir im Folgenden die Mobilität von Physikern. Wir beginnen dabei mit dem Wachstum wissenschaftlicher Gebiete (Tabelle 1).

Tabelle 1: Tätigkeit von Physikern in den 1970er Jahren auf ausgewählten Gebieten (Quelle: Physics in Perspective. Washington: National Academy of Science 1973)

Nummer des Gebietes i	Name des Gebietes i	Zahl der in i tätigen Wissenschaftler zur Zeit t_1 = 1968	Zahl der in i tätigen Wissenschaftler zur Zeit t_1 = 1970	Absolute Wachstumsrate W_i des Gebietes i
1	Physik der Erde u. Planeten	486	581	+ 0,097
2	Festkörperphysik	3759	3248	+ 0,068
3	Atom-, Molekular- u. Elektronenphysik	925	783	– 0,076
4	Kernphysik	1674	1390	– 0,085
5	Elementarteilchenphysik	1210	1064	– 0,060

Tabelle 2: Mobilitätsmatrix A_{ij} (Übergangsraten pro Jahr) für eine Menge von Physikern bezogen auf Größe und Wachstum von physikalischen Teilgebieten (aus Tabelle 1).

i^j	1	2	3	4	5
1	-	0,003	0,011	0,007	0,011
2	0,017	-	0,058	0,026	0,010
3	0,009	0,018	-	0,011	0,006
4	0,002	0,006	0,008	-	0,027
5	0,015	0,004	0,005	0,016	-

22 Vlachy, J., Mobility and career outlook for physicists. – In: Czechoslovak Journal of Physics. B31(1981), S. 675 – 686.

Mit weiteren Informationen zum Wechsel von Wissenschaftlern zwischen wissenschaftlichen Gebieten kann man eine quantitative Charakterisierung der Mobilität durch eine Matrix, die sogenannte Mobilitätsmatrix, geben (s. Tabelle 2).

Wenn man nur Austauschprozesse, d. h. nur Übergänge zwischen Gebieten berücksichtigt, ergibt sich eine besonders einfache Differentialgleichung für die prozentualen Anteile.

$$\frac{d}{dt}x_i = \dot{x}_i = \sum_{j=1}^{s} A_{ij}x_j - \sum_{j=1}^{s} A_{ji}x_i$$
$$i, j = 1, \ldots, s$$

Die Summe über alle Anteile ist in diesem Kontext eine Konstante. Wir haben damit ein erstes Beispiel für die Modellierung einer Wissenschaftsdynamik als deterministischem dynamischem Prozess gegeben.

Die angegebenen deterministischen dynamischen Modelle vom Austauschtyp sind nur ein Spezialfall. Im allgemeineren Fall sind Terme hinzuzufügen, die Quellen und Senken beschreiben sowie nichtlineare Terme, die unter anderem auch Effekte der Imitation berücksichtigen. Im nichtlinearen Fall resultieren Gleichungen vom Typ

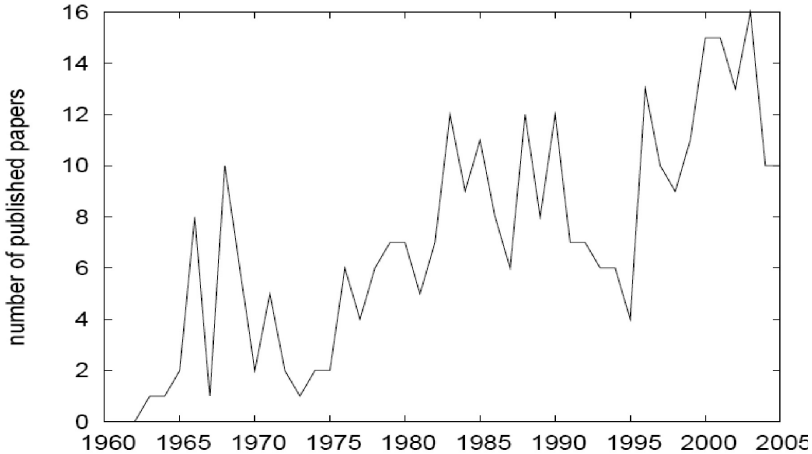
$$\frac{d}{dt}x_i = \sum_{j=1}^{s}\left(A_{ij}x_j - A_{ji}x_i + B_{ij}Nx_ix_j + \sum_{k=1}^{s} C_{ijk}N^2x_ix_jx_k \right)$$
$$i, j, k = 1, \ldots, s$$

Mit Gleichungen dieser Art kann man Simulationen durchführen und den Einfluss verschiedener Prozesse auf das Wachstum und den Zerfall wissenschaftlicher Gebiete testen. Es ist auch möglich, diese Modelle als Ausgangspunkt für die Formulierung von Hypothesen für qualitative und/oder quantitative Teilanalysen zu benutzen. Man kann dann testen, ob bestimmte Prozesse messbar sind. Zum Beispiel nehmen wir im Modell an, dass eine Abhängigkeit zwischen der Gebietsgröße und dem „Zufluss“ von jungen, neu ausgebildeten Wissenschaftlern besteht. Ob dies der Fall ist, lässt sich an Ausbildungszahlen prüfen. Man kann empirisch auch prüfen, ob ein solcher Zusammenhang in Form einer linearen Abhängigkeit von der Gebietsgröße besteht oder ob die Zuflussrate mit Potenzen höherer Ordnung der Gebietsgröße korreliert. Solche Informationen lassen sich zum Beispiel aus Bibliographien gewinnen. [23]

2.2. Stochastische Modelle der Wissenschaftsentwicklung auf diskreten Gebieten oder Feldern

Wir wollen zunächst die Frage diskutieren, warum die Einführung von Methoden der Stochastik überhaupt erforderlich ist? Auf der Ebene der Populationsdynamik gehören stochastische Ansätze durchaus nicht zum Standard, sind aber sehr nützliche Erweiterungen der Theorie. In der Wissenschaftsdynamik sind stochastische Betrachtungen unerläßlich. Als Beispiel betrachten wir hier nur die zeitliche Entwicklung der jährlichen Publikationsrate eines einzigen Wissenschaftlers.[24]

Abbildung 2 *Beispiel für Schwankungen in der jährlichen Publikationszahl eines Wissenschaftlers*



Wie die Betrachtung der Abbildung 2 zeigt – und wir könnten viele weitere solche Beispiele anführen – ist die Publikationstätigkeit eines Wissenschaftlers ein Prozess, der sehr starken Schwankungen unterliegt und der viele Maxima und Minima aufweist. Im Einzelnen lassen sich sicher für diese Maxima und Minima

23 Bruckner, E. / Scharnhorst, A., Illustration of an evolutionary model in scientometrics in the case of one new research field – the development of tachyon research. – In: Models of selforganization in complex systems (MOSES). Hrsg. v. W. Ebeling, M. Peschel u. W. Weidlich. Berlin: Akademie-Verlag 1991. S. 311 – 321.

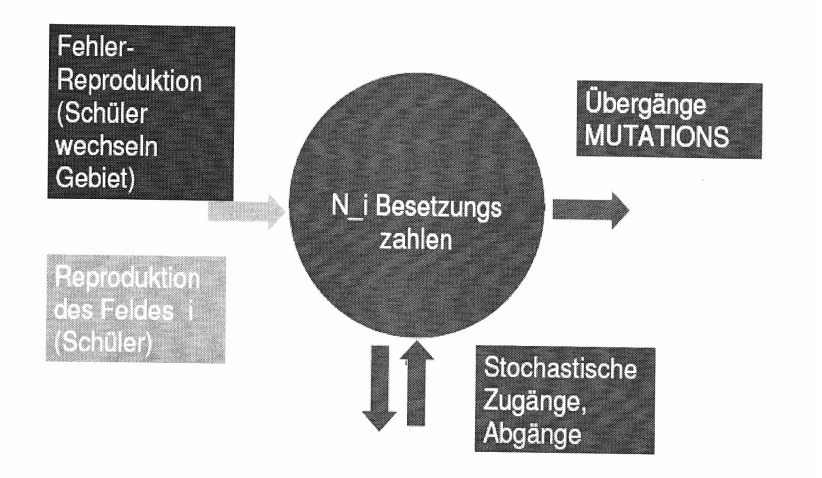
24 Hellsten, I. / Lambiotte, R. / Scharnhorst, A. / Ausloos, M., A journey through the landscape of physics and beyond. – In: Irreversible Prozesse und Selbstorganisation. Hrsg. v. L. Schimansky-Geier, H. Malchow u. T. Pöschel. Berlin: Logos Verlag, S. 375 –384.

kausale Ursachen angeben, im Rahmen einer allgemeinen Betrachtung können diese Schwankungen aber als zufällige Änderungen betrachtet werden.

Bei einer wissenschaftstheoretischen Analyse kann nicht der einzelne Vorgang modelliert werden, sondern nur das allgemeine Verhalten. Mit anderen Worten, wir können versuchen, Regeln zu finden, aber wie diese dann konkret umgesetzt werden, lässt sich nicht im Voraus bestimmen. Es ist also zweckmäßig, die Publikationstätigkeit eines Wissenschaftlers als stochastischen Prozess zu betrachten, in dem zufällige, aber durchaus charakterisierbare Schwankungen eine gewisse Rolle spielen. Auch das Auftreten neuer Wissenschaftsgebiete und der Übergang von zunächst nur wenigen Wissenschaftlern zu denselben sind stark durch zufällige Aspekte geprägt.

In diesem Kontext ist es zweckmäßiger, den Apparat der stochastischen Theorie zur Modellierung heranzuziehen. Ein Schema zeigt die Abbildung 3.

Abbildung 3 *Schema der stochastischer Besetzung von (diskreten indizierten) Wissenschaftsfeldern*



Um den stochastischer Wechsel der Besetzung von Feldern zu beschreiben, definieren wir für die Besetzung der Felder Wahrscheinlichkeiten. Durch Aufstellung von Gleichungen für die zeitliche Entwicklung gelangen wir zu stochastischen dynamischen Modellen.

Als Beispiel formulieren wir eine Mastergleichung für die Bilanz elementarer Prozesse[25]:

$$\frac{\partial P(N;t)}{\partial t} = W(N|N')P(N') - W(N'|N)P(N)$$
$$N = \{N_1, N_2, \ldots, N_s\}$$

Die Lösung von Mastergleichungen ist im Allgemeinen schwer oder sogar unmöglich. In der Regel sind Simulationen sehr nützlich. Hier betrachten wir nur Austauschprozesse, für die N = const. gilt. Ein Spezialfall, für den stochastische Effekte besonders wichtig sind, ist die Entstehung eines neuen Wissenschaftsfeldes *i*. Der Übergang

$$N_i = 0 \rightarrow N_i = 1$$

lässt sich am besten als stochastischer Prozess beschreiben. Zufällige Ereignisse (Fluktuationen) spielen bei der Entstehung von Gebieten eine große Rolle. Zur Illustration betrachten wir das Beispiel der Entwicklung der Theorie chemischer Oszillationen (Abbildung 4).[26] Für dieses Gebiet ist auch charakteristisch, dass es eine lange Vorlaufphase gab, in der einzelnen Pioniere, oft isoliert voneinander, bereits an dem Thema arbeiteten, ohne dass das Gebiet als solches sich formierte. Solche langen Vorlaufphasen (prematurity) lassen sich nur mit diskreten, stochastischen Modellen nachbilden.

3. *Modelle der Wissenschaftsentwicklung auf kontinuierlichen Feldern*

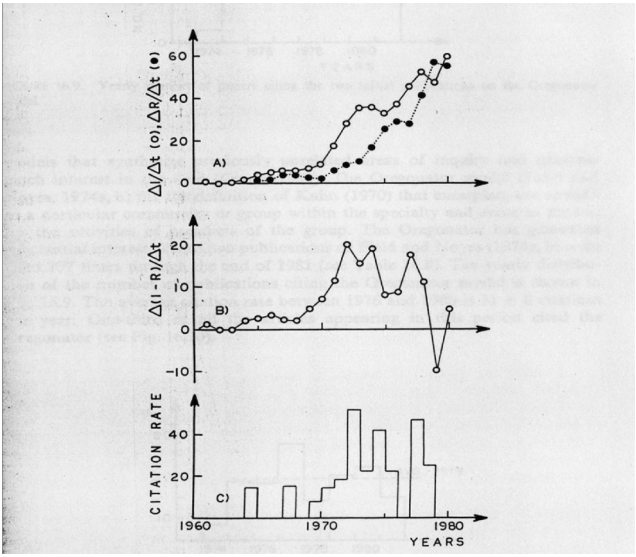
Zur Illustration der Idee stellen wir in Abbildung 5 die Verteilung von Wissenschaftlern auf einem Problemraum dar. Die Punktwolken (p), (c) und (b) stellen Gruppen von Wissenschaftlern dar, die etwa auf den Gebieten Physik, Chemie und Biologie arbeiten. Die vereinzelt liegenden Punkte sind interdisziplinär arbeitende Wissenschaftler.[27] In Abbildung 6 illustrieren wir eine Werteland-

25 Ebeling, W. / Feistel, R., Physik der Selbstorganisation und Evolution. Berlin: Akademie-Verlag 1982; / Feistel, R. / Ebeling, W., Evolution of complex systems. Dordrecht: Kluwer 1990.

26 Burger, M. / Budjosó, E., Oscillating chemical ractions as an example of the development of science. – In: Oscillations and traveling waves in chemical systems. Ed. by R. Field and M. Burger. Weinheim: Wiley 1985, S. 565 – 604.

27 Ebeling, W., Die Stellung der Physik im System der Wissenschaften. Kritik des Physikalismus. – In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie. 32(1984)1, S. 33 – 40.

Abbildung 4 *Wachstumsprozesse im Gebiet „Chemical Oscillations". Die erste Abbildung zeigt die jährlichen Veränderungen in der Zahl der „infizierten" und „geheilten" Wissenschaftler (Zu- und Abgänge). Die zweite Abbildung zeigt die jährlichen Veränderungen in der Zahl der Wissenschaftler, die im Gebiet aktiv sind. Die letzte Abbildung stellt Zitationsraten der meistzitierten Arbeeiten dar.*
Quelle: Burger / Budjosó1985



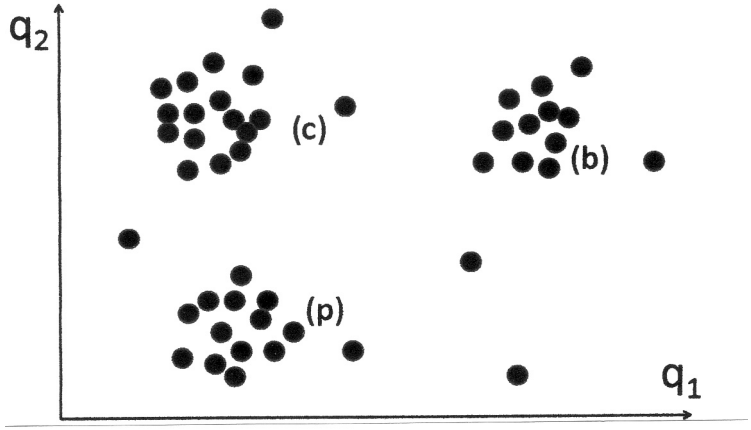
schaft[28], welche zeigen soll, dass bestimmte Gebiete für die Wissenschaftler besonders interessant sind.

Traditionell wird der Wert von mathematischen Modellen in der Erklärung und Validierung von gemessenen Phänomenen gesehen.[29] Bei der Validierung diskreter Modelle (vorhergehender Abschnitt) konnten wir auf eine reiche Litera-

28 Scharnhorst, A. / Ebeling, W., Evolutionary search agents in complex landscapes. A new model for the role of competence and meta-competence (EVOLINO and other simulation tools). – In: e-print archive http://arxiv.org/pdf/physics/0511232; Scharnhorst, A. / Ebeling, W., Metakompetenzen und Kompetenzentwicklung in Evolutions- und Selbstorganisationsmodellen.Die unumgänglichen theoretischen Voraussetzungen. – In: QUEM report „Metakompetenzen und Kompetenzentwicklung" (Berlin). Heft 95(2006) Teil I, S. 15–113..

29 Siehe etwa Gilbert, G. N. / Troitzsch, K. G., Simulation for the social scientist. Buckingham: Open University Press 2005.

Abbildung 5 *Verteilung von Wissenschaftlern (ohne Beschränkung der Annahme Physiker (p), Chemiker (c) und Biologen (b)) auf einem Problemfeld. Die vereinzelt liegenden Punkte sind interdisziplinär arbeitende Wissenschaftler.*
Quelle: Ebeling, W., – In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie. 32(1984)1, S. 36



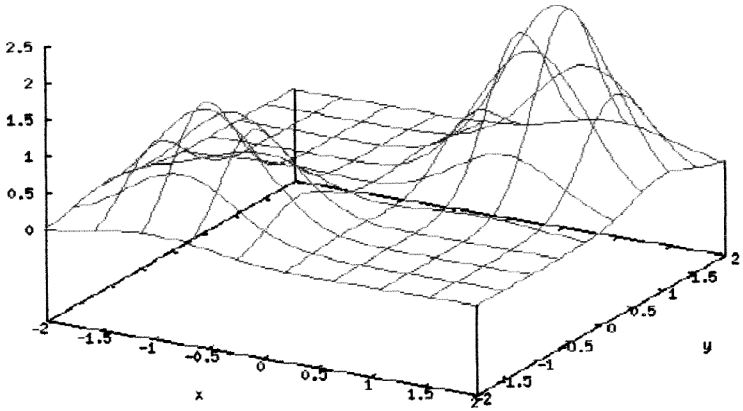
tur zum Wachstum wissenschaftlicher Gebieten, nationale und internationale Statistiken zum wissenschaftlichen Personal, Literaturdatenbanken (wie das Web of Knowledge) und wissenschaftshistorische und soziologische Einzelstudien zurückgreifen. Für Modelle zur Beschreibung einer Wissenschaftslandschaft ist die Datenlage schwieriger. Wir nehmen dies zum Anlass, um im Folgenden über unterschiedliche erkenntnistheoretische Rollen von mathematischen Modellen in der Wissenschaftsforschung zu reflektieren.

Typischerweise geht man von einem vollständigen Zyklus zwischen relativ abgrenzbaren Phasen der Datenerhebung, mathematischer Modellbildung, Parametervalidierung, Simulation und des erneuten Vergleichs mit empirischen Daten aus. Bei eigenen Modellentwicklungen sind wir dieser idealtypischen Sequenz in verschiedenen Beispielen gefolgt.[30] Modelle können aber auch eine große Rolle jenseits dieser konkreten und engen Vorstellung spielen. Es gibt sozusagen ein Kontinuum der Rolle von mathematischen Modellen zwischen Datenmodellie-

30 Bruckner, E. / Ebeling, W. / Scharnhorst, A., Stochastic dynamics of instabilities in evolutionary systems. – In: System Dynamics Review. 5(1989)2, S. 176 – 191; Bruckner, E. / Scharnhorst, A., A general dynamic network model of evolutionary change applied to processes of the development of science. – In: Dynamical Networks. Hrsg. v. Werner Ebeling u. Manfred Peschel. Berlin: Akademie-Verlag 1989. S. 184 – 192; .

rung und metaphorischem Bezugsrahmen. Diese „Grauzone“ wollen wir im Folgenden an einigen Beispielen beleuchten.

Abbildung 6 *Beispiel einer Wertelandschaft, welche die Attrativität bestimmter Gebiete für Wissenschaftler modelliert. Im obigen Beispiel gibt es zwei Maxima der Attraktivität. In Simulationen kann man die Übergänge von Wissenschaftlern zu einem neuem Gebiet beschreiben.*



Die bisher vorgestellten Modelle (sowohl diskrete als auch landschaftsgebundene) können etwa zur Simulation bestimmter Szenarien verwendet werden, auch ohne dass für diese Szenarien exakte Daten vorliegen. So weiß man aus evolutionstheoretischen Betrachtungen, dass zwischen Selektionsdruck (Auswahl im Wettbewerb) und Mutation (Bewahren und Vergrößern von Variabilität) ein optimales Verhältnis besteht (Evolutionsfenster). Legt man im System zu viel Wert auf die ständige Bewertung und Auswahl der Besten, dann läuft sich dass System in relativ untergeordneten Gipfeln der Bewertungslandschaft fest. Werden dagegen alle möglichen Varianten jederzeit zugelassen, dann dauern die Bewertungsprozesse zu lange, die Suchbewegung verlangsamt sich. Verbesserungen finden nicht mehr statt und das System ist in der zu großen Diversität gefangen. Auf das Wissenschaftssystem übertragen, muss daher eine Abwägung zwischen strenger Leistungskontrolle und striktem Wettbewerb einerseits und Freiräumen für scheinbar ziellose, kreative Suchprozesse gefunden werden.[31] Durch die Wissenschaftsgeschichte ist belegt, dass Innovationen oft an den Rändern der etablierten Felder entstehen, häufig auch durch Forscher initiiert, die keinen Platz im akademischen System finden.[32] Werden alle Nischen für solche „unangepassten“ Forscher beseitigt, nimmt sich das System langfristig die Fähigkeit, auf Umweltver-

änderungen, im Sinne neuer technologischer oder gesellschaftlicher Herausforderungen, innovativ zu reagieren. Modelle erlauben es, historische und aktuelle Beobachtungen zu individuellen und kollektiven Effekten rund um Erneuerungen in einem theoretischen Gedankenexperiment zu verknüpfen. Formuliert in der Sprache der Mathematik lassen sich mit diesem Gedankenmodell in Simulationen Szenarien testen, die ihrerseits wieder qualitativen und quantitativen Beobachtungen gegenüber gestellt werden können.

Modelle, wie wir sie vorgestellt haben, geben aber auch Anregungen für Messprozesse. Die Messung von Wissenslandschaften ist sowohl in der Wissenschaftsmetrie als auch in der Innovationsforschung in Angriff genommen worden.[33] Jüngste Untersuchungen zeigen, dass sich auch qualitative Einsichten in einem solchen Modellrahmen visualisieren lassen.[34] Dabei wird Visualisierung als erkenntnistheoretisches Instrument eingesetzt, das zur Brückenbildung zwischen den Disziplinen beitragen kann. Die Visualisierung von Wissensbereichen basierend auf großen quantitativen Datenmengen ist eine neue, sehr inspirierende Entwicklung in den Computer- und Informationswissenschaften.[35] Dabei werden nicht nur verschiedene Visualisierungsformen ausprobiert, auch die Visualisierung evolvierender Wissenssysteme wird versucht.[36] Diese Visualisierungen beruhen zum großen Teil auf Netzwerkinformation („relational information").

31 Bruckner, E. / Scharnhorst, A., Zur Herausbildung evolutionsstrategischer Konzepte in den Naturwissenschaften. – In: Gesellschaft und Innovation. Hrsg. v. Rainer Bobach. ITW – Studien und Forschungsberichte (Berlin). Heft 29 (1989), S. 33 – 58; Scharnhorst, A., Zum Verhältnis von sprunghafter und gradueller Entwicklung. – In: Wissenschaft und Innovation. Wissenschaftsforschung Jahrbuch 1999. Hrsg. v. Siegfried Greif u. Manfred Wölfling. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2001. S. 81 – 100.

32 Joerges, B. / Shinn T., Instrumentation between science, state, and industry. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers 2001.

33 Scharnhorst, A., Evolution in adaptive landscapes – examples of science and technology development. Discussion Paper FS II 00 – 302, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung 2000. Überarbeitete Fassung erschienen in: Collaboration in Science. Hrsg. v. Frank Havemann u. Hildrun Kretschmer. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2000, S. 118 – 142; Scharnhorst, A., Constructing knowledge landscapes within the framework of geometrically oriented evolutionary theories. – In: Integrative Systems Approaches to Natural and Social Sciences – Systems Science 2000. Ed. by M. Matthies, H. Malchow and J. Kriz. Berlin: Springer 2001. S. 505–515.

34 Aigle, T. / Krstacic-Galic, A. / Marz, L. / Scharnhorst, A., Busse als Wegbereiter. Zu einem frühem Markt für alternative Antriebe. – In: WZBdiscussion papers SP III 2008-102. Berlin: Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung (WZB) 2008

35 Chen, C., Mapping Scientific Frontiers: The Quest for Knowledge Visualization. London: Springer 2003; Börner, K. / Chen, C. / Boyack, K. W.,Visualizing knowledge domains. – In: Annual Review of Information Science & Technology. Hrsg. v. B. Cronin 37(2003), S. 179 – 255.

Was aussteht, ist eine Vermessung von Wissenschaftsräumen, die es erlaubt, Positionen von wissenschaftlichen Gebieten festzulegen. Erst mit einem Referenzsystem, ähnlich zu Längen- und Breitengraden in der Vermessung der Erde[37], ist es möglich, die „Entdeckungsreisen von Wissenschaftlern in der Wissenslandschaft" sichtbar zu machen. Die Schwierigkeit liegt dabei darin, dass zwei Dynamiken sich überlappen. Während Wissenschaftler den Wissensraum besiedeln und erkunden, verändert sich dieser gleichzeitig. In gewisser Weise wird der Raum erst durch die Aktivität der Wissenschaftler geschaffen. Anders als beim geologischen System fallen die Zeitskalen der Veränderung und der Entdeckung nicht auseinander. Die offene Frage ist, ob und auf welche Weise die Definition eines Referenzsystems – eines metrischen Raumes – möglich ist, in dem die evolutionäre Dynamik wissenschaftlicher Gebiete, ihr Entstehen und Vergehen, ihr Auseinanderhervorgehen und Miteinanderverschmelzen mehr als nur metaphorisch dargestellt werden kann.[38]

Aber auch jenseits dieser langfristigen Aufgabe können die Modelle als Brunnen der Inspiration für Messprozesse dienen. So lassen sich etwa Einzelaspekte, wie die Forschungspfade einzelner Wissenschaftler, durch eine Kombination von (Selbst-)Zitations-, Koautoren- und Titelwortanalyse rekonstruieren. Als Ergebnis erhalten wir ein charakteristisches „bar code" Muster, dass die Darstellung des Wechsels zwischen wissenschaftlichen Gebieten als auch die Produktivität während dieser „Reise" in sich vereint (vgl. Abbildung 7).[39] Auch diese individuellen Pfade zeigen den stochastischen Charakter von Prozessen der Wissenschaftsentwicklung.

36 Ke, W. / Börner, K. / Viswanath, L., Major information visualization authors, papers and topics in the ACM Library. – In: INFOVIS '04: Proceedings of the IEEE Symposium on Information Visualization,2004, Wahsington, DC: IEEE Computer Society 2004; Leydesdorff, L. / Schank, T., Dynamic animations of journal maps: indicators of structural change and interdisciplinary developments. – In: Journal of the American Society for Information Science and Technology (angenommen, im Druck 2008).

37 Vergleiche dazu die Geschichte der Karthographie, zum Beispiel Wilford, J. N., The Mapmakers. Revised Edition (First edition 1981). New York: Vintage Books 2000 oder die Geschichte des Festungsbaus, zum Beispiel van den Heuvel, C., De vesting als mathematisch en cultureel kennissystem. – In: Scientiarum Historica 32(2006), S. 99 – 117.

38 Scharnhorst, A., Constructing knowledge landscapes within the framework of geometrically oriented evolutionary theories. – In: Integrative Systems Approaches to Natural and Social Sciences – Systems Science 2000. Ed. by M. Matthies, H. Malchow and J. Kriz. Berlin: Springer 2001. S. 505 – 515; Börner, K. / Chen, C. / Boyack, K. W., Visualizing knowledge domains. – In: Annual Review of Information Science & Technology. Ed. by B. Cronin. 37(2003), S. 179 – 255.

Abbildung 7 *Der „Strichkode“ (bar code) zeigt den wissenschaftlichen Lebenslauf eines Forschers. Jeder Strich steht für einen Artikel. Die Grauschattierung des Striches gibt an, zu welchem Gebiet dieser Artikel gehört. Schattierungswechsel zeigen den Wechsel des Wissenschaftlers zwischen Gebieten, d. h. seine Feldmobilität. Die Zeitachse erlaubt Aussagen zur Produktivität aber auch zur Geschwindigkeit der Feldmobilität.*

Quelle: Hellsten, I. / Lambiotte, R. / Scharnhorst, A. / Ausloos, M., – In: Scientometrics 72(2007)3, S. 476.

4. Wissenschaftsdynamik als Selbstorganisation und als evolutionärer Prozess

Wissenschaftsentwicklung ist ein Prozess der Selbstorganisation. Im Vergleich mit Standardmodellen der Theorie evolutionärer Prozesse, wie dem Modell der präbiologischen Evolution von Manfred Eigen, werden Prozesse der Wissensproduktion als Mutation, Selbstreproduktion oder Selektion interpretiert. Evolutionäre Modelle sind typisch für eine Reihe von Prozessen in Natur und Gesellschaft. Über gemeinsame mathematische Eigenschaften lassen sich auf einer Ebene der Verallgemeinerung Bezüge zwischen verschiedenen Anwendungsbereichen herstellen. Im Prozess der Respezifizierung auf einen konkreten Problembereich zeigt sich, dass Wissenschaftsentwicklung ein typischer evolutionärer Prozess mit spezifischen Zügen ist. So spielt zum Beispiel Imitation eine besondere Rolle. In diesem Artikel haben wir eine bestimmte Klasse von Modellen für die Wissenschaftsentwicklung vorgestellt. Wir gehen dabei davon aus, dass Wissenschaftsentwicklung ein Selbstorganisationsprozess mit typischer Evolutionsdynamik ist.

39 Hellsten, I. / Lambiotte, R. / Scharnhorst, A. / Ausloos, M., Self-citations, co-authorships, and keywords: A new approach to scientists' field mobility? – In: Scientometrics 72(2007)3, S. 469 – 486; Ausloos, M. / Lambiotte, R. / Scharnhorst, A. / Hellsten, I., Andrzej Pekalski networks of scientific interests with internal degrees of freedom through self-citation analysis. – In: International Journal of Modern Physics C. 19(2008)3, S. 371 – 384..

Verschiedene dynamische und stochastische Modelle sind für die Beschreibung geeignet, insbesondere:

1) diskrete dynamische und stochastische Modelle,
2) Modelle der Evolution auf Landschaften mit Dynamik.

Modelle ermöglichen allgemeine Aussagen zum Beispiel über optimale Relationen zwischen erhaltenden und verändernden Tendenzen.[40] Im Fall der Modellierung von Wissenschaftsprozessen lassen sich Modellelemente, wie der Besetzungsraum, die Systematik wissenschaftlicher Gebiete, und die Annahme bestimmter dynamischer Prozesse auf der Mikroebene, als Geflecht benutzen, in das Beobachtungen eingebaut, angeordnet und miteinander verknüpft werden können. Für die Veränderung von wissenschaftlichen Gebieten, ihre Entstehung und ihr Vergehen, und für individuelle wissenschaftliche Lebensläufe schlägt das Modell einen spezifischen Erklärungsansatz vor. Dieser kann mit Messungen und Beobachtungen getestet, aber auch mit anderen Erklärungsversuchen verglichen werden. Dabei liegt das Augenmerk auf der Dimension der Zeit und der Existenz dynamischer, stochastischer Prozesse. Solche Modelle erlauben es, Simulationen als Experiment einzusetzen.

Modelle spielen eine Rolle auf verschiedenen Erklärungsebenen. Zwischen der Ebene der mathematischen Modellierung eines konkreten Vorgangs zur Erklärung, Testung und eventueller Vorhersage und der Ebene der metaphorischen Befruchtung von theoretischen Ansätzen liegt eine breiter Bereich, in dem Modelle als heuristische Instrumente verwendet werden können.[41] Nicht immer muss dabei der gesamte Modellrahmen angewendet werden. Wie wir im letzten Abschnitt anhand verschiedener Beispielen diskutiert haben, lassen sich auch einzelne Elemente der Modelle verwenden. Neben der klassischen Abfolge von Datenerhebung, Modellbildung, Parameterabschätzung, Simulation, und dem Vergleich mit Messdaten gibt es:

- Die Nutzung von mathematischen Modellen als Inspiration zur neuen Interpretation qualitativer Daten.
- Die Nutzung von Modellen als Inspiration zur Sammlung neuer qualitativer oder quantitativer Daten.
- Die Nutzung von Modellen zur Bewertung und Einordnung verschiedener Arten von Visualisierung.

40 Ebeling, W. / Feistel, R., Physik der Selbstorganisation und Evolution. Berlin: Akademie-Verlag 1982; Feistel, R. / Ebeling, W., Evolution of complex systems. Dordrecht: Kluwer 1990.

41 Scharnhorst, A., Evolution of knowledge landscapes. Presentation at the conference Analoggous Spaces, Ghent University, 14 – 17 May 2008.

- Die Nutzung von Modellen als Grundlage für eine spezifische Systematisierung der zentralen Untersuchungsobjekte, Subjekte und Prozesse.

Schließlich können Modelle als eine spezifische Form der Formulierung theoretischer Ansätze metaphorisch mit anderen Erklärungsformen verbunden werden.

Mathematische Modelle enthalten einen großen Reichtum an Erklärungspotential, den man nicht ungenutzt lassen sollte. Gleichzeitig liegt ihr Wert nicht in dem Finden einer einzigartigen oder alleingültigen Erklärung für ein Phänomen sondern im Wechselspiel mit anderen Erklärungsformen. Dieses Wechselspiel zum Leben zu bringen, ist eine ebenso wichtige Aufgabe wie die eigentliche Modellbildung und -analyse. Letztendlich sollte man dabei nie vergessen, dass Modelle komplexer Systeme häufig keine Vorhersagen machen, sondern uns „nur" einen interpretativen Rahmen geben. Kürzlich brachte Peter Allen dies prägnant und provokativ zugleich auf den Punkt: „The more 'credible' predictions are, the more likely they are to NOT happen". [42]

42 Allen, P., Evolution in Biological and Social Systems. Presentation at the 401 WE Seminar "Evolution and Physics" 2008. On-line http://www.virtualknowledgestudio.nl/staff/andrea-scharnhorst/documents/heraeus_allen.pdf

KLAUS FISCHER

Ein Kuhnsches Modell wissenschaftlicher Selbstorganisation: kognitive Grundlagen paradigmatischer Zyklen

Kaum ein Modell der Wissenschaft und ihrer Entwicklung ist bekannter als das, das Thomas S. Kuhn im Jahre 1962 in der International Encyclopedia of Unified Science vorgestellt hat. Viele Wissenschaftsforscher glauben, dass man dieses Modell zu den Akten legen kann, weil es entweder falsch ist oder die Dinge zumindest grob vereinfacht. Aus dem folgenden soll deutlich werden, dass dieses Urteil nur in seinem zweiten Teil stimmt. Es soll aber auch klar gemacht werden, dass die Mängel des Modells heilbar sind. Eine der Voraussetzungen dafür ist, dass wir ihm eine bessere Basis geben können. Diesem Versuch sind die folgenden Erörterungen gewidmet.

1. Oberflächenphänomene

Thomas S. Kuhn hat zwar die Oberfläche eines Phänomenbereichs beschrieben, aber er hat nicht angegeben, warum diese Oberfläche die angegebene Struktur zeigt. Mit anderen Worten Kuhn erklärt nicht, warum Wissenschaft so funktioniert wie von ihm skizziert. Dieses Basisproblem des Kuhnschen Modells hat auch dazu geführt, dass die Anwendungsbedingungen des Modells nicht so klar sind, wie sie sein sollten, wenn ein harter empirischer Test angestrebt wird. Dies wiederum hatte zur Folge, dass einige der vorliegenden Studien, die einen solchen Test bezweckten, die empirische Unangemessenheit des Modells zu demonstrieren schienen.[1] Sie produzierten zuweilen Oberflächenstrukturen, die anders aussahen als die, die man auf der Basis des Kuhnschen Modells erwartet hatte. Nicht in Betracht gezogen wurde dabei die Möglichkeit, dass den scheinbar falsifizierenden Beispielen die gleichen Gesetzmäßigkeiten zugrunde liegen könnten, die

1 Vgl. einige der Studien in: Diemer, A. (Hrsg.), Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen. Meisenheim am Glan: Hain Verlag 1977; Gutting, G. (Ed.), Paradigms and Revolutions. Applications and Appraisals of Thomas Kuhn's Philosophy of Science. Notre Dame & London: University of Notre Dame Press 1980.

auch den Kuhnschen paradigmatischen Zyklus produzierten, sodass die einen wie die anderen prinzipiell auf die gleiche Weise erklärt werden können.

„Prinzipiell erklärt werden können" heißt: soweit ihnen überhaupt Gesetzmäßigkeiten der hier angenommenen Art zugrunde liegen. Es gibt gute Gründe, anzunehmen, dass wissenschaftliches Handeln zum Teil von Motiven und Faktoren bestimmt wird, die aus der persönlichen Biografie der beteiligten Wissenschaftler, aber auch aus den Zufälligkeiten des Lebens und der äußeren Bedingungen verständlich werden.[2]

Die hier zu demonstrierende Hypothese lautet, dass es in der Wissenschaft Selbstorganisationsprozesse gibt, die – unter anderem – genau jene Oberflächenphänomene erzeugen können, die Thomas S. Kuhn beschrieben hat. Diese Selbstorganisationsprozesse werden durch relativ einfache kognitive Mechanismen gesteuert, die die Struktur der menschlichen Informationsverarbeitung im allgemeinen betreffen und natürlich auch für Wissenschaftler gelten. Über der Ebene der Informationsverarbeitung supervenieren wiederum soziale Aggregations-, Integrations- und Vernetzungsprozesse (sowie die entsprechenden Gegenstücke), zu denen auch jene gehören, die dem Kuhnschen Phasenmodell zugrunde liegen. Wichtig ist, dass die von Kuhn gewählte Beschreibungsebene weder die soziologische noch die kognitive ist. Kuhns Beschreibungen verbleiben auf der Ebene, die dem Wissenschaftshistoriker vertraut ist. Er redet über Ideen, Theorien, Methoden, Phänomene, Experimente, Prognosen und Erklärungen und schildert ganz im Sinne des klassischen Internalismus die wechselseitige Beeinflussung dieser Elemente. Kuhn sortiert jedoch die traditionellen Beschreibungselemente der Wissenschaftshistoriker auf eine neue Weise. Er führt einige metasprachliche Begriffe ein und verknüpft diese zu einem phänomenologischen Modell, das neue Gesichtspunkte für die Klassifikation dieser Elemente und zugleich für eine neue Sicht der Wissenschaftsdynamik liefert. Dieses Modell enthält einige soziologisch interessante Ideen. Es hat einen handlungs- und informationstheoretischen Kern, den Kuhn aber nicht herausgearbeitet hat und der deshalb in der Wissenschaftssoziologie nicht wirksam werden konnte. Thomas S. Kuhns Attraktivität für die Wissenschaftsforschung und die Wissenschaftstheorie beruht größtenteils auf seinem phänomenologischen Prozessmodell und der von letzterem nahegelegten Wissenschaftsauffassung, die einigen kursierenden Alternativen – zum Beispiel dem Popperschen Fallibilismus und dem Induktivismus – klar zu widersprechen

2 Vgl. dazu : Fischer, K., Wissenschaft und Subjekt. Nicht-algorithmisierbare Faktoren des Forscherhandelns. – In: Wege zur Wissenschaft. Hrsg. v. H. R. Yousefi, R. Lüthe u. P. Gerdsen. Nordhausen: Bautz 2007.

schien und vielen Aspekten der Wissenschaftsentwicklung zumindest dem ersten Anschein nach besser gerecht zu werden schien als diese anderen Auffassungen.

2. Kuhns Modell im Grobschnitt

Bevor wir uns die angesprochenen kognitiven Mechanismen und die darauf beruhenden sozialen Prozesse im einzelnen anschauen, ist es vielleicht sinnvoll, das Kuhnsche Modell kurz in Erinnerung zu rufen.

Was wir als phänomenologisches Modell bezeichnet haben, besteht im wesentlichen aus einer Beschreibung verschiedener Stadien der Entwicklung einer Wissenschaft. Die für alle Stadien zentrale kognitive Beschreibungseinheit nennt Kuhn „Paradigma". Jede Wissenschaft beginnt mit einer Phase der *Protowissenschaft*, die durch eine Konkurrenz verschiedener Paradigmen gekennzeichnet ist. Mit der Einigung auf ein einziges gemeinsames Paradigma beginnt die Phase der *Normalen Wissenschaft*, in der Kuhn den reifsten Ausdruck jeder Wissenschaft sieht. Die Normale Wissenschaft erzeugt notwendigerweise Anomalien, die – wenn sie eine „kritische Masse" erreicht haben – zu einer *Krise* führen und schließlich in eine Phase der *Degeneration* des alten Paradigmas münden. Das nachfolgende Stadium der Suche nach einem neuen Paradigma nennt Kuhn *Außerordentliche Wissenschaft*. Diese wird schließlich beendet durch die Einigung auf ein neues Paradigma. Diese Einigung nennt Kuhn etwas pathetisch *Wissenschaftliche Revolution*.

Thomas S. Kuhn hat später den Begriff des Paradigmas durch den der *Disziplinären Matrix* ersetzt. Die *Disziplinäre Matrix* ist die kognitive Klammer, die aus einem Agglomerat von individuellen Wissenschaftlern eine einheitliche Gruppe macht. Im Unterschied zu anderen Gruppen (etwa im Bereich der Religion, der Politik oder der Kultur) besteht diese Klammer hier aus Elementen, die für das Wissenschaftssystem typisch sind (symbolische Verallgemeinerungen, metaphysische Hypothesen, Werte und methodologische Regeln, Musterbeispiele).

Thomas S. Kuhn hat die Frage, warum wir überhaupt derart massive Prozesse der sozialen Strukturierung in der Wissenschaft finden, offen gelassen. Vielleicht hielt er die Frage für trivial, weil soziale Strukturierung allgegenwärtig ist, aber wenn dies der Fall wäre, dann hätte er sich eine tiefere Einsicht in den Motor, der die von ihm postulierten Wandlungsprozesse antreibt, selbst verbaut.[3]

3. Die fehlende kognitive Ebene

Strukturell gesehen bestehen zunächst kaum Unterschiede zwischen den sozialen Musterbildungsprozessen in der Wissenschaft und anderswo. Diese Vorgänge ha-

ben – auch wenn die Gruppensoziologie diese Begrifflichkeit bisher kaum benutzt hat – den Charakter von Prozessen der Selbstorganisation oder – in der Terminologie von Hermann Haken – der synergetischen Wechselwirkung. Soziale Strukturbildung ist ein selbstinduzierter, ein „autokatalytischer" Prozess, der benennbare kognitive Grundlagen hat.

Unsere kognitiven Systeme sind weder auf eine absolut homogene noch auf eine völlig diffuse und chaotische Umgebung vorbereitet. Menschen, bei denen man im Experiment alle von außen kommenden Reize unterdrückt, bekommen Halluzinationen. Man könnte sagen, sie ersetzen fehlende äußere Reize durch spontan erzeugte innere.[4] Darüber hinaus erfolgt eine Sensibilisierung der Wahrnehmungssysteme.

Auch auf eine Situation dauerhafter Reizüberflutung kann sich das kognitive System nicht einstellen. Es ist ihm nicht möglich, in einer Wirklichkeit zu bestehen, in der jedes Objekt, jedes Merkmal, jeder Prozess als Individuum und nicht als Element einer Klasse zu behandeln ist, in der es also keine verallgemeinerbaren Phänomene gibt. Dies überfordert die Informationsverarbeitungskapazität des menschlichen kognitiven Systems. Eine solche hyperkomplexe Welt[5] kann der Wahrnehmende nicht rekonstruieren und repräsentieren. Das gilt auch für eine Welt, die sich ständig verändert oder an der die Hypothesen des Wahrnehmenden andauernd scheitern. Solche Wirklichkeiten bleiben für den Wahrnehmenden opak – undurchschaubar und chaotisch.[6]

Die Wahrnehmungssysteme und die kognitive Architektur des Menschen müssen deshalb einen Weg suchen, der beide Extreme – die Informationsdeprivation und die Informationsüberlastung – vermeidet. Dafür gibt es Mechanismen, auf die wir hier aber nur sehr punktuell eingehen werden. Wichtig ist, dass es unter realistischen Bedingungen immer – bedingt durch die Funktionsweise unserer kognitiven Systeme – zur Ausbildung von Kategorien und zur Konstruktion eines Bildes der Wirklichkeit kommt.[7] Unsere Wahrnehmungssysteme sind Spezialis-

3 Ich glaube eher, dass Thomas S. Kuhn an diesen soziologischen Fragen nicht so stark interessiert war, wie man nach einer Lektüre des Nachworts zur zweiten Auflage der „Struktur wissenschaftlicher Revolutionen" annehmen könnte. Kuhn ist trotz allem Ideengeschichtler geblieben. Sehr gut sichtbar ist dies an seinem späteren Werk „Blackbody Radiation and the Quantum Discontinuity", in dem er die begrifflichen Instrumente des vorangehenden Werks völlig ignoriert. Man fragt sich zuweilen, ob die beiden Bücher vom gleichen Autor geschrieben wurden.

4 Dafür gibt es eine neurophysiologische Grundlage: Nur ein verschwindend geringer Anteil der neuronalen Gesamtaktivität geht auf direkten sensorischen Input zurück. Vgl. Roth, G., Erkenntnis und Realität: Das reale Gehirn und seine Wirklichkeit. – In: Der Diskurs des Radikalen Konstruktivismus. Hrsg. v. S. J. Schmidt. Frankfurt 1987. S. 246 ff.

5 Wobei als hyperkomplex das zu verstehen ist, was unsere Informationsverarbeitungskapazität prinzipiell übersteigt.

ten für Mustererkennung. Bereits kleinste Differenzen genügen ihnen zur Ausbildung von Kategorien. Je besser der wahrgenommene Ausschnitt der Wirklichkeit geordnet erscheint, je weniger Anomalien auftauchen, desto einfacher wird die Aufgabe und desto mehr kognitive Kapazität wird frei für die Anwendung und strukturelle Verbesserung dieses Bildes – für weitere Differenzierungen, Vernetzungen, kategorielle Integrationen und Abstraktionen. Der Grund: die genannten Strukturveränderungen bedeuten eine Erhöhung des Informationsgehalts der impliziten Wahrnehmungserwartungen und genau dies braucht das System unter den genannten Umständen, um sein durchschnittliches Niveau der Informationsverarbeitung aufrecht zu erhalten. Bei steigender Unordnung der wahrgenommenen Wirklichkeit gibt es den gegenteiligen Effekt. Die vielen damit einhergehenden Anomalien und Schwierigkeiten führen dazu, dass Differenzierungen, Vernetzungen, Integrationen und Abstraktionen zurückgenommen oder aufgelöst werden müssen. Auch dies ist wieder eine Anpassung an eine veränderte Inputsituation, aber in umgekehrter Richtung. Nur so kann das durchschnittliche Niveau der Informationsverarbeitung bewahrt werden. Dieser Prozess ist weitgehend kognitiv impenetrabel, also nicht willensgesteuert. Soziologisch ist dieser Prozess von höchster Bedeutung, denn er steuert auch die Veränderungen des Bildes der sozialen Wirklichkeit und – in diesem Zusammenhang besonders wichtig – die Konstruktion des Bildes der paradigmatischen Gruppe, zu der der Forscher gehört.

Man sollte vielleicht hinzufügen, dass wir damit einen idealen Prozess beschrieben haben. Man kann unerwünschte Informationen auch ignorieren oder sich in Phantasiewelten flüchten. Normalerweise funktioniert das nur bis zu einem gewissen Punkt und nicht unbeschränkt. Hinter diesem Punkt beginnt der

6 Es ist klar, dass diese Situation das Leben der Betreffenden bedrohen kann, wenn der chaotische Bereich die materiellen Grundlagen ihrer Existenz umfasst. Manchmal ist das Chaos aber eher randständig, also für das Leben weder unmittelbar bedrohlich noch gänzlich irrelevant. In solcher Lage entwickeln Menschen zuweilen äußerst subtile, fast schon sophistisch ausgefeilte Kategoriensysteme, die als geschlossene Wirklichkeitskonstruktionen unbehelligt von den Tatsachen dieser Welt existieren können. In naturalistischer kognitiver Betrachtung könnte man dies als Ersetzung fehlender Strukturiertheit der von außen eintreffenden Informationen durch artifizielle innere Unterscheidungen interpretieren. Auf der Ebene des kulturellen Verstehens könnte man vielleicht sagen, dass Menschen die Illusion brauchen, dass auch im Chaos noch ein tieferer Sinn liegt oder dass man es bändigen kann. Man sollte anmerken, dass wir hier über Prozesse reden, die in ihrer individualisierten Form mit Wirklichkeitsverlust verbunden sind und daher an der Grenze zum Pathologischen verlaufen – oder diese Grenze sogar überschreiten.

7 Statt „Bild der Wirklichkeit“ verwenden wir im folgenden auch die Bezeichnungen „System mentaler Repräsentationen“, „kognitive Landkarte“, „Weltbild“ und so weiter.

Prozess pathologisch zu werden. Aber man kann nicht leugnen, dass das Individuum zumindest soweit, wie sein Leben nicht akut bedroht ist, die Verarbeitung unerwünschter Information durch Vermeidungs- und Rationalisierungsstrategien, aber auch durch aktive Manipulation der Informationsquellen umgehen kann. Ist dieses Individuum ein Wissenschaftler, und geht es bei den fraglichen Informationen um hypothesenrelevante Evidenz, dann treten diese natürlichen Strategien allerdings in Konflikt mit den Regeln der Wissenschaft, die ein einfaches Ignorieren problematischer Evidenz verbieten. Vieles von dem, was wir noch erörtern werden, dreht sich um die Art und Weise, wie dieser Konflikt unter unterschiedlichen sozialen Bedingungen und in verschiedenen kognitiven Konstellationen ausgetragen wird.

4. Soziale Autokatalyse: Die Anderen als Quelle von Ordnung und Unordnung

Bei allen Menschen, die nicht unter Einsiedlerbedingungen leben, gehören zur Umgebung auch andere Individuen, in denen ähnliche Prozesse ablaufen. Das bedeutet aber noch nicht, dass diese Anderen das gleiche System von Kategorien konstruieren werden wie Ego. Ego hat also das Problem, auch die von ihm perzipierten Handlungen und Äußerungen von Alter mit seinem Kategoriennetz verarbeiten zu müssen. Da die Situation symmetrisch ist, gilt das auch für die Anderen. Daraus entwickelt sich eine für das soziale Geschehen überaus wichtige Dynamik, die im idealen Modell etwa folgendermaßen verläuft:

Die auf der Basis subjektiver Kategorisierungen von Ego erzeugten Konstruktionen leiten dessen Handeln, das wiederum von Alter wahrgenommen wird. Da es gewissen Regeln zu folgen scheint, wird es für Alter leichter prognostizierbar. Man könnte sagen: der „Chaos-Koeffizient“ der von ihm wahrgenommenen sozialen Umwelt wird kleiner. Auch wenn Alter Egos Regeln nicht kennt, erleichtert dies seine Kategorisierungsarbeit, deren Ergebnisse zur Grundlage seiner eigenen nachfolgenden Handlungen werden. Diese werden wieder von Ego wahrgenommen und kategoriell verarbeitet, usw. Dieser Prozess ist unabhängig von der Zahl der beteiligten Interaktionspartner und von der inhaltlichen Übereinstimmung der gewählten Kategorisierungen. Einzige Bedingung ist, dass Ego zur sozialen Umwelt von Alter gehört und umgekehrt.[8]

8 Peter Berger und Thomas Luckmann haben diesen Prozess in ihrem Buch über „Die gesellschaftliche Konstruktion der Wirklichkeit“ (Frankfurt am Main: S. Fischer 1969) untersucht.

Die kognitiven Landkarten verschiedener interagierender Individuen werden sich niemals vollkommen gleichen – nicht einmal unter extremem äußeren Zwang.[9] Die Differenzen werden umso deutlicher hervortreten, je mehr die Menschen unter unterschiedlichen Bedingungen und in unterschiedlichen Kontexten handeln und konstruieren müssen. Da es faktisch immer lokale Ballungen ähnlicher Bedingungen und Zwischenräume mit großem Veränderungsgradienten gibt, werden sich zwangsläufig soziale Aggregate herausbilden, zwischen denen ein Kommunikationsgefälle besteht. Die konstruierten kognitiven Landkarten sind unter diesen Bedingungen stärker von der Eigengruppe als von der Fremdgruppe beeinflusst. Aus diesem Grund werden die jeweils konstruierten Bilder der Anderen und deren Selbstwahrnehmung ceteris paribus umso stärker auseinander fallen, je fragmentierter und ausgeprägter das soziale Gefüge ist. Das ist für ethnische Konflikte von großer Bedeutung, wird aber auch bei Auseinandersetzungen zwischen Vertretern unterschiedlicher wissenschaftlicher Kulturen wirksam.

Es dürfte einleuchtend sein, dass die geschilderte Dynamik in größeren sozialen Einheiten sehr komplex ist und niemals zu einem Ende oder einem Gleichgewichtszustand führen wird. Vielmehr zeigt sie alle Anzeichen eines nichtlinearen Ungleichgewichtsprozesses, der im Prinzip mit den Mitteln der Chaostheorie beschreibbar sein sollte.

Die Einbindung des Individuums in soziale Gruppen hat nicht nur soziale Konsequenzen, sie hat auch kognitive Folgen. Sie bedeutet, dass das Individuum einen mehr oder weniger großen Teil seiner Informationen von Mitgliedern der eigenen Gruppe bezieht. Da diese Situation symmetrisch ist, gilt für seine Kommunikationspartner dasselbe. Gleichzeitig sinkt der von außen kommende Anteil an Informationen, weil die Kapazitäten zur Aufnahme und Verarbeitung von Informationen begrenzt sind: je stärker sich interne Kommunikationen als exklusive Quelle von Informationen aufdrängen, desto weniger Kapazität verbleibt für die Berücksichtigung externer Quellen (die in der Regel auch noch den Nachteil geringerer Konsistenz aufweisen).[10] Die Folge davon ist, dass mit wachsendem Anteil interner Kommunikationen die in der Eigengruppe gepflegten kategoriellen Unterscheidungen für immer besser und die der Fremdgruppen für immer fragwürdiger gehalten werden. Die Gruppe festigt bereits aufgrund der Struktur der Kommunikationen und Wahrnehmungen ihre Sicht der Dinge. Alternativen

9 Gründe: die kognitiven Kapazitäten und die kognitiven Entwicklungen der Individuen sind niemals identisch, ebenso wenig die Reihenfolge der zu verarbeitenden Inputs.

10 Auch in den Zeiten des World Wide Web kann man die Zahl der wahrgenommenen Kommunikationen nicht beliebig vermehren. Was sich aber ändert, ist die Verteilung und die physische Präsenz der Beteiligten.

erscheinen unglaubwürdig, Gruppenfremde werden als schlechte Zeugen für die wahre Sicht der Dinge angesehen. Dieser Prozess verläuft autokatalytisch und nichtintendiert: er erhält und verstärkt sich selbst, ohne dass die Beteiligten dabei böse Absichten verfolgen. Die Herausbildung von sozialen Strukturen hat kognitive Folgen und diese Folgen bestärken ihrerseits die sozialen Strukturen.

Es dürfte aber klar sein, dass dieser Prozess nicht unter beliebigen Bedingungen unbegrenzt weiterlaufen kann. Abgesehen von Extremfällen, in denen physische Gewalt ausgeübt werden kann – etwa in totalen Institutionen, im Sektenmilieu („Jonestown"), in konspirativen Milieus, beim Militär oder in ethnischen Konflikten – können Weltbilder nicht unter allen Umständen und unbeschränkt lange aufrecht erhalten werden. Es gibt Bifurkationspunkte, an denen zwischen alternativen Entwicklungspfaden gewählt werden muss, und es gibt andere Punkte, an denen ein Umschlag in einen Zustand größerer Unordnung stattfindet. Ein Indiz für eine Annäherung an einen Umschlagspunkt wäre darin zu sehen, dass sich die kategoriellen Differenzierungen der Gruppe, ihre Weltbilddannahmen mehr und mehr als unzuverlässig erweisen, dass diese also kein zuverlässiger Prädiktor für die Wahrnehmungen der Gruppenmitglieder mehr sind. An diesem Punkt beginnen einige Gruppenmitglieder, sich stärker für Informationen zu öffnen, die von außen kommen. Sie knüpfen verstärkt Kontakte mit Nichtgruppenmitgliedern und suchen nach neuen Unterscheidungen, die die aufgetauchten Schwierigkeiten beseitigen.[11]

Die sozialen Konsequenzen der skizzierten kognitiven Probleme und Prozesse bestehen in der Abschwächung der Gruppenbindungen und in einer mehr oder weniger schnellen Desintegration der Gruppe. Dieser Prozess verläuft allerdings nicht gleichförmig, sondern unter Fluktuationen, sodass die Aussage nur auf den statistischen Mittelwert zutrifft. Dies ist eine entscheidende Bedingung für die Prozesse, die wir hier behandeln wollen.[12] Verschiedene Gruppenmitglieder sind unterschiedlich positioniert, sie empfangen zwar ähnliche, aber nicht identische und auch nicht gleich viele Kommunikationen. Darüberhinaus unterscheiden sie sich in einigen ihrer kognitiven Parameter. Dies bedeutet, dass die Abschwächung der Gruppenbindungen und die Auflösung der Gruppengrenzen nicht homogen verlaufen. Wenn der interne Gradient des Kommunikations- und Informationsflusses sehr hoch ist, dann tritt typischerweise eine Spaltung der Gruppe ein. Ihr

11 Anhand der Aufzählung der Extremfälle ersieht man aber, dass es zahlreiche Ausnahmen geben könnte. Man kann sich sogar politische Verhältnisse vorstellen, in denen der Wahn zur Norm wird und der (Massen-) Suizid als plausible Antwort auf eine als ausweglos wahrgenommene Situationen erscheint.

12 Ihre Nichtbeachtung könnte einer der Gründe dafür sein, dass das Kuhnsche Phasenmodell vielen als zu starres Schema erschien.

Kern, der innere Kreis, schließt sich aufgrund der steigenden Kommunikationsdichte enger zusammen, während die bisherige Peripherie sich vom Kommunikationsnetz löst, sich kognitiv abschnürt und sozial abdriftet oder gar hinausgedrängt wird. Dieser Prozess kann sich wiederholen. Möglich ist auch eine Polarisierung der kommunikativen Struktur – wobei der Gradient der Kommunikationsdichte vom einen Pol zum andern eine Senke durchläuft, also zunächst negativ ist und nach Durchlaufen eines Minimums positiv wird. Auch drei oder mehr Pole sind möglich. Flügelkämpfe zwischen Anhängern verschiedener Versionen eines Weltbildes oder verschiedener Lösungsstrategien für die entstandenen Probleme werden in dieser Phase mit größerer Heftigkeit ausgetragen als vorher: Es geht um den „richtigen Weg".

Die aus der Gruppe ausgeschiedenen (entwichenen oder von ihr verstoßenen) Individuen werden über kurz oder lang in neue Gruppen eintreten oder selbst solche bilden, da sie einen Ersatz für die entfallenen konsistenten Informationsquellen und die weggebrochene soziale Unterstützung suchen. Im Erfolgsfall beginnt ein neuer Zyklus der sozial gestützten Kategorienformung und darauf beruhender Hypothesen- und Weltbildentwicklung.

Wir sind bisher von einer Situation ausgegangen, in der einzelne soziale Gruppen nebeneinander existieren und jedes Individuum nur einer Gruppe angehören kann. In komplexen sozialen Strukturen ist die Situation verwickelter. Ein Individuum, das mehreren Gruppen und Kommunikationsnetzen zugleich angehört, verfügt über unterschiedliche Informationsquellen. Der kognitive Einfluss einer einzelnen Gruppe ist somit nicht mehr so groß wie im zuvor geschilderten Fall. Dies hebt die Begrenztheit seiner Informationsverarbeitungskapazität nicht auf, aber es verhindert in der Regel die Entstehung hermetisch geschlossener Weltsichten und erleichtert das Verlassen einer Gruppe. In einer komplexen Gesellschaft mit vielen Gruppenzugehörigkeiten verfügen die Individuen folglich über eine größere Zahl an kognitiven Freiheitsgraden (alternative Deutungen einer Situation, alternative Hypothesen) als in einer homogenen Gesellschaft mit nur wenigen exklusiven Gruppen.

Es gibt aber in komplexen Gesellschaften eine gegenläufige Tendenz, die die Zahl der Freiheitsgrade wieder vermindert. Diese liegt in der hierarchischen Schichtung solcher Gesellschaften begründet. Wenn es sich um eine vertikal integrierte oder vernetzte Struktur handelt, können unterschiedliche Gruppen ähnliche Weltsichten entwickeln und vertreten. Die Mitgliedschaft in verschiedenen Gruppen impliziert unter dieser Bedingung keine vergleichbare Pluralität an Informationsquellen und Deutungen.[13] Dies gilt mutatis mutandis auch für die Wissenschaft.

Man muss noch einen weiteren Umstand berücksichtigen, der nur sehr schwer zu kalkulieren ist. Es gibt überall Individuen, die die sozialen Kontrollen nicht mögen, die mit einer zu starken Einbindung in eine Gruppe konform gehen und sich bevorzugt an den Randzonen aufhalten. Der Grund ist möglicherweise, dass sie die Einschränkung ihrer Denk- und Handlungsfreiheit, die mit der sozialen Kontrolle in der Gruppe verbunden ist, nur schlecht ertragen können. Darunter befinden sich auch Personen mit überdurchschnittlicher Informationsverarbeitungskapazität, die eine größere Zahl von Bezugsgruppen (sozial unterschiedlich lokalisierter Informationsquellen) haben als andere. Sie schaffen sich so ihr eigenes zumeist lockeres soziales Netz, von dem sie nur wenig behindert und kontrolliert werden können. Im Zeitalter der Netzkultur wird diese Strategie wahrscheinlicher als früher. Manchmal bewegen sich diese Individualisten auch in den diffusen Bereichen zwischen den Gruppen oder springen von einer zur anderen, ohne sich an irgendeine mehr als oberflächlich gebunden zu fühlen. Obwohl man sie vom Standpunkt der Gruppen aus als Außenseiter, Spinner oder Querulanten ansieht, gibt es Situationen, in denen man sie umwirbt, weil man sie als potentielle Helfer in Konkurrenzsituationen schätzt. Insgesamt muss die Situation dieser Individualisten kognitiv als aufwändiger und sozial als problematischer (einerseits konfliktträchtiger, andererseits anomischer) eingeschätzt werden als die des – so Friedrich Nietzsche – „Herdenmenschen im Reich des Geistes“.

5. Anwendungsfall Wissenschaft

Die vorangehenden Überlegungen sind unmittelbar auf soziale Aggregationsprozesse in der Wissenschaft übertragbar. Dazu sind die Randbedingungen so zu spezifizieren, dass sie nicht mehr verallgemeinerte Situationen, sondern die Besonderheiten des Wissenschaftssystems beschreiben.

Wissenschaftler arbeiten heute zumeist in Gruppen, Instituten, Laboratorien, also in Umgebungen, die formelle und informelle Kontakte mit anderen Wissenschaftlern teils begünstigen, teils erschweren. Sie suchen das Gespräch mit Kollegen, die ähnliche Projekte betreiben und ähnliche Ziele und Interessen verfolgen wie sie selbst.[14] Diese Kontakte mit Personen, die innerhalb desselben Bezugs-

13 Ich möchte nur am Rande darauf hinweisen, dass wir damit zwar die Ebene gewechselt haben, aber nach wie vor die gleichen Mechanismen sehen. Jetzt geht es nicht mehr um die Bildung einer Primärgruppe und ihrer spezifischen Weltsicht, sondern um die Bildung und Integration eines komplexeren sozialen Systems.

14 Im Einzelfall, etwa bei wahrgenommener Konkurrenz zu einem eigenen Projekt, können sie jedoch auch versuchen, ihre Fortschritte vor dem Konkurrenten zu verbergen, um diesem möglicherweise wertvolle Informationen vorzuenthalten.

und Relevanzrahmens denken und handeln, sind essentiell für ihre Arbeit. Wenn man sie ihnen nimmt, dann werden sie alles tun, um ein gleichwertiges Milieu zu finden. In kognitiver Interpretation bedeutet das, dass sie aktiv nach einem Milieu suchen, in dem sie einen positiven Fluss an disziplinär relevanter Information erwarten dürfen.

Dies hat bedeutsame soziale Konsequenzen. Die aktuelle Informationsaufnahme hängt unter diesen Bedingungen nicht nur von den Ergebnissen der eigenen Laborarbeit am gewählten Untersuchungsobjekt ab. Sie ist auch abhängig von den Kommunikationen, die aus dem sozialen Netzwerk kommen, auf das der Betreffende direkt (wie in der kooperativen Forschung) oder indirekt für den Erhalt seiner Forschungsmöglichkeiten (und natürlich um mitreden zu können) angewiesen ist. Beide Informationsströme sind gekoppelt und damit sind es auch die Auswirkungen ihrer Verarbeitung auf zwei analytisch trennbare kognitive Repräsentationen, nämlich

a) die Repräsentation des Forschungsfeldes, also der disziplinären Matrix und ihrer Bewertung, und

b) die Repräsentation des damit zusammenhängenden sozialen Netzwerks.

Die kognitive Integration des einen zieht die des anderen ebenso nach sich wie die kognitive Desintegration des einen die des anderen. Die Desintegration der disziplinären Matrix führt zur Desintegration der kognitiven Repräsentation der Gruppe, und umgekehrt. Was Ursache und was Folge ist, ist dabei zumindest anfangs kaum zu entscheiden, denn die soziale Einbettung des Forschers ist janusköpfig. Es gibt praktisch immer soziale Umwelten, die als Quelle positiver, also bestätigender Informationen für eine bestimmte Sicht in Frage kommen. Es gibt aber praktisch immer auch solche Umwelten, die vorwiegend negative Informationen vermitteln. Der in eine paradigmatische Gruppe eingebundene Forscher wird Milieus der zweiten Art vermeiden, solange seine Forschung erfolgreich ist. Er nimmt damit insofern ein Risiko in Kauf, als er nicht wissen kann, ob die von seiner Gruppe akzeptierte Sicht Bestand haben wird. Aufgrund seiner sozialen Situiertheit und ihrer kognitiven Folgen übersieht er möglicherweise für längere Zeit – das heißt, solange die Gruppe Erfolge vermelden kann – die Brisanz kritischer Argumente gegen seine Forschungen, weil diese Argumente im internen Kommunikationsprozess verdreht, verniedlicht oder lächerlich gemacht werden. Andererseits ermöglicht diese Ausblendung negativer Informationen der Gruppe, ihr Forschungsprogramm ohne störende Selbstzweifel voranzutreiben und die von der disziplinären Matrix definierten Rätsel zu lösen.

Wie soziale Akteure im allgemeinen, so verhalten sich auch Forscher nicht als neutrale und passive Empfänger von sensorischen Eindrücken, sondern als aktive Sucher nach Informationen einer bestimmten Art. Darüber hinaus manipulieren

sie – nicht unbedingt bewusst – die möglichen Quellen oder Übermittler solcher Informationen, indem sie offene oder versteckte Sanktionen ausüben oder androhen. Einige dieser Sanktionen sind: Entzug von Nutzungsrechten, Instrumenten, Forschungsgeldern, Stellen, Publikationsmöglichkeiten, Einladungen, Informationen. Eine subtilere Sanktion ist die negative Zitation oder die Nichtzitation von Publikationen, die unerwünschte Informationen enthalten. Vom betroffenen Individuum aus gesehen, mögen solche Sanktionen als mehr oder weniger direkt ausgeübter Gruppendruck erfahren werden, der einerseits die Sicherung seiner Loyalität zum Netzwerk, andererseits seine Verpflichtung auf die Mehrung des gemeinsamen kognitiven Eigentums bezweckt.[15] Aus der Sicht der Gruppe sieht das ganz anders aus: es wird einfach ein Störenfried zur Räson oder auch zum Schweigen gebracht. Man könnte versucht sein, dies unter der Rubrik soziale Macht oder sozialer Einfluss im Wissenschaftssystem zu verbuchen und darin die spezifische Differenz zwischen den folgenden beiden Typen von Informationen oder Kommunikationen zu sehen: derjenigen, die sich auf die soziale Gruppe beziehen und derjenigen, die das erforschte Objekt betreffen. Aber damit würde man gerade den zentralen Punkt übersehen. Zwar kommt der Faktor Macht tatsächlich an verschiedenen Punkten der organisierten Forschung zur Geltung, aber diese politischen Einflüsse sind weder eine Bedingung für die soziale Kohäsion einer Forschergruppe noch für die kognitive Kohärenz ihrer disziplinären Matrix. Sie sind auch nicht wesentlich für die von der Gruppe gezogenen kommunikativen Grenzen und für die kognitiven Filter, die dadurch in den Informationsaustausch zwischen Gruppe und Umwelt eingesetzt werden. Was ich vielmehr behaupten möchte ist, dass bereits die Regeln der menschlichen Informationsverarbeitung unter den Bedingungen kooperativer Forschung die dargestellten Folgen haben. Ich möchte diese Behauptung im folgenden als Hypothese 1 bezeichnen. Eine weitere Hypothese betrifft die Ursache für den in Hypothese 1 genannten Zusammenhang. Als Hypothese 2 soll hier folgende Behauptung expliziert und verteidigt werden: Die Herausbildung sozialer Netzwerke auf allen Ebenen des Wissenschaftssystems und die Covariation der Kohäsion dieser Netzwerke mit der Kohärenz ihrer symbolischen Ordnungen ist vermittelt durch die Arbeitsweise unseres Denkapparats. Man könnte auch sagen: sie ist eine Funktion der kognitiven Architektur. Dieser Prozess kann durch die Ausübung von Macht verstärkt oder behindert werden, aber dabei handelt es sich nur um die Modulation eines grundlegenderen Vorgangs.

15 Kognitives Eigentum, das ist nicht nur die disziplinäre Matrix. Zu ihm zählen auch materialisierte Symbole wie Bücher, Zeitschriften, Instrumente, Computerprogramme, Labore und Institute, sowie unter Umständen ein spezifischer Habitus.

6. Elemente einer kognitive Ökologie der Wissenschaft

Der wichtigste Faktor auf dieser grundlegenderen Ebene besteht in der Fähigkeit zur Integration von Informationen und in der Bildung von kognitiven Einheiten höherer Ordnung. Für diese Einheiten hat man verschiedene Namen gefunden. Einige benutzen den englischen Ausdruck „chunk", in früheren Diskussionen in der Kybernetik nannte man sie „Superzeichen". Chunks definiert man am besten funktional: es sind Bündel, Pakete, Assoziationen, Aggregate oder Komplexe von Informationen jeglicher Art, die unter einer gemeinsamen Adresse im menschlichen Gedächtnis zu finden sind. Bereits eine einfache Abstraktion wie „Katze" ist ein Informationsbündel. Chunks mit höherem Abstraktionsniveau sind „Haustier", „Tier" oder „Organismus". Die Komponenten einer disziplinären Matrix sind komplexere Beispiele für derartige Informationspakete. Auch Wissen über Prozesse und Handlungen, systematisierte Information über bestimmte Themen oder Bereiche, Geschichten oder Paradigmen können als Chunks angesehen werden.

An diesen Beispielen sieht man, dass Chunks eine interne Struktur mit unterschiedlichen Aktivierungsstärken zwischen ihren Elementen haben. Das bedeutet unter anderen, dass die Aktivierung von Teilinformationen in abgestufter Weise erfolgt. Die Erinnerung oder Wahrnehmung aktiviert also nicht automatisch das gesamte Bündel.[16] Viele Teilinformationen können auch über andere „Gedächtnisadressen" aktiviert werden, typischerweise aber nicht gleich gut oder gleich stark. Chunks sind vernetzte Gebilde, die über mehr oder weniger differenzierte Beschreibungsmittel und zumeist über unterschiedliche Abstraktionsebenen verfügen. Je nach Grad und Art der Vernetztheit der Elemente haben sie einen unterschiedlich hohen Integrationsgrad. Gibt es alternative interne

16 Die Präsenz eines bestimmten "Schlagwortes" im Arbeitsgedächtnis, das als Name eines „Chunks" beliebiger Struktur bzw. als "Leitung" des Arbeitsgedächtnisses zu einem bestimmten Bündel von Informationen im Langzeitgedächtnis fungiert, bedeutet daher nicht, dass die gesamte Information dieses Bündels aktual zur Verfügung stünde. Die Aktivierung der gespeicherten Informationen ist vielmehr abhängig von der Stärke der Relationen zwischen den betreffenden internen Repräsentationen und Regeln, sowie von der Anwesenheit entsprechender „retrieval cues", das heißt entweder externer Reize oder intentional erzeugter interner Erinnerungskontexte – alles jeweils auf eine Zeiteinheit bezogen. Allgemeine psychische Faktoren wie Ermüdung, Erregung usw. spielen ebenfalls eine Rolle. Die Stärke der internen Relationen wiederum ist eine komplexe Größe, die sich ergibt aus der Häufigkeit der bisherigen gemeinsamen Aktivierung, dem Niveau und dem Aufwand der in ihre Verknüpfung investierten kognitiven Arbeit („level of processing"), sowie der Konstruktion von Regeln, die diese Relationen bei Vorliegen entsprechender Bedingungen leichter zu aktivieren gestatten.

Beschreibungsmöglichkeiten, dann sprechen wir davon, dass der Chunk interne Freiheitsgrade aufweist.

Chunking – das ist der Prozess der Informationsbündelung – kann als indirekter Effekt begrenzter Informationsverarbeitungskapazität angesehen werden. Das Kurzzeitgedächtnis ist in der Lage, 5 bis 9 Elemente (singuläre Informationen, aber auch Informationsbündel) parallel zu verarbeiten. Man könnte dies die „Bandbreite" des kognitiven Prozessors für kurzzeitig präsent zu haltene Informationen nennen.[17] Für das kognitive System ist die Bündelung von Informationen eine wünschenswerte Operation, weil sie das Niveau der Informationsverarbeitung erhöht. Durch Bündelung kann das System die gleiche Informationsmenge ökonomischer, das heißt schneller und effizienter (bzw. eine größere Informationsmenge in derselben Zeit) verarbeiten.

Aber warum setzt das kognitive System diese Strategie nicht immer und überall ein? Der Grund dafür liegt darin, daß mit ihr auch Kosten verbunden sind. Diese Kosten bestehen zum einen darin, dass mit jeder Aggregation die logische Wahrscheinlichkeit eines Irrtums (bei Hypothesen, Abstraktionen, Klassifikationen: die Menge der potentiellen Falsifikatoren) und damit der Notwendigkeit einer Revision steigt, zum anderen jedoch auch darin, dass der Prozess selbst über eine gewisse Zeit einen Teil des Arbeitsgedächtnisses beansprucht. Dies bedeutet, dass in Perioden mit hohem Informationsinput, bei voller Auslastung oder gar bei Überlastung des Arbeitsgedächtnisses kein effektives Chunking möglich ist.

Das kognitive System verfügt damit über einen Mechanismus, der auf mittlere Sicht die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses mit der geforderten Leistung in Übereinstimmung bringt. Vereinfacht gesagt führt eine Erhöhung des Inputniveaus (der Menge, Dimensionalität/Komplexität und Wertigkeit/Disparität der zu verarbeitenden Informationen) mittelfristig zu einer Verminderung des internen Aggregationsniveaus, eine Senkung des Inputniveaus dagegen zu einer Erhöhung des Aggregationsniveaus. Der Mechanismus bewirkt dabei eine Vergrößerung oder Verringerung des Informationsgehalts der „Gedächtniskomplexe", die von dem aktuellen Wahrnehmungs- oder Erinnerungsstrom jeweils in einer bestimmten Zeitspanne aktiviert werden können.

Formale Parameter, die eine Erhöhung des Aggregationsniveaus und damit eine Vergrößerung des Informationsgehalts indizieren, sind die Erhöhung

– des Abstraktionsniveaus,

17 Die nutzbare Bandbreite kann von Individuum zu Individuum, aber auch in Abhängigkeit von der momentanen Verfassung dieser Individuen und der Art der memorierten Elemente schwanken. Entscheidend für die nachfolgende Argumentation ist nicht der genaue Wert dieser Bandbreite, sondern die pure Tatsache ihrer Existenz.

– des Integrationsgrades,
– des Grades an Vernetztheit,
– des Differenzierungsniveaus,
– des Freiheitsgrades (alternative Repräsentationen), sowie
– eine Verminderung des Individuationsniveaus.

Bei einer Senkung des Aggregationsniveaus gilt das Umgekehrte.[18]

Diese strukturellen Eigenschaften des mentalen repräsentationalen Systems lassen sich abstrakt – ohne Berücksichtigung von Inhalten – definieren und operationalisieren.[19] Bei begrenzten kognitiven Ressourcen wird ein dauerhafter Anstieg des Pegels an negativer Information – bezogen auf einen bestimmten Komplex – zunächst zu einer Einengung des Bereichs an genutzten Informationsquellen und später zu einem mehr oder weniger schnellen und einschneidenden Wandel in der symbolischen Ordnung des Feldes führen: es kommt zu einem Schwund der höheren Abstraktionsebenen und zu einer Verringerung des Grades

18 Vgl. zu diesen Prozessen unter anderen: Harvey, O. J. et al., Conceptual Systems and Personality Organization, New York: Wiley 1961; Schroder, H. M. et al., Menschliche Informationsverarbeitung, Weinheim- Basel: Beltz 1975; Streufert, S. / Streufert, S. C., Behavior in the Complex Environment. New York: Wiley 1978; Klapp, O. E., Opening and Closing. Strategies of information adaptation in society. Cambridge: University Press 1978; Moss, G. E., Identification and the Curve of Optimal Cohesion. – In: Experience Forms. Ed. by G. Haydu.The Hague: Mouton 1979, S. 209 – 240; Fischer, K., Kognitive Grundlagen der Soziologie, Berlin: Duncker & Humblot 1987; Fischer, K., The functional architecture of adaptive cognitive systems with limited capacity". – In: Semiotica . 68(1988)3/4, S. 191 – 243.

19 Einer Erhöhung der Inputintensität entspricht im kognitiven Ablauf zum Beispiel eine schnellere Ein- und Ausgabe von kognitiven Elementen (Chunks) im Arbeitsgedächtnis – eine Vergrößerung der „Durchlaufgeschwindigkeit“ sozusagen. Dies bedeutet, dass ein geringerer Teil des Gehalts dieser Elemente im Langzeitgedächtnis aktiviert werden kann. Die Erregungsausbreitung geschieht ja nicht augenblicklich, sondern benötigt eine gewisse Zeit. Infolgedessen wird auch ein geringerer Teil dieser Elemente als Ergebnis der Verarbeitung im Langzeitgedächtnis recodiert. Ähnliche, wenngleich etwas komplexere Wirkungen hat eine Erhöhung der Dimensionalität oder der negativen Wertigkeit (Disparität) des Informationsinputs. Das entscheidende Faktum ist, dass ein unter den Bedingungen stark erhöhter Inputvariablen zustande gekommener "Informationsrücklauf" eine ursprünglich differenziertere, abstraktere, integriertere Gedächtnisstruktur zu überlagern vermag. Wiederholte Aktivierung derselben "Chunks" oder Bündel von symbolischen Repräsentationen unter der Bedingung des "information overload" wird deshalb dazu führen, dass jede nachfolgende Aktivierung auch unter wieder normalisierten Inputwerten Interferenzen mit den unter kognitivem Stress zustande gekommenen Codierungen erzeugt. Die Ursache für diesen Effekt ist die Tatsache, dass jede Erinnerung zugleich eine Neucodierung bedeutet, die bestimmte Teile der ursprünglichen Codierung hervorhebt, andere herabstuft, neue Informationen hinzufügt und alte überlagert. Es werden neue Kontexte darüber gestülpt und durch Konfundierung mit ähnlichen Ereignissen oder Kontexten oder durch Ergänzung der ursprünglichen Information durch das Allgemeinwissen des Individuums fehlerhafte Erinnerungen erzeugt und codiert.

an Integriertheit, Vernetztheit, Differenziertheit, sowie zum Verlust an internen kognitiven Wahlmöglichkeiten (Freiheitsgraden). Die symbolische Ordnung wird gröber und beginnt in Fragmente zu zerfallen, die nur noch locker verbunden sind; der faktische Gehalt und die Prognosefähigkeit des Systems sinken.

Diese Aussage gilt im statistischen Mittel. Innerhalb des Feldes gibt es Differenzierungen, die analog zur vorhin geschilderten sozialen Differenzierung der Gruppen verlaufen. Auf der sozialen Ebene finden wir – wiederum im statistischen Mittel – eine Verringerung der Reichweite sozialer Aufmerksamkeit. Quellen und Kommunikationen mit negativen Implikationen für die symbolische Ordnung des Felds können bezweifelt, zurückgewiesen oder einfach ignoriert werden. Auch das soziale Feld tendiert zur Fragmentierung, wobei sich Randbereiche ablösen, während sich eine Kerngruppe, die besonders viel zu verlieren hat, noch enger, man könnte fast sagen konspirativ zusammenschließt. Diese soziale Kontraktion der Gruppe auf einen kleinen Restbestand mit sehr hoher Kohäsion erhält eine Schrumpfversion der alten symbolischen Ordnung möglicherweise noch für längere Zeit am Leben.

Wie kann man diese Überlegungen mit dem Kuhnschen Modell zusammenbringen? Dazu ist es erforderlich, das 5-Stadienmodell von Thomas S. Kuhn über die gerade skizzierten Prozesse zu legen und zu untersuchen, in welcher Weise sich die von der Gruppe zu verarbeitenden Informationen im Übergang vom einen zum anderen Stadium verändern und welche prognostizierbaren Auswirkungen diese Veränderungen auf die kognitive Struktur der *Disziplinären Matrix* haben. Dies soll im folgenden versucht werden.

7. Kuhns Modell in kognitiver Interpretation

7.1. Protowissenschaft

In der von Thomas S. Kuhn Protowissenschaft genannten Phase der Wissenschaftsentwicklung haben wir eine Situation, in der verschiedene Paradigmen in Konkurrenz stehen, aber noch keine rätsellösende Tradition existiert. Keines der angebotenen Paradigmen war bisher in der Lage, alle oder die Mehrzahl der beteiligten Forscher zu überzeugen. In kognitiver Betrachtung könnte man sagen, dass es kein einheitliches integrierendes System gibt. Für die soziale Ebene bedeutet das, dass keine der bestehenden Gruppen in der Lage ist, ihre Mitglieder kommunikativ und sozial so stark einzubinden, dass Außenkontakte unwahrscheinlich werden.

Wie es in dieser Situation zur Ausbildung einer normalwissenschaftlichen Tradition kommen kann, ist vielfach geschildert worden. Notwendig ist eine über-

zeugende Idee oder Methode, ein neues Instrument und vielleicht auch eine bahnbrechende Entdeckung, die zum Kristallisationskern eines kognitiven Netzes werden kann. Und wir brauchen eine hinreichende Basis an Personen, die ein starkes Interesse am Thema haben, einige Enthusiasten eingeschlossen. Natürlich brauchen wir Kommunikationsmöglichkeiten. Damit sind die Voraussetzungen für die soziale Vernetzung der Personen erfüllt. In diesem Stadium sind die Gruppenbindungen noch fragil. Zum Selbstläufer wird die Institutionalisierung erst dann, wenn zusätzlich potente Sponsoren gefunden werden oder die üblichen Forschungsförderer bereit sind, die Arbeiten der Gruppenmitglieder zu fördern. Es kommt jetzt zu den üblichen internen Differenzierungen, zum Aufbau einer Infrastruktur mit Laboratorien und Publikationsorganen, Konferenzen und Symposien, zur Suche nach weiteren ideellen und materiellen Förderern, zur Einwerbung von Drittmitteln, etc.

Dies war die Außenperspektive, wie sie etwa ein Wissenschaftsforscher einnehmen wird. Aus der Perspektive eines Beteiligten stellen sich die Abläufe in etwas anderer Weise dar. Nehmen wir einen Forscher, der in lockerer Verbindung mit anderen an bestimmten Problemen arbeitet. Er liest die für ihn relevante Fachliteratur und wird dabei diese oder jene interessante Information finden. Er beobachtet, was die anderen publizieren, kommunizieren und erforschen. Autoren, deren Arbeiten er als nützlich empfunden hat, wird er im Auge behalten. Er wird den Kontakt mit ihnen suchen, ihre weiteren Publikationen verfolgen, sie zitieren und hoffen, dass die Betreffenden auch auf ihn aufmerksam werden. Wenn sich die Forschungslage aussichtsreich entwickelt oder gar eine zündende Idee auftaucht, die eine neue Perspektive ermöglicht und ein Forschungsprogramm initiieren könnte, versucht er vielleicht, mit anderen am Thema interessierten eine Konferenz zu organisieren, die im Erfolgsfall zu weiteren Konferenzen mit den entsprechenden Proceedings führt. Falls der Schwung anhält, könnten die nächsten Schritte in der Gründung einer Zeitschrift und einer wissenschaftlichen Gesellschaft bestehen.

Nur aus der Vogelperspektive können wir sehen, dass ähnliche Prozesse bei anderen ablaufen, weil die Situationen symmetrisch sind. Wir sehen das Wachsen von Aktivität auf der Ebene der Publikationen, Symposien, Institute und Labore, die Verbesserung der personellen und sachlichen Ausstattung, vielleicht auch das wachsende Interesse von Politik und Öffentlichkeit am Thema.

In dieser Primärphase der Expansion eines Feldes bleibt noch vorhandene negative Evidenz im Binnenbereich des sich formierenden Feldes so gut wie unbeachtet. Die Reduktion des Maßes an wahrgenommener negativer Evidenz in der euphorischen Phase der Entwicklung eines neuen Paradigmas führt zu einer Ausweitung des Aufmerksamkeitsbereichs; man versucht, weitere Interessenten, ins-

besondere solche mit Format zu gewinnen. Das Forschungsfeld expandiert in seiner Kristallisationsphase sowohl in kognitiver als auch in sozialer und institutioneller Hinsicht, während zugleich eine Fokussierung auf immer genauer umrissene Fragestellungen stattfindet. Dies ist ein selbstverstärkender, autokatalytischer Prozess.

In Hinsicht auf ersteres bedeutet das den kontinuierlichen Aufbau einer abstrakter und differenzierter werdenden, immer besser vernetzten und integrierten kognitiven Repräsentation des Forschungsfeldes. Die auftauchenden Probleme werden oft im ersten Ansturm gelöst; das gelingt nicht immer, aber es herrscht die Überzeugung, dass die Lösung nicht lange auf sich warten lassen wird. Da die Bedingungen für eine „gute Problemlösung" immer schärfer definiert werden können, nimmt die Zahl der Freiheitsgrade, also der alternativen Möglichkeiten für die Konstruktion von Elementen der kognitiven Repräsentationen des Forschungsfeldes, schnell ab. Mit anderen Worten, das Feld ist in die Phase der Normalen Wissenschaft eingetreten.

7.2. *Normale Wissenschaft*

Woran kann man den Übergang erkennen? Einige der Indikatoren sind nach Thomas S. Kuhn:

1. Verschwinden von Grundsatzdebatten,
2. Vereinheitlichung der Wahrnehmungen und Urteile, d. h.: Einigung auf einen festen Satz von Prinzipien, Theorien, Normen, Verfahren und Problemen,
3. wachsendes Vertrauen in Lehrbücher,
4. Gründung von Zeitschriften zur Dokumentation der Arbeit mit dem präferierten Paradigma,
5. Wandel des Veröffentlichungsschwerpunktes vom Buch zum Zeitschriftenaufsatz (da man nicht alle gemachten Voraussetzungen immer wieder neu erläutern muss).

Auf der kognitiven Ebene liegt diesen Erscheinungen ein Integrationsprozess zugrunde, der die disziplinäre Matrix des Gebiets auf überzeugende Weise neu definiert hat. Auf der sozialen Ebene äußert sich dies in der Erhöhung der internen Kommunikationsdichte bei gleichzeitiger Reduktion der Außenkontakte. Der Gradient der Kommunikationsdichte fällt vom Kern der Gruppe bis zur Peripherie nur wenig, danach aber sehr stark ab. Die Gruppe ist somit klar konturiert, aber die internen Hierarchien sind noch relativ flach. Die Gruppe erhält sich durch formelle und informelle Kommunikation, durch Konsultation derselben Informationsquellen, die Organisation von Konferenzen, häufiges wechselseitiges

Zitieren, die Kodifizierung des gemeinsamen Wissens in Lehrbüchern, die Ausbildung des Nachwuchses im Sinne des gemeinsamen kognitiven Rasters und so weiter.

Paradigmatische Gruppe und disziplinäre Matrix sind bei Thomas S. Kuhn komplementäre Begriffe. Im ersten Fall liegt die Perspektive auf den sozialen Merkmalen der Gruppe, im zweiten auf der kognitiven Struktur, die ihrer Arbeit zugrunde liegt. Wichtig ist auch, dass beide unabhängig voneinander empirisch identifizierbar sind.

Die Einbettung des Einzelforschers in eine sozialen Gruppe ist kein zufälliger soziologischer Tatbestand. Sie hat eine wichtige kognitive Funktion. Sie reduziert die Zahl der Informationskanäle, die das Gruppenmitglied durchschnittlich nutzt und behindert somit (wegen unserer begrenzten Kapazität der Informationsaufnahme und Informationsverarbeitung) das Eindringen dissonanter, paradigmagefährdender Information in das Binnenmilieu der Gruppe in effektiver, wenngleich nicht perfekter Weise.

Die höhere Dichte der Binnen- gegenüber der Außenkommunikation hat neben der Begrenzung der Quantität „unkontrollierter“ und deshalb möglicherweise dissonanter Informationen noch eine weitere Funktion. Sie zeigt dem Gruppenmitglied, was und wie die anderen denken und übt deshalb über subtile verbale und habituelle Verstärkungen und Sanktionen einen dominanten Einfluss auf sein eigenes Denken aus. Diese Filter- und Verstärkerfunktion der sozialen Gruppe als des materiellen Trägers des Paradigmas ist zentral für das Kuhnsche Verständnis der Wissenschaftsdynamik. Das Paradigma sorgt, solange es erfolgreich ist, ebenso für den Zusammenhalt der Gruppe, wie der soziale Konsens den Fortbestand des Paradigmas sichert.

Die „normalen Wissenschaftler“ Kuhns sind zwar (von außen betrachtet) Dogmatiker, sie tragen (wiederum von außen betrachtet) Scheuklappen – aber sie tun dies nicht willentlich. Ihr Dogmatismus, ihre Scheuklappen, ihr verzerrtes Bild des wissenschaftlichen Gegners sind die Folge der sozialen Struktur der Gruppe, die über die Auswahl der Kommunikationen und Kommunikatoren die prinzipiell in Betracht gezogenen Informationen und Informationsmedien bestimmt. Die Forscher in den Zentren der normalen Wissenschaft sind keine schlechteren Forscher als die anderen, sie handeln und bewerten so, wie sie auf der Grundlage ihrer Theorien und der von ihnen selektierten Informationen glauben, handeln und bewerten zu müssen. Man darf sich das Ganze nicht als intentionalen, bewusst gesteuerten Kontrollprozess vorstellen. Der Prozess verläuft autokatalytisch im Sinne einer selbstorganisierenden Dynamik. Es ist eine Art Hyperzyklus, der sich so lange erhalten kann, bis eine der notwendigen Ressour-

cen aufgebraucht ist. Danach kontrahiert der Zyklus und bricht schließlich zusammen.

Natürlich ist dies kein streng deterministischer Prozess. Es gibt zum einen individuelle Unterschiede zwischen den Beteiligten, zum zweiten aber auch prinzipielle Unschärfen der sozialen Wahrnehmung und Bewertung, die dafür sorgen, dass eine paradigmatische Gruppe keine monolithische Einheit und die normale Wissenschaft nicht so monoman ist, wie sie zunächst erscheinen könnte. „Hefe" ist immer vorhanden, der „Teig" ist bereit zu gären, aber in der normalen Wissenschaft wird der Prozess immer wieder durch Isolierung der unruhigen Teile und anschließende kontrollierte Abkühlung oder Abspaltung gestoppt.

7.3. *Krise*

Woran erkennt man, ob ein Paradigma in einer Krise steckt? Die Antwort Thomas S. Kuhns lautet:

1 Die Forscher haben das „Gefühl", dass eine Anomalie mit Hilfe des akzeptierten Paradigmas nicht mehr zu lösen ist.
2. Es gibt „Wucherungen" divergierender Problemlösungen und Präzisierungen des Paradigmas.
3. Viele lokalisieren den Kern des Problems darin, dass das Paradigma nicht streng genug befolgt wurde.
4. Sie versuchen, das Paradigma in strengere Regeln und Formen zu fassen, deren Verletzung als Ursache der Schwierigkeiten gesehen wird.
5. Es herrscht „Verwirrung" und „Desorientierung".
6. Es gibt ein verstärktes Interesse für Grundlagenprobleme.

Die Krise kann verschärft werden

1 durch Entwicklungen in Nachbardisziplinen, die den Stellenwert einer fachinternen Anomalie erhöhen,
2. durch Fortschritte in den experimentellen Verfahren und in der Instrumentierung,
3. durch das Aufkommen einer Alternative – etwa durch Suchen „auf gut Glück" mit Hilfe spekulativer Theorien,
4. durch den Eintritt junger Forscher „ohne die Scheuklappen der Tradition".

Es ist nach dem bisher Gesagten schon beinahe unnötig, die von Thomas S. Kuhn genannten Anzeichen in die kognitive Terminologie zu übertragen. In der Krise werden wesentliche Teile der *Disziplinären Matrix* von neuen (oder neu bewerteten) Informationen, die eine negative Valenz aufweisen (also potentielle Falsifikatoren für das Paradigma darstellen) in Frage gestellt. Es gilt daher, diese Teile so zu verändern, dass sie von den negativen Befunden nicht mehr betroffen sind.

Die Gruppe macht zu diesem Zweck partielle Ausdifferenzierungen, probiert alternative Hypothesen und Methoden durch oder wendet sich wieder den Grundlagen des Paradigmas zu. Da die Kapazität der Informationsverarbeitung begrenzt ist, müssen dafür eventuell andere Aufgaben – insbesondere die Lösung noch offener Rätsel – vernachlässigt oder hinausgeschoben werden.

Mit einiger Mühe gelingt es der Gruppe auf diese Weise, sich an die neue kognitive Problemlage anzupassen. Aber die Kosten sind hoch – zumindest von außen betrachtet. Es werden Schwierigkeiten und Diskrepanzen übersehen oder vernachlässigt, die Zahl der ungelösten Rätsel, unsicheren Anwendungen, methodologischen Unklarheiten nimmt zu, innertheoretische Spannungen steigen. Ein großer Teil der Anstrengungen ist darauf gerichtet, den theoretischen Kern zu axiomatisieren und ihn dadurch abzusichern, dass man ihn mit einem immer dicker werdenden Panzer von Zusatzhypothesen armiert.

Aus der Innenperspektive sieht das weniger negativ und dramatisch aus. Es gibt einfach harte Arbeit, um schwierige experimentelle Evidenz und widerspenstige begriffliche Probleme in den Griff zu bekommen. Man hat alle Hände voll zu tun, aber ansonsten gibt es nichts Außergewöhnliches zu berichten.

Von außen betrachtet sehen wir eine soziale Gruppe in überaus geschäftiger, teilweise hektischer Aktivität. Wir registrieren eine Zunahme der Kommunikationsdichte im inneren Bereich und eine größere Offenheit für externe Kommunikationen in der Peripherie. Die Konferenz- und Publikationsaktivität nimmt zu, aber auch der Gradient der Kommunikationsdichte von innen nach außen und von lokalen Untergruppen zu anderen Untergruppen. Je größer die (für einen Vertreter eines Paradigmas im Hinblick auf dieses) zu bewältigende Informationsladung, desto ungleicher verläuft unserem hypothetischen Ansatz zufolge der Gradient des Informationsflusses in der Gesamtgruppe. Dies bedeutet, dass lokale Gruppen jetzt stärker mit dem Zentrum um die Aufmerksamkeit der Mitglieder konkurrieren als vorher. Einige sehen den Grund der Schwierigkeiten in einer zu großen Laxheit im Umgang mit den Prinzipien der *Disziplinären Matrix* und rufen zu mehr Disziplin auf, andere fordern im Gegenteil eine größere Offenheit für Alternativen oder sehen gar das Paradigma schon als gescheitert an.

Wenn alle Bemühungen nicht helfen und die Probleme weiter zunehmen, dann tritt das Paradigma in die nächste Phase ein, die Thomas S. Kuhn Degeneration nennt.

7.4. *Degeneration*

Wenn die in der Krise angewandten Strategien nicht ausreichen, um das Niveau an wahrgenommener negativer Evidenz zu senken, werden Anpassungen der Ar-

chitektur der *Disziplinären Matrix* notwendig. Abstraktionsniveau, Integrationsgrad, Vernetzung, Differenzierungsniveau und Freiheitsgrade sinken, während das Individuationsniveau steigt, was eine Tendenz zur Kasuistik bedeutet. Eine alternative Strategie wäre, die allgemeinen Prinzipien nach und nach in die Sphäre der Metaphysik zu heben und sie damit tendenziell von der Empirie abzulösen – was aber gleichzeitig ihren Wissenschaftscharakter aufheben würde und deshalb nur für wenige attraktiv ist. Welche Strategie auch immer gewählt wird, entscheidend ist, dass die begriffliche Struktur des Paradigmas so verändert werden muss, dass der faktische Gehalt sinkt. Da man den neuralgischen Punkten des Paradigmas besondere Aufmerksamkeit schenkt, dürfen wir punktuelle Ausdifferenzierungen, aber auch Sophisterei erwarten. Zusammenfassend können wir die kognitiven Folgen einer permanenten Überlastung an negativer Evidenz so beschreiben: Entdifferenzierung im ganzen bei punktueller Sophistisierung, methodologische Kasuistik, Tendenz zum Dogmatismus, Fragmentierung des Forschungsfeldes, Desintegration der Theorienstruktur. Unter den Bedingungen längerfristig zunehmender Informationsüberlastung hat der Forscher nicht die Möglichkeit, eine gut integrierte kognitive Landkarte des von ihm beforschten Teils der Welt zu erhalten oder diese gar zu verbessern.

Auf der sozialen Ebene beobachten wir eine Fortsetzung von Tendenzen, die bereits in der vorangehenden Phase der Krise begonnen haben. Der kognitiven Implosion des Feldes korrespondiert die soziale. Was bisher Peripherie war, verschwindet mehr und mehr vom Radarschirm des Gruppenzentrums und driftet in den Einflussbereich anderer Gruppen ab. Neuer wissenschaftlicher Nachwuchs kann kaum mehr gewonnen werden. Als Folge der sozialen Kontraktion werden die interne Kontakthäufigkeit und Kommunikationsdichte zunächst noch ansteigen, in einem fortgeschrittenen Stadium der Degeneration allerdings wieder abnehmen. Falls es in diesem Stadium neue Lehrbücher gibt, tendieren sie zur Kodifizierung der reinen Lehre; Zeitschriften werden uninteressanter, die Konferenzaktivitäten gehen zurück. Kommunikationen werden zunehmend ritualisiert, das Meinungsklima wird steifer, unfreundlicher und illiberaler. Kritik ist meistenteils unerwünscht. Die verbleibende Kerngruppe sieht sich von Feinden umgeben. Für die Außenwelt ist sie zu diesem Zeitpunkt schon uninteressant geworden; nur in ihrer Selbstwahrnehmung scheinen die „großen Zeiten“ noch dann und wann auf. Spätestens mit dem biologischen Ende der Zentralfiguren erlischt die Gruppe.

7.5. Außerordentliche Wissenschaft und Revolution

Außerordentliche Wissenschaft nennt Thomas S. Kuhn die Phase der Entwicklung, in der ein neuer Rahmen für normalwissenschaftliche Forschung gesucht wird. Eine Revolution ereignet sich dann, wenn er gefunden worden ist. Insgesamt gleichen die damit einhergehenden kognitiven und sozialen Prozesse denen in der protowissenschaftlichen Phase, bzw. beim Übergang von der Protowissenschaft zur Normalwissenschaft, sodass wir hier nicht mehr näher auf sie eingehen müssen.

8. Scientometrische Indikatoren für „paradigmatische Phasen"

Abschließend möchten wir noch einige Hypothesen anfügen, die sich auf die Vermutung gründen, dass die beschriebenen Prozesse auch mit scientometrischen Indikatoren zu erfassen sind. Als Datenbasis dient die jeweilige dem Paradigma zuzurechnende Literatur innerhalb einer definierten Zeitspanne.

Wir benutzen folgende technische Begriffe:

Zitierstreuung ist ein Maß für den Überschneidungsbereich der in den ausgewerteten Arbeiten zitierten Publikationen. Eine hohe Zitierstreuung bedeutet, dass sich die Zitationen innerhalb dieser Arbeiten relativ gleichmäßig auf viele Publikationen verteilen und vice versa. Eine Verringerung der Zitierstreuung heißt, dass die Tendenz zur Konzentration der Zitationen auf eine kleine Gruppe von Publikationen steigt, technisch gesprochen, dass die Schiefe der Lotka-Verteilung zunimmt. Die Zitierdichte bezeichnet den Quotienten zwischen der Zahl der in einem Zeitraum innerhalb einer Disziplin überhaupt zitierten Arbeiten zu den zitierten verschiedenen Arbeiten. Unter Zitierfülle verstehen wir die durchschnittliche Anzahl der in einer Publikation zu findenden Zitationen. Der Begriff des durchschnittlichen Zitatalters bedarf keiner besonderen Erläuterung.

Unter Berücksichtigung der explizierten Begriffe, ergänzt durch weitere Merkmale, kommen wir zu folgenden Hypothesen. Sie betreffen Eigenschaften der Kuhnschen paradigmatischen Phasen, aber auch Veränderungen im Übergang zwischen diesen

a. *Vorparadigmatische Wissenschaft*: Hohes durchschnittliches Zitatalter, hohe Zitierstreuung, geringe Zitierdichte, hohe Zitierfülle; hoher Anteil an Monographien, Aufsätze im Durchschnitt sehr lang, hohe Ablehnungsraten, lange Fristen zwischen Angebots- und Veröffentlichungsdatum.

b. *Übergang zur Normalen Wissenschaft*: Abnahme des durchschnittlichen Zitatalters, der Zitierstreuung und Zitierfülle, Zunahme der Zitierdichte; Abnahme

des Anteils der Monographien und der Aufsatzlängen, Rückgang der Ablehnungsraten, Frist zwischen Angebots- und Publikationdatum verringert sich.

c. *Normale Wissenschaft*: Mittleres bis geringes, relativ konstantes Zitatalter, ebensolche Zitierfülle und Zitierstreuung, mittlere bis hohe Zitierdichte; wenig Monographien, geringe Aufsatzlängen, geringe Ablehnungsraten, kurze Publikationsfristen.

d. *Stagnation und Krise*: Abnahme der Zitierdichte, weitere Verringerung der Zitierstreuung, langsame Zunahme des Zitatalters und der Zitierfülle; Publikationsfristen, Ablehnungsraten und Aufsatzlänge steigen an.

e. *Degeneration*: Dramatische Zunahme der Zitierfülle und der Zitierstreuung, weitere Zunahme des Zitatalters; weiterer Anstieg der Publikationsfristen und der Ablehnungsraten, Anteil der Monographien und Aufsatzlängen steigend.

f. *Revolution*: hinsichtlich des neuen Paradigmas: dramatische Abnahme von Zitierstreuung, Zitierfülle und Zitatalter, ebensolche Zunahme der Zitierdichte; starke Verringerung von Ablehnungsraten und Publikationsfristen, wieder sinkende, aber immer noch relativ große durchschnittliche Aufsatzlänge, Anteil der Monographien wieder langsam sinkend. Hinsichtlich des alten Paradigmas: starke Abnahme der Zitierdichte und -fülle; ebensolche Zunahme der Ablehnungsrate und der Publikationsfristen.[20]

Schlußbemerkung

Der dargestellte Ablauf ist als Modell zu verstehen. Dieses stellt die ideale Form eines Prozesses dar, der in der Realität durch eine Vielzahl anderer Faktoren moduliert werden kann. Einer dieser Faktoren ist das wissenschaftliche Normensystem. Gemeinhin wird angenommen, dass die Wissenschaft durch spezifische Normen gesteuert ist. Beispiele wären: „Überprüfe Deine Hypothesen!“ „Beurteile eine Hypothese oder ein Experiment unabhängig von persönlichen, sozialen, etc., Merkmalen des Urhebers!“ „Halte Dich an das, was Du beweisen kannst!“ „Lass Dich nicht von wissenschaftsfremden Interessen beherrschen!“ „Verwende Hypothesen möglichst sparsam!“ etc. Deshalb sollte man erwarten, dass Gruppenprozesse jeweils durch Einflüsse eines spezifischen Normenkanons gedämpft werden. Überraschenderweise scheint diese Modulation empirisch weitaus unauffälliger zu sein als vermutet. Wollte man diesen Befund in der Sprache der Kogni-

20 Empirisch ermittelte Beispiele für etliche der genanten Veränderungen sind zu finden in: Fischer, K., The social and cognitive dynamics of paradigmatic change. – In: Science in Context. 5(1992), S. 51–96; ders., Changing Landscapes of Nuclear Physics. A scientometric study. Berlin/Heidelberg/New York etc.: Springer Verlag 1993.

tionsforschung ausdrücken, so könnte man sagen, dass die grundlegenden Strukturen von Gruppenprozessen durch Faktoren beherrscht werden, die kognitiv impenetrabel zu sein scheinen und daher nicht wesentlich durch die explizite Einführung verhaltenssteuernder Normen verändert werden können.

Ob auch andere potentiell modulierende Faktoren von nur begrenzter Wirksamkeit sind, wäre zu erkunden. Wir haben zum Beispiel noch nichts über die technische und die organisatorische Seite der Gruppenbildung gesagt. Kommunikationsgewohnheiten und Kommunikationswege unterscheiden sich von Person zu Person, von Stadt zu Stadt, Land zu Land, Disziplin zu Disziplin. Nicht überall sind alle wichtigen Zeitschriften leicht zugänglich, sodass die Kosten der Informationsbeschaffung variieren können. Es gibt Gruppenmitglieder, die lieber kommunizieren, schreiben, reisen, organisieren oder an Konferenzen teilnehmen als andere. Die sozialen Fähigkeiten unterscheiden sich ebenso wie die professionellen Kompetenzen, die bestehende Reputation, der fachliche Ehrgeiz, die Führungsqualitäten oder die verfügbaren materiellen Ressourcen. Auch der kulturelle, politische und sozialisatorische Hintergrund der Beteiligten kann unterschiedlich sein. Diese bisher außer acht gelassenen Faktoren sind dafür verantwortlich, dass die Gruppenbildung keine homogene Struktur, sondern ein vertikal und horizontal gegliedertes Gebilde erzeugen wird. Es gibt Meinungsführer, Macher, Mitläufer, Organisatoren, Kommunikationspezialisten, Detailverliebte, Sammler, Experimentierkünstler, Politiker und Kaufleute.[21] Die Liste kann ergänzt werden. Die internen Prozesse werden aus diesen und anderen Gründen niemals ein stabiles Gleichgewicht erzeugen. Es gibt immer lokale Fluktuationen. Wir vermuten allerdings, dass die strukturellen Eigenschaften der Gruppe, die für den Kuhnschen Zyklus relevant sind, von diesen Fluktuationen nicht fundamental bestimmt werden. Solange keine einschneidenden und längerfristigen Veränderungen der relevanten kognitiven Parameter eintreten, sind keine Phasenübergänge innerhalb dieses Zyklus zu erwarten.

21 Schon Francis Bacon hat in New Atlantis eine Binnendifferenzierung des Hauses Salomon vorgestellt, die noch heute interessant ist.

HEINRICH PARTHEY

Selbstorganisation der Wissenschaft in Forschungsinstituten

Forschungsinstitute wurden und werden als selbstorganisierte Systeme konzipiert, wie es ihre Geschichte zeigt. Bereits in den 1980er Jahren wurde versucht, die Selbstorganisation der Wissenschaft darzustellen.[1] Zu Beginn unseres Jahrhunderts entwickelten sich nun auch wissensbasierte Experimentalpraktiken mit selbstorganisatorischen Eigenschaften.[2] Selbstorganisierende Systeme – auch die der Forschungstechnik – stehen stets vor Alternativen, in denen es ihnen selber zukommt, eine Auswahl zutreffen. Forscher befinden sich in diesem Sinne stets in Forschungssituationen, in denen sie sich für oder gegen das Ausführen bestimmter Handlungen entscheiden müssen. Mitunter wird geäußert, formelle Organisationen könnten nicht die geeignete Untersuchungseinheit für Analysen von Forschungsentwicklungen sein, wie Karin Knorr-Cetina meint: Viel zu groß seien solche Organisationen, um der Unbestimmtheit von Prozessen auf die Spur zu kommen, in denen Neues entstehe. „Wählen wir eine Untersuchungseinheit, die größer ist als die tatsächliche Handlungssituation, so kann diese Unbestimmtheit nicht wahrgenommen werden.“[3]

In diesem Sinn werden wir im Folgenden vor allem die Selbstorganisation der Forschungssituation und Kooperation in Forschungsinstituten analysieren.

1 Siehe unter anderen: Ebeling, W., Scharnhorst, A., Selforganization models for field mobility of physicists. – In: Czechoslovak Journal of Physics. B 36(1986)1, S. 43 – 46; Ebeling, W. / Scharnhorst, A., Evolutionsmodelle für die Dynamik von Wissenschaftsgebieten. – In: Wissenschaft – Das Problem ihrer Entwicklung. Band 2. Hrsg. v. Günter Kröber. Berlin: Akademie-Verlag 1988. S. 187 – 202 Krohn, W. / Küppers, G., Die Selbstorganisation der Wissenschaft. Frankfurt am Main: Suhrkamp 1989.

2 King, R. D. / Whelan, K. E. / Jones, F. M. / Reiser, Ph. G. K. / Bryant, Ch. H. / Muggleton, St. H. / Kell, D. B. / Oliver, St. G.; Functional genomic hypothesis generation and experimentation by a robot scientist. – In: Nature. 427(2004)15. Januar 2004, S. 247 – 251.

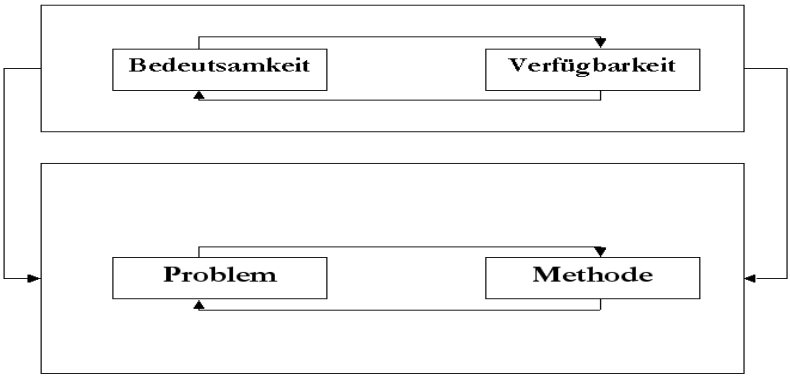
3 Knorr-Cetina, K., The Manufacture of Knowledge. Oxford: Pergamon Press 1981; dt., Die Fabrikation von Erkenntnis. Zur Anthropologie der Naturwissenschaft. Frankfurt am Main: Suhrkamp 1984. S. 83 f.

1. *Entstehung neuer Forschungssituationen*

Selbstorganisation in der Wissenschaft wird meist durch eine Instabilität bisheriger Forschungssituationen gegenüber mehr oder weniger kleinen Veränderungen des Zusammenhangs von Problemfeldern und Methodengefügen in der Forschung eingeleitet. Wissenschaftsdynamik ist dann in einem weiteren Schritt der Selbstorganisation mit der Instabilisierung von bestehenden und der Restabilisierung von neuen Forschungssituationen verbunden.

Unter einer Forschungssituation verstehen wir solche Zusammenhänge zwischen Problemfeldern und Methodengefüge, die es dem Wissenschaftler gestatten, die Problemfelder mittels tatsächlicher Verfügbarkeit an Wissen und Forschungstechnik methodisch zu bearbeiten.

Abbildung: 1 *Methodologische Struktur der Forschungssituation*



Diesem Verständnis der methodologischen Struktur von Forschungssituationen folgend, sind neben den zwei Gebilden Problemfeld und Methodengefüge und den Relationen zwischen ihnen außerdem zwei weitere Elemente zu beachten: zum einen die tatsächliche Verfügbarkeit ideeller und materieller Mittel zur Problembearbeitung und zum anderen die Bedeutsamkeit von Forschungsproblemen nach dem Beitrag ihrer möglichen Lösung sowohl für den Erkenntnisfortschritt als auch für die Lösung von gesellschaftlichen Praxisproblemen (vgl. Abbildung 1). 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. Die Bedeutsamkeit, d. h. die Bewertung der Probleme nach dem Beitrag ihrer möglichen Lösung sowohl für den Erkenntnisfortschritt als auch für die Lösung von gesellschaftlichen Praxisproblemen, reguliert letztlich die tatsächliche Verfügbarkeit an wissens- und gerätemäßigen Voraussetzungen zur Problembearbeitung.

Im Folgenden möchten wir drei Fälle der Selbstorganisation der Forschung unterscheiden, und zwar erstens Variationen im methodischen Vorgehen, zweitens Variationen beim Problemformulieren durch Modellieren und schließlich drittens Variationen beim Problemformulieren und methodischen Vorgehen.

1.1. Variationen im methodischen Vorgehen – Selbstorganisation bei der Entdeckung der Kernspaltung schwerer Atome im Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie (Nobelpreis für Chemie 1944)

Mehr oder weniger kleine oder große Variationen im methodischen Vorgehen sind bei der Bearbeitung von Forschungsproblemen üblich. Auch für Otto Hahn und Fritz Straßmann (Lise Meitner hatte im Juli 1938 Berlin verlassen müssen) gab es Veranlassung Ende 1938 die chemische Art der bei der Uran-Neutron-Reaktion entstehenden Beta-Strahler nochmals zu untersuchen und dabei die Art der Neutroneneinwirkung auf das Uran, Dauer und Geschwindigkeit der Neutronen zu varieren. Interessant ist dabei, dass der Grundversuch nicht nur für die Entdeckung der Uranspaltung sondern auch für Otto Hahns Eintritt in die wissenschaftliche Forschung im Jahr 1904[4] entscheidend war, wie Walther Gerlach beschreibt: „Bei der Auskristallisation einer Salzlösung fallen chemisch ähnliche Elemente zusammen aus, zum Bespiel alle Erdalkalien oder im speziellen Fall mit dem Barium das nächst höhere Erdalkali Radium. Aber die Löslichkeit dieser beiden Salze ist nicht genau dieselbe; da die des Radiumsalzes ein wenig kleiner ist, wscheidet sichz bei Beginn der Auskristallisation mit viel Barium etwas mehr Radium ab als später. Wird diese frühzeitig unterbrochen, der zuerst sich bildende Niederschlag abfiltriert, wieder gelöst und erneut in gleicher Weise zur Kristallisation gebracht, so kann nach vielfacher Wiederholung dieser „Methode der fraktionierten Kristallisation“ das Radium im zunehmenden Maße angereichert werden. Die Methode ist auch durchführbar, wenn die gesuchte Substanz – hier das Radium – in kleinsten unwägbaren Mengen in der Lösung enthalten ist. Da

4 Hahn, O., A New Radio-Active Element, which Evolves Thorium Emanation. Prelimary Communication. (Comm. Sir William Ramsay). – In: Proc. Royal. Soc. (London). 76 A(1905), S. 115 – 117.

sich Radium in das leicht erkennbare gasförmige Element, die radioaktive Radium-Emanation umwandelt, ist deren (aus ihrer Strahlung meßbare) Menge ein Kriterium für die Radiumanreicherung."[5] Am Montag Abend 19. (Dezember 1938) schrieb Otto Hahn im Labor an Lise Meitner nach Stockholm: „Es ist nämlich etwas bei den Radium-Isotopen, was so merkwürdig ist, daß wir es vorerst nur Dir sagen ... Sie lassen sich von allen Elementen außer Barium trennen; alle Reaktionen stimmen. Nur eine nicht – wenn nicht höchst seltsame Vorgänge vorliegen: Die Fraktionierung funktioniert nicht. Unsere Radium-Isotope verhalten sich wie Barium. ... Wir wollen aber noch vor Institutsschluß etwas über die sogenannten Ra-Isotope für die „Naturwissenschaften" schreiben, weil wir sehr schöne Kurven haben."[6] Experimentell gesehen hatten Otto Hahn und Fritz Straßmann – auch nach der Auffasung von Walther Gerlach – schon vielmehr erreicht als andere: „Die Auftrennung der komplexen Produkte der Uran-Neutronen-Reaktion in zahlreiche einheitliche radioaktive Komponenten, deren Einheitlichkeit und deren Aufeinanderfolge in mehreren Umwandlungsreihen durch die genau bestimmte Halbwertszeit als gesichert anzusehen war; die Veröffentlichung dieser Versuchsergebnisse erschien wichtiger als ihre Deutung."[7] Die Autoren kommen in ihrer Publikation im ersten Januarheft 1939 der „Naturwissenschaften" zum Schluß: „Unsere „Radiumisotope" haben die Eigenschaften des Bariums; als Chemiker müßten wir eigentlich sagen, bei den neuen Körpern handelt es sich nicht um Radium, sondern um Barium; denn andere Elemente als Radium oder Barium kommen nicht in Frage."[8] Kreative Wissenschaftler haben ein Gefühl für die wirklich entscheidenden Fragen, aber sie entwickeln zugleich 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.

Für die Entdeckung der Kernspaltung erhielt Otto Hahn den Nobelpreis für Chemie 1944.[9]

5 Gerlach, W. , Otto Hahn. Ein Forscherleben unserer Zeit. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft 1984. S. 23.

6 Siehe ebenda, S. 85.

7 Ebenda, S. 87- 90.

8 Hahn, O. / Straßmann, F., Über den Nachweis und das Verhalten der bei der Bestrahlung des Urans mittels Neutronen entstehenden Erdalkalimetalle. – In: Naturwissenschaften. 27(1939), S. 11 – 15. Eingegangen am 22. Dezember 1938, Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie, Berlin-Dahlem).

9 Hahn, O., Von den natürlichen Umwandlungen des Urans zu seiner künstlichen Zerspaltung. (Nobelvortrag, gehalten 13.12.1946 in Stockholm). – In: Les Prix Nobel. The Nobel Prizes 1946. Stockholm: The Nobel Foundation 1948,. S. 167 – 183.

1.2. Variationen beim Problemformulieren durch Modellieren – Selbstorganisation bei der Modellierung der räumlichen Spiralstruktur der Desoxyribonucleinsäure im Cavendish Laboratory in Cambridge (England) unter Benutzung der durch Röntgenstrukturanalyse im King´s College in London erhaltenen Daten (Nobelpreis für Physiologie und Medzin 1962)

Bei einem wissenschaftlichen Erkenntnisproblem liegen die Problemformulierungen in einem solchen Reifegrad vor, dass einerseits alle Bezüge auf das bisher vorhandene Wissen nachweisbar nicht ausreichen, um ein wissenschaftliches Erkenntnisziel zu erreichen, und dass andererseits der Problemformulierung ein methodisches Vorgehen zur Gewinnung des fehlenden Wissens zugeordnet werden kann. In jedem Fall erfordert die Lösung eines Problems die Gewinnung von Wissen, und zwar so lange, bis die im Problem enthaltenen Fragen beantwortet sind, damit sich die für das gestellte Problem charakteristische Verbindung von Fragen und Aussagen auflöst.

So waren sich zum Beispiel Francis Crick und James Watson – nach Meinung von Francis Crick – „überzeugt, daß die Desoxyribonucleinsäure (DNS) wichtig sei, aber ich glaube, uns war beiden nicht klar, als wie wichtig sie sich erweisen sollte. Ursprünglich war ich der Ansicht, das Problem der Röntgenbeugungsmuster sei die Angelegenheit von Maurice (Maurice Wilkins) und Rosalind (Rosalind Franklin) und ihren Kollegen am King´s College in London, aber mit der Zeit wurden sowohl Jim als auch ich ungeduldig, weil sie bei ihrer Arbeit nur so langsam vorankamen und ihre Methoden so umständlich waren. ... Der Hauptunterschied, was den Ansatz betraf, war, daß Jim und ich sehr genau darüber Bescheid wußten, wie die Alpha-Helix entdeckt worden war. Uns war klar, welche Schwierigkeiten die bekannten interatomaren Abstände und Winkel darstellten, und daß die Forderung, die Struktur müsse eine regelmäßige Helix sein, die Anzahl der freien Parameter drastisch einschränkte. Die Wissenschaftler am King´s College standen einem solchen Ansatz eher ablehnend gegenüber. Vor allem Rosalind wollte soweit als möglich ihre experimentellen Daten ausnutzen. Ich vermute, sie war der Ansicht, ein Erraten der Struktur, indem man verschiedene Modelle ausprobieren und nur ein Minimum an experimentellen Daten heranzog sei zu gewagt.“[10] Francis Crick und James Watson haben ihr entgültiges Modell der Doppelhelix der DNS (oder zumindest einer DNS-Drehung) am Samstag, den 7. März 1953 fertigstellt. James Watson schrieb an Max Delbrück am 12. März 1953: „ Unser Modell (ein gemeinsames Projekt von Francis Crick und mir) steht in keinerlei Beziehung zu den ursprünglichen oder zu den abgeän-

10 Crick, F., Ein irres Unternehmen. Die Doppelhelix und das Abenteuer Molekularbiologie. München-Zürich: Piper 1988. S. 98 – 99.

derten Pauling-Corey-Shoemaker-Modellen: es ein seltsames Modell und weist mehrere ungewöhliche Züge auf. Doch da die DNS ja eine ungewöhnliche Sustanz ist, schrecken wir vor keiner Kühnheit zurück. ... Wir haben sicher noch einen langen Weg vor uns, bevor wir seine Richtigkeit beweisen können. Wir benötigen zu diesem Zweck die Mitarbeit der Gruppe vom King´s College in London, die – neben ziemlich guten Aufnahmen einer parakritallinen Phase – ganz ausgezeichneete Aufnahmen einer kristallinen Phase besitzt. Unser Modell ist allerdings im Hinblick auf die parakristalline Form aufgestellt worden, und bislang haben wir noch keine klare Vorstellung darüber, wie sich diese Spiralen zusammentun könnten, um die kristalline Phase zu bilden.“ [11]

Am 25. April 1953 veröffentlichten Francis Crick und James Watson einen Artikel in der Zeitschrift „Nature“ (zusammen mit zwei Abhandlungen, die am King´s College in London ausgearbeitet waren, die erste war von Maurice Wilkins, Sokes und Wikson verfaßt worden, die zweite von Rosalind Franklin und Gosling[12]) mit dem Titel „Die Molekularstruktur der Nukleinssäure“, in dem zum Schluß formuliert wurde: „Es ist uns nicht entgangen, daß die spezifische Paarbildung, die wir postuliert haben, unmittelbar einen möglichen Kopiermechanismus für das genetische Material nahe legt.“[13]

Für die Entdeckung der molekularen Struktur der Nucleinsäuren und deren Bedeutung für den genetischen Code erhielten Francis Crick, James Watson und Maurice Wilkins (Rosalind Francis war 1958 gestorben) den Nobelpreis für Physiologie und Medizin 1962.

1.3. *Variationen beim Problemformulieren und methodischen Vorgehen – Selbstorganisation in der Erforschung der Photosynthese im Max-Planck-Institut für Biochemie (Nobelpreis für Chemie 1988)*

Die Entwicklung der Wissenschaft verläuft seit Mitte des 20. Jahrhunderts zunehmend als Großforschung in Form von Dachverbänden und sogenannten virtuellen Instituten. Damit werden weiterführende Fragen zum Verhältnis von Wissenschaftsdynamik und Selbstorganisation der Forschung aufgeworfen.

11 James D. Watsons Brief an Max Delbrück, Cavendish Laboratory Cambridge 12. März 1953. – In: Watson, J. D., Die Doppelhelix. Ein persönlicher Bericht über die Entdeckung der DNS-Strukur. Reinbeck bei Hamburg: Rowohlt 1990. S. 182 -183.

12 Franklin, R., Gosling, R., Molecular Configuration in Soddium Thymonucleate, – In: Nature. 4356 (25. April 1953). S. 740 – 741.

13 Watson, J. D., Crick, F. H. C., A Structure for Deoxyribonucleic Acid. – In: Nature. 4356 (25. April 1953). S. 738.

Das 1973 gegründete neue Max-Planck-Institut für Biochemie ist durch die Zusammenlegung von drei Instituten entstanden, nämlich dem Max-Planck-Institut für Biochemie, gegründet 1912 in Berlin-Dahlem als Kaiser-Wilhelm-Instirut, dem Max-Planck-Institut für Eiweiß und Lederforschung ebenfalls als Kaiser-Wilhelm-Institut 1918 in Dresden gegründet, und dem Max-Planck-Institut für Zellchemie, gegründet 1954 in München. Mit diesem neuen Institut für Biochemie in Martiensried bei München hat die Max-Planck-Gesellschaft ein Zentrum der Biowissenschaften geschaffen, dessen Konzept über den Begriff der Biochemie im engeren Sinne hinausgeht. Es umfaßt andere Disziplinen wie Zellbiologie und Biophysik ebenso wie eine hochentwickelte Datenverarbeitung. Ein übergeordnetes Ziel stellt das Verständnis der Funktion von Molekülen aufgrund ihrer Struktur dar. Auf diesem Gebiet erhielten drei Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Biochemie, Martinsried bei München den Nobelpreis für Chemie 1988: Johann Deisenhofer, Robert Huber und Hartmut Michel. Gewürdigt wurde die „Erforschung des Reaktionszentrums der Photosynthese bei einem Purpurbakterium". Die am Max-Planck-Institut für Biochemie durchgeführten Forschungsarbeiten versuchten die dreidimensionale Struktur des photosynthetischen Reaktionszentrums eines Bakteriums aufzuklären. In der Erforschung dieser häufigsten und – als unerläßliche Voraussetzung für das Leben auf der Erde – wichtigsten chemischen Reaktion in der Biosphäre gelang ein Durchbruch, dem Bedeutung auch für das Verständnis zentraler biologischwer Prozesse zu kommt: Mit Hilfe der Röntgenstrukturanalyse wurde erstmals der atomare Aufbau eines der in Zellmembranen gebundenen Proteine entschlüsselt.

In seinem Nobel-Vortrag schildert Hartmut Michel den Vorgang einer ersten Variation beim methodischen Problembearbeiten: „Wie so häufig bei neuen wissenschaftlichen Entwicklungen und technischen Erfindungen war es eine zufällige Begegnung, die den Anstoß für die Experimente gab, die schließlich zur Aufklärung der dreidimensionalen Struktur eines photosynthetischen Reaktionszentrums führten: Im August 1978 beobachtete ich, dass lipidfreies Bakteriorhodopsin (...) bei Aufbewahrung im Tiefkühlschrank feste, vermutlich glasförmige Aggregate bildete (...) Von da an war ich überzeugt, dass es möglich sein sollte, nicht nur diese Festkörper, sondern auch dreidimensionale Kristalle herzustellen (...) Zu dieser Zeit arbeitete ich an der Universität Würzburg als „post doc" im Labor von Dieter Oesterhelt."

Seit dem Frühjahr 1982 analysierte Hartmut Michel (Abteilung Membranbiochemie seines Doktorvaters Dieter Oesterhelt) in Kooperation mit Johann Deisenhofer (Abteilung Strukturforschung II unter Leitung von Robert Huber) die dreidimensionale Kristallisation des Membranproteins.[14]

Interessant ist nun ein Vergleich beider Abteilungs-Berichte über diese selbstorganisierte Zusammenarbeit zweier Abteilungen eines Forschungsinstituts im Jahrbuch 1984 der Max-Planck-Gesellschaft[15]:

- Aus der Sicht der Abteilung Membranbiochemie heißt es: „In einer intensiven Zusammenarbeit mit der Abteilung Strukturforschung II (Direktor Prof. Dr. Robert Huber) wird an einer hochauflösenden Röntgenstrukturanalyse gearbeitet. Da bisher überhaupt keine Röntgenstrukturanalyse eines Membranproteins vorrliegt, mußte überall Neuland betreten werden, doch traten überraschenderweise keinerlei Probleme auf: 3 Schweratomderivate, Vorausetzung der Phasenbestimmung und Strukturaufklärung, wurden auf konventionelle Weise durch Einlegen der Kristalle in Schweratomlösungen erhalten. Eine Elektronendichtekarte wurde bei 3 Angström Auflösung berechnet und wird zur Zeit interpretiert (Johann Deisenhofer, K. Miki, O. Epp; alle Abt. Strukturforschung II). Atomare Modelle für den gesamten Chrophyllapparat liegen vor.“[16]
- Aus der Sicht der Abteilung Strukturforschung II heißt es: „Photosynthetisches Reaktionszentrum des Bakteriums Rhodopseudomas virides. Die Kristallstrukturanalyse dieses Membranprotein-Komplexes bei 3 Angström führte zu einer modellmäßig interpretierbaren Elektronendichteverteilung. Diese Studien wurden von Johannes Deisenhofer, K. Miki und O. Epp in Zusammenarbeit mit Hartmut Michel (Abteilung Membranbiochemie) durchgeführt.)“[17]
- Publiziert wurden die Ergebnisse von Hartmut Michel, Johann Deisenhofer, K. Miki, K. Weyer und Friedrich Lottspeich in dem Sammelband „Structure and Function of Membran Proteins“ 1983.[18]

Ein Jahr später findet sich im Jahrbuch 1985 unter den Angaben der Abteilung Strukturforschung II folgende Erfolgsmeldung: „ H. Michel (Abt. Membranbio-

14 Michel, H., 3-Dimensional Crystals of a Membrane-Protein Complex – The Photosynthetic Reaction Center from Rhodopseudomonas-Viridis. – In: Journal of Molecular Biology. 158(1982)3, S. 567 – 572; Michel, H. / Oesterhelt, D., Preparation of New Two-Dimensional and 3-Dimensional Crystal Forms of Bacteriorhodopsin. – In: Methods in Enzymoöogy. 88(1982)PI, S. 111 – 117.

15 Max-Planck-Gesellschaft Jahrbuch. 1984. Göttingen: Verlag Vandeenhoeck & Rupprecht 1984.

16 Ebenda, S. 149 – 150.

17 Ebenda, S. 166.

18 Michel, H. / Deisenhofer, J. / Miki, K. / Weyer, K. / Lottspeich, F., Crystallization of membrane proteiens and actual state of structure analysis of photosynthetic reaction centre crystals. – In: Structure and Function of Membrane Proteiens. Eds. by E. Quagliariello and F. Palmieri. Amsterdam: Elsevier Science Publ. 1983. S. 191 – 197.

chemie) gelang die Züchtung hochgeordneter Kristalle (erreichbare Auflösung 0,25 nm) aus RC von R. viridis. Die Röntgenstrukturanalyse dieser Kristalle (Raumgruppe $P4_32_12$, a = b = 22,35 nm, c = 11,36 nm) unter Anwendung der Methode des mehrfachen isomorphen Ersatzes führte zur Berechnung einer Elektronendichteverteilung bei 0,3 nm Auflösung. Interpretation dieser Elektronendichte und Modellbau am interaktiven Display-System des Instituts sind weit fortgeschritten."[19] Nach einer ausführlichen Darstellung der erreichten Ergebnisse wird auf eine weiterführenden Annahme verwiesen: „Es gibt funktionelle und strukturelle Gründe für die Annahme, daß der mittlere Teil der RC-Struktur (L, M, N-terminale Helix von H) in die bakterielle Membran eingebettet ist (Deisenhofer, Epp, Miki mit Michel, Abt. Membranbiochemie)."[20]

Zu den in beiden Berichten aufgeführten Publikationen gehören die Veröffentlichung von Johann Deisenhofer, O. Epp, K. Miki, Robert Huber und Hartmut Michel in der Zeitschrift „Journal of Molecular Biology" 1984.[21] Die Veröffentlichung über die Hartmut Michel gelungene Kristalisation von Protein-Membranen in einem Sammelband „Enzymes, Receptors and Carriers of Biological Membranes" 1984 teilt nur die Abteilung Membranbiochemie mit[22], zu einem Thema, mit dem sich Hartmut Michel auch 1986 an der Ludwig-Maximilian Unversität habilitierte.[23]

Und wieder ein Jahr später finden sich im Jahrbuch der Max-Planck-Gesellschaft 1986 in den Berichten beider Abteilungen folgende Sicht der Ergebnisse:

- Aus der Sicht der Abteilung Membranbiochemie heißt es: „Das photosynthetische Reaktionszentrum des Purpurbakteriums Rhodopseudomas viridis war der erste Membrankomplex, von dem wohlgeordnete dreidimensionale Kristalle eine hochauflösende Röntgenstrukturanalyse erlaubten (Michel mit Deisenhofer, Miki, Epp, Abt. Strukturforschung II). ... Alle erhaltenen Aminosäuresequenzen wurde in das atomare Modell des

19 Max-Planck-Gesellschaft Jahrbuch. 1985. Göttingen: Verlag Vandenhoeck & Rupprecht 1985. S. 132.

20 Ebenda, S. 134.

21 Deisenhofer, J. / Epp, O. / Miki, K. / Huber, R. / Michel, H., X-ray structure analsis of a membrane protein complex: Electron density map at 3 Ä resolution and a model of the chromophores of the photosynthetic reaction center from Rhodopseudomonas viridis. – In: Journal of Molecular Biology. 180(1984), S. 385 – 398.

22 Michel, H.: Crystallization of two membrane proteins: Bacteriorhodopsin and photosynthetic reaction centers. – In: Enzymes, Receptors and Cariers of Biological Membranes. Ed. by A. Azzi et al. Berlin-Heidelberg: Springer 1984. S. 39 – 43.

23 Michel, H., Kristallisation von Membranproteinen. Habilitation an der Ludwig-Maximilian-Universität Münschen 1986.

Reaktionszentrums inkorporiert (mit Deisenhofer, Abt. Strukturforschung II) und erlaubten daraufhin eine Reihe von Aussagen, die von einem allgemeinen Interesse für die Struktur und Funktion von Membranproteinen sind.“[24]

• Aus der Sicht der Abteilung Strukturforschung II heißt es: „Das Ziel ist die Aufklärung der dreidimensionalen Struktur von Proteinen, um spezifische biochemisch-biophysikalische Probleme lösen zu können. Strukturanalytische Arbeiten: Lichtsammelproteine aus Blaualgen, ..., Reaktionszentrum des Bakterium Rhodopseudomas viridis, ..., Ascorbatoxidase aus Zucchini.“[25]

Zu den in beiden Berichten aufgeführten Publikationen gehören die Veröffentlichungen von Johann Deisenhofer, O. Epp, K. Miki, Robert Huber und Hartmut Michel in der Zeitschrift „Nature“ 1985; Johann Deisenhofer, Hartmut Michel und Robert Huber in der Zeitschrift „TIBS“ 1985 und Johann Deisenhofer und Hartmut Michel in dem Sammelband „Antennas and Reactions Centers of Photosynthethic“ 1985.[26]

Hartmut Michel und und Johann Deisenhofer hatten das Reaktionszentrum der Photosynthese bei einem Purpurbakterium im Max-Planck-Institut für Biochemie in Martinsried bei München in den Jahren zwischen 1982 und 1985 aufgeklärt und wurden dafür bereits 1988 mit den Nobelpreis für Chemie geehrt. Der dritte Nobelpreisträger für Chemie im Jahre 1988 Robert Huber war der Abteilungsleiter von Johann Deisenhofer, als Hartmut Michel im Frühjahr 1982 um Kooperation gebeten hatte, für die Robert Huber in einer über die Abteilungsgrenzen hinaus selbstorganisierte Zusammenarbeit auch die Voraussetzungen geschaffen hatte, die Struktur großer Biomoleküle zu ermitteln. Und er hat dazu beigetragen, wie die Ergebnisse der Röntgenstrukturanalye von Johann Deisenhofer und Hartmut Michel zu deuten waren.

24 Max-Planck-Gesellschaft Jahrbuch. 1986. Göttingen: Verlag Vandeenhoeck & Rupprecht 1986. S. 112 – 113.

25 Ebenda, S. 128.

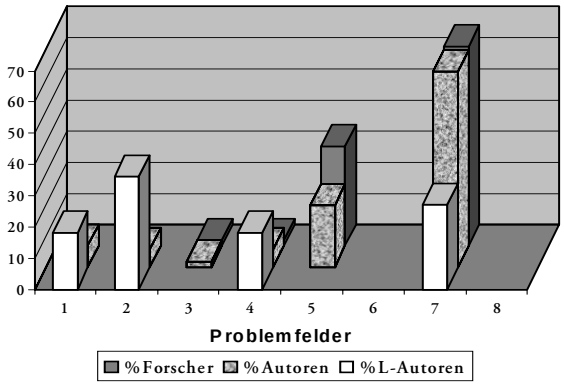
26 Deisenhofer, J. / Epp, O. / Miki, K. / Huber, R. / Michel, H., Structure of the protein subunits in the photosynthetic reaction centre of Rhodopseudomonas viridis at 3 A resolution. – In: Nature. 318(1985), S. 618 – 624; Deisenhofer, J. / Michel, H. / Huber, R., The structural basis of photosynthetic light reaction in bacteria. – In: TIBS. 10 (1985), S. 243 – 248; Deisenhofer, J. / Michel, H., The crystal structure of the photosynthetic reaction center from Rhodopseudomonas viridis. – In: Antena and Reaction Centers of Photosynthetic Bacteria, Ed. by M. E. Michel-Beyerle. Berlin: Springer 1985. S. 94 – 96.

2. *Verteilung von Institutsautoren auf verschiedene Problemfelder*

Die von Alfred Lotka 1926 gefundenen Verteilung von Autoren nach Publikationsraten weist auf funktionale Abhängigkeiten in Bibliographien hin.[27] Die funktionale Abhängigkeit der Anzahl von Autoren mit einer bestimmten Publikationsrate von der Publikationsrate selbst kann zu einem objektiven Maß für die Unterscheidung von zwei Gruppen von Autoren eines beliebigen Forschungsinstituts verwendet werden und zwar in dem Sinne, dass beide Gruppen von Institutsautoren jeweils die Hälfte der Publikationen aus dem jeweiligen Institut erreichen, und zwar die eine mit hohen und die andere mit niedrigen Publikationsraten.

Dieses Maß gestattet auch Analysen der Selbstorganisation in Forschungsinstituten.

Abbildung 2: *Prozentuale Verteilung von Forschern, Autoren und L-Autoren (Autorengruppe, die gemeinsam mit hohen Publikationsraten etwa die Hälfte aller Institutspublikationen erreicht) für ein Institut für Molekularbiologie im Jahre 1988 auf verschiedene Problemfelder*
(Quelle: Parthey, H. / Schütze, W., Distribution of Publications as an Indicator for the Evaluation of Scientific Programs. – In: Scientometrics. 21(1991)3, S. 463).



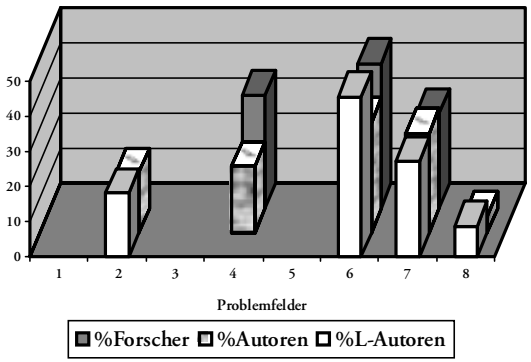
In den Abbildungen 2 und 3 wird beispielhaft darauf hingewiesen, dass bei einer Zuordnung von Institutspublikationen zu unterscheidbaren Problemfeldern Analysen der Selbstorganisation in Forschungsinstituten möglich sind: So bearbeiten

27 Lotka, A., The Frequency Distribution of Scientific Productivity. – In: Journal of the Washington Academy of Science. 16(11926)12, S. 317 – 323.

beide Institute jeweil zwei Problemfelder (und zwar das Problemfeld 2 in beiden Instituten und das Problemfeld 1 im Institut für Molekularbiologie bzw. das Problemfeld 8 in einem Institut für Mikrobiologie) ohne dass dafür in beiden Instituten entsprechende Abteilungen organisiert sind. Und andererseits werden Problemfelder in Institutsabteilungen zum Teil mit einer großen Anzahl von Forschern aber ohne L-Autoren bearbeitet: die Problemfelder 3 und 5 in einem Institut für Molekularbiologie und das Problemfeld 4 im Institut für Mikrobiologie.

In beiden Instituten haben Autoren und darunter auch jedesmal L-Autoren (im genannten Sinn) zu Problemfeldern publiziert, die für beide Institute neuartig sind. Neuartig deshalb, weil bislang zu diesen Problemfeldern keine Abteilungen eingerichtet worden sind. Und in Bezug auf diese im genannten Sinn neuartigen Problemfelder sind L-Autoren in der Publikationstätigkeit des Instituts für Molekularbiologie prozentual hoch vertreten. Allein schon dieser überraschend – wohl gemerkt bereits im bibliometrischen Profil wissenschaftlicher Institute unserer Definition – gefundene Effekt rechtfertigt den Aufwand einer jährlichen Analyse der Lotka-Verteilung von Institutsautoren nach Problemfeldern der Forschung. Wir vermuten, dass L-Autoren kürzere Reaktionszeiten auf international neue Problemfelder und Methodengefüge eigen sind. Damit stellen sich weiterführende Fragen etwa danach, inwieweit neue Forschergruppen einzurichten sind und das Institut damit eine neue Struktur erhält.

Abbildung 3: *Prozentuale Verteilung von Forschern, Autoren und L-Autoren (Autorengruppe, die gemeinsam mit hohen Publikationsraten etwa die Hälfte aller Institutspublikationen erreicht) für ein Institut für Mikrobiologie im Jahre 1988 auf verschiedene Problemfelder*
(Quelle: Parthey, H. / Schütze, W., Distribution of Publications as an Indicator for the Evaluation of Scientific Programs. – In: Scientometrics. 21(1991)3, S. 463).



3. *Forschungssituation und Kooperationsform*

Die Frage nach dem Einfluß anderer auf die eigene Leistung beziehungsweise nach den Vor- und Nachteilen des Arbeitens in Gruppen gegenüber der Einzelarbeit hat in der Sozialwissenschaft eine lange Tradition.[28] Diese Fragestellung auf die wissenschaftliche Leistung selbst angewandt, führt zu Analysen des Verhältnisses von Einzel- und Kooperationsleistung in Forschergruppen, die es weltweit seit den 1930er Jahren gibt.[29] Untersuchungen dieser Art verwenden verschiedene Methoden wie die der teilnehmenden Beobachtung oder die der historischen Rekonstruktion. Die mehr oder weniger standardisierte Befragung zur Analyse der Selbstorganisation von Forschergruppen setzte erst in den 1960er Jahren ein.

3. 1. Problemstruktur und arbeitsteilige Struktur von Forschergruppen

In Besonderheit gehen die Annahmen und Verfahren in diesen 1960er und den folgenden 1970er Jahren davon aus, dass die Effektivität von Forschergruppen entscheidend durch die Übereinstimmung von Problemstruktur und arbeitsteiliger Struktur in der Gruppe beeinflusst wird.[30] Diese Untersuchungen fragen nach den Arbeitsbeziehungen, die Forscher untereinander eingehen müssen, wenn sie bestimmte Problemfelder bearbeiten. Unter Problemfeldern sind vor allem inhaltliche Beziehung zwischen Haupt-, Neben- und Unterthemen eines Problemfeldes zu verstehen. Auf der Grundlage zahlreicher Analysen hat sich nach G. M. Swatez die Vorstellung von Forschergruppen herausgebildet, dass sie durch folgende Merkmale gekennzeichnet sind: gemeinsames Anliegen in Form eines gemeinsam zu bearbeitenden Problems, Arbeitsteilung und Kooperation beim Problemlösen und ihre Koordination durch Leitung.[31]

28 Triplett, N., The Dynamogenic Factors in Page-Making and Competition. – In American Journal of Psychology. (1898)9, S. 507–532; Moede, W. : Experimentelle Massenpsychology – Beiträge zu einer Experimentalpsychologie der Gruppe. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft 1920; Allport, F. H., Social Psychology. Boston : Riverside 1924.

29 Fleck, L., Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache. Einführung in die Lehre vom Denkstil und Denkkollektiven. Bern 1935; Kuhn, Th., The Structure of Scientific Revolutions. Chicago : University of Chicago Press 1962.

30 Bahrdt, H. P. / Krauch, H. / Rittel, H., Die wissennschaftliche Arbeit in Gruppen. – In: Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie (Köln). 12(1960)1. S. 1 – 40; Rittel, H., Hierarchie oder Team? – In: Forschungsplanung. Hrsg. v. Helmut Krauch u. Werner Kunz. München/Wien 1966; Pelz, D. C. / Andrews, F. M., Scientific in Organizations. Productive Climates for Research and Development. New York-London-Sydney: Wiley 1966.

31 Siehe: Swatez, G. M., The Social Organization of a University Laboratory. – In: Minerva. 8(1970)1. S. 36 – 58.

Die Annahme, dass die Effektivität von Forschergruppen entscheidend durch die Übereinstimmung von Problemstruktur und arbeitsteiliger Struktur in der Gruppe beeinflusst wird, kann nach empirischen Überprüfungen nur bedingt aufrecht erhalten werden.[32] Vielmehr ist die Effektivität beim Wissensgewinn vor allem durch die Verfügbarkeit an Wissen und Gerät zur Problembearbeitung bedingt.

3. 2. Forschungssituation und Kooperationsform in Forschergruppen

Konzeptionelle Anfänge eigener Untersuchungen lagen in der Mitte der 1970er Jahre und konzentrierten sich auf die Erfassung der Forschungssituation und der Kooperationsform in Forschergruppen.[33] Unsere Analysen der Selbstorganisaation von Forschergruppen[34] mittels standardisierter Fragebogen und bibliometrischer Untersuchungen des Publikationsverhaltens unterstützen die Auffassung, dass Forschungssituationen die notwendige und hinreichende Bedingung für die Kooperationsform in Forschergruppen sind.

Unsere Analysen weisen auf zwei grundsätzliche Überlegungen hin: Zum einen sind das Vorhandensein einer Problemsituation und entsprechend formulierter Forschungsprobleme sicherlich zur Herausbildung von kooperativen Beziehungen zwischen Forschern notwendig, sie reichen dafür aber nicht aus. Die notwendigen und hinreichenden Bedingung dafür, dass Kooperationsformen zwischen Wissenschaftlern auftreten, ist das Vorhandensein einer Forschungssituation bezüglich eines Problems.

Zum anderen üben verschiedene Typen von Forschungssituationen einen unterschiedlichen Einfluss auf die Kooperationsform aus, denn unterschiedliche Grade der Verfügbarkeit von ideellen und materiellen Mitteln zur Bearbeitung von Forschungsproblemen erfordern unterschiedliche arbeitsteilige Beziehungen zwischen den Forschern. In diesem Zusammenhang ist von Interesse, dass Wolfgang Stegmüller[35] Ende der 1970er Jahre den Versuch unternimmt, in Auseinan-

32 Parthey, H., Forschungssituation interdisziplinärer Arbeit in Forschergruppen. – In: Interdisziplinarität in der Forschung. Hrsg. v. Heinrich Parthey u. Klaus Schreiber. Berlin: Akademie-Verlag 1983. S. 13 – 46.

33 Parthey, H. / Tripoczky, J., Forschungssituation und Kooperationsform. Zu einigen Voraussetzungen der Analyse von Forschungsgruppen. – In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie (Berlin). 26(1978)1. S. 101 – 105.

34 Parthey, H., Analyse von Forschergruppen. – In: Soziologie und Soziologen im Übergang. Beiträge zur Transformation der außeruniversitären soziologischen Forschung in Ostdeutschland. Hrsg. v. Hans Bertram. Opladen: Leske + Budrich 1997. S. 543 – 559.

35 Stegmüller, W., Rationale Rekonstruktion von Wissenschaft und ihrem Wandel. Stuttgart: Philipp Reclam 1979.

dersetzung mit Thomas S. Kuhn[36] dessen Begriff der normalen Wissenschaft mit Hilfe des Begriffs des Verfügens über eine Theorie zu präzisieren. Der von uns verwendete Begriff der Verfügbarkeit an wissens- und gerätemäßigen Voraussetzungen zur Problembearbeitung [37] ist wesentlich umfassender als der des Verfügens über Theorie, schließt er doch auch die praktische Machbarkeit in der Forschung ein. In einer späteren Version drängt für Wolfgang Stegmüller "alles in Richtung auf eine systematische Pragmatik, in der mit nichtlogischen Begriffen gearbeitet wird, wie: Wissenssituation von Personen und deren Wandel; subjektiver Glaube von Personen zu bestimmten Zeiten; Hintergrundswissen, das zu einer bestimmten historischen Zeit verfügbar ist und dergleichen".[38] In einem weiteren Versuch in dieser Richtung handelt es sich für Wolfgang Stegmüller "um zusätzliche pragmatische Begriffe, die wir in den Begriffsapparat einbauen müssen, den `Mensch`, `historischer Zeitpunkt`, `verfügbares Wissen`, `Standards für die Akzeptierbarkeit von Hypothesen` sind Begriffe dieser Art".[39]

Wir möchten den Gesichtspunkt, dass bei der Gruppenarbeit kontinuierlich kommuniziert wird, durch ein Phasenmodell der Wissensproduktion in Forschergruppen konkretisieren.

4. *Phasenmodell der Wissensproduktion in Instituten*

Von allgemeinem Interesse für das Verständnis der Entwicklung von Forschungssituationen ist die Dynamik methodischer und forschungstechnischer Neuerungen in ihrer Auswirkung auf den Wissenszuwachs. So erhöht sich die Verfügbarkeit an wissens- und gerätemäßigen Voraussetzungen tendenziell in dem Maße, wie die Problemlösung vorankommt. Sie erreicht also ihren höchsten Grad, wenn sie für das bestimmte Problem selbst nicht mehr erforderlich ist. Die Methodenentwicklung hat im gleichen Prozess offensichtlich dann einen Höhepunkt, wenn ihr Niveau als angemessen und als ausreichend für die Problemlösung angesehen werden kann. Dieser Höhepunkt der Methodenneuentwicklung – der vor dem Höhepunkt der Verfügbarkeit liegt – ist offensichtlich ein Wendepunkt im Zyklus wissenschaftlichen Arbeitens einer Forschergruppe, denn es wird in der

36 Kuhn, Th., The Structure of Scientific Revolutions. Chicago: University of Chicago Press 1962.

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

38 Stegmüller, W., Vom dritten bis sechsten (siebten?) Dogma des Empirismus. – In: Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie. Hrsg. v. Paul Weingartner u. J. Czermak. Wien 1983. S. 236.

39 Stegmüller, W., Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie. Band II: Theorie und Erfahrung. Dritter Teilband: Die Entwicklung des neuesten Strukturalismus seit 1973. Berlin-Heidelberg-New York-Tokyo: Springer Verlag 1986. S. 109.

Gruppe eingeschätzt, dass mit Hilfe der neuentwickelten Methodiken das zur Auflösung des gestellten Problems erforderliche Wissen gewonnen werden kann.

4. 1. *Phasenmodell wissenschaftlicher Arbeit in Forschungsgruppen*

Wir haben in Bezug auf diese Voraussetzungen ein "Phasenmodell der wissenschaftlichen Arbeit in Forschergruppen"[40] entwickelt und unseren Untersuchungen der Selbstorganisation von Forschergruppen zugrunde gelegt:

- erstens: die Anfangs- oder Einlaufphase der Methodenentwicklung zur Bearbeitung des gestellten Problems;
- zweitens: die Phase, in der sich die Wohlformuliertheit des Problems auf einem Niveau der Methodenentwicklung einstellt, das als ausreichend für die Problemlösung eingeschätzt wird;
- und schließlich drittens die Auslaufphase, in der keine neuen Methodiken und Forschungstechniken zur Bearbeitung des gestellten Problems entwickelt werden, sondern in der mit den bereits entwickelten das gestellte und nun auch wohlformulierte Problem bis zu seiner Auflösung bearbeitet wird.

Dieses Phasenmodell bezieht sich auf einen Grundzyklus des Problemlösens in der wissenschaftlichen Arbeit von Forschergruppen, in dem sich die Kooperationsformen in der Gruppe verändern.

Wenn Zusammenhänge zwischen Phase der Forschungssituation und Formen des Kooperationsverhalten auftreten, dann würde sich je nach Zeitpunkt der Untersuchung bzw. der Evaluation ein anderes Bild ergeben, sodass nur über Gruppen, die sich in einer vergleichbaren Phase der Forschung befinden, verallgemeinert werden könnte.

Dies gilt vor allem auch für die Analyse von Forschergruppen „im Rahmen einer nicht länger sozialpsychologisch vernachlässigten Wissenschaftsforschung", wie Carl Friedrich Graumann bereits vor einem Jahrzehnt forderte.[41]

Die von uns bereits in den 1980er Jahren durchgeführten Untersuchungen in biowissenschaftlichen Instituten bestätigen, dass sich Leistungsverhalten und Kooperation von Forschern im Rhythmus der Phasen wissenschaftlicher Problemlösung bedingen.[42]

40 Parthey, H., Problemsituation und Forschungssituation in der Entwicklung der Wissenschaft. – In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie (Berlin). 29(1981)2, S. 179.

41 Graumann, C. F., Die Forschergruppe. Zum Verhältnis von Sozialpsychologie und Wissenschaftsforschung. – In: Die Objektivität der Ordnungen und ihre kommunikative Konstruktion. Für Thomas Luckmann. Hrsg. v. W. M. Sprondel. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag 1994. S. 399.

4. 2. *Publikationsverhalten von Wissenschaftlern in Phasen der Forschung*

Bekanntlich haben Publikationen in der Wissenschaft die Funktion, Dokumente erfolgreicher Forschung zu sein, die eine Reproduzierbarkeit neuer Wissenproduktion gestatten. Diese Funktion wird mit Sicherheit bleiben. Üblich ist die Erfassung der Publikationstätigkeit aus der Sicht des Instituts, in dem die Autoren wissenschaftlich tätig sind, wovon die Publikationlisten universitärer und außeruniversitärer Institute zeugen. Auf der Grundlage des Science Citation Index, Philadelphia können jährliche Übergänge zwischen verschiedenen Zuständen der Autorschaft nach Publikations- und Zitationsraten unterschieden werden, die sich aufgrund der Lotka-Verteilung von Autoren eines Instituts sowohl nach Jahresraten der Publikation als auch nach Dreijahresraten ihrer Zitation ergeben.

Mit dem oben vorgestellten Verfahren können Autoren einer Forschungseinrichtung danach unterschieden werden, ob sie zu der größeren Autorengruppe (NP bzw. NZ) gehören, die etwa die Hälfte aller Institutspublikationen bzw. die Hälfte aller dafür in den folgenden drei Jahren international erhaltenen Zitationen mit vergleichsweise niedrigen Raten erreichte, oder ob sie zu der kleineren Autorengruppe (LP bzw. LZ) gehören, der dies mit vergleichsweise hohen Raten gelang.

Um die Phasen der Wissensproduktion in Forschergruppen deutlich zu erfassen, können genannte Phasen als Übergänge zwischen folgenden vier Zuständen der Autorschaft nach Publikations- und Zitationsraten verstanden werden:[43]

- erstens, ein Zustand der Autorschaft mit niedrigen Publikations- aber sofort hohen Zitationsraten (symbolisiert: NP/LZ);
- zweitens, Autorschaft mit hohen Raten sowohl bei Publikation als auch in der Zitation (symbolisiert: LP/LZ);
- drittens, ein Zustand der Autorschaft mit hoher Publikations- aber bereits niedriger Zitationsrate (symbolisiert: LP/NZ);
- schließlich viertens Autorschaft mit niedriger Rate sowohl bei Publikation als auch in Zitation (symbolisiert: NP/NZ).

In der Phase der beginnenden Methodenentwicklung zur Problembearbeitung vollzieht sich ein Übergang von einem Stadium A relativ geringer Publikation der Forschern, die das gestellte Problem angenommen haben, aber sofort relativ hoher Beachtung (Zitation) im internationalen Kontext erreichen, zu einem Stadium B gleichermaßen relativ hoher Publikation und Zitation. In der ständigen Einschätzung darüber, inwieweit Methodenneuentwicklung zur Auflösung des

42 Parthey, H., Entdeckung, Erfindung und Innovation. – In: Das Neue. Seine Entstehung und Aufnahme in Natur und Gesellschaft, a.a.O., S. 99 – 148, hierzu insbesondere S. 126 – 129.

43 Ebenda, hierzu insbesondere S. 144 – 145.

gestellten Problems ausreicht (das heißt mit dem erreichten methodischen und gerätemäßigen Niveau kann das zur Problemlösung erforderliche Wissen gewonnen werden) stellt sich eine ausgeglichenere Phase des Publikationsverhaltens ein, und zwar stets relativ hohe Publikation, aber mal hoher und mal niedriger Zitation, d.h. ein Übergang von genanntem Stadium B zu einem Stadium C relativ hoher Publikation, aber bereits relativ geringer Zitation. In der Auslaufphase des Grundzyklus, in der kaum noch Methoden neu entwickelt werden, sondern in der mit den bereits entwickelten Methoden das gestellte und nun auch wohlformulierte Problem bis zu seiner Auflösung bearbeitet wird, dominiert ein Übergang von genanntem Stadium C zu einem Stadium D sowohl relativ geringer Publikation als auch relativ geringer Zitation.

Abbildung 4: *Stadien der Autorenschaft von Wissenschaftlern in Phasen der Wissensproduktion (nach Raten der Publikation und Zitation der in ihnen gewonnenen Ergebnisse).*

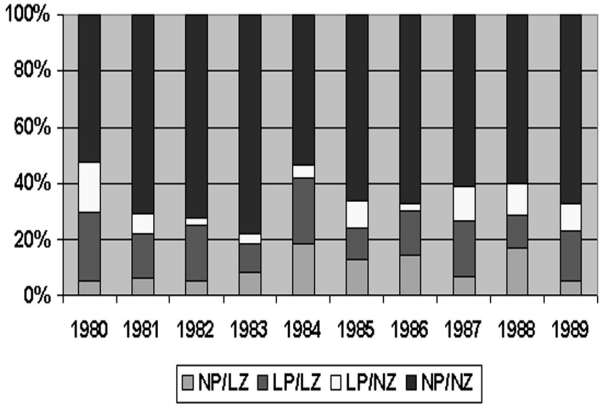
	hohe Zitation (LZ)	niedrige Zitation (NZ)
hohe Publikation (LP)	**hohe Publikation und hohe Zitation (LP/LZ: Stadium B)**	**hohe Publikation und niedrige Zitation (LP/NZ: Stadium C)**
niedrige Publikation (NP)	**niedrige Publikation und hohe Zitation (NP/LZ: Stadium A)**	**niedrige Publikation und niedrige Zitation (NP/NZ: Stadium D**

Eine nach diesen Gesichtpunkten durchgeführte Analyse ergab für Autoren des Max-Planck-Instituts für Plasmaphysik in den Jahren 1980 bis 1989 die in Abbildung 5 erkennbare Verteilung.[44]

Nun kann die Wissensproduktion eines jeden nach diesem Verfahren untersuchten Instituts hinterfragt werden, ob und inwieweit im Jahr der Promotion bzw. bereits ein Jahr vor und/oder ein Jahr nach der Promotion das für neue Wissensproduktion charakteristischen Stadium A auftreten. Unter den Autoren des Fritz-Haber-Instituts der Max-Planck-Gesellschaft waren jährlich im Stadium A

44 Parthey, H.: Stadien der Wissensproduktion in Forschungsinstituten nach Raten der Publikation und Zitation der in ihnen gewonnenen Ergebnisse. – In: Deutscher Dokumentartag 1996. Die digitale Dokumentation, a.a.O. S. 137 – 146.

Abbildung 5: *Verteilung der Autoren des Max-Planck-Instituts für Plasmaphysik nach niedriger Publikation und hoher Zitation (NP/LZ), hoher Publikation und hoher Zitation (LP/LZ), hoher Publikation und niedriger Zitation (LP/NZ), niedriger Publikation und niedriger Zitation (NP/NZ) im Sinne von L-Autoren und Nicht-L-Autoren in den Jahren 1980 bis 1989*
(Quelle: Jahrbücher der Max-Planck-Gesellschaft 1980 bis 1989).



etwa ein bis zwei der jährlich etwa drei bis zwanzig Promovierten (unter den jährlich etwa zwei bis zehn Autoren mit dem Stadium A).[45] Ob das ein allgemeiner Trend ist, kann nur nach einer umfassenden Untersuchung des Publikationsverhaltens von Wissenschaftlern zwischen Promotion und Habilitation gesagt werden. Die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses, vor allem der Weg besonders ausgewiesenen jungen Wissenschaftlern Plätze und Mittel zur Ausstattung kleiner Arbeitsgruppen zur Verfügung zu stellen, orientiert sich von der Sache her an Autoren, die mit neuer Wissensproduktion beginnen, auch ausgezeichnet durch entsprechende Publikationen und entsprechende Beachtung in der internationalen Gemeinschaft der Wissenschaftler.

Jährliche Übergänge zwischen verschiedenen Zuständen der Autorschaft nach Publikations- und Zitationsraten, die sich aufgrund der Lotka-Verteilung von Autoren eines Instituts sowohl nach Jahresraten der Publikation als auch nach Dreijahresraten ihrer Zitation ergeben, vermitteln eine Auskunft über Phasen der Wissensproduktion. Mit Hilfe einer bereits erprobten Identifizierung von For-

45 Parthey, H.: Wissenschaft und Innovation. – In: Wissenschaftsforschung: Jahrbuch 1996/97. Hrsg. v. Siegfried Greif, Hubert Laitko u. Heinrich Parthey. Marburg. BdWi-Verlag. S. 9 – 32, hier S. 21.

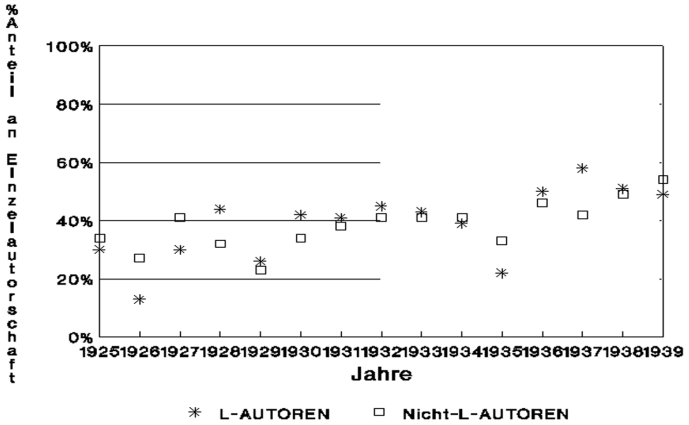
schergruppen[46] unter den Autoren eines Forschungseinrichtung wäre es möglich, die jeweilige Phase der Wissensproduktion festzustellen, in der sich eine Forschergruppe im Zeitraum der Untersuchung befindet. Auf diese Weise könnten weitere Befunde nur über Gruppen, die sich in einer vergleichbaren Phase der Forschung befinden, verallgemeinert werden. Damit wäre es möglich, auch um die Artefaktegefahr der Analyse von Forschergruppen einzuschränken, die Tätigkeit von Forschergruppen weniger mittels Zustandsbeschreibung, denn in ihrer Prozesshaftigkeit zu erfassen

5. *Strukturwandel bibliometrischer Profile von Forschungsinstituten*

Für alle Untersuchungen mit Bezug auf die Unterscheidung von L-Autoren und Nicht-L-Autoren (wobei beide Gruppen von Institutsautoren jeweils die Hälfte der Publikationen aus dem jeweiligen Institut erreichen, und zwar die eine mit hohen Publikationsraten (L-Autoren) und die andere mit niedrigen Publikationsraten (Nicht-L-Autoren)) ist bemerkenswert, dass selbst die Raten der Einzelautorschaft für L-Autoren mitunter höher sind als die Raten der Nicht-L-Autoren. Nun könnten die hohen Publikationsraten der L-Autoren letztlich aber doch durch eine übergebührliche Ausprägung der Koautorschaft zustandegekommen sein. Um dies zu überprüfen, wurden die Anteile der Einzelautorschaft an den Publikationen (d.h. wieviel Prozent der Publikationen wurden in Einzelautorschaft erzeugt) eines jeden Autors gebildet und dessen arithmetischer Mittelwert für die L-Autoren mit dem arithmetischen Mittelwert für Nicht-L-Autoren verglichen. In den Abbildungen 6 und 7 wird das Ergebnis dieses Vergleich für Autoren der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts dargestellt. Danach kann nicht behauptet werden, dass es nennenswerte Unterschiede in den Anteilen der Einzelautorschaft zwischen L-Autoren und Nicht-L-Autoren an den jeweiligen jährlichen Publikationsraten dieser beiden Autorengruppen gibt. Ein ähnliches Bild zeigt die Abbildung 8 für naturwissenschaftliche Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Institute sowohl im zweiten und dritten Jahrzehnt als auch im vorletzten Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts. Damit ist ein Verfahren vorgestellt, mit dessen Hilfe überprüft werden kann, inwieweit L-Autoren gegenüber Nicht-L-Autoren einen höheren Anteil von Koautorschaft bzw. einen geringeren Anteil an Einzelautorschaft ausprägen. Das mit diesem Verfahren reproduzierbare Ergebnis weist Überlegungen zurück,

46 Bordons, M. / Zulueta, M.A. / Cabrero, A. / Barrigon, S., Identifying Research Teams with Bibliometric Tools. – In: Proceedings of the Fifth International Conference of the International Society for Scientometrics and Informetrics. Ed. by M.E.D. König and A. Bookstein. Medford N. J.: Learned Information 1995. S. 83 – 89.

Abbildung 6: *Anteil der Einzelautorschaft in Prozent der Publikationen von L-Autoren (Autorengruppe, die gemeinsam mit hohen Publikationsraten etwa die Hälfte aller Publikationen der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft erreicht) und Nicht-L-Autoren (Autorengruppe, die gemeinsam mit niedrigen Publikationsraten etwa die andere Hälfte aller Publikationen der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft erreicht) aus der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft in den Jahren von 1925 bis 1939*
(Quelle: Parthey, H., Bibliometrische Profile von Instituten der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften (1923 – 1943). Berlin: Archiv zur Geschichte der Max-Planck-Gesellschaft 1995, S. 15.

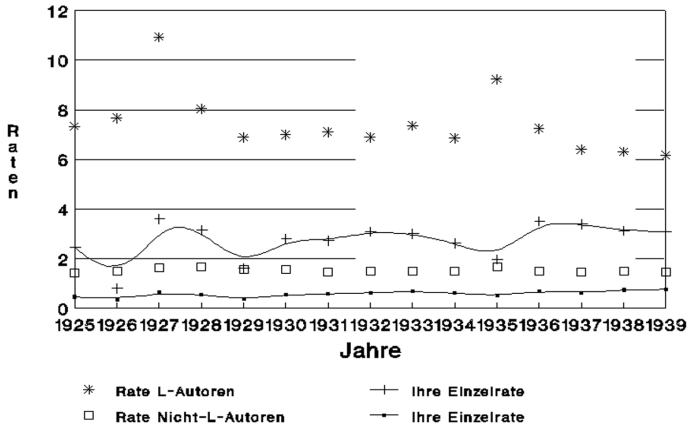


wonach zur Erklärung der Unterschiede in der Höhe der Publikationsrate zwischen L-Autoren und Nicht-L-Autoren unterschiedliche Anteile der Koautor- beziehungsweise Einzelautorschaft beider Autorengruppen herangezogen werden können. Gleichzeitig wird im 20. Jahrhundert ein Wandel im bibliometrischen Profil dieser Institute deutlich: der Anteil der Koautorschaft hat sich soweit erhöht, dass sich die Einzelautorschaft im Rahmen eines Fünftel aller Publikationen beschränkt (vgl. Abbildung 8). Damit wird es unmöglich, dass (wie Abbildung 6 für die erste Hälfte des 20. Jahrhunderts zeigt) bereits die Rate der Einzelautorschaft von L-Autoren höher ist als die Publikationsrate von Nicht-L-Autoren.

Koautor- beziehungsweise Einzelautorschaft auf der einen und Publikationsraten von Autoren auf der anderen Seite korrelieren nicht in dem Maße, um zur Erklärung der Lotka-Verteilung herangezogen zu werden. Wesentlicher ffür das Verständnis von Selbstorganisation in der Wissenschaft erscheint uns der Hinweis von Robert K. Merton im Jahre 1968 auf den sogenannten Matthäus-Effekt in der Wissenschaft, der besagt, dass Produktivität ein sich selbst verstärkender Vorgang sei: Diejenigen, die schon früh herausragende Arbeit geleistet haben,

Abbildung 7: *Publikationsraten und davon Raten in Einzelautorschaft von L-Autoren (Autorengruppe, die gemeinsam mit hohen Publikationsraten etwa die Hälfte aller Publikationen der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft erreicht) und Nicht-L-Autoren (Autorengruppe, die gemeinsam mit niedrigen Publikationsraten etwa die andere Hälfte aller Publikationen der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft erreicht) aus der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft in den Jahren 1925 bis 1939*

Quelle: Parthey, H., Bibliometrische Profile von Instituten der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften (1923 – 1943). Berlin: Archiv zur Geschichte der Max-Planck-Gesellschaft 1995. S. 14. .



werden mit größerer Wahrscheinlichkeit auch weiterhin ausgezeichnet arbeiten als diejenigen, die zuvor keine derartigen Leistungen erbracht haben.[47] Jonathan R. Cole und Stephen Cole[48] sowie Harriett A. Zuckerman und Robert K. Merton[49] haben festgestellt, dass Wissenschaftler, die schon zu Beginn ihrer Karriere Anerkennung für ihre Arbeit gefunden haben, auch später produktiver sind als andere, denen solche Anerkennung nicht zuteil wurde. So war der Grundversuch für die Entdeckung der Uranspaltung Ende 1938 auch bereits für Otto Hahns Eintritt in die wissenschaftliche Forschung im Jahr 1904[50] entscheidend, worauf wir bei der Eröterung von Variationen im methodischen Vorgehen im Sinne der

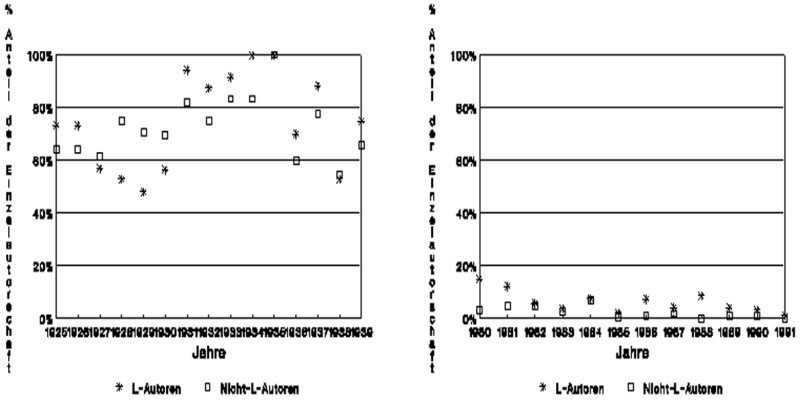
47 Merton, R. K., The Matthew Effect in Science: the Reward and Communication System of Science are considered. – In: Science (Washington). 159(1968), S. 56 – 63.

48 Cole, J. R. / Cole, S., Social Stratification in Science. Chicago: University of Chicago Press 1972.

49 Zuckerman, H. A. / Merton, R. K., Age, Aging and Age Structure in Science. – In: Aging and Society, Bd. 3, A Theory of Age Stratification. Ed. by Matilda W. Riley, Marilyn Johnson and Anne Foner. New York: Russell Sage Foundation 1992.

Abbildung 8: *Anteil der Einzelautorschaft in Prozent an den jährlichen Publikationsraten von L-Autoren (Autorengruppe, die gemeinsam mit hohen Publikationsraten etwa die Hälfte aller Institutspublikationen erreicht) und Nicht-L-Autoren (Autorengruppe, die gemeinsam mit niedrigen Publikationsraten etwa die andere Hälfte aller Institutspublikationen erreicht) aus dem Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Institut für Biologie in den Jahren von 1926 bis 1939 und von 1980 bis 1991*

Quelle: Parthey, H., Bibliometrische Profile von Instituten der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften (1923 – 1943). Berlin: Archiv zur Geschichte der Max-Planck-Gesellschaft 1995, S. 16 – 17.



Selbstorganisation bei der Entdeckung der Kernspaltung schwerer Atome im Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie hingewiesen haben.

Für Aage B. Sorensen deuten unsystematische Beobachtungen „nachdrücklich darauf hin, daß motivationale Variablen ebenfalls zur Erklärung der Mechanismen dieses positiven Rückkopplungseffektes beitragen können: Diejenigen, die Erfolg haben, fühlen sich für ihre Anstrengungen belohnt und setzen ihre Arbeiten mit größerer Intensität als andere fort“.[51] Andererseits nimmt Aage B. Sorensen auch an, dass diejenigen, die früh Erfolg haben vielleicht mit weniger

50 Hahn, O., A New Radio-Active Element, which Evolves Thorium Emanation. Prelimary Communication. (Comm. Sir William Ramsay). – In: Proc. Royal. Soc. (London). 76 A(1905), S. 115 – 117.

51 Sorensen, A. B., Wissenschaftliche Werdegänge und akademische Arbeitsmärkte. – In: Generationsdynamik und Innovation. Hrsg. v. P. M. Hofschneider und K. U. Mayer. Max-Planck-Gesellschaft. Berichte und Mitteilungen. Heft 3/1990. München 1990. S. 95

Barrieren problemloser Mittel für ihre Arbeit und Einladungen zur Teilnahme an Projekten und Tagungen erhalten, die ihren Erfolg weiter verstärken.

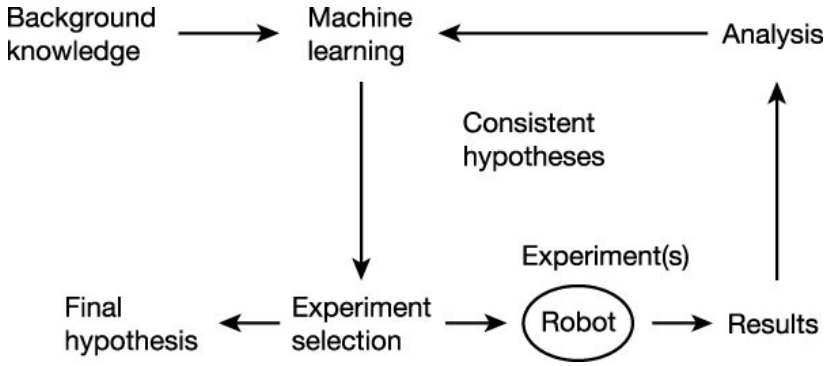
6. *Selbstorganisation bei der Überprüfung von Hypothesen mittels automatisierter Technik des Experimentierens*

Wenn Forschungsinstitute als selbstorganisierende Systeme konzipiert werden, dann ist es dabei auch ein Ziel, forschungstechnische Systeme in den Instituten zu entwickeln, die selbstorganisierende Eigenschaften in der Wissenschaft haben.

Bei der Geburt der Wissenschaft wurden vor allem die bloße Beobachtungsmethode, die mathematische und die historische Methode verwendet, denn es wurde zwischen Epistemologischem und Technologischem so streng unterschieden, dass das Experiment zur Wahrheitsfindung abgelehnt und nur die bloße Beobachtung ohne Experiment bevorzugt wurde. Das Experiment wurde in der Geburt der Wissenschaft mit dem Argument der Sicherung der wissenschaftlichen Integrität im methodischen Vorgehen der Forschung ausgeschlossen. Und das hat für die Wissenschaft einundeinhalb Jahrtausend gegolten. Erst mit Galileo Galilei kam der experimentell bedingten Beobachtung die Funktion zu, in all den Fällen, wo der Wahrheitswert von Aussagen nicht direkt durch bloße Beobachtung festgestellt werden kann, zu versuchen, die hypothetisch behaupteten Sachverhalte durch Experimente hervorzurufen. Das bedeutete für Galilei die gesuchten Zusammenhänge durch experimentelle Anordnungen der Beobachtung stärker in Erscheinung treten zu lassen. Die Durchführung von Experimenten ist nur ein Schritt in der experimentellen Methode. Ihm geht voraus, dass Folgerungen aus der zu überprüfenden Hypothese gezogen werden, deren behauptete Sachverhalte im Experiment beobachtet werden können. Der Durchführung eines Experiments folgt die Deutung experimenteller Ergebnisse in bezug auf die Hypothese nach. Deshalb können Experiment und experimentelle Methode nicht gleichgesetzt werden. Während die experimentelle Methode durch bestimmte Schritte und bestimmte logische Strukturen gekennzeichnet ist, sind dem Experiment bestimmte Merkmale eigen, und es kann in verschiedenen Arten auftreten. Inwiefern einige mögliche Arten von Experimenten der gesellschaftlichen Integrität nicht genügen, ist eine weitere Entscheidung, die sich in Abhängigkeit von gesellschaftlichen Tabus und ihrer historischen Veränderung stellt. [52]

Schon vor vier Jahrzehnten „zeichnet sich ab, daß durch die wissenschaftlich-technische Revolution die Technik des Experimentierens in allen Wissenschaftszweigen grundsätzlich neue Möglichkeiten erhält. Die Automatisierung eröffnet der experimentellen Methode neue Wege. Automaten können gleichzeitig und

Abbildung 9: *The Robot Scientist hypothesis-generation and experimentation loop*
Quelle: Nature. 427(15.01.2004), S. 248.



mit hoher Exaktheit verschiedene experimentellen Einwirkungen auf Objekte ausüben und regeln. Sie können die Einhaltung der experimentellen Bedingungen sichern. Gleichzeitig vermögen sie eine Vielzahl von experimentellen Veränderungen in einem System zu registieren. Mit Hilfe von Automaten können die Ergebnisse von Experimenten nach verschiedenen Gesichtspunkten ausgewertet und aufbereitet werden."[53] In den folgenden drei Jahrzehnten wurden eine Reihe von wissensbasierten Systeme in der experimentellen Forschung entwickelt,[54] die

52 Parthey, H., Struktur wissenschaftlicher und gesellschaftlicher Integrität von Forschungssituationen. – In: Gesellschaftliche Integrität der Forschung: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2005. Hrsg. v. Klaus Fischer u. Heinrich Parthey. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2006. S. 71 – 94.

53 Parthey, H. / Wahl, D., Die experimentelle Methode in Natur- und Gesellschaftswissenschaften. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften 1966. S. 229.

54 Langley, P. / Simon, H. A. / Bradshaw, G. L. / Zytkow, E. A., Scientific Discovery: Computational Explorations of the Creative Process. Cambridge, Massachusetts: MIT Press 1987; Zytkow, E. A. M. / Zhu, J. M. / Hussam, A., Automated discovery in a chemistry laboratory, – In: Proceedings of the 8th National Conference on Artifical Intelligence. Ed. by T. Dietterich and W. Swartout. Cambridge, Massachusetts: MIT Press 1990; King, R. D. / Muggleton, St. H. / Srinivasan, A. / Sternberg, M. J. E., Structure-activity relationships derived by machine learning: The use atoms and their bond connectivities to predict mutagenicity by inductive logic programming. – In: Proc. Nat Acad. Sci. USA 93 (1996), S. 438 – 442; Valdes-Perez, R. E., Discovery tools for science applications. – In: Commun. ACM 42 (1999), S. 37 – 41; Langley, P., The computational support of scientific discovery. – International Journal Human-Computer Studies. 53(2000)3, S. 393 – 410.

es gestatten, Selbstorganisation bei der Überprüfung von Hypothesen mittels automatisierter Technik des Experimentierens zu entwickeln. Ein Durchbruch in der Verwendung wissenbasierter Systeme in der experimentellen Forschung gelang britischen Ingenieuren im Jahre 2004 mit der Entwicklung einer weitgehend automatisch arbeitenden experimentellen Anordnung zur Entschlüsselung der Genfunktionen eines Hefepilzes (vgl. Abbildung 9).[55]

Die Anlage von elektronischen Laborjournalen automatisierter Experimente erfolgt nun analog dazu, wie auch nach jeder Beendigung eines Experiments bekanntlich das Laborjournal vom Experimentator und einem Zeugen unterschrieben wird. Der Wissenschaftler beginnt seine Dokumentation mit dem Anlegen eines neuen Versuchs oder Projekts. Anschließend dokumentiert er die durchgeführten Arbeiten in Laborjournal-Einträgen, die an das Experiment angefügt werden. Sobald ein Arbeitsschritt automatisierter Experimente beendet ist, wird der jeweilige Eintrag abgeschlossen, ausgedruckt und von vom Experimentator und einem Zeugen unterschrieben. Die Unterschrift unter den Ausdruck sichert die Authentizität. Ein Benutzer kann institutsweit die elektronischen Laborjournale aller Mitarbeiter durchsuchen. Der Zugriff kann dabei individuell durch Sicherheitsrichtlinien angepasst werden. In einem zunehmend vernetzten Arbeitsumfeld ist der Austausch von Wissen eine unabdingbare Voraussetzung für den Erfolg eines Forschungs- oder Entwicklungsprojektes. Erst die umfassende Dokumentation von Experimenten bietet die Grundlage für diesen Wissenstransfer. Die Dokumentation stellt dabei einen wichtigen Schritt zum Schutz des geistigen Eigentums in Form von Patenten dar. Die Verknüpfend aller Datei-Anhänge mit dem jeweiligen Laborjournal-Eintrag gewährleisten, dass die Dokumentation eines Experimentes und die zugehörigen Anhänge jederzeit verknüpft bleiben und ihre Verwaltung zentral im jeweiligen Forschungsinstitut erfolgt.

Von besonderem Interesse ist nun, wie sich die Sicherung der Authentizität von Laborjournalen im Zuge der Automatisierung der experimentellen Forschung entwickelt, einem Wandel wissenschaftlichen Arbeitens im digitalen Zeitalter, der zusammen mit dem der elektronischen Medien nicht nur technisch neue Möglichkeiten der Wissensvermittlung erschließen, sondern die Wissensproduktion selbst verändern wird.

55 King, R. D. / Whelan, K. E. / Jones, F. M. / Reiser, Ph. G. K. / Bryant, Ch. H. / Muggleton, St. H. / Kell, D. B. / Oliver, St. G.; Functional genomic hypothesis generation and experimentation by a robot scientist. – In: Nature. 427(2004)15. Januar 2004, S. 247 – 251.

KARLHEINZ LÜDTKE

Zum Verhältnis von Selbst- und Fremdorganisation in interdisziplinären Prozessen der Wissenschaftsentwicklung

Ausgehend davon, dass eine innere Beziehung zwischen kognitiven und sozialen Strukturen im Prozess der Erzeugung wissenschaftlichen Wissens besteht, lässt sich Wissensentwicklung als Entwicklung der Organisation der Forschertätigkeiten studieren. Hier wird nahe gelegt, Entstehung und Durchsetzung von Wissen konzeptionell mit den in der Forschung einhergehenden Veränderungen der organisatorischen Strukturen zu verbinden, das heißt, Wandlungen dessen, woran sich Forscher theoretisch orientieren, auf die Entwicklung der Organisationsformen im Forschungsprozess zu beziehen. Die Herausbildung neuen Wissens offenbart sich in solchen Untersuchungen als zentrales Element eines in einer Schar von Akteuren in Gang gesetzten Prozesses, der die Zersetzung überkommener und die Herausbildung neuer Organisationseinheiten bzw. Institutionen bewirkt. Um diesen Zusammenhang zu erhellen, kommt es darauf an, den Betrachtungen ein *interaktionsorientiertes* Organisationsverständnis zugrunde zu legen. Der Art und Weise, wie Forscher im Arbeitsprozess Beziehungen zueinander eingehen, und dem Wandel der Formen, in denen diese Beziehungen reguliert werden, muss eine besondere Aufmerksamkeit beigemessen werden, weil sie es sind, worin die Entwicklung neuen Wissens verwurzelt ist.

1. Zum Zusammenhang zwischen der Entwicklung der Interaktionsformen im Forscherverkehr und der Herausbildung der wissenschaftlichen Bedeutung von Fakten

Interaktionen, deren Form den Handlungskontext mitbestimmt, sind es, die, wie es bei Knorr-Cetina heißt, die Bedeutungen wissenschaftlicher Fakten konstituieren.[1] Oevermann und andere meinen, „Bedeutung“ sei zu begreifen als interaktiv emergente, objektiv soziale Struktur, die ihrerseits als Voraussetzung für die Konstitution von Intentionalität gelten müsse.[2] So ist auch einsichtig, dass sich mit der Entwicklung der Formen der Interaktionen, die grundlegend ist für Entste-

hung, Fortbestand und Veränderungen von Organisationen, auch das entwickeln muss, was den in der Forschung erzeugten Tatsachen an wissenschaftlicher Bedeutung zugesprochen wird. Dass dieser Vorgang in einem wesentlichen Sinne etwas mit dem Werdegang wissenschaftlichen Wissens zu tun hat, lässt sich wie folgt verständlich machen: Mit der Entwicklung der Struktur der Interaktionsprozesse, die über verschiedene Stufen der *Institutionalisierung* verläuft[3], mit Verdichtung und Ausweitung des Beziehungsgeflechtes, worin Forscher eingebunden sind, verändern sich auch die *Interaktionserfahrungen*, aus deren Vergegenwärtigung erst ein über die individuellen Vorstellungen der Interagierenden hinausgreifendes Wissen hervorgeht. Solcherart Erfahrungen sind aus Beziehungen hervorgegangen, in denen die Akteure wechselseitig aufeinander Bezug genommen haben. Die Anforderungen, die sich Wissenschaftlern in der Forschung stellen, sind immer nur unter Rekurs auf Wissen und Fähigkeiten von Partnern lösbar. Darin erlangen die Ideen, die zur Bewältigung der Anforderungen erwogen werden, schon in einem ganz elementaren Sinne Objektivität, Objektivität in dem Sinne, dass sie im Lichte von Referenzsystemen der Interaktionspartner be-

1 Knorr-Cetina, K., Soziale und wissenschaftliche Methode oder: Wie halten wir es mit der Unterscheidung zwischen Natur- und Sozialwissenschaften. – In: Soziale Welt, Zeitschrift für sozialwissenschaftliche Forschung und Praxis (Göttingen). Sonderband 3: Entzauberte Wissenschaft. Zur Relativität und Geltung soziologischer Forschung. Hrsg. v. W. Bonß und H. Hartmann. Göttingen: Otto Schwartz & Co. 1985. S. 275 – 297, S. 281.

2 Oevermann, U. / Allert, T. / Konau, W. / Krambeck, J., Die Methodologie einer „objektiven Hermeneutik“ und ihre allgemeine forschungslogische Bedeutung in den Sozialwissenschaften. – In: Interpretative Verfahren in den Sozial- und Textwissenschaften. Hrsg. v. H.-G. Soeffner. Stuttgart: Metzler 1979. S. 352 – 434, S. 379 f.

3 Institutionen seien nicht, so Rehberg, als Gegenpart zur Sphäre des Wissens aufzufassen. Das Institutionelle an einer Ordnung liege in der symbolischen Verkörperung von Geltungsansprüchen. Institutionen seien als Synthesen „zwischen den personellen und sozialstrukturellen Voraussetzungen eines Ordnungsarrangements, dem für eine Ordnung grundlegenden Normenbestand und Faktenwissen und den sich daraus ergebenden Kommunikationsformen und Verhaltenserwartungen“ zu verstehen. Rehberg, C.-S., Institutionen als symbolische Ordnungen. Leitfragen und Grundkategorien zur Theorie und Analyse institutioneller Mechanismen. – In: Die Eigenart der Institutionen. Zum Profil politischer Institutionentheorie. Hrsg. v. G. Göhler. Baden-Baden: Nomos 1994. S. 47 – 84, S. 56 f. Vgl. Weingart, P., Strukturen technologischen Wandels. Zu einer soziologischen Analyse der Technik. – In: Techniksoziologie. Hrsg. v. R. Jokisch. Frankfurt am Main: Suhrkamp 1982. S.1 12 –-142. Für Zucker sind Entwicklungen von Innovationen in einem wesentlichen Sinne Institutionalisierungen, die sich als Objektivierungsprozesse von Wissen auffassen lassen. Siehe Zucker, L. G., The Role of Institutionalization in Cultural Persistence. – In: The New Institutionalism in Organizational Analysis. Hrsg. v. W. W. Powell und P. J. DiMaggio. Chicago – London: University of Chicago Press 1991. S. 83 – 107, S. 85 ff.

trachtet und somit getrennt von der innerpsychischen Befindlichkeit, von den Handlungsdispositionen und subjektiven Begleitumständen derjenigen vorgestellt werden, die die Ideen in die Austauschprozesse eingebracht haben. Damit Forscher zu Resultaten gelangen, die sich daraufhin beurteilen lassen, inwieweit sie zur Weiterentwicklung wissenschaftlichen Wissens beitragen, müssen sie Wissen und Fähigkeiten von Partnern in die eigenen Vorstellungen und Aktivitäten einbezogen haben, von Partnern auf jenen Fachgebieten, wo die Resultate vertreten werden sollen. Experimentelle bzw. Beobachtungsbefunde, die sich nicht an das Wissen von Interaktionspartnern anschließen lassen und so auch von niemandem aufgegriffen und weiterverwendet werden, sind nichts weiter als bedeutungslose Ereignisfolgen.[4]

2. Zum Verhältnis zwischen Organisation und Innovation

Um dem Werdegang neuen wissenschaftlichen Wissens nachzugehen, dürfen Organisationsformen nicht als eine feste Größe bei der Gestaltung des Zusammenwirkens von Forschern behandelt werden, als etwas, das erst von höheren Instanzen formeller Organisationen geschaffen und eingeführt werden müsste.[5] Dass es sinnvoll ist, eine Organisationsarbeit zu betreiben, die lediglich darauf hi-

4 Das kann sich ändern, wie sich im Zusammenhang mit den so genannten vorzeitigen Entdeckungen zeigen lässt. Entdeckungen werden in der Rückschau als „vorzeitige Entdeckungen“ umschrieben, weil sie oftmals erst Jahre später von Fachöffentlichkeiten einhellig als folgerichtige Naturerkenntnis anerkannt werden. So gilt die Leistung Averys, dem 1944 die Isolierung der DNS gelungen war, als vorzeitig, weil es nicht möglich war, deren „implications… by a series of simple logical steps to canonical, or generally accepted, knowledge“ anzuschließen, so Stent in einem 1972 erschienenen Aufsatz. Stent, G. S., Prematurity and Uniqueness in Scientific Discovery. – In: Scientific American (Washington). (1972)227, S. 84 – 93. Mit den Bedingungen zur Produktion von Fakten werden nicht zugleich auch die Bedingungen zur Rezeption derselben mitgeschaffen. So wurden die von Avery veröffentlichten Ergebnisse seiner Forschungen 8 Jahre lang gar nicht genutzt. „... in its days Avery's discovery had virtually no effect on the general discours of genetics“. Stent, G. S., DNA. – In: Dädalus. Journal of the American Academy of Arts and Sciences (Cambridge/ Ma.). 99(1970)4, S. 909 – 937. Zitiert nach Tripoczky, J. (ohne Seitenangaben), Über vorzeitige Entdeckungen. – In: Was sind Ergebnisse wissenschaftlicher Arbeit? Kolloquien. Schriftenreihe der Akademie der Wissenschaften der DDR. Institut für Theorie, Geschichte und Organisation der Wissenschaft (Berlin). (1983)31, S. 14 – 25, S. 23 (Manuskriptdruck). Die Entdeckung wurde also seinerzeit nicht wegen irgendwelcher Vorurteile, mangelnder Aufmerksamkeit oder dergleichen ignoriert. In der wissenschaftlichen Öffentlichkeit war einfach das Wissen noch nicht soweit ausgebildet, dass der Beitrag Averys daran hätte angeschlossen werden können. Und so war es auch nicht möglich, ihm eine wissenschaftliche Bedeutung zuzubilligen.

5 Siehe Strübing, J., Symbolischer Interaktionismus revisited: Konzepte für die Wissenschafts- und Technikforschung. – In: Zeitschrift für Soziologie (Stuttgart). 26(1997)5, S. 368 – 386.

nausläuft, informelle Seiten kooperativer Prozesse aufzudecken und sie in formalisierte Arbeitsbedingungen zu überführen, um so Spielräume bei der Auslegung zu erfüllender Anforderungen einzugrenzen und auf die Zeitökonomie oder andere Leistungsparameter Einfluss zu nehmen, kann man sich eher für Produktionsunternehmen mit einfacher Zweckorientierung (wie der Gewinnsteigerung) oder für Einrichtungen der Verwaltung vorstellen[6], doch kaum für Institutionen, deren Anliegen die Erzeugung neuen wissenschaftlichen Wissens ist.

Aber auch dann, etwa wenn es gilt, Rationalisierungsprozesse in einem Produktionsbetrieb voranzutreiben, stößt man bei der Anwendung dieses Organisationsmodells auf Grenzen, vor allem dann, wenn man es mit innovativen Branchen zu tun hat, wenn es so ist, dass Grundlagenforschung ein wichtiger Bestandteil der industriellen Technikentwicklung ist. In solchen Bereichen stehen Unternehmen oftmals einander wechselnden oder gar widerstreitenden Anforderungen gegenüber, zu deren Bewältigung ein höheres Maß an Elastizität und an Flexibilität bei der Suche nach Problemlösungen vonnöten ist. Die mit einer gegebenen Organisationsform verknüpften normativen Festlegungen oder Anweisungen müssen mitunter sehr weit ausgelegt werden, um Problemen, die in der Konfrontation mit neuen Anforderungen aufkommen, gerecht zu werden.[7] Seit den 1960er Jahren ist man sich weitgehend darin einig, dass es für die Organisation funktional sein kann, informelle Verhaltensweisen ihrer Mitglieder zuzulassen. Sogar ein gewisses Maß an Illegalität wird für unvermeidbar gehalten.[8] Indem einer Organisationseinheit zugehörige Akteure in einer gegebenen Situation, bevor sie handeln, abwägen, ob sie nach Maßgabe formaler Strukturen vorgehen oder ob sie informelle Wege beschreiten sollten, erfüllen sie Bedingungen für eine An-

6 Siehe Kühl, St., Formalität, Informalität und Illegalität in der Organisationsberatung. – In: Soziale Welt. Zeitschrift für sozialwissenschaftliche Forschung und Praxis (Göttingen). 58(2007)3, S. 271 – 293, S. 276.

7 Siehe ebenda, S. 273. Wenn Mitglieder informell handelten, versuchten sie, Erwartungen der Organisation zu erfüllen. Sie könnten sich dabei aber nicht auf Anweisungen des Vorgesetzten, auf offizielle Wenn-dann-Regeln oder Zielvorgaben berufen. Formalstrukturen müssten nicht unbedingt verletzt werden, sondern häufig würden Anweisungen lediglich sehr frei interpretiert werden. Luhmann, N., Die Organisierbarkeit von Religionen und Kirchen. – In: Religion im Umbruch. Soziologische Beiträge zur Situation von Religion und Kirche in der gegenwärtigen Gesellschaft. Hrsg. v. J. Wössner. Stuttgart: Ferdinand Enke 1972. S. 245 – 285, S. 275.

8 Entwicklungsprojekte würden, so Weltz und Ortmann, oftmals durch subversive Initiativen und informelle Handlungen eingeleitet werden, unter Umgehung betrieblicher Festlegungen. Im Amerikanischen nenne man solche Vorgänge „bootlegging“. Bootlegging schaffe Freiräume und schütze Entwicklungsvorhaben vor bürokratischen Verhärtungen und hierarchischen Einengungen. Weltz, F. / Ortmann, R. G., Das Softwareprojekt. Projektmanagement in der Praxis. Frankfurt am Main – New York: Campus Verlag 1992. S. 26.

gleichung an sich verändernde und mitunter widersprüchliche Situationen.[9] Anerkannt wird weithin, dass sich – so Heath, Knoblauch und Luff – vertikal integrierte Firmen immer mehr auflösten und zu „hybriden" Organisationsformen, zu verhältnismäßig schwach geordneten Netzwerken übergingen. „… we are witnessing the emergence of new organizational arrangements, which are replacing traditional bureaucratic models and even flexible arrangements such as the matrix organization based on project teams and the like with relatively loose networks of association with business function performed by independent cells which form temporary alliances…"[10] Geschildert werden Prozesse der Ablösung der Fremdorganisation, worin eine bürokratisch-zentralistische Betriebsleitung ihren Ausdruck findet, zugunsten der Selbstorganisation in dezentralen Unternehmen.[11] So könnten, wie Stückemann hervorhebt, biotechnische Innovationen „wegen ihrer Entwicklungsgeschwindigkeit und ihrer ‚Wissenschaftsnähe' nicht in einem festen organisatorischen Rahmen gehalten werden", in diesem Prozess bildeten sich Netzwerke heraus, Sozialsysteme, die in der Lage seien, „Informationsaustausch dort zu gewährleisten, wo sowohl Märkte als auch stabile Organisationsstrukturen versagen müssen." Die Notwendigkeit zu „wechselnden Arrangements mit ökonomischen Konkurrenten und staatlichen Akteuren führt auch unabhängig von den in der Implementationsphase erzwungenen Beteiligungen von engagierten Betroffenen... zu rasch wechselnden Allianzen im gesamten Innovationsprozess."[12] Auch Kowohl und Krohn heben im Hinblick auf innovative Wirtschaftszweige die wachsende Bedeutung der Entfaltung von Netzwerken für industrielle Strategien hervor, die sie als „Modellmärkte für Prototypen" charakterisieren.[13] Camagni erkennt in komplexen Netzwerken von hauptsächlich informellen Beziehungen, die sich in einem begrenzten geografischen Raum ent-

9 Luhmann hebt hervor, dass keine Organisation in der Lage sei, das erforderliche Handeln umfassend formal zu regulieren. So differenzierten sich in Organisationen formale und informale Rollen und Situationen. Luhmann, N., Funktionen und Folgen formaler Organisation. Berlin: Duncker & Humblot 1964. S. 283 ff. Auch regelverletzendes Handeln sei nicht einfach nur störend, sondern umfasse die Entwicklung von Formen einer „brauchbaren Illegalität" Ebenda, S. 304 ff.

10 Heath, Chr. / Knoblauch, H. / Luff, P., Technology and Social Interaction: The Emergence of workplace studies. – In: British Journal of Sociology (London). 51(2000)2, S.299 – 320, S.303. Siehe auch Weick, K. E., Der Prozess des Organisierens. Frankfurt am Main: Suhrkamp1995.

11 Vgl. aber Wolf, H., Das dezentrale Unternehmen als imaginäre Institution. – In: Soziale Welt. Zeitschrift für sozialwissenschaftliche Forschung und Praxis (Göttingen). 48(1997)2, S. 207 – 224, S. 210: Aus dem Gebrauch der Selbstorganisationsmetapher, für die „selbstorganisierte" Naturprozesse das Vorbild seien, lasse sich schließen, „dass mit ihr immer nur und bestenfalls eine halbherzige und widersprüchliche Reflexion auf insgesamt grundsätzlich nicht in Frage gestellte bürokratisch-kapitalistische imaginäre Bedeutungen verbunden ist."

falten, etwas, das ein innovatives Milieu hervorbringt. Netzwerke „enhance the local innovative capability through synergetic and collective learning processes...“[14]

Für die Analyse kooperativer Arbeitsprozesse kann es also nicht hinreichend sein, diese lediglich als etwas zu betrachten, das sich stetig auf die Form einer formellen Organisation hinbewegte bzw. worauf in einer dementsprechenden Weise Einfluss genommen werden müsste. Schon gar nicht ist dies für Prozesse der Wissenschaftsentwicklung angemessen. Formelle Organisationen könnten nicht die geeignete Untersuchungseinheit für Analysen von Forschungsentwicklungen sein, wie Knorr-Cetina meint. Viel zu groß seien solche Organisationen, um der Unbestimmtheit von Prozessen auf die Spur zu kommen, in denen Neues entstehe. „Wählen wir eine Untersuchungseinheit, die größer ist als die tatsächliche Handlungssituation, so kann diese Unbestimmtheit nicht wahrgenommen werden.“[15] Es reichten die Beziehungen, die Mitglieder eines wissenschaftlichen Labors unterhielten, konsistent über die institutionelle Organisation hinaus, sie bildeten „transepistemic arenas of research“[16], Interaktions- und Kommunikati-

12 Stückemann, Th., Reflexivität der Technikentwicklung. Über die Modernität der neuen Biotechniken. – In: Sociologia Internationalis. Internationale Zeitschrift für Soziologie, Kommunikations- und Kulturforschung (Berlin). 34(1996)2, S. 227 – 260, S. 252. Die „Innovation über den Markt“, womit das Risiko verbunden sei, dass wissenschaftliche Kreativität durch vorzeitige Funktionalisierung ausgebremst werde, und die „Innovation durch (hierarchische) Organisation“, die Prozesse der Stabilisierung von Neuerungen und deren graduelle Verbesserung in den Vordergrund rücke, seien an ihre Grenzen gekommen. Es bilde sich „gegenwärtig ein neues Innovationsregime heraus... , welches sich im wesentlichen auf den Typus ‚Innovation im Netz’ gründet.“ Er entwickle sich zum dominanten Typus. So sei eine „Innovation der Innovation in Gang gekommen und fordert ein neues institutionelles Arrangement...“ Rammert, W., Innovation im Netz. Neue Zeiten für technische Innovationen: heterogen verteilt und interaktiv vernetzt. – In: Soziale Welt. Zeitschrift für sozialwissenschaftliche Forschung und Praxis (Göttingen). 48(1997)4, S. 397 – 415, S. 398 f. Siehe Drepper, Th., Organisationssoziologie im Kontext sozialwissenschaftlicher Organisationsforschung. – In: Soziologische Revue (München). 31(2008)2, S. 147 – 159, S. 158.

13 Kowohl, U. / Krohn, W., Innovationsnetzwerke. Ein Modell der Technikgenese. – In: Theoriebausteine der Techniksoziologie (Technik und Gesellschaft, Jahrbuch 8). Hrsg. v. J. Halfmann, G. Bechmann und W. Rammert. Frankfurt a.M. – New York: Campus Verlag 1995. S. 77 – 105. Zitiert nach Stückemann (ohne Seitenangabe), Reflexivität der Technikentwicklung. Über die Modernität der neuen Biotechniken. A. a. O., S. 252.

14 Camagni, R., Introduction: From the Local ‘Milieu’ to Innovation Through Cooperation Networks. – In: Innovation Networks: Spatial Perspectives. Hrsg. v. R. Camagni., London – New York: Bellhaven Press 1991. S. 1 – 18, S. 3.

15 Knorr-Cetina, K., The Manufacture of Knowledge. Oxford: Pergamon Press 1981; dt., Die Fabrikation von Erkenntnis. Zur Anthropologie der Naturwissenschaft. Frankfurt am Main: Suhrkamp 1984. S. 83 f.

onsfelder also, die nicht auf einen separaten Bewertungs- oder Akzeptierungskontext zugeschnitten sind, wie er in einer bestimmten Forschungsgemeinschaft oder einer bestimmten Wissenschaftsdisziplin vorgegeben ist. Es gibt auch keinen Standort, von dem aus sich ein solches Beziehungsgeflecht insgesamt erfassen und regulieren ließe.

Eine uneingeschränkte Verwendung des oben angedeuteten Organisationsmodells wäre nur dann möglich, wenn sich die Entwicklung wissenschaftlichen Wissens als Vorgang fortwährender rationaler Anpassung an vorgegebene Problemlagen modellieren ließe. Wenigstens folgende Gesichtspunkte lassen sich anführen, die einem solchen Ansatz entgegenstehen:

Wissenschaftshistorische Studien auf verschiedenen Gebieten haben zu der Einsicht geführt, dass mit der Herausbildung neuartigen Wissens ein Prozess der *Neugestaltung* des Zusammenwirkens wissenschaftlich Tätiger, ein solcher der *Reorganisation* wissenschaftlicher Arbeit einhergeht.[17] Der Weg, auf dem sich Wissensentwicklung als Entwicklung der Organisation wissenschaftlicher Tätigkeiten vollzieht, beginnt mit einem Abschnitt, wo es zur *Auflösung schon bestehender Organisationsformen* kommt. „Die Organisationsformen der Forschungsteams und – netzwerke sind transitorisch", wie Weingart hervorhebt.[18] Die Zersetzung überkommener institutioneller und disziplinärer Strukturen, womit gleichsam formelle in informelle Organisationsstrukturen übergehen (es bilden sich „flüchtiger Netzwerke" heraus, wie es bei Edge und Mulkay heißt[19]), bringt Ausgangspunkte

16 Knorr-Cetina, K., Scientific Communities or Transepistemic Arenas of Research? A critique of Quasi-Economic Models of Science. – In: Social Studies of Science (London). 12(1982)2, S. 101 – 130.

17 Siehe Lüdtke, K., Die Entwicklung wissenschaftlichen Wissens in interdisziplinären Diskursen. – 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. 62 – 107, S .65 ff. Derselbe, Theoriebildung und interdisziplinärer Diskurs – dargestellt am Beispiel der früheren Geschichte der Virusforschung. – In: Wissenschaftsforschung. Jahrbuch 1998: „Wissenschaft und Digitale Bibliothek". Hrsg. v. Klaus Fuchs-Kittowski, Hubert Laitko, Heinrich Parthey u. Walther Umstätter. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2000. S. 153 – 194. Derselbe, Entscheidbarkeit wissenschaftlicher Kontroversen. Studie eines Streites in der früheren Geschwulstforschung. Berlin: Verlag Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2003. Derselbe, Wissenschaftliche Kontroversen und die Entwicklung neuen Wissens in der Geschichte der Krebsforschung. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2007. S. 18 ff.

18 Weingart, P., Neue Formen der Wissensproduktion: Fakt, Fiktion und Mode. – In: TA-Datenbank-Nachrichten (Karlsruhe). 8(1999)3/4, S. 48 – 57, S. 49.

19 Edge, D. O., Mulkay, M. J., Fallstudien zu wissenschaftlichen Spezialgebieten. – In: Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie. Sonderheft Wissenschaftssoziologie (Opladen). (1975)18, S. 197 – 230, S. 200.

für die Herausbildung neuer Institutionen und wissenschaftlicher Spezialgebiete hervor.

Bei solchen Auflösungsvorgängen kommt der Austragung *wissenschaftlicher Kontroversen* eine hervorragende Stellung zu, die zur Formierung antagonistischer Teilgruppen bzw. zur Bildung einander entgegenwirkender wissenschaftlicher Schulen auf einem Fachgebiet führen. Hier zeigt sich, dass die Entwicklung der Organisationsformen in der Wissenschaft nicht in der Art bloßer Perfektionierung und Ausdehnung dessen verläuft, was bereits in organisatorischer Hinsicht besteht. Kontroversen ergeben sich ganz zwangsläufig, wenn in der „normalen" Wissenschaft Probleme aufkommen, die sich nach überliefertem Wissen nicht bewältigen lassen, wodurch auch der Fortbestand überkommener Strukturen des Wissenschaftlerverkehrs in Frage gestellt wird.[20] Um die Herkunft solchen Wissens verständlich zu machen, das über ein Wissen hinausgreift, welches lediglich zur Konsolidierung bereits bestehenden Wissens beiträgt, muss auf einen „Mechanismus", eben auf Kontroversen, verwiesen werden können, der einen radikalen Bruch mit tradierten Überzeugungen sowie die Auflösung von zum Konservativismus neigenden disziplinären Institutionen bewirkt und damit Wege zur Herausbildung neuer Disziplinen bzw. Spezialgebiete eröffnet. Wissenschaftliche Kontroversen verflüchtigen sich nicht nach und nach mit der Anhäufung von Forschungsergebnissen bzw. mit der Vervollkommnung der inneren Ordnung der in den Kontroversen vertretenen Konzepte. Die miteinander streitenden Seiten problematisieren ja ihre Forschungssituation nach Maßgabe ihrer *jeweiligen* konzeptionellen Leitlinien auf unterschiedliche Weise, und so urteilen sie über die aufgekommenen Erklärungsprobleme und mögliche Lösungen ganz verschieden. Ihnen fehlt eine gemeinsame empirische Bezugsbasis, in deren Licht die Gegensätze entschärft werden könnten. Die Ausformung angewandter Techniken zur Testung eines theoretischen Modells wird ja allein zu *dessen* Entwicklung vorangetrieben, sie bezweckt nicht, darin die von Kontrahenten vertretenen Modelle einzubeziehen. Wenn Forscher in der empirischen Tätigkeit divergenten Orientierungen folgen, bilden sich auch unterschiedliche Erfahrungsbereiche heraus. Sie haben es mit je besonderen Objekten zu tun und weilen damit sozusa-

20 Mitunter werden Kontroversen so dargestellt, als ob sie den Werdegang wissenschaftlichen Wissens nur verzögerten und bei mehr Sachkunde, Vorurteilslosigkeit und Nüchternheit der Akteure vermieden werden könnten. So heißt es beispielsweise bei Hellman, dass sich an Hand „großer Wissenschaftsdispute" zeigen lasse, „dass Wissenschaftler anfällig für Emotionen sind; dass sie sich gelegentlich von Stolz, Habgier, Aggressivität, Missgunst und Ehrgeiz, von nationalen und religiösen Gefühlen leiten lassen; dass sie gehemmt, blind und kleinlich sein können wie alle anderen Leute auch... " Hellman, H., Zoff im Elfenbeinturm. Große Wissenschaftsdispute. Weinheim et al.: Wiley-VCH Verlag 2000. S. 5.

gen in je besonderen Erlebnisräumen, so dass Argumentationen, die sich auf Faktisches bzw. auf Prozesse der Faktenproduktion beziehen, auch nicht zu einem Ende der Streitigkeiten hinführen können. Mit den Wissensfortschritten kommt es lediglich zu Modifikationen bzw. Ergänzungen der Fragestellungen, um deren Beantwortung es in den Auseinandersetzungen geht, wobei jedoch immer wieder die Gegensätze den Hintergrund bilden, die der streitentfachende Ausgangspunkt gewesen sind. Wenn es keine homogene, sondern eine von Kontroversen gespaltene wissenschaftliche Öffentlichkeit gibt, kann die Orientierung an Erwartungen der Fachgenossen und der Zwang, sie in Rechnung zu stellen, keine Einmütigkeit in den Auffassungen sichern, weil es gegensätzliche Erwartungen gibt, und es ist zu entscheiden, welchen Erwartungen man Genüge leisten sollte.[21]

Den (nicht nur auf dem Felde der Wissenschafts- sondern auch auf dem der Technikforschung betriebenen) Studien lässt sich überdies entnehmen, dass es zu den wesentlichen Seiten von Innovationsprozessen gehört, dass sich im Ergebnis der Erosion herkömmlicher institutioneller und disziplinärer Strukturen *interdisziplinäre und Grenzen von Institutionen übergreifende Akteurskonstellationen* – soziale Netzwerke, an denen Forscher mit je besonderen fachlichen und institutionellen Hintergründen teilhaben – herausbilden, aus deren Strukturierung eben neuartiges Wissen herrührt.[22] Zu einem wesentlichen Teil wurden zur Rekonstruktion solcherart Beziehungsgeflechte in der Wissenschaft bislang vorrangig Zitationen ins Auge gefasst, mit denen jedoch Verhältnisse direkter Kommunikation in den Hintergrund gerückt werden, worauf es aber in dem hier

21 Gestützt auf die weiter oben angeführten Studien zur Austragung von Streitigkeiten in der Geschichte der Virus- und der Krebsforschung, gehe ich davon aus, dass die Aussicht auf eine Streitschlichtung dann besteht, wenn *praktische,* aus der *Anwendung* des Wissens resultierende Anforderungen stärker als zuvor in den Vordergrund gelangen, von denen man meint, dass sie sich nur parteiübergreifend bewältigen lassen und die deshalb zu Verständigung und Kooperation über Lagergrenzen hinweg motivieren. Dann finden sich Forscher, die – zum Pragmatismus bei der Bearbeitung des Umstrittenen und zu Kompromissen neigend – zur Entschärfung der Gegensätze aufrufen. Mit solchen „Versöhnungsangeboten" werden einander entgegengesetzte Standpunkte zunächst nur in einzelnen Punkten zusammengeführt und der Umfang dessen, worin man Übereinstimmung erwartet, reduziert. Sie binden divergierende Positionen in einen *Anwendungskontext* ein, ohne dass die so hergestellten Assoziationen bereits empirisch verankert werden können. Sie laufen gleichsam darauf hinaus, zur Herstellung eines *rhetorischen Konsensus* der an den Debatten Beteiligten beizutragen, ohne dass damit zugleich die Divergenz der vertretenen Auffassungen beseitigt wird. Siehe hierzu vor allem Lüdtke, K., Zur Geschichte wissenschaftlicher Kontroversen in der früheren Geschwulstforschung und wie sie das Wissen zur Krebsverursachung gefördert haben. – In: Wissenschaftsforschung. Jahrbuch 2006: Wissenschaft und Technik in theoretischer Reflexion. Hrsg. v. Heinrich Parthey u. Günter Spur. Frankfurt am Main: Peter Lang Verlag 2007. S. 79 – 104.

behandelten Zusammenhang besonders ankommt. Netzwerke, in denen die Beteiligten unmittelbar miteinander verkehren, sind es vor allem, aus deren Entwicklung Möglichkeiten der Synthese verschiedener Denkrichtungen entstehen, worin Erfahrungen und Vorgehensweisen verschiedener Gebiete miteinander verbunden werden. „Because social networks ramify across and between institutions they provide a means of examining the inter-relationships of the behavior of people in different contexts", wie Mitchell ausführt.[23] Die Bestimmung dessen, was ein Fakt oder ein Artefakt sei oder nicht sei, die „delineation of their boundaries" könne nicht, so Bijker, „count on any prediscursive settlements." Vielmehr wurzele sie in der Artikulation von verschiedenen Positionen, die die Akteure verträten.[24] Faktenbedeutungen werden bestimmt davon, wie Akteure, in Sonderheit Gruppen, Sinn und Bedeutung von Objekten und Artefakten beschreiben, debattieren und Zusammenhänge zwischen den von ihnen vertretenen Positionen herstellen. Innovationsprozesse lassen sich, Schulz-Schaeffer und andere folgend, als Problem der Etablierung und Aufrechterhaltung „intermediärer" Kooperation zwischen heterogenen Akteuren verstehen, womit ein Beziehungsgefüge gemeint ist, das Grenzen bestehender Institutionen überspannt und so der Übersicht und Kontrolle seitens dieser (auf die Einhaltung überlieferten Wissens orientierenden) Institutionen entzogen ist.[25] Zu diesem Urteil gelangt auch Rammert: „The success of an innovation project also depends on the coordination of actors from different institutional fields. Some technology projects can only win..., if the actors in the field are able to mobilize actors from the other fields and to build a reliable

22 Siehe unter anderen Kowohl, U. / Krohn, W., Innovation und Vernetzung. Die Konzeption der Innovationsnetzwerke. – In: Soziale Netzwerke – Konzepte und Methoden der sozialwissenschaftlichen Netzwerkforschung. Hrsg. v. J. Weyer. München: Oldenbourg 2000. S. 135 – 160. Jonas, M., Erfolgsfaktoren heterogener Kooperation – Zur Entstehung einer neuartigen Wissenspraxis in einem kombitechnologisch orientierten Projektcluster. Wien: Department of Sociology, Institute for Advanced Studies (IHS) 200, S. 91 – 212. Arendt Fuhse J., Gibt es eine Phänomenologische Netzwerktheorie? Geschichte, Netzwerk und Identität. – In: Soziale Welt. Zeitschrift für sozialwissenschaftliche Forschung und Praxis (Göttingen). 59(2008), S. 31 – 52, S. 32 ff.

23 Mitchell, J. C., The Concept and Use of Social Networks. – In: Social Networks in Urban Situations. Hrsg. v . J. C. Mitchell. Manchester: University Press1969. S. 1 – 50, S. 49.

24 Bijker, W. E., Sociohistorical Technology Studies. – In: Handbook of Science and Technology Studies. Hrsg. v. Sh. Jasanoff, G. E. Markle, J. C. Petersen and T. J. Pinch. London et al.: Sage 1994. S. 229 – 257, S. 241 f.

25 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 u. St. Schwendtner. Opladen: Westdeutscher Verlag 1995. S. 613 – 618.

network between them."[26] Mit Bezug auf die Entwicklung moderner Kommunikations- und Informationstechnologien stellt er an anderer Stelle fest: „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 auf der einen Seite und die Ingenieurkultur der Nachrichten- und Fernmeldetechnik auf der anderen Seite."[27] Und Quintas meint mit Blick auf die Entwicklung von Software-Systemen: „In most situations… development requires communication between communities with different backgrounds, knowledge, agenda and power. These interactions span the lifetime of systems… As is widely acknowledged, there is unlimited scope for misinterpretations and misunderstandings in these 'cross-cultural' interactions…"[28]

Bei der Untersuchung solcher Zusammenhänge stößt man allerdings darauf, dass – wie Drepper kritisch anmerkt – Organisationsthemen (wenigstens in der deutschen soziologischen Diskussion) paradigmatisch immer noch stark verkrustet sind und mit ihren Leitparadigmata Gegenstand von Auseinandersetzungen konkurrierender Theorieschulen sind.[29] Erschwerend kommt hinzu, dass – weil es ja zur Behandlung der angedeuteten Fragestellungen, wie weiter oben erwähnt, um ein *interaktionsorientiertes* Organisationsverständnis gehen muss – , bislang noch recht wenig von den Mustern und Prozessen sozialer Interaktion gewusst wird. „As yet", wie Heath und andere betonen, „there is little research concerned with the ways in which different forms of collaboration emerge, coalesce, evolve, and fragment, and how individuals in concert with each other use various tools and technologies to assemble temporary forms of co-operation…"[30]

26 Rammert, W., New Rules of Sociological Method: Rethinking Technology Studies. – In: British Journal of Sociology (London). 18(1997), S. 171 – 191, S. 183. Siehe auch derselbe: Innovation im Netz. Neue Zeiten für technische Innovationen: heterogen verteilt und interaktiv vernetzt. A. a. O., S. 409.

27 Rammert, W., Von der Kinematik zur Informatik. – In: Soziologie und künstliche Intelligenz. Produkte und Probleme einer Hochtechnologie. Hrsg. v. W. Rammert. Frankfurt am Main: Campus 1995. S. 65 – 110, S. 101.

28 Quintas, P., Introduction – Living the Lifecycle: Social Processes in Software and Systems Development. – In: Social Dimensions of Systems Engineering. People, Processes, Policies and Software Development. Ed. by P. Quintas. New York et al.: Ellis Horwood 1993. S. 1 – 17, S. 2.

29 Siehe Drepper, Th., Organisationssoziologie im Kontext sozialwissenschaftlicher Organisationsforschung. A. a. O. S. 148.

30 Heath, Chr. / Knoblauch, H. / Luff, P., Technology and Social Interaction: The Emergence of „workplace studies". A. a. O., S. 315.

3. Zur Frage, wie es in einem interdisziplinären und interinstitutionellen Forscherverkehr zu einem Konsens der Akteure kommt

Wie es in einer Schar von Akteuren mit divergierenden Interessen zu einem Konsens kommt, hat die Forschung, wie sich Dyks Ausführungen entnehmen lässt, bislang nicht schlüssig behandelt, was er auf einen Blickwinkel bei der Analyse zurückführt, wonach konsensuale Lösungen mit der Natur der zu bearbeitenden Probleme erklärt werden. Der Konsens werde hier nicht erklärt, "sondern mutiert zu einer depolitisierten, technokratischen Selbstverständlichkeit." Ein objektiver Problemdruck gelte fast allen Autoren, die mit der Tradition kompromissbasierter Verhandlungen brächen und stattdessen eine in der Natur der erörterten Fakten begründete Entwicklung hin zur Einigkeit der verschiedenen Akteure zu sehen meinten, als wesentliches Erklärungsmuster der neuen Einigkeit.[31]

Dieses Defizit wird dann besonders fühlbar, wenn man vorhat, sich der Genesis der Formen solcher Interaktionen in interdisziplinär strukturierten Forschungsprozessen zuzuwenden, in denen die Akteure nach Maßgabe von je spezifischen Perspektiven agieren und dennoch Wege finden müssen, die zu einer wechselseitigen Verständigung und zu einvernehmlich geteilten wissenschaftlichen Anschauungen führen. Auf einer solchen Entwicklungsstufe ist doch eher damit zu rechnen, dass die Akteure zunächst nur zeitweilig, oftmals nur flüchtig miteinander verkehren, wie es in der kommunikative Alltagspraxis vorkommt, in der sich die daran Beteiligten „von einem problematischen Augenblickskonsens zum nächsten tasten", wie Habermas hervorhebt.[32] Reinhold moniert, dass – wenn es gilt, die Mechanismen zu untersuchen, „auf deren Grundlage Multiagentensysteme in der Lage sind, Kommunikationsbeziehungen aufzubauen und zur Steuerung der Interaktion mit anderen Agenten, insbesondere bei konfligierenden Handlungszielen, einzusetzen... " – die „Bereitschaft der Agenten zur Kooperation (zumeist implizit) als a priori gegeben vorausgesetzt und die Problemstellung dadurch auf die Koordination als die gegenseitige Abstimmung von Handlungen reduziert" werde.[33] Bisherige Untersuchungsansätze gingen davon aus, dass Interaktionspartner ihre Handlungen zwar aufeinander abstimmen

31 Dyk, S., Die Ordnung des Konsenses. Das niederländische „Poldermodell" revisited. – In: Berliner Journal für Soziologie (Berlin). 17(2007)2, S. 211 – 230, S. 212.

32 Habermas, J., Theorie des kommunikativen Handelns. Erster Band: Handlungsrationalität und gesellschaftliche Rationalisierung. Frankfurt am Main: Suhrkamp 1988. S. 180.

33 Reinhold, Th., Zur Modellierung symbolisch generalisierter Kommunikationsmedien. – In: Soziale Welt. Zeitschrift für sozialwissenschaftliche Forschung und Praxis (Göttingen). 12(2006)1, S. 121 – 156, S. 121.

müssten, um gemeinsam gegebene Aufgaben zu bewältigen, ihnen werde aber dabei eine grundsätzliche Einigkeit zwischen den Akteuren und ein gemeinsamer Wille zur Interaktion zugrunde gelegt. Und so gewänne man keinen Zugang zu Situationen, in denen Akteure potentiell konfligierende Eigeninteressen verfolgten. Unter gewissen Randbedingungen werde die Etablierung und der Gebrauch von Kommunikationsmitteln erforderlich, die eine Interaktion auch bei unterschiedlichen Motivationen der Handelnden erwirken und steuern könnten.[34] Notwendig ist ein Ansatz, mit dem eben nicht eine gleichgerichtete Zielorientierung der Agenten oder ein Konsens über die Vorgehensweisen vorausgesetzt wird, vielmehr gilt es, eine solche Übereinstimmung als *Resultat* eines Entwicklungsvorganges auszuweisen.

Ein gangbarer Weg, der zu Einsichten in den fraglichen Zusammenhang führt, wurde mit dem von Anselm Strauss entwickelten *Konzept der sozialen Welten* gebahnt, mit dem ein Zielkonsens der Beteiligten nicht vorausgesetzt wird, wenn sich Akteure verschiedener sozialer Welten begegnen.[35] Mit „sozialen Welten“ sind gleichsam Bausteine gesellschaftlichen Zusammenlebens gemeint, bestimmt durch gleiche Ziele und gemeinsame Tätigkeiten. Soziale Welten würden sich immer wieder neu in unterschiedliche Subwelten (Cliquen, Gruppierungen) gliedern.[36] Strübing folgend, ist dieses Konzept deshalb recht brauchbar, weil sich damit Struktur und Dynamik heterogener Akteurskonstellationen besonders gut erklären lassen, die ja für Prozesse der Wissenschafts- und Technikentwicklung kennzeichnend sind: Gerade dort, wie er ausführt, könnte die Theorie der sozialen Welten eine neue Analyseperspektive eröffnen, wo Aushandlungsprozesse in einem Beziehungsgeflecht von Akteuren mit je besonderen Konzepten und zwischen oder „quer“ zu etablierten Organisationsformen stattfänden, die sich auf Technikentwicklungen oder auch auf die Geltung wissenschaftlicher Ergebnisse bezögen. So ließen sich interdisziplinäre Forschungsprojekte „etwa als Arenen (erklären), in denen die unterschiedlichen Perspektiven der Disziplinen, aber auch die divergierenden Sichtweisen und methodischen Präferenzen verschiedener disziplinärer ‚Schulen’ aufeinander treffen und in Aushandlungsprozessen transformiert werden. Insbesondere die Dynamik dieser Prozesse, aus denen kei-

34 Ebenda, S.123.

35 Siehe unter anderen Fujimura, J. H., The Molecular Biological Bandwagon in Cancer Research : Where Social Worlds Meet. – In: Social Problems (Berkeley). 35(1988)3, S. 261 – 283; Star, S. L. / Griesemer, J. R., Institutional Ecology, „Translation“ and Boundary Objects: Amateurs and Professionals in Berkely’s Museum of Vertebrate Zoology, 1907-1939. – In: Social Studies of Science (London). 19(1989), S. 387 – 420.

36 Strauss, A., Social Worlds Perspective. – In: Studies in Symbolic Interaction, Band I. Ed. by N. Denzin. Greenwich: JAI Press 1978. S. 119 – 128.

ne der beteiligten Welten unverändert hervorgeht, lässt sich in Begriffen der Theorie der sozialen Welten und des *negotiated order approach* präzise abbilden."[37] Deren Grenzen seien nicht zwangsläufig mit Grenzen von Organisationen identisch, wie Clarke hervorhebt. Vielmehr seien diese veränderlich und durchlässig.[38] In den Begegnungen von Vertretern verschiedener sozialer Welten geht es nicht in erster Linie um einen rationalen Interessenausgleich oder um die Zusammenlegung von Ressourcen, die die Akteure in den Austauschprozess eingebracht hätten, sondern darum, dass ein Teilnehmer seine Sicht der Dinge in die Perspektiven anderer relevanter Akteure übersetzt. Zugleich ist die eigene Perspektive im Fluss, dient der Aushandlungsprozess immer zugleich auch der Veränderung von eigenen Vorstellungen, Zielen und Sichtweisen. Vom Konzept der sozialen Welten aus lässt sich eine Brücke zur *Theorie der Symbolischen Interaktion* schlagen, die das Augenmerk auf symbolische Formen und deren Wechselwirkung mit der Struktur sozialer Netzwerke lenkt und sich, so Gallant und Kleinmann, vor allem mit der Frage auseinandersetzt, „how people socially construct and negotiate meaning".[39] Ausgegangen wird davon, dass ein wechselseitiger Zusammenhang zwischen symbolischer Wirklichkeit (Ideen, Konzepten) und sozialen Praxisformen bzw. Strukturen besteht, die sich in Organisationsprozessen herausbilden. „Verdeutlicht an der Relation zwischen Rationalität und Organisation bedeutet das, dass gesellschaftliche Rationalitätsvorstellungen und Organisationsbildung ein wechselseitiges Konstitutionsverhältnis darstellen", wie Drepper betont.[40]

Doch zurück zur eingangs geäußerten Idee, die Entwicklung wissenschaftlichen Wissens in Einheit mit der Entwicklung der Organisation der Forschertätigkeiten bzw. der Koordination dieser Tätigkeiten zu studieren! Im folgenden sollen die beiden Gesichtspunkte, die Erosion bestehender Organisationsformen und die Herausbildung neuer Formen, etwas näher beleuchtet werden.

37 Strübing, J., Symbolischer Interaktionismus revisited: Konzepte für die Wissenschafts- und Technikforschung . A. a. O., S. 373 und 384. „Gleiches gilt für Projekte der Technikentwicklung, in denen häufig neben der Heterogenität disziplinärer Perspektiven der Gegensatz zwischen Entwicklungs- und Nutzungsperspektive zu einem dominanten Aushandlungsthema wird." Ebenda, S. 373.

38 Clarke, A. E., Social Worlds/Arenas Theory as Organizational Theory. – In: Social Organization and Social Process. Essays in Honor of Anselm Strauss. Ed. by D. R. Maines. New York: Aldine 1991. S.119-158, S.128, 131. Zitiert nach Strübing, J., Symbolischer Interaktionismus revisited: Konzepte für die Wissenschafts- und Technikforschung. A. a. O., S. 372.

39 Gallant, M. J. / Kleinmann, S., Symbolic Interactionism versus Ethnomethodology. – In: Symbolic Interaction (Berkeley/ Cal.). 6(1983)1, S. 1 – 18, S. 12 f.

40 Drepper, Th., Organisationssoziologie im Kontext sozialwissenschaftlicher Organisationsforschung. A. a. O., S. 150.

4. Wissensentwicklung und der Prozess der Reorganisation des Forscherverkehrs

Kuhn folgend, zielt die Tätigkeit der Wissenschaftler in erster Linie auf „Verdeutlichung der vom Paradigma bereits vertretenen Phänomene und Theorien…“ ab, nicht darauf, etwas ganz Neues zu entdecken.[41] Die Frage, ob die Ergebnisse eines Versuches bzw. einer Beobachtung von wissenschaftlicher Bedeutung sind, wird ein Experimentator nur dann bejahen dürfen, wenn sich die Resultate in eine Folgebeziehung zu in herkömmlichem Wissen verankerten Erwartungen setzen lassen, wonach er sein Experiment bzw. seine Beobachtung ausgerichtet hat.

Für die Praxis der Konsolidierung überlieferten Wissens ist, wie Mulkay hervorhebt, eine zentrale Organisation am effektivsten.[42] Doch mit dem Auftreten ganz neuer, nach herkömmlichem Wissen nicht erklärbarer Probleme tritt eine Erosion überkommener Strukturen des Forscherverkehrs ein, ein Prozess, für den Auseinandersetzungen zwischen verschiedenen Forscherparteien ein wesentliches Kennzeichen sind.

Die Wissenschaft setzt sich vor allem mit selbstproduzierten Irritationen auseinander, wie es bei Luhmann heißt.[43] Forscher lösen nicht nur Probleme, sondern sie schaffen sie überhaupt erst, letztlich auch solche, die jenes Wissen, wovon sie ausgegangen waren, in Frage stellen. Dass solche Probleme aufkommen, muss also im Einklang damit erklärt werden, dass Forscher bei dem, was sie tun, stets nur die Konsolidierung bestehenden Wissens im Auge haben. Es ist einsichtig zu machen, dass die Praxis der Konsolidierung und Erweiterung bestehenden wissenschaftlichen Wissens genau jener Prozess ist, woraus neue Forschungsprobleme hervorgehen. Im Einklang mit der oben skizzierten Idee, dass

41 Kuhn, Th. S., Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen. Frankfurt am Main: Suhrkamp 1967. S.45. Wissenschaft sei ein Unternehmen, das nicht darauf angelegt sei, fundamentale Neuigkeiten zu entdecken. Vielmehr gehe es allein um „Präzisierung oder Ausdehnung eines alten Paradigmas“. Ebenda, S. 119. Um die Reproduktion einer scientific community oder eines wissenschaftlichen Spezialgebietes zu gewährleisten, gilt es – Kuhn folgend – darum, die Übereinstimmung der Forschungsgegenstände mit der vorausgesetzten Theorie zu sichern und zu verfeinern. Derselbe: Die Funktion des Messens in der Entwicklung der physikalischen Wissenschaften. – In: Thomas S. Kuhn. Die Entstehung des Neuen. Studien zur Struktur der Wissenschaftsgeschichte. Hrsg. v. L. Krüger. Frankfurt am Main: Suhrkamp 1992. S. 254 – 307, S. 267.

42 Mulkay, M. J., Einige Aspekte kulturellen Wachstums in den Naturwissenschaften. – In: Wissenschaftssoziologie 2: Determinanten der Wissenschaftsentwicklung. Hrsg. v. P. Weingart. Frankfurt am Main: Suhrkamp 1974. S. 123 – 151, S. 140.

43 Siehe Luhmann, N., Die Wissenschaft der Gesellschaft. Frankfurt am Main: Suhrkamp 1990. S.103.

es einen inneren Zusammenhang zwischen Wissens- und Organisationsentwicklung gebe, ist zu fragen, wie sich die Strukturen des Forscherverkehrs entwickelt haben müssen, so dass die Forschungsprozesse tatsächlich zu neuen Problemen führen konnten. Die Evolution komplexer Strukturen vollziehe sich allein auf der Grundlage der Bewahrung des Erreichten, wie Manfred Eigen hervorhebt.[44] Das gilt auch für die Entwicklung der Wissenschaft: Neuartiges Wissen bildet sich nicht unabhängig davon heraus, worauf „normale" wissenschaftliche Arbeit abzielt, auf Bewahrung, auf Verteidigung bzw. Verfeinerung dessen, was bereits an Wissen vorliegt.[45] „Je mehr sich der Erfolg glücklich gegriffener Paradigmata in Disziplinen oder Subdisziplinen verfestigt", so Lorenz Krüger, „desto gründlicher sind Abschirmungen von anderen Problemen und Paradigmen verankert. Wiederum darf man sich an Thomas Kuhn erinnern, der… ausgeführt hat, wie gerade das, was paradigmageleitete ‚normale' Forschung so erfolgreich macht, eben das nämliche ist, was sie unaufhaltsam in die nächste Krise steuert."[46]

Probleme wie auch deren Lösungen würden, so van Dyk, in gesellschaftlichen Deutungsprozessen konstruiert, sie ließen sich nicht aus einer vermeintlichen Naturalform ableiten. Dies impliziere die Abkehr von Sachzwanglogik und Funktionalitätsdenken.[47] Kitsuse und andere heben hervor: Soziale Probleme seien Konstruktionen (Definitionsleistungen) von Teilnehmern am jeweiligen Problematisierungsprozess. Auch *wissenschaftliche* Problemdefinitionen gelten als erklärungsbedürftige soziale Konstruktionen, deren Form und Inhalt zu analysieren

44 Vgl.: Eigen, M., Das Urgen. – In: Nova Acta Leopoldina. Neue Folge (Halle). 52(1980)243, S 5 – 40, S. 13.

45 Nur jene, „die in der herrschenden wissenschaftlichen Tradition fest verwurzelt sind", könnten auch, wie Kuhn ausführt, „mit dieser zu brechen und eine neue zu schaffen Aussicht haben." Kuhn, Die grundlegende Spannung: Tradition und Neuerung in der wissenschaftlichen Forschung. – In: Thomas S. Kuhn. Die Entstehung des Neuen. Studien zur Struktur der Wissenschaftsgeschichte. A. a. O., S. 308 – 326, S. 310.

46 Krüger, L., Einheit der Welt – Vielheit der Wissenschaft. – In: Interdisziplinarität. Praxis – Herausforderung – Ideologie. Hrsg. v. Jürgen Kocka. Frankfurt am Mainj: Suhrkamp 1987. S. 106 – 125, S. 119. „... normale Forschungsaufgaben (sind)... Tätigkeiten, mit denen alle Wissenschaftler, auch die größten, den überwiegenden Teil und viele ihr ganzes Leben zubringen. Offensichtlich ist es weder beabsichtigt noch wahrscheinlich, dass dabei grundlegende Entdeckungen oder revolutionäre Veränderungen der wissenschaftlichen Theorie herauskommen... " Doch habe immer wieder „der fortgesetzte Versuch, eine anerkannte Tradition zu verdeutlichen, schließlich zu einer jener Wandlungen der grundlegenden Theorien, der Problemgebiete und der wissenschaftlichen Maßstäbe geführt, die ich als wissenschaftliche Revolution bezeichnet habe." Kuhn, Th., Die grundlegende Spannung: Tradition und Neuerung in der wissenschaftlichen Forschung. A . a. O., S. 317 f.

47 Dyk, S., Die Ordnung des Konsenses. Das niederländische „Poldermodell" revisited. A. a. O., S. 214.

sind.[48] Sie entstehen in einem „Problematisierungsprozess“, worunter ich einen Vorgang verstehe, der sich mit der Reproduktion eines Wissenschaftlerensembles einstellt.

Dass es die Praxis der Konsolidierung überlieferten Wissens ist, woraus neue, auf der Grundlage des Überlieferten nicht zu meisternde Probleme erwachsen, steht in einem Zusammenhang damit, dass die Entwicklung wissenschaftlichen Wissens in einem Prozess der Koevolution von Forschergemeinschaften und dem Gegenstandsbereich derselben verwurzelt ist. Das was für die Wissenschaftler an dem, was sie erforschen, relevant ist und wie sie ihre Forschungsgegenstände behandeln, ist nicht von den Erfordernissen trennbar, die erfüllt werden müssen, um ein bestehendes Netz von Forscherbeziehungen zu erhalten. Solche Erfordernisse determinieren die wissenschaftliche Bedeutsamkeit dessen, womit sich Forscher in ihren Beobachtungen und Experimenten auseinandersetzen. Mit der – wie man vielleicht sagen kann – „intensiv erweiterten“ Reproduktion etwa einer Forschergemeinschaft, eines Spezialgebietes oder eines anderen sozialen Gebildes in der Wissenschaft verändert sich aber auch das, was an den Untersuchungsgegenständen als wissenschaftlich bedeutsam erkannt wird, es kommen neue Probleme auf. Im Regelfall sind es solche, die sich im Rahmen der Verfeinerung und Ausdehnung des geltenden Wissens bewältigen lassen. Es ist also so, dass nicht Phänomene als solche bezüglich ihrer Deutung problematisch sein bzw. werden können, sondern allein auf Grund von Wandlungen, die die Organisationsform und mit ihr die Bedingungen der Erforschung und der Produktion von Fakten betreffen, wie sie sich etwa mit Spezialisierung und Verfeinerung experimenteller Verfahren einstellen. Im weiteren können aber grundlegende Probleme entstehen, mit denen Erklärungskrisen einhergehen, die eine normale, eine geordnete Entfaltung überlieferten Wissens nicht mehr zulassen. Sie führen zu kontroversen Debatten, wodurch auch das in Frage gestellt ist, was bislang die Ordnung einer Gemeinschaft gestiftet, was die Reproduktion gegebener Strukturen des Forscherverkehrs gewährleistet hat. Hier entsteht eine Ausgangslage für die Entwicklung neuer sozialer Strukturen des Forscherverkehrs.

Die Antwort auf die Frage, was Forscher dazu bewegen kann, sich von den geordneten Verhältnissen in formalen Organisationseinheiten und Fachgebieten zu

48 Siehe Ibarra, P. R. / Kitsuse, J. I., Vernacular Constituents of Moral Discourse: An Interactionist Proposal for the Study of Social Problems. – In: Constructionism. Controversies. Issues in Social Problems Theory. Ed. by G. Miller and J. A. Holstein. New York: Aldine de Gruyter 1993. S. 21 – 54, S. 25. Siehe auch Spector, M. / Kitsuse, J. I., Constructing Social Problems. New York: Aldine de Gruyter 1977. S 65. Hinweise aus: Schmidt, L., Varianten des Konstruktivismus in der Soziologie sozialer Probleme. – In: Soziale Welt. Zeitschrift für sozialwissenschaftliche Forschung und Praxis (Göttingen). 51(2000)2, S. 153 – 172, S. 155 und 160.

entfernen und sich statt ihrer in eventuell recht unübersichtliche, schwach geordnete und flüchtige Netzwerke außerhalb vertrauter Grenzen zu begeben, lässt sich in die Frage übersetzen, was in der „normalen Wissenschaft", obgleich sie doch allein der Konsolidierung schon bestehenden Wissens dient, eingetreten sein muss, dass es dann doch zu Wandlungen des Wissens kommt. Strategische Leitlinien für eine Zusammenarbeit von Akteuren mit ganz verschiedenem disziplinären oder institutionellen Hintergrund kann es wohl nicht sogleich geben, sowie auch keinen Konsens im Hinblick darauf, was die Beteiligten wissen und was sie vorhaben, der dem Zustandekommen eines Beziehungsgeflechtes in einer heterogenen Schar von Akteuren vorausgesetzt wäre. Wir beantworten die Frage mit der Behauptung, dass in der Praxis der Wissenskonsolidierung Probleme entstehen, die sich eben nicht mehr im Rahmen etablierter Organisationsformen bewältigen lassen.

Eine Gemeinschaft kann, wenn sie mit anspruchvolleren Anforderungssituationen konfrontiert wird, nicht allein durch einfache Reproduktion ihrer Strukturen bestehen. Es bedarf einer produktiveren Tätigkeit. Sie lässt sich durch weitere Vertiefung der Spezialisierung und Erhöhung des Regulationsniveaus schon bei gleich bleibenden gegenständlichen und personalen Leistungsbedingungen erreichen. Solche Veränderungen erhöhen die Anforderungen, die bei der Umwandlung von Umgebungsbeschaffenheiten in Reproduktionsbedingungen zu erfüllen sind. Es ist ja einsichtig, dass eine Gruppe, wenn sie auf ein komplizierter aufgebautes, geschlossenes System hin tendiert, umso störanfälliger bei Variationen der Umgebungsbedingungen wird. Solche Situationen entstehen ganz zwangsläufig, unter anderem dann, wenn sich im Zuge der Spezialisierung auch die gerätetechnischen Faktoren verändern, die den spezialisierten Gebrauchsweisen angeglichen werden müssen. Normalerweise wird mittels bestimmter experimentier- und messtechnischer Gestaltungen auf die Realisierung vor allem solcher Verhaltensmöglichkeiten untersuchter Gegenstände hingelenkt, dass Bedingungen eintreten, die den Fortbestand gegebener Forschergemeinschaften und der in ihnen ausgebildeten Strukturen zulassen. Und wenn nun in die Wechselwirkungen zwischen Forschungsgeräten und Objekten auf veränderte Weise eingegriffen wird, kann es zur Realisation von zuvor unbekannten Reaktionsmöglichkeiten der Forschungsgegenstände kommen, die eben neue Forschungsprobleme aufwerfen, zu deren Bewältigung das überlieferte Wissen präzisiert bzw. erweitert werden muss, wobei jedoch die herkömmlichen theoretischen Orientierungen noch in der Weise wirksam bleiben, dass sie die Wahrnehmung von Problemen lenken und strukturieren.

Aber wie stellen sich nun Fortschritte ein, die über bloße Wissensfestigung und -ausweitung hinausgreifen? Dies ist der Fall, wenn *Anomalien* aufkommen,

Erklärungsprobleme, die sich nach Maßgabe herkömmlicher Konzepte einer Disziplin nicht bewältigen lassen und dazu motivieren, nach ganz anderen Erklärungen zu suchen, nach anderen Konzepten, die nicht auf bloße Modifikationen jenes theoretischen Wissens reduzierbar sind, von dem man zuvor ausgegangen war. Die Herkunft von Anomalien lässt sich vielleicht– andeutungsweise – so erklären: Um die durch Eingriffe in das Verhältnis zwischen forschungstechnischen Bedingungen und Objekten provozierten neuen Effekte, auf die man es gar nicht hat absehen können, wenigstens unter Kontrolle zu halten, bedarf es weiterer Eingriffe in die gegenständlichen Bedingungen des Experimentierens und Messens, wodurch aber wiederum in systematischer Weise Verhältnisse zwischen Beobachtungsbedingungen und -gegenstand verändert werden. Es bedarf zusätzlicher Teile zum Gerät, um solche Wirkungen auszugleichen. Aber damit wird in einer noch umfassenderen Weise systematisch in die Wechselwirkungen zwischen Gerät und Messgegenstand eingegriffen, was erneut zu entsprechenden Maßnahmen nötigt usf. Mit solcherart Eingriffen kommt es schließlich zu Brüchen in der Tradierung von gegenständlichen Forschungsvoraussetzungen und mit den Brüchen zu Anomalien, zu grundlegenden Problemen, die sich auch auf dem Wege der Präzisierung, der Verdeutlichung überlieferten theoretischen Wissens schon nicht mehr bewältigen lassen.

Gemeinschaften erhalten sich durch einen Reproduktionszyklus, indem deren Mitglieder im Wissen um die Bedingungen, unter denen in der Vergangenheit Forschungssituationen gemeistert werden konnten, in einer solchen Weise auf aktuelle Situationen einwirken, dass Resultate entstehen, die wiederum als Vorbild für die Bewältigung künftiger Forschungssituationen dienen können. Das was auf diesem Wege immer wieder den Kreislauf gewährleistet und letztlich die Stabilität der Strukturen der Gemeinschaft ausmacht, lässt sich abstrakt, also getrennt von den wechselnden kontextspezifischen Bedingungen, als Standard, als Norm (als Konzept) der Faktenproduktion fixieren. Mit der Infragestellung überkommener Konzepte wird die disziplinäre Einheit einer Forschergemeinschaft jedoch geschwächt, die sie zuvor gestiftet hatten.[49] Eine weitere Konsequenz dieses Prozesses muss in folgendem gesehen werden: Wenn das Aufkommen fundamentaler Probleme, die Entstehung von Anomalien, zur Auflösung überkommener Strukturen des Forscherverkehrs treibt, kann deren Bewältigung in einem we-

49 „Ein Paradigma ist das, was den Mitgliedern einer wissenschaftlichen Gemeinschaft und nur ihnen gemeinsam ist. Umgekehrt macht der Besitz eines gemeinsamen Paradigmas aus einer Gruppe unverbundener Menschen eine wissenschaftliche Gemeinschaft.“ Kuhn, Th. S., Neue Überlegungen zum Begriff des Paradigma. – In: Thomas S. Kuhn. Die Entstehung des Neuen. A. a. O., S. 389 – 420, S. 390. So muss sich der Fall, dass ein Paradigma beim Umgang mit Erklärungsproblemen versagt, im Zerfall einer Wissenschaftlergemeinschaft äußern.

sentlichen Sinne nur mit der Entwicklung *neuer* sozialer Strukturen des Forscherverkehrs, mit der Herausbildung *neuer* Forschergemeinschaften einhergehen. Die durch Veränderungen im experimentellen Herangehen bewirkte Aufdeckung neuer Phänomene allein führt noch nicht zu Entwicklungen in der Wissenschaft. Solange sich solche Phänomene nicht im Lichte eines theoretischen Paradigmas begreifen lassen, beeinflussen sie auch gar nicht die wissenschaftliche Entwicklung. Voraussetzung dafür ist ein Paradigmenwechsel und die Neugründung von wissenschaftlichen Disziplinen und Spezialgebieten.

Mit dem Aufkommen grundlegender Erklärungsprobleme entsteht eine Lage, die die Voraussetzungen einer übergreifenden (zentralen) organisatorischen Formung der Arbeitsprozesse schwächt und stattdessen Entwicklungen auslöst, die sich nur in der Art informeller Organisation regulieren, in der Art von Prozessen der Selbstorganisation. Ein Prozess, der zur Herausbildung neuer Strukturen des Forscherverkehrs, zur Entwicklung von Netzwerken führt, wird m.E. durch folgenden Vorgang eingeleitet: Wenn Forscher bei einer Konfrontation mit fundamentalen Schwierigkeiten bei der Deutung neu entdeckter Phänomene – nach einer Serie vergeblicher Versuche, die Deutungshegemonie des gegebenen Paradigmas zu verteidigen und über Zusatz- bzw. Hilfshypothesen ein neues Phänomen so zu behandeln, dass es sich mit der herkömmlichen Lehre erfassen lässt – doch feststellen müssen, dass sie sie auf gewohnten Wegen nicht zu bewältigen vermögen, so greifen sie schließlich auf Konzepte *anderer* Fachgebiete zurück, als es das Gebiet ist, wo die Probleme aufgekommen sind.[50] Man sucht nach neuen Referenzaspekten des Forschens, in deren Licht sich die Interpretationsprobleme möglicherweise beheben lassen. Lässt sich auch dann das erhoffte Resultat nicht erzielen, so wechseln die Akteure, wenn sie nicht aufgeben, auf Konzepte weiterer Fachgebiete über, die ihnen neue Suchstrategien und Probiermöglichkeiten erschließen, und so fort. Bei der „theoretischen Einordnung“ der Anomalie „ändern die Wissenschaftler mehrfach ihre Erwartungen ab...“, wie Kuhn sagt.[51] So werden disziplinäre Engführungen, die, so Mittelstraß, „den Spezialisten zum alleinigen Repräsentanten der Wissenschaft machen“[52] , in der Auseinandersetzung mit Anomalien aufgelöst. Das zeigt, dass Innovationsprozesse nicht allein

50 In Auseinandersetzung mit der Kuhn vorgeworfenen monodisziplinären Perspektive verweist Rosov anhand wissenschaftshistorischer Fallbeispiele darauf, dass Forscher in der Regel mit Paradigmen *verschiedener* Fachgebiete vertraut sind, so dass sie auch zu einem Wechsel des Bezugssystems in der Lage sind, dem sie bei der Erforschung eines Gegenstandes folgen. Rosov, M. A., Puti naucnych otkrytii (ko kritike istoriko-naucnoj konzepzii T. Kuna). – In: Voprocy filosofii (Moskva). 35(1981)8, S. 138 – 147, S. 139, 141 f. und 147.

51 Kuhn, Th. S., Die historische Struktur wissenschaftlicher Entdeckungen, – In: Kuhn, Th. S., Die Entstehung des Neuen. A. a. O., S. 239 – 253, S. 248.

dem Einbruch von radikal Neuem gleichkommen, sondern auch die Wirksamkeit schon bestehender Konzepte einschließen, nur dass diese aus ihrem angestammten Kontext herausgesetzt und in einen anderen Kontext eingefügt werden. Auf diesem Wege werden Übergänge zwischen „Altem“ und „Neuem“ geschaffen.[53]

Doch sind es verschiedene, miteinander nicht verknüpfte Ideen, die in einer Schar von Forschern vertreten (also Konzepte verschiedener Fachgebiete, die als „Interpretationshilfen“ herangezogen) werden, denn ein nach der Entdeckung eines neuen Phänomens fragwürdig gewordenes Paradigma kann ja die verschiedenen Wissenschaftler nicht einheitlich auf bestimmte, in ihm nicht begründete Möglichkeiten hinlenken, um der Probleme Herr zu werden. Dann brechen paradigmatisch instabile Zeiten an, in denen zur Deckung des disziplinintern nicht zu befriedigenden Orientierungsbedarfes anderen Fachgebieten entlehnte inkompatible Erklärungs- und Explikationsmuster kursieren. Die „entlehnten“ Konzepte sind unabhängig voneinander entstanden, die zur Aufklärung eines Problems herangezogen werden, das in deren Rahmen nicht schon vorgesehen sein konnte. Deshalb kann es zwischen ihnen keine Ordnungs- bzw. Präferenzrelationen geben, was die Möglichkeit ausschließt, dass ihnen für die Anomalienaufklärung schon ein bestimmter Platz zugewiesen ist, der ihr Verhältnis zueinander regelte. Und so können die verschiedenen Konzepte nur gegeneinander geltend gemacht werden. In der Verschiedenheit dessen, wonach Mitglieder einer wissenschaftlichen Gemeinschaft die neuen Phänomene aufzuklären trachten, ist die Entfal-

52 Mittelstraß, J., Die Stunde der Interdisziplinarität? – In: Interdisziplinarität. Praxis – Herausforderung – Ideologie. A. a. O., S. 152 – 158, S.154.

53 Hetzel stellt zwei Konzepte vor, mit denen kulturelle und sprachliche Neuerungen theoretisch begründet werden sollen, zum einen die „Kontinuitätstheorie des Neuen“, wonach Innovationen Umwertungen von etwas schon Bestehendem einschließen. Es würden Elemente aus ihrem angestammten Kontext herausgelöst und in einen anderen Kontext versetzt, wo sie in einer neuen Weise sichtbar würden. So bestehe ein Übergang zwischen „Altem“ und „Neuem“. „Diskontinuitätstheorie des Neuen“ nennt Hetzel jenen Ansatz, wonach sich Innovationen als Einbruch eines radikal Neuen darbieten. „Sie binden sich in diesem Fall an eine vorbildlose Produktivität, die mit einer unüberbrückbaren Kluft zwischen ‚Alt’ und ‚Neu’ einhergeht.“ Gemäß diesem Ansatz könne man „Alt“ und „Neu“ nicht miteinander vergleichen. Hetzel meint nun, dass zum Verständnis von Innovationen beide Ansätze relevant seien, und er plädiert dafür, sie miteinander zu verbinden. Hetzel, A., Metapher und Einbildungskraft. Zur Darstellbarkeit des Neuen. – In: Dialektik. Zeitschrift für Kulturphilosophie (Hamburg). (2006)1, S. 77 – 91, S. 78. Im Falle wissenschaftlicher Neuerungen lässt sich vielleicht sagen, dass sich mit den Rückgriffen auf Konzepte, die außerhalb jenes Gebietes entstanden sind, wo sich Anomalien gezeigt haben, ein Übergang zwischen „Altem“ und „Neuem“ zeigt. Die entlehnten Konzepte werden aber zur Deutung von Anomalien verwendet, worin die diskontinuitätstheoretisch fassbare Seite von Neuerungsprozessen zum Ausdruck kommt.

tung wissenschaftlicher Kontroversen angelegt, die die herkömmlichen Strukturen des Forscherverkehrs auflöst. [54]

So entstehen Beziehungen quer zu den bestehenden Wissensgebieten, die sich von keinem dieser Gebiete einheitlich steuern lassen: Die verschiedenen Fächern angehörenden Akteure stellen einen reflexiven Bezug auf das her, was in anderen Forschungskulturen vor sich geht. Sie präsentieren Wissensbestände fremder Disziplinen als Referenzaspekte der Faktenproduktion, sie machen bei der Bewertung und Begründung dessen, was sie an Sachverhalten berichten, Sichtweisen und Standpunkte außerhalb ihres eigenen Faches geltend. Und sie suchen schließlich den Kontakt mit anderen Personen fremder Disziplinen, dies in der Erwartung, dass sich ihre Forschungsergebnisse im Bezugssystem dieser Adressaten bewerten und rekonstruieren lassen.

5. Zum Zusammenhang zwischen dem Werdegang neuen wissenschaftlichen Wissens und Stufen der Organisationsentwicklung

Weil die Forschungsprobleme, mit denen sich die – verschiedenen Institutionen und Fachgebieten zugehörigen – Akteure auseinandersetzen, nicht von vornherein zueinander in einem systematischen Zusammenhang stehen, können sich Beziehungen zwischen den Problemen zunächst nur über Interaktionen von Personen ergeben, die auf jenen Gebieten tätig sind, über ein Netzwerk von interpersonellen Beziehungen, in denen der Zusammenhang zwischen den verschiedenen Wissensbereichen über die Reziprozität der je besonderen Akteursperspektiven angebahnt wird. Wenn es einem Forscher nicht gelingt, Akteure von anderen Gebieten zu mobilisieren und ein zuverlässiges Netzwerk von Beziehungen zu ihnen herzustellen, dann ist er am Neuerungsprozess auch gar nicht beteiligt. Die weitere Entwicklung zeigt sich im Wandel der Formen der Regulation der interpersonellen Beziehungen, von vorwiegend informellen, autoregulativ funktionierenden zu formellen, nach externen Interaktionsvoraussetzungen regulierten Bezie-

54 Siehe Lüdtke, K., Interdisziplinarität und Wissensentwicklung. Wie Phänomene in interdisziplinärer Kommunikation wissenschaftlich bedeutsam werden. – In: Journal for General Philosophy of Science (Dordrecht). 26(1995), S. 93 – 117. Derselbe, Wissenschaftsentwicklung und der Wandel disziplinärer Strukturen. – In: Ethik und Sozialwissenschaften. Streitforum für Erwägungsliteratur (Opladen). 8(1997)4, S. 562 – 564. Mit der Entlehnung von Konzepten anderer Fachgebiete wird die Entfaltung interdisziplinären Verkehrs eingeleitet. In Anlehnung an Luhmann kann man hier von „okkaqsioneller Interddisziplinarität“ sprechen. „Von der Einzeldisziplin her gesehen haben solche Anstöße den Charakter des Zufalls.“ Luhmann, N., Die Wissenschaft der Gesellsschaft. A. a. O., S. 457.

hungen. Darin eingeschlossen ist also die Entwicklung der Form der Organisation, worin wissenschaftliches Forschen vonstatten geht.

Für das Niveau, das die Entwicklung eines neuartigen Wissens (eines neuen *Paradigmas*) bzw. das die Herausbildung der Bedeutungen neuer wissenschaftlicher Tatsachen erreicht hat, muss es ja – wenn es wirklich die Interaktionen sind, in denen das konstituiert wird, was die Fakten den Forschern bedeuten – von Gewicht sein, ob sich das Interaktionsgeschehen noch in einem schwach geordneten, autoregulativ funktionierenden Netz von Disziplingrenzen überschreitenden Partnerschaften, ob es sich in so genannten *invisible colleges* [55], in Clustern, die sich im Umkreis von Prestigepersonen oder Mentoren gebildet haben[56], vollzieht oder ob die Entwicklung der Verhältnisse des Forscherverkehrs bereits zu einer zentral regulierten, arbeitsteilig gegliederten Gemeinschaft geführt hat, in der sich die Akteure zu einem produktiven Gesamtkörper vereint haben.

Im erstgenannten Falle führt das, was ein Akteur an Interaktionserfahrungen gewinnt, lediglich zu einer Menge schwach geordneter Versionen dessen, was die von ihm in seinen Forschungsergebnissen präsentierten Fakten wissenschaftlich bedeuten könnten, Versionen, von denen es so viele gibt, wie er Interaktionspartner hat. Die Bedeutung dessen, was ein Forscher in die Beziehungen einbringt, finden in der Stellungnahme jedes seiner Partner einen je besonderen, unverwechselbaren Ausdruck, einen Ausdruck, der sich nicht von dem persönlichen

55 Siehe Crane, D., Invisible Colleges: Diffusion of Knowledge in Scientific Communities. – In: Technology and Culture (Baltimore/ Ma.). 15(1974)1, S. 139 —142.

56 Siehe Lüdtke, K., Die Entwicklung wissenschaftlichen Wissens in interdisziplinären Diskursen. A .a. O., S. 85 – 88. Heinze und Bauer suchten am Beispiel der Nanotechnologie Antworten auf die Frage, inwiefern sich besonders innovative Wissenschaftler durch eine *Vermittlerrolle* in einem wissenschaftlichen Netzwerk auszeichnen. Sie stießen darauf, dass nicht die Menge der Veröffentlichungen ausschlaggebend ist, sondern das Vermögen, wirkungsvoll mit Kollegen zu kommunizieren, und zwar im Hinblick auf einen mehrere wissenschaftliche Disziplinen umfassenden Bereich. Heinze, T. / Bauer, G., Characterizing Creative Scientists in Nano-S&T: Productivity, Multidisciplinarity, and Network Brokerage in a Longitudinal Perspective. – In: Scientometrics (Dordrecht/ Holl.). 70(2007)3, S. 811 – 830. Hinweis von Gross, Chr. / Jungbauer-Gans, M., Erfolg durch Leistung: Ein Forschungsüberblick zum Thema Wissenschaftskarrieren. – In: Soziale Welt. Zeitschrift für sozialwissenschaftliche Forschung und Praxis (Göttingen). 58(2007)4, S. 453 – 471, S. 458. Von Interesse sind in diesem Zusammenhang auch Angaben, das Personen, die maßgebende Positionen auf wirtschaftspolitischem Gebiet bekleiden und die Mitglied in mehreren Organisationen („interorganisational leaders“) sind, ein höheres Maß an politischem Einfluss haben. Dies geht mit der Ausbildung eines Ressourcennetzwerkes einher, das Personen mit prominenten Stellungen in nur einer einzigen Organisation nicht in demselben Maße zur Verfügung steht. Siehe Perrucci, R. / Pilisuk, M., Leaders and Ruling Elites: The Interorganizational Bases of Community Power. – In: American Sociological Review (Columbus/Oh.). 35(1970)6, S. 1040 – 1057.

Gehalt der Beziehungen trennen lässt, solcher Beziehungen, deren Zustandekommen sich nicht allein Neigungen zur Aufdeckung „objektiver Wahrheiten“, sondern auch der Berücksichtigung privater Interessen und Neigungen (etwa Statusbedürfnisse, Karrierewünsche und anderes mehr) der Partner verdankt.

Ein weiterer Entwicklungsschritt auf dem Wege zu einem allgemein akzeptierten Wissens hin wird gegangen, wenn *Wissenschaftlerautoritäten* auf der Bildfläche erscheinen, die ein potentiell allgemeines Wissen *verkörpern*, zu dessen Aneignung direkte Kontakte zu den Trägern dieses Wissens vonnöten sind. Für ihr Wirken ist die Herausbildung schon engmaschiger sozialer Netzwerke kennzeichnend, die Entwicklung besonders dichter Beziehungsmuster, weil sich für deren Partner auf Grund der gemeinsamen Bekanntschaft mit denselben Gelegenheiten ergeben, auch untereinander Beziehungen herzustellen, wobei das, was sie in die Interaktionen an Wissen und Erfahrungen einbringen, im Lichte der Sichtweisen und Überzeugungen der Autoritäten bewertet und dargeboten wird.

Auch in dem Falle, dass sich bereits ein dichtes Netzwerk um wissenschaftliche Autoritäten gebildet hat, bleiben die Erfahrungen noch gebunden an Beziehungen persönlichen Charakters: In einer Gemeinschaft in der Art eines invisible college weist die Kommunikation wohl eine höhere Dichte auf als nach außen zu benachbarten Gruppen[57], aber auch hier geht es um persönliche Beziehungen, Beziehungen im Sinne der Abhängigkeit von namhaften Wissenschaftlern. Der Bestand eines solchen Netzwerkes ist von der Gegenwart solcher Persönlichkeiten abhängig, es wird über die orientierende Wirkung von Autoritäten reproduziert und kann folglich noch nicht den Charakter eines formellen Zusammenschlusses aufweisen. Die kooperativen Prozesse müssen ja auf dieser Entwicklungsstufe noch über Interventionen seitens der führenden Wissenschaftler, über Instruktionen am praktischen Beispiel für ein lernendes Beobachten sichergestellt werden. Erst wenn sich mit weiterer Vergrößerung von Gruppierungen der Zusammen-

57 Es entstehen im Umkreis der Autoritäten im wachsenden Umfange Querverbindungen, Beziehungen in Trennung von denselben. „Personen, denen ein hohes Prestige zugeschrieben wird, verfügen über ein asymmetrisches Verhältnis eingehender und ausgehender Beziehungen: sie werden häufiger durch Dritte gewählt als sie selbst Beziehungsofferten an andere richten.“, wie Blümel ausführt. Blümel, C., Institutionelle Muster der Wissensproduktion in den optischen Technologien. Feldtheoretische Perspektiven zur Interpretation von Netzwerkstrukturen. – In: HTML-Version der Datei http://www.soz.uni-frankfurt.de/Netzwerktagung/Bluemel.pdf, S. 1 – 16, S. 9. Haben die Individuen, zu denen eine wissenschaftliche Prestigeperson Beziehungen pflegt, auch untereinander Kontakt, entsteht aus einem anfangs eher radialen Netz ein dichtes Beziehungsgeflecht („Cluster“). Auf Grund dieser strukturellen Gegebenheiten müssen die Forscher in ihrem Verhältnis untereinander ihre individuellen Beiträge *einheitlich* im Lichte des Wissens der Autoritätsperson betrachten, ohne dass noch subjektive Eigenheiten derselben darauf Einfluss hätten.

halt nicht mehr allein über persönliche Kontakte gewährleisten lässt, kommt es zu einer Objektivierung des in der Zusammenarbeit gewonnenen Wissens, wofür formale Organisationen die angemessene Form sind. In einem formal organisierten Beziehungsgeflecht werden spezifische Erwartungen an dessen Mitglieder von den sonstigen persönlichen Bedürfnissen und Interessen derselben unterschieden. Hier lassen sich Individuen als austauschbare Rollenträger betrachten, die sich den formalen Regeln der Organisation unterordnen müssen.[58] In der Phase, in der sich ein allgemeines Wissen herauskristallisiert hat, sind auch in der Entwicklung alle Voraussetzungen dafür entstanden: Partnerhandlungen und deren Wirkungen sind eher voraussehbar und reproduzierbar, weil gegründet auf ein gemeinhin akzeptiertes Wissen. Es ist zu einer systematischen Abspaltung der Geltung des Konsensus von der Genese der Übereinstimmung gekommen.[59] Dass die Akteure nunmehr das gleiche Wissen teilen, wird mit der Natur der zu bearbeitenden Probleme erklärt, das heißt, ein objektiver Problemdruck gilt allen Akteuren als wesentliches Erklärungsmuster der neuen Einigkeit. Es schaut dann so aus, als ginge von den Forschungsgegenständen als solchen schon eine Koordinationswirkung auf die Austauschprozesse aus. Sie stellen sich nun als Vorgänge dar, die nach Maßgabe von Standards, textsprachlich explizierten Regeln des empirischen Arbeitens und des Deutens von Resultaten, nach Maßgabe festgelegter Parameter zu untersuchender Substanzen reguliert werden. Rückwirkend wird folglich das, was nunmehr gilt – in Anlehnung an Rehberg formuliert –, „von den Entstehungszusammenhängen und ursprünglichen Veranlassungen (abgehoben)… dem Vergangenen… wird die Kontingenz genommen“, so dass die hergestellte Ordnung als eine „Verkettung von Notwendigkeiten“ erscheint.[60]

Die Entwicklung neuen Wissens und der Bedeutungen von Fakten setzt also nicht an irgendeinem beliebigen Punkt der Entwicklung der sozialen Strukturen im Forscherverkehr an. Die Wirklichkeitskonzepte der Forscher sind abhängig davon, ob die Akteure in assoziative oder in autoritär regulierte soziale Gebilde

58 Siehe Luhmann, N., Organisation und Entscheidung. Opladen: Westdeutscher Verlag 2000. S. 101.

59 Siehe Dyk, S., Die Ordnung des Konsenses. Das niederländische „Poldermodell“ revisited. A. a. O., S. 225.

60 Rehberg, C.-S., Institutionen als symbolische Ordnungen. Leitfragen und Grundkategorien zur Theorie und Analyse institutioneller Mechanismen. A. a. O., S. 40. Der Autor vertritt den Standpunkt, dass das „Vergessen-Machen“ der Genese strukturell in Prozessen der Institutionalisierung angelegt sei, denn es gehe bei der „institutionellen Produktion und Fixierung der Transzendierungsleistungen um faktische und normative Geltungsbehauptungen…, die das je Gelten-Sollende von den Entstehungszusammenhängen und ursprünglichen Veranlassungen abheben.“ Ebenda, S. 64.

oder in festgefügte Institutionen eingegliedert sind, in denen sie dann nach Maßgabe kanonisierten Wissens und technischer Standards miteinander umgehen.

Michael Heinz, Oliver Mitesser,
Jochen Gläser & Frank Havemann

Ist die Vielfalt der Forschung in Gefahr? Methodische Ansätze für die bibliometrische Messung thematischer Diversität von Fachbibliographien

1. Einführung

Die Frage der Forschungsvielfalt scheint ins Zentrum der Debatte zur Forschungspolitik zu rücken. Neuere Instrumente der Governance von Wissenschaft binden die Grundfinanzierung und damit die Existenz von Forschungseinheiten an deren Erfolg in der Leistungsbewertung. Diese Versuche, Forschungsfinanzierung selektiver zu gestalten, reduzieren die Zahl der geförderten Einheiten, wodurch tendenziell auch die Vielfalt der Forschungsansätze verringert wird.[1] Subtiler ist die Gefahr, die der Forschungsdiversität durch angepasstes Verhalten von Wissenschaftlern erwächst. Wann immer Forschungspolitik wissenschaftliche Fehlschläge unmittelbar bestraft, zum Beispiel durch Mittelreduzierung, werden Forscher gedrängt, sich sichere Projekte vorzunehmen, d. h. solche, die von den Fachgemeinschaften gebilligt werden und hohe Erfolgsaussichten haben. Sichere Projekte folgen dem Mainstream des Fachgebietes und nutzen erprobte Methoden. Forschung abseits des Mainstreams wird so immer seltener, was die Vielfalt der Problemstellungen und Forschunsgstrategien in einem Feld beeinträchtigt.[2]

1 Adams, J. / Smith, D., Funding research diversity. – In: A report from Evidence Ltd to Universities UK 1(2003)84036, S. 102.

2 Harley, S. / Lee, F. S., Research selectivity, managerialism, and the academic labor process: The future of nonmainstream economics in UK universities. – In: Human Relations 50(1997), S. 1427 – 1460.
Whitley, R., Evaluation without Evaluators: The Consequences of Establishing Research Evaluation Systems for Knowledge Production in Different Countries and Scientific Fields. – In: The Changing Governance of the Sciences: The Advent of Research Evaluation Systems. Ed. by R. Whitley und J. Gläser, Dordrecht: Springer 2007. S. 3 – 27.

Diesen plausiblen Argumenten für die so genannte Homogenisierungshypothese (homogenisation hypothesis) fehlt bisher jedoch die empirische Bestätigung. Während auf der Mikroebene die Mechanismen identifiziert werden konnten, welche Forscher zum Maistream streben lassen,[3] ist es bisher nicht überzeugend gelungen, Forschungsvielfalt auf höheren Aggregationsebenen zu messen. Wissenschaftspolitik und Wissenschaftsforschung sind deshalb bis heute auf die Meinungen von Wissenschaftlern angewiesen, die jedoch keine verlässliche Evidenz liefern. Nonkonformistische Ansätze können von der Mehrheit einer Fachgemeinschaft als schlechte Wissenschaft wahrgenommen werden. Umgekehrt können Forscher die geringe Anerkennung ihrer Ergebnisse auf deren Spezifizität zurückführen, um ihre mangelnde Qualität (vor sich selbst und anderen) zu verschleiern. Um die Homogenisierungsshypothese zu testen, müssen Verfahren verwendet werden, die unabhängig davon sind, wie Wissenschaftler das Problem wahrnehmen.[4]

Bibliometrische Verfahren bieten sich für die Konstruktion objektiver Maße von Forschungsvielfalt an, weil sie Indikatoren für Forschungsinhalte nutzen, die unabhängig von den Ansichten der Wissenschaftler über diese Forschungsinhalte sind. Das Diversitätskonzept wurde bisher in der Wissenschaftsforschung selten verwendet und noch nicht befriedigend operationalisiert. Nach unserem Wissen hat zuerst Hariolf Grupp (1990) einen bibliometrischen Ansatz zu Messung der Forschungsvielfalt vorgeschlagen.[5] Er ermittelte unter anderen die Diversität der Innovationsstrategien einiger Länder und Firmen anhand von Patentzahlen nach Patentklassen.

Mit dem Ziel, Interdisziplinarität bibliometrisch messbar zu machen, wurde sie von Bordons et al. (2004) sowie von Rafols & Meyer (2007) auf thematische Diversität zurückgeführt.[6] Eine generelle Diskussion der Anwendung von Diversitätsmaßen in der Wissenschaftsforschung hat Stirling 2007 vorgelegt.[7] Kürzlich

3 Gläser, J. / Laudel, G., Evaluation without Evaluators: The impact of funding formulae on Australian University Research. – In: The Changing Governance of the Sciences: The Advent of Research Evaluation Systems. Ed. by R. Whitley u. J. Gläser. Dordrecht: Springer 2007. S. 127 – 151.
Gläser, J. / Lange, S. / Laudel, G. / Schimank, U., Evaluationsbasierte Forschungsfinanzierung und ihre Folgen. – In: Wissen für Entscheidungsprozesse. Hrsg. v. F. Neidhardt, R. Mayntz, P. Weingart u. U. Wengenroth. Bielefeld: transcript 2008. S. 145 – 170.

4 vgl. den Vortrag von Uwe Schimank zur „*Typologie institutioneller Handlungsbedingungen von Wissenschaftlern – Institutionelle Governance-Strukturen und ihre Auswirkungen auf die Forschung an Hochschulen*" auf der Tagung der Gesellschaft für Wissenschaftsforschung am 24. und 25. März 2006 in Berlin zum Thema „*Wissenschaft und Technik in theoretischer Reflexion*".

5 Grupp, H., The concept of entropy in scientometrics and innovation research. – In: *Scientometrics* 18(1990), 3 – 4, S. 219 – 239.

haben Rafols & Meyer uns einen noch unveröffentlichten Aufsatz zum Thema zugänglich gemacht.[8]

2. Diversitätsmaße

Sind in einem Waldstück *W* mehr Baumarten vertreten als in einem Vergleichsgebiet *W**, so neigt man dazu, den Baumbstand in *W* als vielfältiger zu bezeichnen. Wenn aber der Bestand im Gebiet *W* von Kiefern dominiert wird und alle anderen Baumarten nur mit vereinzelten Exemplaren vertreten sind, kann *W** trotz geringerer Artenzahl einen vielfältigeren Eindruck machen als *W*. Es kommt also nicht nur auf die Artenzahl an, sondern auch darauf, wie gleichmäßig die Individuen auf die Arten verteilt sind, was als evenness oder auch als die Balance der Verteilung bezeichnet werden kann.[9] Ein Diversitätsmaß, das Artenzahl und Balance berücksichtigt, ist der mittlere Informationsgehalt der Aussage, ein Individuum im Biotop gehöre einer bestimmten Art an. Sie ergibt sich aus den relativen Häufigkeiten der Arten im Biotop nach der bekannten Boltzmannschen Formel für die Entropie und wird auch als Shannon-Index bezeichnet.[10] Ein weiteres Maß für die Diversität, welches Balance und Artenzahl berücksichtigt, ist die Wahrscheinlichkeit, dass zwei zufällig ausgewählte Individuen verschiedenen Arten angehören. Dieses Maß geht auf Simpson (1949) zurück und wird auch als Simpson-Index bezeichnet.[11]

6 Bordons, M. / Morillo, F. / Gomez, I., Analysis of cross-disciplinary research through bibliometric tools. – In: Handbook of quantitative science and technology research. Ed. by H. F. Moed, W. Glänzel, u. U. Schmoch, Chapter 21, S. 437–456. Dordrecht: Kluwer 2004; Rafols, I. / Meyer, M., Diversity measures and network centralities as indicators of interdisciplinarity: case studies in bionanoscience. – In: Proceedings of ISSI 2007. Volume 2. Ed by D. Torres-Salinas and H. F. Moed. Madrid 2007. S. 631 – 637.

7 Stirling, A., A general framework for analysing diversity in science, technology and society. – In: Journal of The Royal Society Interface. 4 (2007), 15, S. 707 – 719.

8 Rafols, I. / Meyer, M., Diversity and network coherence as indicators of interdisciplinarity: Case studies in bionanoscience. Preprint 2008.;http://www.sussex.ac.uk/spru/documents/rafols-meyer-diversity2008.pdf.

9 Vgl. Stirling, A., 2007, a.a.O.

10 Mathematische Einzelheiten können unserem online frei verfügbaren Konferenzbeitrag vom Juli 2008 entnommen werden: Mitesser, O. / Heinz, M. / Havemann, F. / Gläser, J., Measuring Diversity of Research by Extracting Latent Themes from Bipartite Networks of Papers and References. – In: Proceedings of WIS 2008: Fourth International Conference on Webometrics, Informetrics and Scientometrics Ninth COLLNET Meeting, Berlin. Ed. by H. Kretschmer and F. Havemann. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2008. http://www.collnet.de/Berlin-2008/MitesserWIS2008mdr.pdf.

11 Simpson, E., Measurement of diversity. – In: Nature. 163(1949)4148, S. 688.

Ein weiterer Aspekt von Vielfalt betrifft die Unterschiedlichkeit der Arten (disparity). Wenn im Waldstück W nur Nadelbäume wachsen, W^* aber ein Mischwald ist, dann wird W^* auch bei gleicher Artenzahl und Balance als vielfältiger empfunden werden. Wir gehen damit von der binären Relation mit den Werten gleich und ungleich über zu einer graduellen Unterschiedlichkeit.[12] Der Rao-Index der Diversität misst entsprechend die mittlere Disparität eines zufälligen Paares.[13]

Die Disparität D mit Werten zwischen 0 und 1 kann durch eine Distanz d ersetzt werden, für die auch Werte $d > 1$ auftreten. Dann misst man Diversität durch eine mittlere (taxonomisch oder genetisch definierte) Entfernung zwischen den Individuen des Biotops. Wenn nur eine Art betrachtet wird, kann ihre genetische Diversität durch die mittlere genetische Entfernung zwischen ihren Individuen gemessen werden, welche i. a. alle genetisch verschieden sind.

3. Kozitationsanalyse

Eine oft erprobte Methode, die thematische Struktur wissenschaftlicher Zeitschriftenliteratur sichtbar zu machen, ist die auf Irina Marshakova (1973) und auf Henry Small (1973) zurückgehende Kozitationsanalyse.[14] In einem Zeitschriften-Jahrgang oft zitierte Quellen dienen dabei als Symbole für Standardkonzepte. Werden sie auch oft kozitiert, zeigt das ihre thematische Nähe an. Mit dem Salton-Index der Kozitierung als Ähnlickeitsmaß wurden dann von Small und Sweeney (1985) mittels *single-linkage clustering* Kozitationscluster hochzitierter Referenzen gebildet.[15] Dabei können die minimalen Werte von Zitierung und Kozitierung (*thresholds*) variiert werden. Diese Cluster werden dann auf den Jahrgang der zitierenden Aufsätze reprojiziert, indem die jeweils ein Cluster zitierenden Arbeiten als eine Forschungsfront angesehen werden..

12 Shimatani, K., On the measurement of species diversity incorporating species differences. – In: Oikos. 93(2001)1, S. 135 – 147.

13 Ricotta, C. / Szeidl, L., Towards a unifying approach to diversity measures: bridging the gap between the Shannon entropy and Rao's quadratic index. – In: Theoretical Population Biology. 70(2006)3, S. 237 – 243.

14 Marshakova, I., System of document connections based on references. – In: Nauchno-Tekhnicheskaya Informatsiya Seriya 2 – Informatsionnye Protsessy i Sistemy. 6(1973), S. 3 – 8. (in Russisch); Small, H., Co-citation in the Scientific Literature: A New Measure of the Relationship Between Two Documents. – In: Journal of the American Society for Information Science. 24(1973), S. 265 – 2 69.

15 Small, H. / Sweeney, E., Clustering the Science Citation index using cocitations. – In: Scientometrics. 7(1985)3, S. 391 – 409.

Ein Versuch, die Größen von Kozitationsclustern und von Forschungsfronten in einem Fachgebiet als Ausgangsgrößen für das Entropiemaß der Forschungsvielfalt zu verwenden, zeigte aber sofort, dass diese dafür wenig geeignet sind.[16] Da es bei der Messung der Forschungsvielfalt nicht nur um deutlich sichtbare Frontgebiete der Forschung gehen kann, sondern auch um die vielen kleinen, wenig sichtbaren Themen – die gerade die Vielfalt ausmachen –, war es notwendig den Zitationsschwellwert auf ein Minimum herabzusetzen. Dadurch kam aber eine negative Eigenschaft des *single-linkage clustering* zur Wirkung: das *chaining*. Darunter versteht man, dass langgezogene Kozitationscluster entstehen, deren Enden thematisch wenig miteinander zu tun haben. Ab einem bestimmten Schwellwert für den Salton-Index der Kozitation werden dadurch fast alle zitierten Quellen in einem großen Cluster versammelt.

Dieses negative Ergebnis machte deutlich, dass offenbar die Klassifizierung der Literatur eines Fachgebiets nach disjunkten Themen – als Analogon zu den disjunkten Arten in einem Biotop – auf Schwierigkeiten stößt. Auch wenn durch eine andere Clustermethode der *chaining*-Effekt möglicherweise vermeidbar ist – es bleibt die Schwierigkeit, dass eine Arbeit genau einem thematischen Cluster zugordnet werden muss. Das ist eine nicht zu rechtfertigende Einschränkung.[17]

4. Bibliographische Kopplung

Weil es schwierig ist, jede Zeitschriftenpublikation genau einem thematischen Cluster zuzuordnen, liegt es nahe, vom Analogon der biologischen Artenvielfalt zu dem der genetischen Vielfalt innerhalb einer Art überzugehen.[18] Bei Populationen einer Art können keine scharf definierten Teilmengen gebildet werden. Die Diversität wird hier genetisch gemessen. Durch die Bestimmung der genetischen Ähnlichkeit kann man ein Abstandsmaß gewinnen und benutzt dann den mittleren Abstand als Maß für die genetische Diversität der Population. Die genetische Information eines Individuums verweist auf dessen Vorfahren. In der wissenschaftlichen Literatur sind einige der unmittelbaren geistigen Vorfahren eines Werkes in der Liste der zitierten Quellen aufgeführt. Diese bibliographische In-

16 Schmidt, M. / Gläser, J. / Havemann, F. / Heinz, M., A Methodological Study for Measuring the Diversity of Science. – In: International Workshop on Webometrics, Informetrics and Scientometrics & Seventh COLLNET Meeting, 10–12 May, Nancy. S. 129 – 137. SRDI – INIST-CNRS 2006.

17 Gläser, J., Wissenschaftliche Produktionsgemeinschaften: Die Soziale Ordnung der Forschung. Frankfurt am Main: Campus 2006. Vgl. insbesondere S. 137–139 und 160–162.

18 Havemann, F. / Heinz, M. / Schmidt, M. / Gläser, J., Measuring Diversity of Research in Bibliographic-Coupling Networks. – In: Proceedings of ISSI 2007. Volume 2. Ed. by D. Torres-Salinas and H. F. Moed. Madrid 2007. S. 860 – 861. Poster abstract.

formation ist allerdings weitaus unvollständiger als die genetische: keinesfalls ist aus ihr der gesamte geistige Stammbaum ablesbar.[19] Dazu müsste man rekursiv im Zitationsgraphen alle Vorfahren ermitteln, d. h. auch die Quellen der Quellen in die Analyse einbeziehen bis zu den geistigen Stammmüttern oder -vätern.

Vor einem solchen Unterfangen schreckten wir wegen des Aufwandes zurück und versuchten, allein mit den unmittelbaren Vorfahren ein Abstandsmaß zwischen Artikeln zu konstruieren, welches sich zur Messung thematischer Vielfalt eignet. Dies bedeutet, Artikel als fachlich nah anzusehen, wenn sie viele zitierte Quellen gemeinsam haben oder, mit anderen Worten, wenn sie stark bibliographisch gekoppelt sind. Das zur Kozitationsmethode komplementäre Konzept der bibliographischen Kopplung wurde von Kessler 1963 eingeführt.[20] Die Zahl gleicher zitierter Quellen kann für die Berechnung eines relativen Maßes der Kopplungsstärke, wie dem Salton- oder dem Jaccard-Index, benutzt werden.

Das Netzwerk bibliographisch gekoppelter Artikel eines Jahrgangs in einem Fachgebiet weist jedoch wegen der Unvollständigkeit der bibliographischen Information eine sehr geringe Netzwerkdichte auf: nur wenige der $n(n-1)/2$ möglichen Kopplungen zwischen n Artikeln sind realisiert (< 1 Prozent). Eine auf dieser Basis berechnete mittlere Entfernung kann deshalb kein sinnvoller Indikator für die Forschungsdiversität sein.

Andererseits sind fast alle Artikel eines Jahrgangs in der Hauptkomponente des Netzwerks versammelt (> 90 Prozent), d. h. sie hängen wenigstens indirekt zusammen. Diesen Befund kann man sich zunutze machen und die Länge des kürzesten Pfades zwischen zwei Artikeln in der Hauptkomponente als Entfernung zwischen ihnen definieren. Dieses Vorgehen ist ganz ähnlich dem von Botafogo *et al.* (1992) und von Egghe & Rousseau (2003), die ein Maß für die Kompaktheit von Netzwerken aus mittleren Längen kürzester Pfade ableiten.[21]

Wir haben für die elf Jahrgänge 1995–2005 von 13 elektrochemischen Zeitschriften[22] jeweils die Länge aller kürzesten Pfade in der Hauptkomponente berechnet. Die Entfernung zwischen zwei direkt bibliographisch gekoppelten Artikeln i und j haben wir als $d_{ij} = -\log(J_{ij})$ angesetzt, wo $J_{ij} < 1$ den Jaccard-Index der bibliographischen Kopplung bezeichnet, welcher als Verhältnis der Länge

19 Referenzen auf Quellen, die auch nicht unbedingt geistige Vorfahren sein müssen, werden oft mit einer gewissen Beliebigkeit hinzugefügt oder weggelassen. Dennoch ist die Methode der bibliographischen Kopplung, wie auch die Kozitationsmethode, geeignet, Beziehungen zwischen Artikeln zu ermitteln, wenn es um statistische Aussagen und um große Zahlen geht, um große Zahlen von Artikeln oder um große Zahlen von Zitationen eines Artikels.

20 Kessler, M. M., Bibliographic coupling between scientific papers. – In: American Documentation. 14(1963), S. 10 – 25.

von Durchschnitt und von Vereinigung der Referenzenlisten der beiden Artikel definiert ist.

Die mittlere Entfernung schwankt für die Doppeljahrgänge 1995/1996 bis 2000/2001 um den Wert 12,6, um danach mit einem deutlichen Trend bis 2004/2005 auf 11,9 abzusinken.[23] Wir fragten dann, ob diese Tendenz nicht auf andere Ursachen, als auf eine sinkende Forschungsvielfalt, zurückgeführt werden könnte. Tatsächlich bewegt sich entgegengesetzt zur mittleren Entfernung in der Hauptkomponente das (geometrische) Mittel der Länge der Referenzenlisten der Artikel ab 2000/2001 von 18,6 nach oben auf 21,7.[24]

Mehr Referenzen pro Artikel führen zu mehr Links im Netzwerk. Damit verkürzen sich viele kürzeste Pfade zwischen Artikeln, weil sie jetzt über Abkürzungen (short cuts) laufen können.

Um zu prüfen, ob die Abnahme der mittleren Distanz völlig durch die Zunahme der Kantenzahl erklärt werden kann, konstruierten wir aus unseren empirischen Netzwerken Modellgraphen, indem wir auf zufällige Weise zitierte Quellen in den Referenzenlisten löschten, bis die mittlere Referenzenzahl in allen Doppeljahrgängen gleich war. Um eine Zeitreihe vergleichbarer mittlerer Entfernungen zu erhalten, haben wir weiterhin aus allen Jahrgängen jeweils gleich große Zufallsstichproben von Artikeln gezogen, denn die Artikelzahl nimmt zum Ende der untersuchten Zeitspanne ebenfalls rapide zu, was zu größeren mittleren Entfernungen führen kann, aber auch zu kleineren (wenn dadurch mehr Verbindungen im Netzwerk entstehen). Um zu sehen, wie stark die Ergebnisse jeweils von der zufälligen Stichprobe abhängen, haben wir jedem Doppeljahrgang fünf Stichproben entnommen.

Tatsächlich verschwand durch diese Prozedur die fallende Tendenz für die mittlere Entfernung vollkommen. Beim Messen von Diversität sind zufällige Stichproben von Individuen zulässig, aber zufälliges Streichen von Referenzen

21 Botafogo, R. / Rivlin, E. / Shneiderman, B., Structural analysis of hypertexts: identifying hierarchies and useful metrics. – In: ACM Transactions on Information Systems (TOIS) 10(1992) 2, S. 142–180; Egghe, L. / Rousseau, R., BRS compactness in networks: Theoretical considerations related to cohesion in citation graphs, collaboration networks and the internet. – In: Mathematical and Computer Modelling. 37(2003)7–8, S. 879 – 899; Rafols, I. / Meyer, M., Diversity measures and network centralities as indicators of interdisciplinarity: case studies in bionanoscience. – In: Proceedings of ISSI 2007.Volume 2. Ed. by D. Torres-Salinas and H. F. Moed. Madrid 2007. S. 631–637.

22 Wir benutzten den gleiche Satz von Zeitschriften wie Schmidt *et al.* (2006, a.a.O.) und verwendeten alle *records* vom Dokumenttyp *Article* und *Letter* aus dem *Web of Science* (WoS).

23 vgl. Fußnote 10 und http://www.collnet.de/Berlin-2008/MitesserWIS2008mdr.pdf

24 Weil die Verteilung der Länge der Referenzenlisten schief ist, benutzen wir das geometrische und nicht das arithmetische Mittel als Maßzahl der zentralen Tendenz (vgl. vorige Fußnote).

macht die Stichproben zu konstruierten Modellen, von denen nicht sicher auf die empirischen Gegebenheiten rückgeschlossen werden kann.

Der Ansatz, Forschungsvielfalt als mittlere kürzeste Distanz in einem Netzwerk bibliographisch gekoppelter Zeitschriftenaufsätze zu bestimmen, scheitert also daran, dass dieser Indikator zu sensibel auf Änderungen im Zitationsverhalten reagiert, welche nichts mit Änderungen der Diversität zu tun haben.

5. Extraktion latenter Themen

Artikel eines Jahrgangs können zusammen mit den in ihren Referenzenlisten auftretenden Quellen als ein bipartites Netzwerk aufgefasst werden, in dem nur Links von Artikeln zu den von ihnen zitierten Quellen vorhanden sind. Wir ignorieren dabei den Umstand, dass Artikel auch schon in ihrem Publikationsjahr zitiert werden können und damit auch zu den Quellen gehören.

Bei der Kozitationsanalyse werden Quellen nach ihrem Auftreten in den Referenzenlisten der Artikel zusammengfasst, bibliographische Kopplung von Artikeln wird über ihre gemeinsam zitierten Quellen vermittelt. In diesem Sinne sind beide Methoden komplementär zueinander. Eine Methode zur Bestimmung zusammenhängender Knoten, die beide Ebenen eines bipartiten Netzwerks symmetrisch behandelt und damit in unserem Fall Kozitation und bibliographische Kopplung gleichermaßen einschließt, beruht auf der Singulärwertzerlegung (SVD = *singular value decomposition*) der das Netzwerk beschreibenden Rechteckmatrix. Diese Methode heißt *latent semantic analysis* (LSA), wenn nicht zitierte Quellen, sondern Wörter aus den Artikeltexten als die zweite Sorte von Knoten gewählt werden.[25] Mittels SVD extrahiert man latente Themen, wobei Artikel wie Quellen (bzw. Wörter) nicht nur einem Thema zugeordnet werden. Das entspricht den Verhältnissen in der Literatur zu einem Fachgebiet – wie oben schon festgestellt – weitaus besser als ein hartes Clustern.[26]

Wir beschreiben das bipartite Netzwerk von n Artikeln eines Jahrgangs in einem Fachgebiet und den m in ihnen zitierten Quellen durch eine Rechteckmatrix X mit m Zeilen und n Spalten. Empirisch ist fast immer $m > n$. Element x_{ij} von X ist gleich 1, wenn im Artikel j die Quelle i zitiert wird und sonst 0. Es sei $r \leq n < m$ gleich dem Rang der Matrix X. Die Singulärwertzerlegung von X ist gegeben

25 Deerwester, S. / Dumais, S. / Furnas, G. / Landauer, T. / Harshman, R., Indexing by latent semantic analysis. – In: Journal of the American Society for Information Science. 41(1990)6, S. 391 – 407.

26 Janssens, F. / Glänzel, W. / De Moor, B., A Hybrid Mapping of Information Science. – In: Proceedings of ISSI 2007. Volume 1. Ed. by D. Torres-Salinas and H. F. Moed. Madrid 2007, S. 408 – 420.

durch $X = U\Lambda^{1/2}V^{T}$. Die r Spalten von U sind die normierten Eigenvektoren der Matrix XX^{T} zu von Null verschiedenen Eigenwerten. Matrix XX^{T} enthält die Kozitationsbeziehungen der m Quellen. Die r Spalten von V sind die normierten Eigenvektoren der Matrix $X^{T}X$ zu von Null verschiedenen Eigenwerten. Matrix $X^{T}X$ enthält die bibliographischen Kopplungen der n Artikel. Die Diagonalmatrix $\Lambda^{1/2}$ enthält die Wurzeln der r Eigenwerte $\lambda_k > 0$, die beiden Matrizen, XX^{T} und $X^{T}X$, gemeinsam sind (wie man leicht zeigen kann).

Man nimmt nun an, dass aus dem Netzwerk r latente Themen extrahierbar sind. Dazu werden in einem linearen Ansatz die n Spaltenvektoren von X nach der r-dimensionalen Orthonormalbasis U entwickelt. Der Beitrag von Thema k zum gesamten Jahrgang ist dann gleich dem Eigenwert λ_k.[27] Die Summe aller Eigenwerte ist gleich dem Quadrat der Frobenius-Norm $|X|_F$ von Matrix X und damit gleich der Zahl der Links im Netzwerk. Die Diversität eines Jahrgangs kann dann aus den relativen Anteilen $p_k = \lambda_k/|X|_F^2$ berechnet werden. Die analoge Rechnung für die Anteile der Themen an den zitierten Quellen führt zum gleichen Ergebnis.[28]

Bei SVD-gestützten Methoden – wie z. B. LSA – wird die Zahl der Dimensionen des Vektorraums künstlich verringert, indem die zu sehr kleinen Eigenwerten gehörenden Eigenvektoren weggelassen werden. Solcherart Dimensionsreduzierung macht die extrahierten Themen für praktische Zwecke übersichtlicher. Wir können auch hier (wie bei der Kozitionsanalyse, s. o.) die kleinen Themen nicht vernachlässigen, wenn wir Vielfalt messen wollen.

6. Erste Ergebnisse

Wir haben für zwei Fachgebiete, für die Elektrochemie – mit dem oben erwähnten Zeitschriftensatz – und für einen Teil der Informationswissenschaft, die SVD-gestützte Extraktion latenter Themen getestet. Die bibliographischen Angaben (inklusive der zitierten Quellen) für 21 Jahrgänge (1986–2006) der folgenden fünf informationswissenschaftlichen Zeitschriften mit hohem Anteil biblio-

27 s. Gl. 2 in: Alter, O. / Brown, P. / Botstein, D., Singular value decomposition for genomewide expression data processing and modeling. – In: Proceedings of the National Academy of Sciences. 97(2000)18, S. 10101 – 10106.

28 Weitere mathematische Einzelheiten der Anwendung der LSA-Methode sind in unserem Beitrag zur COLLNET-Konferenz in Berlin 2008 nachlesbar nachlesbar (s. Fußnote 10), wie auch in der Master-Arbeit von Oliver Mitesser: Mitesser, O., Latente semantische Analyse zur Messung der Diversität von Forschungsgebieten – Methodendiskussion und Anwendungsbeispiel. Master-Arbeit (2008), Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Bibliotheks- und Informationswissenschaft. http://www.ib.hu-berlin.de/~kumlau/handreichungen/h240

metrischer Aufsätze haben wir aus dem Web of Science heruntergeladen und analysiert:

- *Information Processing & Management,*
- *Journal of the American Society for Information Science (and Technology),*
- *Journal of Documentation,*
- *Journal of Information Science,*
- *Scientometrics.*

Wir können auf die Angabe von Details des Datensatzes und der Berechnung weitgehend verzichten, weil sie in der Masterarbeit von Oliver Mitesser (2008) nachlesbar sind.[29]

Wir haben aus den Jahrgängen jeweils mehrere Stichproben gleicher Größe zufällig ausgewählt und für jeden Jahrgang den Mittelwert und die Standardabweichung (bezüglich der Stichprobenwahl) der Entropie berechnet. Es ergab sich eine deutliche Tendenz zu höheren Entropiewerten (siehe Abbildungen 1 und 3, linke Diagramme). Für den Simpson-Index ergeben sich ganz analoge Bilder. Für die Informationswissenschaft erhöht er sich von 98,35 Prozent auf 98,65Prozent, für die Elektrochemie von 99,71 Prozent auf 99,74 Prozent. Obwohl dies – wie bei der Entropie – nur kleine Differenzen sind, ist doch für beiden Maße ein eindeutiger und bis in die Einzelschritte übereinstimmender Trend unverkennbar.

Als nächstes testeten wir, ob die SVD-Extraktion latenter Themen genauso sensibel gegenüber der Tendenz zu längeren Referenzenlisten ist, wie unsere oben beschriebene Methode. Für diesen Zweck konstruierten wir ein Modell-Netzwerk für jeden Jahrgang beider Zeitschriftensätze, indem wir zufällig Zitationslinks zwischen Artikeln und Quellen beseitigten, bis wir eine mittlere Zahl von 15 Referenzen pro Artikel erreichten.

Diese Reduktion des Netzwerkes verändert die Entropiewerte für jeden Jahrgang, aber die Tendenz zu höheren Werten wird dadurch nicht beeinträchtigt, wie die Abbildungen 2 und 4 zeigen.[30] Sogar die Schritte von einem Jahrgang zu nächsten ändern sich nicht sehr, lediglich die Standardabweichungen vergrößern sich.

29 s. vorige Fußnote

30 Die trivialen Diagramme auf den rechten Seiten werden angezeigt, um die Reduktionsprozedur zu überwachen.

Abbildung 1. *Zeitreihe 1986–2006 der mittleren Entropie und der mittleren Referenzenzahl pro Artikel in fünf informationswissenschaftlichen Journalen. Entropie-Mittelwerte (Maximum* $\log_2 100 = 6{,}64$*) und Standardabweichung (als Fehlerbalken) sind für jeweils 50 Stichproben von 100 zufällig ausgewählten Artikeln berechnet.*

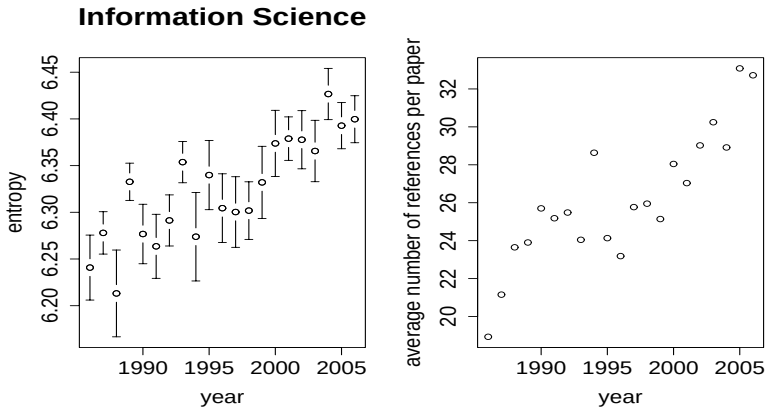


Abbildung 2. *Zeitreihe 1986–2006 mittlerer Entropie in einem Modell konstruiert aus fünf informationswissenschaftlichen Journalen, wobei die mittlere Referenzenzahl pro Artikel durch zufälliges Streichen auf 15 reduziert wurde (siehe a. Abb. 1).*

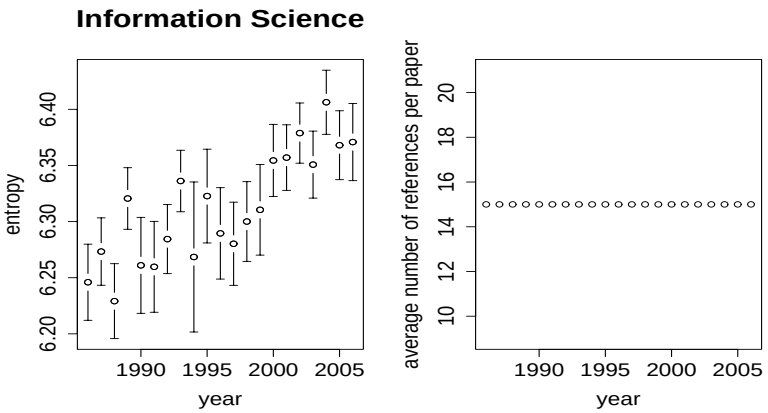


Abbildung 3. *Zeitreihe 1986–2006 der mittleren Entropie und der mittleren Referenzenzahl pro Artikel in 13 elektrochemischen Journalen. Entropie-Mittelwerte (Maximum* $\log_2 500 = 8.97$) *und Standardabweichung (als Fehlerbalken) sind für jeweils 50 Stichproben von 500 zufällig ausgewählten Artikeln berechnet.*

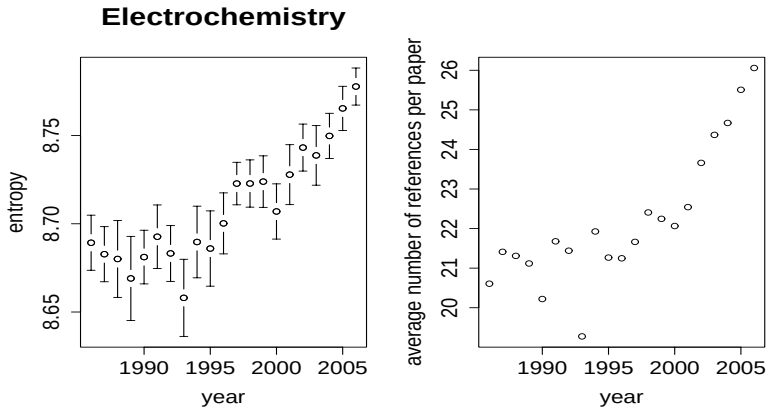
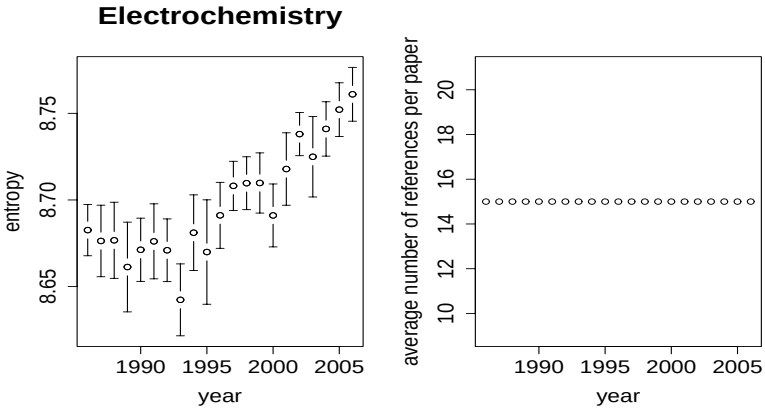


Abbildung 4. *Zeitreihe 1986–2006 mittlerer Entropie in einem Modell konstruiert aus 13 elektrochemischen Journalen, wobei die mittlere Referenzenzahl pro Artikel durch zufälliges Streichen auf 15 reduziert wurde (siehe auch Abb. 3).*



5. Diskussion

Wir können bislang nicht erklären, warum in beiden Forschungsfeldern zwischen 1986 und 2006 die Entropie latenter Themen ihr jeweiliges theoretisches Maximum anstrebt. In der Informationswissenschaft starten wir bei 94 Prozent des Maximalwertes und enden mit ungefähr 96 Prozent. In der Elektrochemie haben wir im gleichen Zeitraum einen Anstieg von 97 Prozent auf 98 Prozent. Offenbar kann sich dieser Trend nicht so fortsetzen und muß sich in den folgenden Jahren zumindest verlangsamen.

Wenn der Anstieg der Entropiewerte kein Artefakt ist, d. h. tatsächlich eine steigende Forschnungsvielfalt anzeigt – wie kann dann dieser Anstieg erklärt werden? Es könnte zur Erklärung eine allen Forschnungsfeldern inhärente Tendenz zur Diversifikation angenommen werden. Würde sich das bestätigen, könnte die Homogeniserungsthese nur durch den Vergleich von in Ländern und Fachgebieten unterschiedlich starken Trends getestet werden, was wir auch als nächstes vorhaben.

Die deutliche Tendenz zu längeren Referenzenlisten in beiden untersuchten Fachgebieten verdient eine weitere Untersuchung. Um zu prüfen, ob SVD-basierte Entropiemaße latenter Themen nicht durch Änderungen im Zitationverhalten beeinflusst werden, werden wir analysieren, welcherart Quellen jetzt mehr zitiert werden als früher.

Die von uns gefundene deutliche Tendenz zu höheren Entropiewerten sollte – so sie steigende Diversität anzeigt – auch durch die gewöhnliche Latente Semantische Analyse (LSA) der bipartiten Netzwerke von Artikeln und den in ihnen verwendeten Termen bestätigt werden. Unsere Ergebnisse können auch durch eine LSA-Variante, der Probabilistischen Latenten Semantischen Analyse (PLSA) getestet werden.

KLAUS FUCHS-KITTOWSKI

Selbstorganisation und Gestaltung informationeller Systeme in sozialer Organisation[1]

Einleitung

Der Artikel beschäftigt sich mit Fragen der Methodologie der Informationssystemgestaltung in sozialer Organisation aus der Perspektive verschiedener Konzepte der Selbstorganisation (speziell der Kybernetik zweiter Ordnung sowie der evolutionären Systemtheorie).

Es wird die besondere Sichtweise der Konzepte der Selbstorganisation technischer, biologischer und sozialer Systeme verdeutlicht und zugleich herausgearbeitet, dass zwischen verschiedenen Formen der Selbstorganisation deutlich zu unterscheiden ist, da eine Vermischung zu Fehlinterpretationen unter anderen im Verhältnis von Automat und Mensch sowie automatenunterstützten Informationssystem und sozialer Organisation führt. Dabei wird von der Differenzierung zwischen rein physikalischen Systemen, Funktions- und Aktionssystemen sowie dem evolutionären Konzept der Information ausgegangen, wodurch zugleich der Mensch stärker einbezogen wird. Dies führt schrittweise zur Erweiterung des von der Informationssystemgestaltung und Softwareentwicklung zu berücksichtigenden Bereiche – zur komplexen, nutzerbezogenen bzw. aktionalen Gestaltung, als Einheit von Informationssystem-, Arbeits- und Organisationsgestaltung. Das entscheidende Problem ist, wie die Informationssysteme gestaltet werden müssen, damit ihr Einsatz (als relativ starre Funktionssysteme) die Prozesse der Selbstorganisation von Aktionssystemen bzw. kreativ-lernender Organisation als Ganzem nicht behindern, sondern möglichst noch befördern. Wichtig wird dafür die

1 Diese Arbeit widme ich meinen Freund und Kollegen Arno Rolf zum 65. Geburtstag. Dies ist mir eine besondere Freude, denn kein anderer hat sich in der deutschen Informatik so nachdrücklich um die Entwicklung einer Organisationsinformatik bemüht. Darüber hinaus verdankt die Disziplin Informatik und Gesellschaft sowie Umweltinformatik seinem wissenschaftlichen Arbeiten entscheidende, diese Disziplinen begründende Impulse.

Unterscheidung zwischen maschineller (syntaktischer) und menschlicher (semantischer) Informationsverarbeitung, zwischen Speicher und Gedächtnis, zwischen Informationsverarbeitung und Erzeugung von Information und Wissen. Der sich gegenwärtig verstärkt herausbildende Gedanke einer integrierten Organisations- / Informationssystementwicklung bietet eine Grundlage dafür, die kleinen Veränderungen in der Forschungssituation, die Instabilitäten – Irritationen – in den Arbeitsprozessen, als Voraussetzung für Kreativität, stärker zu berücksichtigen. Die Probleme werden in ihrer historischen Entwicklung dargestellt und vor dem Hintergrund einer immer stärkeren Polarisierung der Arbeitswelt und einem nicht zu akzeptierenden Sinken des wissenschaftlichen Interesses an der theoretischen, methodologischen und praktischen Bewältigung dieser brennenden Fragen diskutiert.

1. Zur Einheit von Informationssystem-, Arbeits- und Organisationsgestaltung

In dem historischen Jahr 1989, kurz vor der Wiedervereinigung, führten wir in Berlin an der Humboldt-Universität eine IFIP-Tagung zum Thema: „Information System, Work and Organization Design“ durch. Der Grundgedanke war, dass Informationssysteme, die in und für soziale (betriebliche) Organisationen funktionieren sollen, nur in Einheit mit einer entsprechenden Arbeitsgestaltung und Organisationsentwicklung gestaltet werden sollten. Das Thema meines Vortrages war: “System design, design of work and of organization – The paradox of safety, the orgware concept, the necessity for a new culture in information systems and software development.”[2]

Schon im Titel dieses Vortrages wird eine Neue Kultur in der Systemgestaltung und Softwareentwicklung angefordert, auf unser Orgware-Konzept verwiesen und als Begründung die von uns formulierte „Paradoxie der Sicherheit“, angeführt. Was verleiht dieser Thematik heute wieder besonders Aktualität?

1.1 Informationssystemgestaltung und die Wissenschaftsforschung

Einleitend soll auf die Aktualität und Besonderheit dieser Thematik für die Wissenschaftsforschung verwiesen werden. Denn das hier zu behandelnde Thema

2 Fuchs-Kittowski, K., System design, design of work and of organization, – The paradox of safety, the orgware concept, the necessety for a new culture in information systems and software development. – In: Information System, Work and Organization Design. Ed. by P. van den Besselaar, A. Clement and P. Järvinen. Amsterdam: North-Holland 1991. S. 83 – 97.

wird unseres Erachtens aus verschiedenen Gründen für die Wissenschafts- und Technikforschung (Science Studies) wichtig. Es geht um neue Forschungsgegenstände und um die Erweiterung der Sicht der Wissenschaftsforschung.

Die vorangegangenen Vorträge (auf dieser Tagung) betrachteten die Entwicklung der Wissenschaft insbesondere anhand ihrer Präsentation in Fachzeitschriften unter Auswertung des Science Citation Index. In diesem Beitrag soll aufgezeigt werden, wie verschiedene Theorien der Selbstorganisation Einfluss auf die Methodologie der Gestaltung von Informationssystemen in sozialer Organisation genommen haben. Unterschiedliche Theorien der Selbstorganisation haben zu einer Erweiterung der theoretischen Grundlagen der Biologie, der Theorie sozialer Systeme sowie der Informatik und Informationssystemgestaltung beigetragen. Der Paradigmenwechsel, der durch die Konzepte der Selbstorganisation sich in vielen Wissenschaften vollzogen hat oder zumindest eingeleitet wurde, ist von der Wissenschaftsforschung schon intensiv untersucht worden[3], doch die Entwicklung der Methodologie der Informationssystemgestaltung und Softwareentwicklung ist für die Wissenschaftsforschung, wie für die breite Öffentlichkeit, ein noch relativ unbekanntes Wissenschaftsgebiet, denn viele nutzen heute den Computer und die Computernetze, doch fragen dabei zurecht nicht, welche Schwierigkeiten es bei ihrer Entwicklung und Implementierung gibt, welche Konzepte entwickelt werden mussten, um ihren rationellen und menschengerechten Einsatz zu gewährleisten. Es ist aber zu erwarten, dass diese Disziplin der Informatik künftig in immer stärkerem Maße auch für die Wissenschaftsforschung ein interessantes Forschungsgebiet darstellen wird. Im angelsächsischen Bereich hat sich dieses Gebiet als „Information Systems Research“[4] etabliert, in Deutschland/Österreich wird es insbesondere im Rahmen der Wirtschaftsinformatik vertreten, deren zentraler Gegenstand die Gestaltung von Informationssystemen in Wirtschaft und Verwaltung ist.[5] Die Wirtschaftsinformatik hat sich in den letzten Jahren zu einem besonders wichtigen Gebiet der Angewandten Informatik entwickelt[6] und intensiv ihre philosophischen und wissenschaftstheoretischen Grundlagen diskutiert.[7] So konnten zum Beispiel mit der Diskussion über philosophische und informatische Ontologieentwicklung neue theoretische Grundlagen geschaffen werden. Die Probleme der informa-

3 Krohn, W. / Küppers, G., Selbstorganisation: Aspekte einer wissenschaftlichen Revolution. Wiesbaden: Vieweg 1990 .

4 IS John Wiley Information Systems Series, John Wiley & Sons, Chichester5, New York, Toronto , Singapore

5 Heinrich, L. J. / Heinzl, A. / Roithmayr, F., Wirtschaftsinformatik. München-Wien: R. Oldenbourg Verlag 2007.

6 Ebenda

tischen Modellierung wurden von den Wissenschaftsforschern bewusst wahrgenommen und fanden verstärkte Beachtung im Rahmen der Wissenschaftsforschung. Diese Entwicklung macht unseres Erachtens eine bewusste Erweiterung der Sicht in der Wissenschaftsforschung (Science Studies) erforderlich. Denn man kann wohl sagen, dass in der Wissenschaftsforschung bisher sehr stark der einzelne Wissenschaftler oder auch die Gruppen von Wissenschaftlern im Vordergrund stehen, aber die von ihnen zur Lösung des wissenschaftlichen Problems genutzten Geräte und Methoden (einschließlich der Softwarenutzung bzw. informatischer Modelle) eine mehr oder weniger passive Rolle spielen.[8] Betrachtet man die Nutzung der modernen Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) im Forschungsprozess, so kann verdeutlicht werden, dass auch die genutzte Technik als Agens auftritt (vergl. Laborautomatisierung[9]). Es geht um die Gestaltung der Computerunterstützung der Kognition, Kommunikation und Koordination im wissenschaftlichen und wissensintensiven Arbeitsprozess, bei dem der Mensch Subjekt des Prozesses ist und bleiben muss. Doch wir haben es zunehmend auch mit relativ autonomen technischen Agenten: Softwareagenten und Robotern zu tun.

Die heutigen rechnerunterstüzten Informationssysteme, speziell die globalen internationalen, digitalen Netze (das Internet) stehen in einen immer weiteren organisatorischen und gesellschaftlichen Kontext der Technologienutzung, wodurch das Informationssystem zu einem sehr komplexen System wird. Ein solches sehr komplexes System unterscheidet sich von der trivialen Maschine im Sinne von Heinz von Foerster[10] (vergl. Bert Klauninger[11]). Es zeigt die Fähigkeiten zur Selbstorganisation der nicht trivialen Maschine. Darüber hinaus spielt die für sehr komlexe Systeme ursprünglich in der Biophysik von Ilja Prigogine, Peter Glansdorff,[12] Werner Ebeling[13] und anderen entwickelte Theorie der Selbstorganisation hier eine wachsende Rolle.

7 Wirtschaftsinformatik und Wissenschaftstheorie, Bestandsaufnahme und Perspektiven. Hrsg. v. Jörg Becker, Wolfgang König, Reinhard Schütte, Oliver Wendt u. Stephan Zelewski. Wiesbaden: Gabler Verlag 1999.

8 Pickering, A., Kybernetik und Neue Ontologien. Berlin: Merve Verlag 2007.

9 King, R. D. / Whelan, K. E. / Jones, F. M. / Reiser, Ph. G. K. / Bryant, Ch. H. / Muggleton, St. H. / Kell, D. B. / Oliver, St. G., Functional genomic hypothesis generation and experimentation by a robot scientist. – In: Nature. 427(2004)15.Januar, S. 247 – 251.

10 Foerster, H. v., Entdecken oder Erfinden. Wie lässt sich Verstehen verstehen? – In: Einführung in den Konstruktivismus. München – Zürich: Piper Verlag 2003. S. 41 – 88.

11 Klauninger, B., Cyperspace – Ein selbstorganisierendes System. – In: Werte für Europa. Hrsg. v. Thomas A. Bauer u. Gerhard E. Ortner. Düsseldorf: B+B Medien 2006.

12 Glansdorff, P. / Prigogine, I., Thermodynamics of Structure, Stability and Fluctations. London: Wiley 1971.

In den Science Studies muss diesen intensiven Wechselbeziehungen zwischen Computer, Computernetzen und Mensch, in der Wissenschaftsorganisation muss den Prozessen der Selbstorganisation, verbunden mit Informationsentstehung sowie dem dazu erforderlichen Bewusstsein der Dezentralisierung und des Werdens, der Entstehung von wirklich Neuem, entsprechend Rechnung getragen werden.

Die Herausgeber dieses Jahrbuches schreiben im Vorwort: „Selbstorganisation in der Wissenschaft wird meist durch eine Instabilität bisheriger Forschungssituationen gegenüber mehr oder weniger kleinen Veränderungen des Zusammenhangs von Problemfeldern und Methodengefügen in der Forschung eingeleitet. Wissenschaftsdynamik ist dann in einem weiteren Schritt der Selbstorganisation mit der Instabilisierung von bestehenden und der Restabilisierung von neuen Forschungssituationen verbunden.“[14] Diese Charakterisierung trifft auch auf die von uns zu schildernde Entwicklung auf dem Gebiet der Methodologie der Informationssystemgestaltung zu. In diesem Beitrag soll aber vor allem auch auf die Selbstorganisation in sozialen Systemen, in den Arbeitsprozessen eingegangen werden, deren Berücksichtigung erst die Veränderung in der Forschungssituation erzwingt. Aber auch hier gilt, dass die Selbstorganisation meist durch eine Instabilität bisheriger Arbeitssituationen gegenüber relativ kleinen Veränderungen – Irritationen – im Zusammenhang von Aufgabenbearbeitung sowie Problemlösungen im wissensintensiven Arbeitsprozessen und den zur Verfügung stehenden Arbeitsmitteln und Methoden in den Arbeitsprozessen eingeleitet wird.

2. Zum Ringen um eine am Menschen orientierte, komplexe Gestaltung

2.1. Gestaltung der Nutzer- und der Organisationsschnittstelle

Es soll an zwei Begebenheiten im Zusammenhang mit dem Orgwarekonzept und der Arbeit an einer komplexen, nutzerorientierten Informationssystemgestaltung erinnert werden, die uns meines Erachtens die Dringlichkeit der Problemstellung und das Ringen um ihre Bewältigung plastisch vor Augen führen. Im Rat: „Informatik und ASU“ des Ministeriums für Hoch- und Fachschulwesen der DDR wurde im Zusammenhang mit der bevorstehenden Gründung von Informatik-Sektionen an verschiedenen Hochschulen auch über die Berücksichtigung der

13 Ebeling, W., Strukturbildung bei irreversiblen Prozessen – Eine Einführung in die Theorie dissipativer Strukturen. Leipzig: Teubner Verlagsgesellschaft 1976.

14 Ebeling, W. / Parthey, H., Vorwort zum Jahrbuch Wissenschaftsforschung 2008. In diesem Jahrbuch. S. 7.

Fragestellungen in Lehre und Forschung diskutiert, die wir unter dem Begriff Orgwaretheorie und -methodologie zusammengefasst hatten. Der Begriff Orgware wurde per Abstimmung mehrheitlich abgelehnt und auch der Kompromissvorschlag von F. Stuchlik, dafür den Begriff „sozio-technisches System“ zu nehmen. Am nächsten Tag erhielt ich per Post eine Ausarbeitung der Prognosegruppe der Europäischen Union, in der verdeutlicht wurde, dass hinsichtlich der Informationssystem-Organisationssystem-Schnittstelle die größten Probleme zu verzeichnen seien. Das zur Bewältigung dieser Probleme im Rahmen der EU ein internationales Institut für Orgwareforschung zu gründen sei. In einer Fußnote wurde vermerkt, dass man bei dem Begriff „Orgware“ auf einen schon älteren, im „Internationalen Institut für Angewandte Systemanalyse, Baden bei Wien“ (IIASA) eingeführten Begriff zurückgreife. In der Tat hatte Genady M. Dobrov die Begriffe Hard-, Soft- und Orgware im Zusammenhang mit dem sog. „Shikansenprojekt“ verwendet. Wir gingen davon aus, dass, wenn diese Begriffe im Zusammenhang mit komplexen Untersuchungen zum Einsatz der besonders schnellen Züge in Japan verwendet werden können, es sehr nahe liegt, sie auch im Zusammenhang mit dem Computereinsatz zu verwenden, da diese Begriffsbildungen ursprünglich von dort stammen. Wir hatten den Begriff im IIASA eingebracht, so wie er in der gemeinsamen Diskussion mit Rainer Tschirschwitz und Bodo Wenzlaff auf unseren Sektionskonferenzen[15], entwickelt worden war (Genady M. Dobrov[16]). Es ging darum, Aspekte des Nutzerverhaltens, bestimmte soziale Aspekte, Probleme der Mensch-Computer-Schnittstelle sowie der Informationssystem-Organisationssystem-Schnittstelle, in der Informatik selbst zu erfassen (siehe Abbildung 1). Es ging damit um die Bewältigung der auch heute besonders aktuellen Problematik der Integration der Informations- und Kommunikationstechnologien in den sozialen, betrieblichen Kontext. Heute, da zumindest der Begriff "sozio-technisches System" völlig eingebürgert ist, scheinen solche Auseinandersetzungen darüber nicht mehr vorstellbar.

15 Fuchs-Kittowski, K., Wechselbeziehungen zwischen Automat und Gesellschaft – zu Strategien des Einsatzes der automatisierten Informationsverarbeitung als Rationalisierungs- und Erkenntnismittel. – In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt-Universität zu Berlin, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Reihe. (1979)5, S. 707 – 718.

16 Dobrov, G. M., Organisationstechnologie als Gegenstand der Systemanalyse. Teil 1: Grundsatzfragen. – In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt-Universität zu Berlin, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Reihe. (1979)5, S. 613 – 622; Dobrov, G. M., Organisationstechnologie als Gegenstand der Systemanalyse. Teil 2: Aspekte und Ebenen der Organisationstechnologie. – In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt-Universität zu Berlin, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Reihe. (1979)5, S. 675 – 684.

Es geht um die Entwicklung einer Methodologie der Informationssystemgestaltung in sozialer Organisation, die sich nicht allein an technisch-technologischen Prinzipien und Gegebenheiten orientiert, sondern auch an den Humankriterien der Arbeitswissenschaften, sowie organisationstheoretischen Gesichtpunkten der soziologischen Organisationstheorien. Dies bezeichneten wir als „komplexe, nutzerorientierte bzw. am Menschen orientierte Systemgestaltung". Die ablehnende Haltung vieler Informatiker demgegenüber entsprach den generellen, systemübergreifenden "Schwierigkeiten mit dem sozialen Aspekt"[17], wie es Heinz Zemanek formuliert hat. Systemübergreifend war jedoch ebenfalls das Ringen um die Überwindung dieser Schwierigkeiten, wie das folgende Beispiel zeigen soll.

In Vorbereitung der genannten Konferenz hatte ich Gelegenheit, das sogenannte „Spur-Institut", das Frauenhofer-Institut für Produktionsplanung und Konstruktion (IPK) zu besuchen. Günter Seliger, der damalige Leiter des Bereichs Planungstechnik am IPK und späteren Vizepräsident der Technischen Universität Berlin, empfing mich. Er hatte eine Originalausgabe der klassischen Schrift von Frederick Taylor in der Hand und begann die Begrüßung mit den Worten: „Ich weiss, dass Sie mit Ihrer Methodologie der Informationssystemgestaltung wieder den Menschen stärker berücksichtigen und den Taylorismus überwinden wollen. Wenn man Taylor im Orginal liest und dass sollten Sie auf jeden Fall tun, dann sieht man, dass nicht alles was als Taylorismus überliefert wird, wirklich stimmt, dass bestimmte Aussagen des Klassikers ausdrücklich als zeitbedingt formuliert wurden. Auf jeden Fall kann ich Ihnen aus unserer Arbeit hier mehrere Beispiele nennen, wo die Mitwirkung des Menschen auch bei der komplexen, flexiblen Automatisierung weiterhin gebraucht wird."[18] Dies zeigt deutlich, dass die Kernfragen auch bei der Kerniformatik und führenden Institutionen der Automatisierung in der Industrie angekommen waren und hier auch beachtet wurden. Er übergab mir einen Artikel[19] und hielt dann auf der Konferenz einen Vortrag, aus dem klar hervorging, wie sehr man sich auch schon bei der CIM-Entwicklung um eine Vermeidung des Taylorismus bemühte[20]

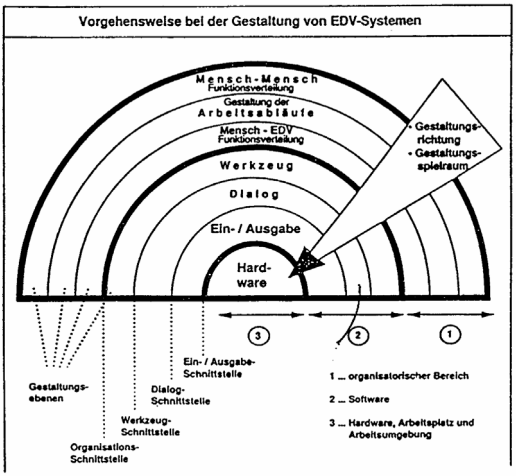
17 Zemanek, H., Weltmacht Computer, Geschichte, Strukturen, Medien, Berichte. Esslingen-München: Bechtle Verlag 1991. S. 473 ff.

18 Sinngemäße Wiedergabe der Ausführungen von Günter Seliger. Er verwies zum Beispiel auf einen Arbeiter, der mit der Hand immer noch einmal die hintere Scheibe am ansonsten fast vollautomatisch produzierten Auto festdrückte.

19 Seliger, G., CIM – was ist das? Grundkonzept, DIN-Tagung "Sachmerkmale – Bausteine auf dem Wege zu CIM" am 19. Januar 1988 in Berlin, DIN-Mitt. 67. 1988, Nr. 6, S. 325 – 330

20 Spur, G., CIM – die informationstechnische Herausforderung. Tagungsband zum Produktionstechnischen Kolloquium Berlin 1986. München, Wien: Hanser Verlag 1986.

Abbildung 1 *Gestaltung von Anwendungssystemen in sozialer Organisation*

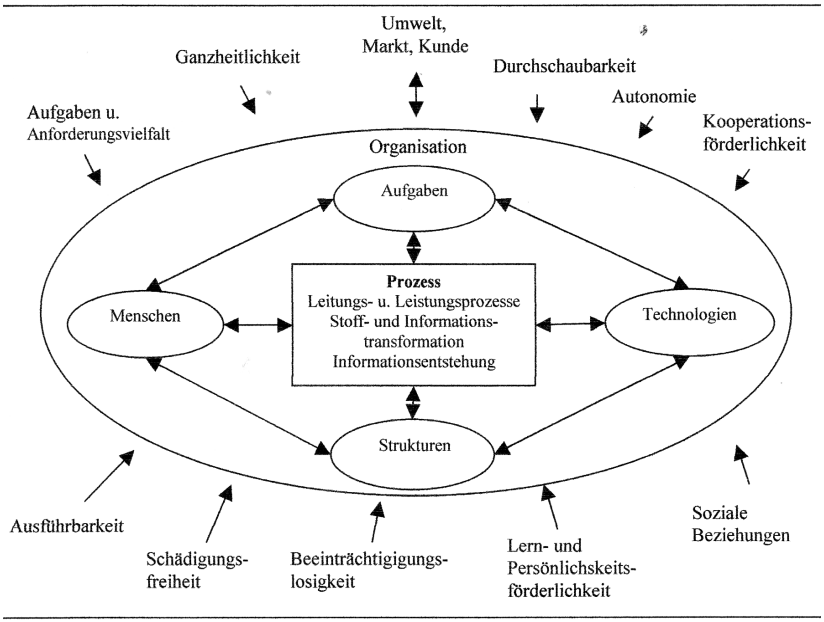


K. Fuchs-Kittowski: Informations- und Datenmanagement / Gestaltung von Anwendungssystemen in sozialer Organisation

Dieses Beispiel zeigt, dass auch die Bemühungen, technokratisches bzw. scientistisches Denken zu überwinden, Block übergreifend waren. Sie beschränkte sich auch nicht auf bestimmte Teildisziplinen der Informatik, wenn auch die Probleme am deutlichsten in der Softwaretechnik und der Angewandten Informatik gesehen und angegangen wurden. Doch es war ein langer Marsch der Informatik auf dem Weg zum Menschen.

Mit der Thematik unserer Konferenzreihe: „Information, Organisation und Informationstechnologie“ sowie der Herausarbeitung der „gesellschaftlichen und sozialen Wirkungen moderner Informations- und Kommunikationstechnologie“ im Sinne einer kritischen Wirkungsforschung bemühten wir uns, Grundlagen für eine am Menschen orientierte Informationssystemgestaltung zu schaffen. Der theoretische Kern zur Gewährleistung eines rationellen und menschengerechten Einsatzes der Informationstechnologien bildete ein vertieftes Verständnis der Information und der sozialen Organisation. Die zentrale These war und ist: „dass der Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnologie von geringem Effekt bleiben wird, wenn bei der Informationssystemgestaltung der soziale Kontext nicht genügend berücksichtigt wird.“[21] Es wurde verdeutlicht: “Die

Abbildung 2 *Humankriterien der Arbeits- und Organisationsgestaltung*



klassische Herangehensweise an die Informationssystemforschung gründet sich auf ein technikwissenschaftliches Denkmodell, auf den Automaten selbst. Heute wendet sich die Forschung langsam von dieser engen Sicht ab und untersucht immer gründlicher den sozialen Kontext, in dem Informationssysteme genutzt werden, weil nur so Effektivität, Akzeptanz, Erhöhung der Produktivität und Arbeitszufriedenheit, Anpassungsfähigkeit und Kreativität gesichert werden kann."[22] Wenn hier ausgesagt wird, die Forschung wendet sich langsam von dieser engen Sicht ab, so stützte sich diese Aussage auf die damals zitierten Arbeiten von E. Grochla[23] und Lutz R. Heinrich[24] sowie Kristen Nygaard[25] und W. Kirsch und W. Klein. [26]

21 Fuchs-Kittowski, K., Informations- und Kommunikationstechnologien als die zum gegenwärtigen Zeitpunkt der wissenschaftlich-technischen Revolution strategisch wichtigste Schlüsseltechnologie, Vortrag auf dem Forschungskolloquium der Sektion Wissenschaftstheorie und Wissenschaftsorganisation der Humboldt-Universität 1988 (unveröffentlicht)

22 ebenda

23 Grochla, E. (Hrsg.), Organisationstheorien, Teilband 1 und 2. Stuttgart 1975.

2.2. Zur Erweiterung der Systemgrenzen – Zur Einbeziehung des Menschen, der Arbeitsprozesse und der sozialen Organisation

Abbildung 3 *Entwicklung der Leitlinien für den Einsatz der modernen Informationstechnologien in sozialer Organistion*

... bis 70er **Algorithmenorientierung**	**... Ende der 70er** **Nutzerorientierung**	**... 80er** **Arbeitsgestaltung**	**Ende der 80er, 90er – und darüber hinaus** **Informationsgestaltung und Softwareentwicklung, Arbeits- und Organisationsgestaltung**
Funktionalität	Handhabung	Software- Ergonomie	Organisationsinformatik
Softwareentwurf - korrekt - effizient - zuverlässig Faktor: Mensch als Informationsverarbeiter	Softwareentwurf - korrekt - effizient - zuverlässig - aber auch Aufgaben angemessen nutzerfreundlich Neuer Faktor: Mensch/Nutzer	Softwareentwurf Schnittstellengestaltung -IFIP-Modell - DIN 66234 T.8 Neuer Faktor: Mensch/ Arbeitsaufgabe	Auswahl aus einem Technologiepotential -Kommunikation - Qualifikation - Persönlichkeitsentwicklung - fördernde Arbeits- u. Organisationsgestaltung Neuer Faktor: Organisation
Leitbild Maschine	Leitbild Mensch-Computer-Dialog	Leitbild Werkstatt	Leitbild kooperative Arbeitsform / Kooperationsmedium
Leitlinie Identifizierung der Informationsverarbeitung	Leitlinie Komplexität der Informations-verarbeitung	Leitlinie Stufenkonzept der Information	Leitlinie Kooperationskonzept der Informationsverarbeitung, Selbstorganisation/ Informationsentstehung

Grundorientierungen für die Informationssystemgestaltung: Algorithmenorientierung / Nutzerorientierung / Arbeitsgestaltung / Arbeits- und Organisationsgestaltung, integrierte Organisations-/Informationssystemgestaltung. Die Leitlinien die für die verschiedenen Phasen des Informations- und Kommunikationstechnologie-Einsatzes charakteristisch waren, wurden von uns aus der Sicht des Informationsverständnisses und der Beachtung des Menschen, wie folgt bezeichnet:

24 Heinrich, L. J., Computer am Arbeitsplatz – Distributed Data Processing. – In: Angewandte Infformatik. 7(1979).

25 Nygard, K. / Handlykken, P., The Systems Developmentist Setting, Some Problems and Needs for Methods. – In: Software Engineering Environment. Ed. by H. Hunke. Nort Holland 1981. S. 157 – 172.

26 Kirsch, W. / Klein, H. K., Auf dem Wege zu einem neuen Taylorismus? – In: Management Informationssysteme I und II. Stuttgart 1977

Identifizierung der Informationsverarbeitung,
Komplexität der Informationsverarbeitung,
Stufenkonzept der Informationsverarbeitung und
Kooperationskonzept der Informationsverarbeitung,
Selbstorganisation und Informationsentstehung.

Das Bild zeigt weiterhin die schrittweise Erweiterung der Systemgestaltung auf weitere Gestaltungsobjekte: Mensch als Informationsverarbeiter, Mensch/Nutzer, Mensch/Arbeitsaufgabe, Organisationssystem, kreativ-lernende Organisation.

Die Abbildung 3 zeigt den Wandel der Leitbilder und Strategien für den Einsatz der modernen Informations- und Kommunikationstechnologie. Sie zeigt, wie schrittweise die Systemgrenzen erweitert wurden, wie von der Technik als dem zunächst vorrangigen Gestaltungsobjekt schrittweise das Umfeld einbezogen wurde und die Frage nach der sinnvollen, menschengerechten Integration der modernen Technologien in die Komplexität der menschlichen Tätigkeiten, in die soziale (betriebliche) Organisation gestellt wird. Die Informationssystemgestalter und Softwareentwickler, die mit der Entwicklung und dem Einsatz der modernen Informations- und Kommunikationstechnologie in betriebliche Organisationen immer Neuland betreten, stehen wie die "Forscher", wie im Vorwort ausgesagt: „in Situationen, in denen sie sich für oder gegen das Tätigsein in bestimmten Problemfeldern und / oder mit bestimmten Methodengefügen entscheiden müssen und damit neue Forschungssituationen entwerfen. Es entwickeln sich dabei Netze von Beziehungen zwischen Forschern, die nicht zuvor durch einen Konsens der daran Beteiligten in den theoretischen Überlegungen in die Wege geleitet worden sind, sondern vielmehr neue theoretische Orientierungen erst erzeugen, die dann strukturbildend auf die Forscherbeziehungen zurückwirken." [27]

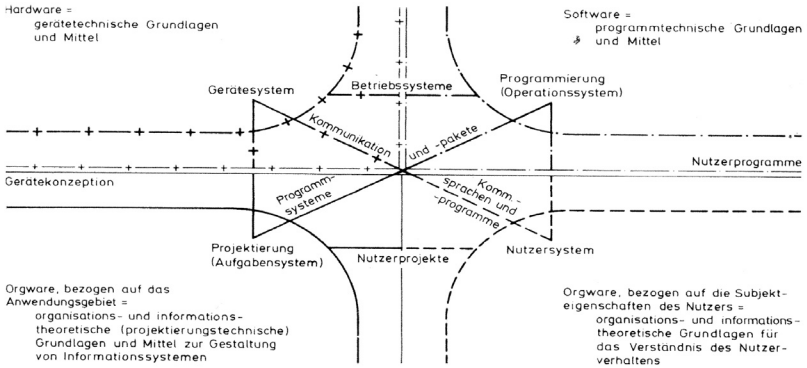
Mit der schrittweisen Erweiterung der von der Informationssystemgestaltung zu berücksichtigenden Bereiche (siehe Abbildungen 3 und 4) wurde klar, dass die Reduktion der Informationssystemgestaltung auf computertechnische und nachrichtentechnische Gestaltungsschwerpunkte unzureichend sein muss. Fasst man ein rechnerunterstüztes Informationssystem als ein sozio-technisches System auf, sind es gerade die nicht-technischen Komponenten – speziell das Nutzersystem, welches Beachtung finden muss.

Die Abbildung 4 zeigt die Wechselbeziehungen zwischen verschiedenen Aspekten bzw. Teilsystemen der Informationsverarbeitung: 1) Die Hardware = die gerätetechnischen Grundlagen und Mittel, 2) die Software = die programmtech-

27 Ebeling, W. / Parthey, H., Vorwort zum Jahrbuch Wissenschaftsforschung 2008. In diesem Jahrbuch. S. 7.

nischen Grundlagen und Mittel sowie 3) die Orgware, welch noch unterteilt wird in: a) Orgware bezogen auf das Aufgabengebiet (Aufgabensystem) und Orgware bezogen auf die Subjekteigenschaften des Nutzers (Nutzersystem). Mit dieser Unterteilung wird die Notwendigkeit hervorgehoben, außer den informations- und organisationstheoretischen Grundlagen und Mitteln für die Gestaltung auch noch informations- und organisationstheoretische Grundlagen für das Verständnis des Nutzerverhaltens zu beachten und im Prinzip auch erst zu erarbeiten. Darin lag die eigentliche Herausforderung.

Abbildung: 4 Wechselbeziehungen zwischen den Aspekten



Die Einbeziehung des Nutzersystems (siehe Abbildung 4) wurde zunächst zumindest mit Staunen aufgenommen. Nach einem gründlich geführten Meinungsstreit war der Nutzerbezug aus kaum einer Arbeit im „Bereich Informationssystemgestaltung und automatisierte Informationsverarbeitung“ wegzudenken. Die Einbeziehung des Nutzersystems wurde unter anderen von Jürgen Pilgrim[28] bei der Gestaltung der Informationstechnolgie – unterstützter Forschungsprozesse in der biowissenschaftlichen Forschung erprobt. Die Einbeziehung des Nutzersystems ist die Grundvoraussetzung für eine am Menschen orientierte Informationssystemgestaltung und Softwareentwicklung.

28 Pilgrim, J. / Fuchs-Kittowski, K., Interdisziplinäre Funktion der Informationstechnologie in der biowissenschaftlichen Forschung. – In: Interdisziplinarität in der Forschung. Hrsg. v. Heinrich Parthey u. Klaus Schreiber. Berlin: Akademie-Verlag 1983. S. 277 – 331.

2.3. *Die Polarisierung der Arbeitswelt zeigt Grenzen der Wunscherfüllung, aber nicht einer am Menschen orientierten Informationssystemgestaltung*

Die Beschäftigung mit den Theorien der Selbstorganisation und ihrem Einfluss auf die Methodologie der Wissenschaften und auf die praktischen Gestaltungsansätze für den Einsatz der modernen Informations- und Kommunikationstechnologien in sozialer Organisation, speziell in der Arbeitsorganisation, ist jedoch noch aus einem weiteren Grund von besonderer Aktualität. „Noch nie in den letzten zweihundert Jahren," schreibt Axel Honneth, „hat es um Bemühungen, einen emanzipatorischen, humanen Begriff der Arbeit zu verteidigen, so schlecht gestanden wie heute. Die faktische Entwicklung in der Organisation von Industrie- und Dienstleistungsarbeit scheint allen Versuchen, die Qualität der Arbeit zu verbessern, den Boden entzogen zu haben….Was sich in der faktischen Organisation der Arbeit vollzieht, die Tendenz zur Rückkehr einer sozial ungeschützten Leih-, Teil- und Heimarbeit, spiegelt sich in verquerter Weise auch in der Verschiebung von intellektuellen Aufmerksamkeiten und gesellschaftlichen Interessen: Enttäuscht haben diejenigen, die noch vor vierzig Jahren alle Hoffnung auf die Humanisierung oder Emanzipierung der Arbeit setzten, der Arbeitswelt den Rücken gekehrt, um sich ganz anderen, produktionsfernen Themen zuzuwenden."[29]

Es ist so nicht verwunderlich, dass auch in der Informatik die Behauptung aufgestellt wurde, dass die Frage nach der Humanisierung der Arbeit ein Generationsproblem sei, die heute nicht mehr interessiere.[30] Wenn auch manches heute anders geworden ist, manche der früheren Befürchtungen nicht eingetreten sind, so hat doch eine Polarisierung der Arbeitswelt, die in ihrer Widersprüchlichkeit im besonderen Maße der Arbeits- und Organisationsgestaltung bedarf, stattgefunden. Aufgrund veränderter gesellschaftlicher Bedingungen frühere Positionen aufzugeben, kann jedenfalls nicht die Haltung der Wissenschaft sein.[31] Umso wichtiger ist es, heute zu verdeutlichen, dass man in der Tat bestimmte utopische Vorstellungen abbauen muss, dass aber auf der anderen Seite die sich entwickelnden wissensintensiven Arbeitsprozesse eine die Persönlichkeitsentwicklung fördernde Arbeitsorganisation nach wie vor zur Voraussetzung hat. Es ist zu verdeutlichen, dass mit der Arbeitsorganisation nicht Wunschvorstellungen rea-

29 Honneth, A., Arbeit und Anerkennung – Versuch einer Neubestimmung,. – In: Deutsche Zeitschift für Philosophie (Berlin). (2008)3, S. 327 – 341.

30 Pflüger, J., Was machen wir, wenn wir gewonnen haben sollten?. – In: Informatik und Gesellschaft als Akademische Disziplin, FIfF Kommunikation 4/2001, S. 16 – 18.

31 Fuchs-Kittowski, K., Schwierigkeiten mit dem sozialen Aspekt. – In: Geschlechterverhältnisse in der Informationsgesellschaft, FIfF Kommunikation 3/2002, S. 57 – 59.

lisiert werden, sondern dass ihre Gestaltung im Zusammenhang mit dem Informations- und Kommunikationstechnologie-Einsatz bestimmte Kriterien zu beachten hat (siehe Abbildung 2), die sich arbeitswissenschaftlich und organisationstheoretisch begründen lassen. Deutlich ist, dass die Informatisierung zu einer Polarisierung der Arbeit beiträgt. Informatisierung kennzeichnet einen qualitativen Sprung in der Technologieentwicklung, der eine neue Dimension der Erhöhung der Produktivität – speziell der Wissensarbeiter/innen – eröffnet.[32] Zum einen durch umfassende, alle Lebensbereiche durchdringende informatische Modellierung[33] und damit verbundene Vergegenständlichung des gesellschaftlichen Wissens und zum anderen durch die Herausbildung neuer Formen des Wissens und wissensintensiver Arbeitsprozesse der Wissensarbeiter/innen.[34] Die Arbeit wird für viele Menschen herausfordernder, flexibler und kreativer, aber zugleich auch für viele wesentlich unsicherer, überfordernder und damit insgesamt sozial polarisierter. Diese Entwicklungstendenzen führen zu einer widersprüchlichen Situation für die arbeitenden Menschen in vielen Bereichen des Arbeitslebens. Die Arbeit kann weitgehend formal vorausbestimmt und von inhaltslosen syntaktischen Strukturen beherrscht werden und zugleich gibt es Arbeiten, die höhere Autonomie des Arbeitenden ermöglichen und voraussetzen, die kreative Potenzen stimulieren. Der verstärkte Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnologien, die Informatisierung, verschärft offensichtlich die Widersprüche in den Wechselbeziehungen zwischen Produktivkraft- und Persönlichkeitsentwicklung, schafft jedoch zugleich auch Voraussetzungen für die Lösung dieser Konflikte.

Sie führt zu stärkerer Spezialisierung und trägt zugleich dazu bei, die Arbeitszeit zu reduzieren.

32 Schmiede, R., Knowledge Work and Subject in Informational Capitalism. – In: Social Informatics: An Information Society for All? In remembrance of Rob Kling, Proceedings of the Seventh International Conference on Human Choice and Computers (HCC7). Ed. by Jaques Berleur, Markku I. Nurminen, John Impagliazzo. IFIP TC9. Berlin: Springer Verlag 2006. S. 333 – 354.

33 Fuchs-Kittowski, K., Zur (informatischen) Modellierung im Methodengefüge der Wissenschaft. – In: Wissenschaft und Technik in theoretischer Reflexion: Wissenschaftsforschung, Jahrbuch 2006. Hrsg. v. Heinrich Parthey u. Günter Spur. Frankfurt am Main: Peter Lang Verlag 2007. S. 31 ff.

34 Fuchs-Kittowski, K., Strategies for the Effective Integration of ICT into Social Organization – Organization of Information Processing and the Necessity of Social Informatics. – In: Social Informatics: An Information Society for All? In remembrance of Rob Kling, Proceedings of the Seventh International Conference on Human Choice and Computers (HCC7). Ed. by Jaques Berleur, Markku I. Nurminen and John Impagliazzo. IFIP TC9. Berlin: Springer Verlag 2006. S. 431 – 144.

Sie erzeugt monotone, einseitige, unschöpferische Arbeit und befreit zugleich von körperlicher schwerer und formalisierbarer geistiger Routinearbeit.

Sie verlangt höhere Präzision und geistige Disziplin und ermöglicht andererseits einen größeren Variantenreichtum der Arbeitsabläufe.

Es ist die entscheidende Aufgabe einer sozial orientierten Informatik,[35] die beim Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) auftretenden Widersprüche in der Technologieentwicklung, Widersprüche in den Wechselbeziehungen zwischen Computer und Gesellschaft aufzudecken, durch eine am Menschen orientierte Informationssystemgestaltung und Softwareentwicklung die Risiken für die Menschen zu vermeiden sowie die damit für sie gegebenen Chancen zu erhöhen, so die starren, formalen inhaltsleeren Abläufe in sinnvoller Weise zu verringern und die flexiblen, inhaltlich reichhaltigen, Kreativität stimulierenden entsprechend zu fördern.

Obwohl in der Produktion materieller und geistiger Güter Fachwissen, höhere Qualifikation und anspruchsvollere Tätigkeiten anwachsen, ist jedoch auch die Zunahme an Vereinseitigungen (höherer Spezialisierungsgrad) in der körperlichen und geistigen Arbeit und ein geringerer Spielraum für die Vergegenständlichung individueller Schöpferkräfte zu verzeichnen. Darin zeigt sich ein wachsendes Spannungsverhältnis zwischen individuellem und gesellschaftlichem Wesen des Menschen. Damit dieses Spannungsverhältnis nicht zum Auseinanderfallen des menschlichen Wesens und damit zur Zerstörung der Persönlichkeit führt, müssen wesentlich größere Anstrengungen unternommen werden, um materielle und ideelle Arbeitsbedingungen zu schaffen, die die Persönlichkeitsentwicklung und die Entwicklung fördern. Dies zu erreichen sind wesentliche Forderungen der Arbeitswissenschaften und der Arbeitsethik, denn der Spielraum für die Entfaltung und Vergegenständlichung individueller Wesenskräfte ist unter den gegeben Organisations- und Produktionsbedingungen oftmals noch zu eng. Ja, wie zuvor vermerkt, von Axel Honneth eindrucksvoll dargestellt[36], engt der globalisierte digitale Kapitalismus die Möglichkeiten einer am konkreten Humanismus orientierten Informationssystem-, Arbeits- und Organisationsgestaltung gegenwärtig für eine große Masse der Arbeitenden unerträglich ein. Dies darf uns jedoch nicht daran hindern, sonder eher dazu anspornen, die sich aus der Entwicklung des systemischen und evolutionären Denkens ergebende Erwei-

35 Social Informatics: An Information Society for All? In remembrance of Rob Kling, Proceedings of the Seventh International Conference on Human Choice and Computers (HCC7). Ed. by Jaques Berleur, Markku I. Nurminen and John Impagliazzo. IFIP TC9. Berlin: Springer Verlag 2006.

36 Honneth, A., Arbeit und Anerkennung – Versuch einer Neubestimmung,. – In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie (Berlin). (2008)3, S. 327 – 341.

terung der theoretischen Grundlagen zu diskutieren und für die Methodologie der Informationssystemgestaltung in sozialer (betrieblicher) Organisation, für einen rationalen und menschengerechten Einsatz der modernen IKT in den Unternehmen nutzbar zu machen.

2. Zur Entdeckung der Selbstorganisation – die Wiederentdeckung der Evolution

2.1. Zur Veränderung der Blickrichtung durch Konzepte der Selbstorganisation

Für die Entwicklung und Gestaltung effektiver sowie menschengerechter Informationssysteme, die in und für soziale (betriebliche) Organisation funktionieren sollen, haben Organisationstheorien als theoretisch-methodologischer Bezugsrahmen besondere Bedeutung. Dabei, wie zu zeigen ist, vor allem auch die ursprünglich in der Biophysik und in der Kybernetik entwickelte Theorie der Selbstorganisation. Darüber hinaus soll hier gezeigt werden, dass im Rahmen der Diskussion um eine am Menschen orientierte Methodologie der Informationssystemgestaltung und Softwareentwicklung eine relativ eigenständige Entwicklung zu einer „neuen Systemtheorie", einer „evolutionären Systemtheorie" stattgefunden hat.

Abbildung 5 *Verschiedene Konzeptionen mit unterschiedlichen Aspekten einer Theorie der Selbstorganisation*

Nichtlineare dynamische Systeme Chaostheorie/ Synergetik (Haken)			Selbstorganisation technischer, lebender u. sozialer Systeme (R. Ashby, v. Förster, Jatsch, Luhmann u.a.)			
Theorie der Dissipativen Strukturen	**Theorie der Selbstorganisation Informations-Entstehung**	**Theorie der Autopoiesis**	**Ökologie des Geistes**	**Wissen-schafts-forschung**	**Theorie der Strukturierung**	**Die Fraktale Fabrik**
(Prigogine)	(Eigen, Ebeling, Fuchs-Kittowski, Fleissner, Hofkirchner)	(Varela, Maturana)	(Bateson)	(Krohn/ Küppers)	(Giddens)	(Warnecke)

In den letzten Jahrzehnten fand das Paradigma der Selbstorganisation Eingang in eine ganze Reihe von Wissenschaftsdisziplinen. Beginnend mit der Theorie der Dissipativen Strukturen von Ilja Prigogine, G. Nicolis (1971)[37] und Peter Glans-

37 Nicolis, G. / Prigogine, I., Fluctations in Non-Equilibrium Systems. – In: Proc. Natl. Acad. Sci. (USA). 68(1971), S. 2102-2107.

dorff[38] (1971) und darauf aufbauend die Theorie der Primärevolution von Manfred Eigen[39] (1971) und Peter Schuster[40] (1979). Verwiesen sei hier auf die Arbeiten von Werner Ebeling[41], in denen der Zusammnenhang von Selbstorganisation lebender Systeme und Informationsentstehung besonders herausgearbeitet wird.[42] Insbesondere auch vermittels der Theorie der Selbstorganisation von Heinz von Foerster (1962[43], 1984[44]) und der Theorie der Autopoiesis von Huberto Maturana (1975)[45] und Franzisko Varela[46] (1974), wie auch durch die Arbeiten von Erich Jantsch (1975[47], 1982[48]) und Hermann Haken[49] (1977) hat die Theorie der Selbstorganisation zu einem Paradigmenwechsel in einer Reihe von Wissenschaftsdisziplinen geführt oder ihn zumindest eingeleitet. Es sei hier aber auch auf die theoretischen Überlegungen von Walter Elsasser[50] hingewiesen, die für unser Verständnis der Information wichtig wurden.

Walter Elsassers Konzept einer Theorie der Biologie ist der bemerkenswerte Versuch, die Grundstruktur einer spezifisch biologischen Theorie von einer pu-

38 Glansdorff, P. / Prigogine, I., Thermodynamics of Strcture, Stability and Fluctations. London: Wiley 1971.

39 Eigen, M., Self-Organizarion of Matter and the Evolution of Biological Macromolekules. Naturwissenschaftten. 58(1971), S. 465 – 523.

40 Eigen, M. / Schuster, P., The Hypercycle: A Principle of Natural Self-Organizarion. Heideelberg-New York: Springer-Verlag 1979.

41 Ebeling, W., Strukturbildung bei irreversiblen Prozessen – Eine Einführung in die Theorie dissipativer Strukturen. Leipzig: G. Teubner Verlaggesellschaft 1976.

42 Ebeling, W., Evolution of Information: On the Borderline Between Order and Chaos. – In: Hochschule Zittau/Görlitz (FH) (Hrsg.): Betrachtungen zur Systemtheorie – Gedenkband zum Leben und Schaffen von Prof. Manfred Peschel, Institut für Prozesstechnik, Prozessautomatisierung und Messtechnik, Zittau/Görlitz 2003, S. 121 – 132

43 Foerster, H. v. / Zof, G. v. Jr. (Hrsg.), Principles of Self-Organization. Oxford- New York: Pergamon Press 1962.

44 Foerster, H. v., Principles of Self-Organization in a Socio-Managerial Context. – In: Self-Organization and Management of Social Systems. Ed. by H. Ulrich and G. J. B. Probst. Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag 1984.

45 Maturana, H. / Varela, F., Autopoietics Systems. Report BCL 9.4 Urbana III.: Biological Computert Laboratory, University of Illinois. 1975

46 Varela, F. / Maturana, H. / Uribe R., Autopoiesis – The Organization of Living Systems. Its Characterization and a Model. – In: Biosystems. 5(11974), S. 187 – 196.

47 Jantsch, E., Design for Evolution: Self-Organization and Planning in the Life of Human Systems in Trasition. New York: Braziller 1975.

48 Jantsch, E., Die Selbstorganisation des Universums. Vom Urknall zum mechlichen Geist. Deutscher Taschenbuchverlag. 1982.

49 Haken, H., Synergetics: Nonequilibrium Phase Transition and Self-Organization in Physics, Chemestry and Biology. Berlin-Heidelberg-New York: Springer Verlag 1977.

50 Elsasser, W., The Physical Foundation of Biology – An Analytical Study. Pergamon Press 1958.

ristisch physikalischen Betrachtungsweise der Lebensprozesse abzuheben. Er ist von Hause aus theoretischer Physiker, der zu den Pionieren der Entwicklung der Quantenphysik gerechnet werden kann. Da er sich aber auch über Jahrzehnte mit der theoretischen Interpretation der Lebensprozesse beschäftigte, besaß er besonders gute Voraussetzungen dafür, über die Modell- und Theorienbildung im Grenzbereich zwischen Physik, Chemie und Biologie nachzudenken.

Ein Phänomen ist für ihn hier besonders wichtig: die immer wieder beobachtete Kreativität biologischer Prozesse. Er verdeutlicht in verschiedenen Arbeiten, dass der Begriff der Kreativität, sich besser bzw. exakter durch den Begriff der Informationsentstehung beschreiben lässt. Er ist somit wohl der Erste der verdeutlicht, dass Prozesse der Informationsentstehung entscheidend sind für die Modell- und Theorienbildung im Grenzbereich zwischen Physik, Chemie und Biologie. Dies wird dann durch die molekulardarwinistische Theorie der Lebensentstehung von Manfred Eigen[51] noch wesentlich vertieft und präzisiert.

Es galt auch gegenüber den technischen Funktionssystemen – den technischen Automaten – eine Konzeption zu entwickeln, die die anerkannten Grundsätze naturwissenschaftlichen Denkens nicht verlässt und es doch ermöglicht, nach geeigneter Erweiterung fundamentaler Prinzipien, auf denen unser naturwissenschaftliches Weltbild beruht, zu suchen bzw. sie zu konzipieren. Es geht um die Entwicklung einer Theorie der Biologie, die es ermöglicht, fußend auf dem Prinzip der Unverletzlichkeit physikalisch-chemischer Gesetze, die sich aus der spezifischen Struktur und Funktion, der Ganzheitlichkeit des Lebendigen ergebenden, phänomenologisch unleugbaren neuen Eigenschaften biologischer Systeme zu erklären.[52]

Es kann gezeigt werden, dass das für die Modell- und Theorienbildung im Grenzbereich von Physik, Chemie und Biologie besonders wichtige Prinzip der Informationsentstehung ebenso fruchtbar ist für die Modell- und Theorienbildung im Grenzbereich zwischen technischem Automaten (Software) und dem menschlichen Geist, sowie im Grenzbereich zwischen automatenunterstützten Informationssystem und der sozialen Organisation im Ganzen. Was hier besonders herausgearbeitet werden soll.

Durch die Zusammenfassung der verschiedenen Prozesse unter dem Begriff der Selbstorganisation werden wichtige Gemeinsamkeiten verdeutlicht. Aber zugleich ist unseres Erachtens eine Unterscheidung zwischen verschiedenen Arten

51 Eigen, M., Selforganization of Matter and the Evolution of Biological Macromolecules. Naturwissenschaften. (1971)10.

52 Fuchs-Kittowski, K., Probleme des Determinismus und der Kybernetik in der molekularen Biologie. Jena: Gustav Fischer Verlag (2. erw. Auflage) 1976.

der Selbstorganisation wichtig. Denn es gibt qualitative Unterschiede, ob von Selbstorganisation im Zusammenhang mit dissipativen Strukturen, wie zum Beispiel bei der berühmten Belousov-Zhabotinsky-Reaktion, von Selbstorganisation bei künstlichen neuronalen Netzen oder von der Selbstorganisation natürlicher neuronaler Netze gesprochen wird. Mit der Unterscheidung zwischen der Selbstorganisation technischer Systeme, wie zum Beispiel dem Homöostaten von Ross Ashby und der Selbstorganisation lebender Systeme ist ein neues Verständnis der Information verbunden.

Es ist ein entscheidender Wechsel (Paradigmenwechsel) im Verständnis der Information zu vollziehen: von der Sichtweise der Information als Einfluss der externen Umwelt auf das System zu einer Sichtweise nach der Information im System (intern) entsteht. Information im Sinne einer Wirkungen organisierenden Wirkung ist nicht als eine vorgegebene Struktur zu verstehen, sie ist mit der Selbstorganisation verbunden.[53, 54] Es ist die andere Seite der gleichen Medaille.

Durch Selbstorganisation werden die jeweils höheren Ebenen der Organisation von Systemen durch Emergenz aus den unteren hervorgebracht, auf die sie ihrerseits wieder zurückwirken, nicht aber auf sie zu reduzieren sind. Selbstorganisation wird verstanden als Bewegung der Materie, die fernab vom Gleichgewichtszustand durch Energiezufuhr aufrechterhalten wird.

Zentral für fast alle Ansätze zur Selbstorganisation komplexer Systeme ist die Frage nach der spontanen Entstehung und Höherentwicklung von Ordnung in dynamischen Systemen fernab vom Gleichgewicht. Die Antworten, die hierauf gegeben werden konnten, führten zu dem entscheidenden Paradigmenwechsel in den verschiedenen Wissenschaften.

Ilja Prigogine und Peter Glansdorff [55] haben ganz allgemein zeigen können, dass in einem fernab vom thermodynamischen Gleichgewicht befindlichen System mit Notwendigkeit die Prozesse der Selbstorganisation einsetzen, die wegen der Instabilität der initialen Situation ausgelöst werden durch zufällige Schwankungen, die ihrerseits wieder unvermeidlich sind. Hier haben wir ein kla-

53 Fuchs-Kittowski, K. / Rosenthal, H. A., Selbstorganisation, Information und Evolution – Zur Kreativität der leenden Natur. – In: Information und Selbstorganisation – Annäherung an eine vereinheitlichte Theorie der Information. Hrsg. v. Norbert Fenzl, Wolfgang Hofkirchner u. Gottfried Stockinger. Innsbruck-Wien: Studien Verlag 1998.

54 Fuchs-Kittowski, K., Information und Biologie: Informationsentstehung- eine neue Kategorie für eine Theorie der Biologie. – In: Biochemie – ein Katalysator der Biowissenschaften, Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät. 22(1998) 3, S. 5 – 17.

55 Glansdorff, P. / Prigogine, I., Thermodynamik Theory of Structure, Stability and Fluctuations. London 1971.

res Beispiel, wie vom Zufall durch das System, in dem er auftritt, eine Notwendigkeit hervorgebracht wird. Diese Notwendigkeit heißt allerdings nicht, wohl definierter Ablauf in der Zeit, sondern die Notwendigkeit der Entstehung einer bestimmten Qualität.

Mit der Thematik Selbstorganisation werden heute offensichtlich Herangehensweisen an sehr unterschiedliche Phänomene betrachten, doch ist diesen Entwicklungen gemeinsam, dass sie zu einer Erweiterung der theoretischen Grundlagen der Theorie der Biologie, der Theorie sozialer Systeme sowie der Theorie der Informatik und Informationssystemgestaltung führen, die zur Überwindung des mechanistischen Weltbildes beitragen.

Die Erweiterung der theoretischen Grundlagen der verschiedenen Wissenschaften, die durch die Zusammenfassung verschiedener Ansätze aus mehreren Wissenschaften unter dem Sammelbegriff „Selbstorganisation" vorbereitet wurde, besteht insbesondere in einer erkenntnistheoretischen Verschiebung der Wahrnehmung und Bewertung der Dinge und Erscheinungen der Wirklichkeit[56]:

Die Veränderung der Blickrichtung erfolgt von: der Reversibilität zur Irreversibilität, der Linearität zur Nichtlinearität, der Periodizität der Vorgänge zur Rekursivität, den Gleichgewichten zu Ungleichgewichten, der thermodynamischen Geschlossenheit zur Offenheit, aber operationellen Geschlossenheit der Systeme, der prinzipiellen Vorhersehbarkeit und Beherrschbarkeit zur nicht vollständigen Vorhersehbarkeit und Beherrschbarkeit der Systeme, der Entdeckung von Naturgesetzen zu ihrer theoretischen Erschließung auf der Grundlage von Fakten, unter besonderer Berücksichtigung der Randbedingung, der Reduktion als notwendige Methode zu ihrer Ergänzung durch Beachtung organismischer Teil-Ganzes-Beziehungen, den technisch-kybernetischen Funktionssystemen (als schon organisierten Entitäten / homöostatisch autonomen Systemen) zu evolutionären Systemen bzw. Aktionssystemen (als sich selbst organisierenden Entitäten, sich entwickelnden autonomen Systemen), der geschichtslosen Betrachtung zur Wiedergewinnung des Gedankens der Evolution, der vom Beobachter unabhängigen Erkenntnis zur Anerkennung der Abhängigkeit wissenschaftlicher Erkenntnis von der Aktivität des erkennenden Subjekts.

Für uns besonders wichtig, wie gesagt, im Rahmen der Theorie der Selbstorganisation noch zu bekräftigen, ist die Veränderung der Blickrichtung von dem strukturellen zu einen funktionellen und evolutionären Verständnis der Information, von der Informationsverarbeitung zur Informationserzeugung.

56 Fein, H., Einige Bedingungen für Selbstorgaisation in mikrosoziakem Systemen. Linz: Universitätsverlag Rudolf Traumer 1996. S. 1

Dies ist eine gewisse Zusammenfassung genereller Aussagen aus den verschiedenen Ansätzen. Es muss aber auch zwischen den verschiedenen Ansätzen differenziert werden.

Das Konzept der Selbstorganisation, wie es ursprünglich von Ross Ashby im Zusammenhang mit seinen Experimenten an dem von ihm entwickelten Homöostaten und von Heinz von Foerster in die Kybernetik eingeführt wurde und der Unterscheidung zwischen Kybernetik 1. und Kybernetik 2. Ordnung zugrunde liegt, ist eine Selbststrukturierung auf der Grundlage einer Informationsaufnahme aus der Außenwelt. Selbststrukturierung, auch oft als Selbstorganisation bezeichnet, finden wir schon in der anorganischen Welt, z. B. die Entwicklung unseres Planetensystems, bei dissipativen Strukturen oder beim lernenden Automaten. Für die Herausbildung lebender Systeme ist das entscheidend Neue die Information. Entsprechend der mit Heinz von Foerster in verschiedenen Gesprächen getroffenen Übereinkunft sollte nach heutiger Erkenntnis der Begriff der Selbstorganisation nur verwendet werden, wenn gleichzeitig auch Information entsteht und wirkt.[57] Dies ist jedoch noch nicht generell anerkannt. Der Begriff der Selbstorganisation wird allgemeiner verwendet, was jedoch eine Differenzierung nicht ausschließen sollte. Im Gegenteil!

2.2. Zur notwendigen Differenzierung zwischen verschiedenen Formen der Selbstorganisation

Die Kybernetik lieferte Denkmodelle und technische Modelle, wie zum Beispiel den Homöostat von Ross Achby,[58, 59] mit denen, zumindest in erster Näherung, lebende Organisation erfasst werden konnte. Ross Achby führt als erster den Begriff der Selbstorganisation in die Kybernetik ein. Wie er in seinen Arbeiten wiederholt betont, besteht für ihn das entscheidend Neue, welches durch die

57 Diese Feststellung bezieht sich auf mehrere persönliche Gespräche mit Heinz von Foerster zu dieser Problematik. Einmal auf der Konferenz Software Development and Reality Construction 1989, zum anderen an der Universität Hamburg 1995 und an der Humbo1dt-Universität sowie an der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften 1997. Da Heinz von Foerster den Begriff der Selbstorganisation in die Kybernetik mit eingeführt hat (siehe: Foerster, H. von / Zof, G. v. Jr. (Hrsg.), Principles of Self-Organization. Oxford – New York: Pergamon Press 1962), ist seine heutige Haltung zum Verständnis selbstorganisierender Systeme besonders wichtig. Damit ist eine Unterscheidung zwischen dem lernenden Automaten und sich selbst organisierenden lebenden Systemen getroffen, es sei denn man hält an dem Gedanken fest, auch auf der Grundlage von Zufallsgeneratoren könnten neues Wissen und kreative Ideen erzeugt werden.

58 Ashby, R. W., Design for a Brain, The orgin of adaptive behaviour. London: Chapman & Hall 1960.

59 Ashby, R. W., An Introduction to Cybernetics. London: Chapman & Hall 1961.

Kybernetik in die Wissenschaft gebracht wird, im Prinzip der negativen Rückkopplung. Das kreiskausale Denken ermöglicht neue Zugänge zum Verständnis der Lebensprozesse. Die Kybernetik bringt eine gegenüber den klassischen Wissenschaften neue Sichtweise auf die Welt. Mit dem Homöostat sollte und konnte insbesondere das für lebende Systeme charakteristische Phänomen der Homöostase, die Fähigkeit zur Aufrechterhaltung ihrer internen Parameter, wie Blutzuckergehalt, Körperthemperatur, gegenüber den sich ständig verändernden Umweltbedingungen, genauer untersucht werden. Dies trug wesentlich zur Klärung des Problems der Zweckmäßigkeit des Verhaltens lebender Systeme bei. Das Zufallsproblem, die Beziehungen zwischen Teil und Ganzem wurden aus einer neuen Sicht diskutiert. So ist der Homöostat ein Modell des Gehirns, welches eine adaptive Verhaltenssteuerung ermöglicht. War der Zufall für Norbert Wiener im Wesentlichen ein die Information zerstörendes Rauschen, so wird er bei Ross Ashby schon zu einem konstruktiven Moment. Der Zufall aus einem Zufallsgenerator bleibt aber dem inneren Systemgeschehen gegenüber etwas Äußerliches. Der Zufall, der wirklich Neues ermöglicht, ist ein wesentlicher Zufall, ein Zufall in Einheit mit der Notwendigkeit in der objektiven Möglichkeit, wie er in der Quantenphysik durch probabilistische Gesetze erfasst wird, wie er im Mutationsgeschehen lebender Systeme auftritt und damit Evolution, Informationsentstehung ermöglicht.

Ross Ashby macht selbst darauf aufmerksam, dass es bei den von ihm betrachteten Rückkopplungsmechanismen (lineare Kausalität versus zyklische Kausalität) zur Erklärung zweckmäßigen Verhaltens, aus der Sicht der Quantenphysik[60] um die Übertragung mechanistischen Denkens auf Bereiche handelt, die diesem zuvor nicht zugänglich erschienen.[61] Ein Rückkopplungszusammenhang ist meist ein Mechanismus. Mechanismus, auch im philosophischen Sinne, wird damit definiert als Informationstransformator. Ein Informationstransformator transformiert Information nach mathematisch-logischen Prinzipien. Die Informationstransformation schließt die Aufnahme von Informationen aus der Umwelt und ihre Verarbeitung nach mathematisch-logischen Prinzipen ein, so dass auf der Grundlage von Zufallsgeneratoren (zum Beispiel Monte-Carlo-Methode) solche Automaten (bzw. komplexere kybernetische Funktionssysteme) Modelle für adaptives Verhalten von Organismen sein können. Solche Mechanismen bzw. Informationstransformatoren können, wie insbesondere Ross Ashby nachweisen konnte, Anpassungsverhalten 1. Stufe (durch Rückkopplungen) und

60 Ashby, R. W., Design for a Brain, The orgin of adaptive behaviour. London: Chapman & Hall 1960. S. 28.

61 Ebenda. Einleitung

2. Stufe (Lernverhalten) zeigen, sie können aber nicht, aus der inneren Dynamik des Systems heraus Information generieren.

Auch bei den komplexeren Funktionssystemen, wie den Homöostaten von Ross Ashby oder der Schildkröte von Walter Grey[62] sind Prozesse der Selbststrukturierung zu erkennen[63], aber Entwicklungsprozesse werden noch nicht oder nur in grober Annäherung erfasst. Eine Konzeption (ein Modell), die den Zufall nicht als wesentlich in Einheit von Notwendigkeit und Zufall in der Möglichkeit sieht und ihn damit auch nicht als aufbauendes Moment beachten kann, wird dem realen Entwicklungsgeschehen nicht voll gerecht werden können.

Unsere Erkenntnis, dass, wenn beim Homöostat von Ross Ashby von Selbstorganisation gesprochen wird, es sich um eine Selbststrukturierung durch Aufnahme von Signalen bzw. Informationen von außen handelt, dass mit diesem Modell auch die Differenzierungsprozesse in der Ontogenese nicht wirklich erfasst werden können, war somit für die weitere Entwicklung der Systemtheorie zu einer evolutionären Systemtheorie wichtig. Entgegen einer heute weithin üblichen Vereinheitlichung des Begriffs Selbstorganisation, wird, wie gesagt, seine Differenzierung notwendig. Es ist zu unterscheiden zwischen verschiedenen Formen der Selbstorganisation:

Selbstorganisation ohne Information d. h. Selbststrukturierung
(bei dissipativen Strukturen)

Selbstorganisation durch Signale bzw. Information von außen
d. h. Selbststrukturierung (beim Homöostat, neuronalen Netzen,
autonomen Agenten wie Roboter, Softwareagenten).

Selbstorganisation mit interner Entstehung von Information
d. h. Selbstorganisation
(bei der Evolution lebender und sozialer Organisation). [64, 65]

Die Theorie dissipativer Strukturen von Ilja Prigogine untersucht die Selbststrukturierung der Materie ohne Information. Aus der Sicht der Kybernetik I. Ordnung, d. h. den kybernetischen Funktionssystemen, ist die Information immer schon gegeben. Nach ihrer Entstehung wird nicht gefragt, gegebene Information wird aus der Außenwelt aufgenommen. Es ist aber auch nach der Entstehung der

62 Grey, W., The Living Brain. New York: Norton and Co1953.

63 Klaus, G., Kybernetik in philosophischer Sicht. Berlin: Dietz Verlag 1961.

64 Fuchs-Kittowski, K. / Rosenthal, H. A., Selbstorganisation, Information und Evolution – Zur Kreativität der Natur. – In: Information und Selbstorganisation – Annäherung an eine vereinheitlichte Theorie der Information. Hrsg. v. Norbert Fenzl, Wolfgang Hofkirchner u. Gottfried Stockinger. Innsbruck-Wien: Studien Verlag 1998. S. 141 – 188.

65 Information und Biologie: Informationsentstehung – eine neue Kategorie für eine Theorie der Biologie. – In: Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät. 22(1998)3, S. 5 – 17.

Information zu fragen. Erst mit den theoretischen Überlegungen von Walter Elsasser und insbesondere mit den Erkenntnissen aus der molekular-darwinistischen Theorie der Entstehung des Lebens von Manfred Eigen, wurde die Frage danach aufgeworfen, wie Information entsteht. Mit der Orientierung auf eine Selbstorganisation „höherer Ordnung" (im Sinne von Werner Ebeling[66]), mit einer Orientierung auf die mit der Kybernetik II. Ordnung[67], verbundenen und darüber hinausgehenden mit der Konzeption der Autopoiesis (Huberto Maturana und Franzisko Varela) und der sich entwickelnden evolutionären Sytemtheorie[68], wird die Frage nach der Entstehung der Information gestellt. Dies führt, wie aufgezeigt wurde, zu einer Differenzierung zwischen unterschiedlichen Arten der Selbstorganisation.

Damit ergibt sich noch eine weitere Möglichkeit der Klassifizierung von Systemen. Es wird möglich, die Wirkungsweise der Systemelemente und die für die unterschiedenen Systeme charakteristische Struktur genauer zu betrachten, die Organisation und Selbstorganisation mit Informationsentstehung erst ermöglichen und verdeutlichen, dass ein Übergang zu einer evolutionären Systemtheorie erforderlich ist.

3. Zur Unterscheidung zwischen Funktions- und Aktionssystemen

Es sollen hier drei Grundklassen von Systemen unterschieden werden: 1. Physikale Systeme, 2. Funktionssysteme und 3. evolutionäre bzw. Aktionssysteme.

Zu 1. Es ist charakteristisch für physikale Systeme, dass hier nur physikalische Naturzusammenhänge vorliegen, ohne Information und damit nicht organisiert. In der nicht lebenden Natur existieren keine Funktionssysteme; denn hier sind allein die physikalischen Naturkräfte (Gravitation, elektromagnetische sowie starke und schwache Wechselwirkungen) und somit Feldwirkungen wirksam.

66 Ebeling, W., Evolution of Information: On the Borderline Between Order and Chaos. – In: Hochschule Zittau/Görlitz (FH) (Hrsg.): Betrachtungen zur Systemtheorie – Gedenkband zum Leben und Schaffen von Prof. Manfred Peschel, Institut für Prozesstechnik, Prozessautomatisierung und Messtechnik, Zittau/Görlitz 2003, S. 121 – 132

67 Das Grundmodell der Kybernetik II. Ordnung im Sinne von Heinz von Foerster ist die nichttriviale Maschine im Gegensatz zu trivialen Maschine der Kybernetik I Ordnung. Die nichttriviale Maschine ist ein komplexeres, zur Selbststrukturierung durch Informationsaufnahme befähigtes Funktionssystem und noch nicht zur internen Informationsgenerierung befähigt.

68 Fuchs-Kittowski, K. / Heinrich, L. J. / Rolf, A., Information entsteht in Organisationen: in kreativen Unternehmen – wissenschafttheoretische und methodologische Konsequenzen für die Wirtschaftsinfomatik. – In: Wissenschaftsinformatik und Wissenschaftstheorie – Bestandaufnahme und Perspektiven. Hrsg. v. Becker, König, Schütte, Wend u. Zelewaski. Wiesbaden: Gabler Verlag 1999. S. 330 – 361.

Zu 2. Es ist charakteristisch für Funktionssysteme, dass sie Eigenschaften organisierter Systeme besitzen und daher auf solchen organisatorischen Effekten beruhen, wie Signalübertragung bzw. Informationsverarbeitung, wie sie durch das Paradigma des Informationsverarbeitungsansatzes zum Ausdruck kommen. Kausale Element-Element-Beziehungen und damit Organisation werden möglich.

Zu 3. Es ist charakteristisch für ein evolutionäres System bzw. Aktionssysteme, dass sie Eigenschaften organisierender Systeme besitzen und daher Prozesse der Erzeugung von Information und Bildung von Werten einbezogen sind, wie sie in der Theorie der Selbstorganisation in wachsendem Maße Berücksichtigung finden.[69] Es liegen auch (finale) teleonomische Element-Element-Beziehungen und eine Kommunikationsstruktur vor, damit sind in komplexen Systemen sich selbst organisierende Systeme (mit Informationsentstehung) möglich.

Funktionssysteme sind essenziell zum Beispiel für die Regulation des Stoffwechsels, für die Koordination der unzähligen, mit einander verbundenen, sich wechselseitig bedingenden Stoffwechselketten in der lebenden Zelle. Hier wird das Prinzip der spezifischen Kettung – der kausalen Element-Element-Beziehungen besonders deutlich.

Ein grundlegendes Modell für ein evolutionäres System ist der Hyperkreis von Manfred Eigen. Dieses Denkmodell bildet den Kern seiner molekular-darwinistischen Theorie der Lebensentstehung. Schon auf dieser Ebene zeigen sich für

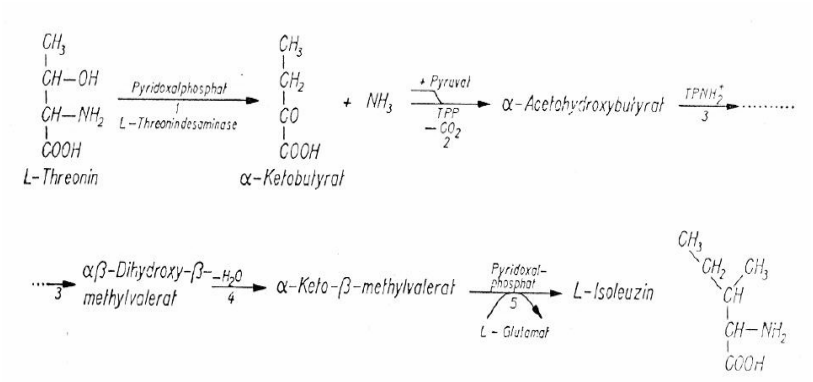
Abbildung 6 Zur Unterscheidung zwischen drei Grundklassen von Systemen

	Wirkungsweise	Elemente	Struktur	Systemqualität
P - Systeme	kausale Element-Feld Wechselwirkung	Dinge Felder	Feldstruktur	nicht organisiert
F – Systeme	kausale Element-Element Relation	Gegenstände, Relationen, Steuersignale	Elementstruktur	organisierte Systeme
A – Systeme	finale Element-Element Relation	Aktionsträger, Informationen, Werte	Kommunikationsstruktur	organisierende Systeme

69 Frenzl, N. / Hofkirchner, W. / Stockinger, G. (Hrsg.), Information und Selbstorganisation, Annäherung an eine vereinheitlichte Theorie der Information. Innsbruck-Wien: Studien Verlag 1998.

komplexe, evolutionäre Systeme charakteristische Beziehungen zwischen Struktur und Funktion.

Abbildung 7 *Feadback inhibitution von Umberger Stoffwechselkette des Isoleuzin*



Die Realisierung einer Funktion hat eine entsprechende Struktur zur Voraussetzung, die nur auf der Grundlage von Informationen gebildet werden kann, die jedoch wiederum nur durch die spezielle Funktion geschaffen und erhalten wird. Dieser Zusammenhang von Struktur und Funktion wird durch Bedeutungen vermittelt, die erst in diesem Wechselwirkungsprozess gebildet werden. Information entsteht somit erst, wenn durch die Realisierung der Funktion, durch die Wirkung eine Bewertung (und damit Selektion) erfolgt ist, durch die die Information erst ihre Bedeutung erhält.

Philosophisch, für das dialektische Denken, ist die Feststellung wichtig, dass uns hier, mit der geschilderten Dialektik von Struktur und Funktion (dem Aktionssystem) eine neue Form des allgemeinen Zusammenhanges entgegentritt: Der wechselseitige Bedingungszusammenhang von Form (Syntax) Inhalt (Semantik) und Wirkung (Pragmatik) im Prozess der Erzeugung und Nutzung der Information.

Unter Aktion wird eine spezifische Art von Wirkungen verstanden, zu der nur organisierende Systeme befähigt sind. Die Zeitdimension spielt eine Rolle, so dass Erkennung auf der molekularen Ebene, Kognition bei höher differenzierten Organismen – Erfahrungen und Ziele zur Kennzeichnung der Aktion gehören.

Aktionen sind primär die Erzeugung und Nutzung von Funktionen. Für Elemente von Aktionssystemen ist charakteristisch, dass die Aktionsträger die Bildung, Modifizierung und Strukturierung von Funktionen auf der Grundlage der

Erzeugung (Vermehrung) und Verarbeitung von Informationen und Bildung von Werten bewirken und in einer Informations- und Wertkommunikation mit anderen Aktionsträgern stehen, die die Hervorbringung von neuen Aktionen stimulieren.

Mit dieser Unterscheidung wird auch deutlich, dass die an technischen Denkmodellen orientierte Kybernetik, wie auch die Technische Informatik und die Künstliche-Intelligenz-Systeme (KI-Systeme), soweit sie sich auf das Paradigma des Informationsverarbeitungsansatzes stützen, zwar organisierte, d. h. gesteuerte und geregelte Systeme (Funktionssysteme) behandelt, jedoch in ihrem wissenschaftlichen Ansatz nicht die Ursachen für die Organisierung solcher Systeme enthält. Damit hat die allein technisch orientierte Kybernetik und Informatik die echte Selbstorganisation verbunden mit Informationsentstehung nicht zum Gegenstand, sondern in ihr wird ein spezifisches Lernen (das hier als formales Lernen bezeichnet werden soll) als Selbstorganisation bezeichnet: ein Lernen im Sinne einer Verbesserung des Verhaltens, das durch Aufnahme von vorhandenen Signalen bzw. Informationen aus der Außenwelt erfolgt.

Der lernende Automat erhält seine Informationen und sein Wertesystem von Außen. Im Grundmodell von Manfred Eigen müssen die Informationen und das Wertesystem in intensiver Wechselbeziehung mit der Umwelt aus der inneren Dynamik des Systems selbst heraus entstehen. Schon bei der Primärevolution muss eine Organisation vorliegen, die auch die Werte für die Bewertung neu entstehender Entwicklungsmöglichkeiten selbst bildet.

Um die lebende und auch die soziale Organisation als Aktionssystem bzw. evolutionäres System zu verstehen, können nicht nur kausale Element – Element-Beziehungen im Sinne kybernetischer Funktionssysteme untersucht werden. Zum Verständnis lebender und sozialer Systeme ist der systemtheoretische Ansatz deutlich um den Aspekt der Informationserzeugung und Wertbildung, um die Schaffung neuer Funktionen zu erweitern.

Ein Aktionssystem kann aber zum Beispiel durch kybernetische Modellierung in ein Funktionssystem überführt werden. Die Umwandlung eines Aktionssystems in ein Funktionssystem ist ein entscheidender Reduktionsprozess, denn sie führt von einer Ebene höherer Komplexität zu einer niederen und stärker manipulierbaren, wobei von den spezifischen Eigenschaften des evolutionären Systems bzw. Aktionssystems – der Informationserzeugung und Wertbildung – abstrahiert wird.

4. Theorie der Biologie von Humberto R. Maturana und Franzisko J. Varela und Konsequenzen für die Systemtheorie und Informationssystemgestaltung

4.1 Autopoiesis und das Prinzip der operationellen Geschlossenheit [70]

Auch am Beispiel der Erkenntnisse über die Immunreaktionen konnte gezeigt werden, dass auf molekularem Niveau kein Lernen durch Instruktion, wie beim lernenden Automaten, sondern ein Lernen durch Selektion vorliegt. Es handelt sich um selbstorganisierende Systeme. Information wird nicht einfach von außen aufgenommen, sondern – auf der Grundlage von internen und externen Signalen, intern erzeugt. Somit setzt die Erweiterung des Systemverständnisses von den schon organisierten kybernetischen Funktionssystemen zu den sich erst organisierenden Aktionssystemen eine Vertiefung, ja ein neues Verständnis der Information voraus.

Diese Gedanken fanden jedoch erst allgemeinere Anerkennung als die moderne Systemtheorie die Grundgedanken von Humberto Maturana und Franzisko Varela stärker aufgenommen hatte – mit dem Grundprinzip der Autopoiesis und dem damit verbundenen Prinzip der operationellen Geschlossenheit.[71] So spricht Franzisko Varela klar von dem gefährlichen Irrtum der Instruktion und heute auch von einem neuen Verständnis der Information.[72] Damit wendet sich aber die stärker biologisch orientierte Kybernetik (II. Ordnung) eindeutig gegen die

70 Maturana, H. R. / Varela, F. J., Der Baum der Erkenntnis. Wien 1987. S. 31.

71 Mit seinen Arbeiten konnte Humberto Maturana zeigen, wie biologische Prozesse die Grundlage für Phänomene wie Erkenntnis und Sprache bilden können. Ausgehend von seinen Untersuchungen zu den neurophysiologischen Grundlagen der Wahrnehmung, die zu seinen klassischen Arbeiten zur Organisation der Frosch-Retina (a) führten, entwickelte er eine Theorie der Organisation lebender Systeme (b) sowie der Sprache und der Erkenntnis. Viele dieser Gedanken wurden gemeinsam mit Francisco Varella entwickelt. Maturana, H. et al.: Anatomy and physiology of vision in the frog. 1960; Maturana, H., The organization of the living: A theory of the living organization; Maturana, H. / Varela, F. J., Autopoiesis and Cognition. 1980. Zu einem entscheidenden Begriff wurde in diesem Zusammenhang der von Humberto Maturana und Francisco Varela geprägte Begriff der Autopoiese. Er charakterisiert die Eigenschaft lebender Systeme, sich ständig selbst zu erneuern und diesen Prozess so zu regeln, dass die Integrität der Struktur gewahrt bleibt. Während also eine Maschine dafür gebaut ist, ein bestimmtes Produkt zu produzieren, produziert zum Beispiel die Zelle vor allem sich selbst. Damit wird nicht nur die Evolution des Systems, sondern auch seine zeitweise Existenz in einer bestimmten Struktur im Prozess aufgelöst. Im Lebendigen gibt es wenig was starr ist – eine autopoietische Struktur ergibt sich aus dem Zusammenwirken vieler Prozesse.

72 Varela, F. J.: Kognitionswissenschaft – Kognitionstechnik – Eine Skizze aktueller Perspektive. Frankfurt am Main: Suhrkamp Taschenbuch 1990.

stärker an der Automatisierungstechnik orientierten Kybernetik (I. Ordnung), zumindest gegen das Paradigma der kognitiven Künstliche-Intelligenz-Forschung (KI-Forschung), dem mit ihr verbundenen Paradigma des Informationsverarbeitungsansatzes mit der naiv realistischen Vorstellung einer Repräsentation der Außenwelt als Grundlage für das Verhalten. Das für die Weiterentwicklung der Systemtheorie wichtige Prinzip der operationellen Geschlossenheit wurde sicher auch mit Blick auf das Zentraldogma der Molekularbiologie entwickelt, auch wenn es auf der Grundlage der Theorie der Autopoiese als einer Theorie der Biologie einen weitergehenden Grund und bezogen auf geistige Prozesse, einer weitergehenden Begründung bedarf.

4.2. Das Prinzip der nicht unmittelbaren Aufnahme von Information – selektives statt instruktives Lernen

In der Stellungnahme der Amerikanischen Gesellschaft für Kybernetik wird für die zweite Grundlinie der Kybernetik ausgesagt, dass es hier vornehmlich um die Erarbeitung einer Theorie unserer Erkenntnis ging und es wird ausdrücklich auf die Arbeiten von Humberto Maturana und Franzisko Varela verwiesen. Humberto Maturana verdeutlicht in seinen Arbeiten mit Franzisko Varela, dass man das Phänomen des Erkennens nicht so verstehen kann, als gäbe es "Tatsachen" und "Objekte" irgendwo "da draußen", die man nur aufzugreifen und in den Kopf hineinzubringen habe, wie dies oft naiver Weise angenommen wird.

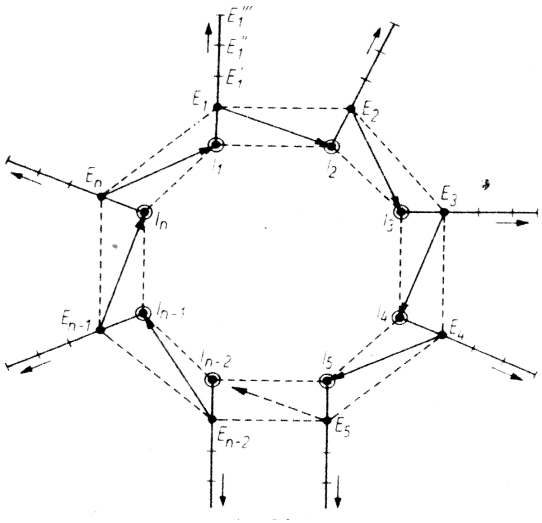
Nach seinen Untersuchungen zur Farbwahrnehmung und der Feststellung, dass es hier weniger um Abbildung durch das Nervensystem sondern eher um die Generierung des Farbraumes des Beobachters geht, zog Humberto Maturana verallgemeinernde Schlüsse, die der Begründung der Konzeption des Radikalen Konstruktivismus dienen.

Die Wahrnehmung muss dann eher von innen her untersucht werden als von außen. Das Nervensystem ist dann eher ein Generator von Phänomenen als ein Filter von Abbildungen der Außenwelt. Hier ist nicht der Ort, ausführlich über die Tragfähigkeit der verallgemeinernden, den Radikalen Konstruktivismus begründenden Schlussfolgerungen zu diskutieren. Es soll aber der zum Solipsismus führenden Annahmen widersprochen und deutlich gesagt werden, dass trotz aller berechtigten Kritik an einem naiven Realismus weiterhin daran festgehalten werden muss, dass die Natur vor dem Menschen und der Mensch vor der Wissenschaft existiert. Es gilt also einen konstruktiven Realismus zu vertreten. Wenn hier von interner Informationserzeugung gesprochen wird, erfolgt diese auf der Grundlage der Verarbeitung interner und auch externer Signale, also in intensiver Wechselwirkung mit der Umwelt. Es werden Abbildungen in abstrakter Form ge-

Abbildung 8 *Hyperzyklus von Manfred Eigen*

Der selbstinstruktive katalytische Hyperzyklus. Quelle: Eigen, M., Selforganization of Matter and Evolution of Biological Macromolecules. – In: Naturwissenschaften. (1971)10.

Der selbstinstruktive katalytische Hyperzyklus. Die I_1 repräsentieren Informationsträger, d.h. komplementäre RNS-Einzelstränge. Jeder kleine Kreis steht für die selbstinduktive Eigenschaft des I_1-Kollektivs mit den beiden komplementären Strängen. Die von den I_1 codierten E_1 repräsentieren die katalytische Funktion. Jeder E_1-Zweig kann verschiedene Funktionen einschließen (z.B. Polymerisation, Translation, Kontrolle), deren eine die Kopplung zum Informationsträger I_1 +1 herstellt (z.B. Steigerung der Bildung von I_1+1 durch spezifisches Erkennen). Der Kreis mit allen Kopplungen muß sich schließen, d.h. es muß ein E_n existieren, das die Bildung von I_1 bewirkt. Der Hyperzyklus wird durch ein System nichtlinearer Differentialgleichungen beschrieben (Manfred Eigen, Selforganization of Matter and Evolution of Biological Macromolecules. Naturwiss., Heft 10,1971)

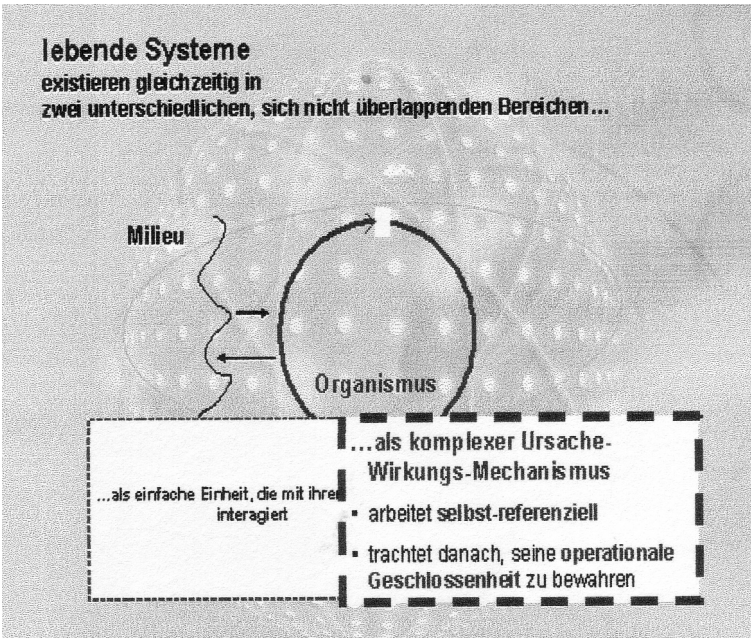


wonnen, die jedoch nicht der Endpunkt sondern erst der Ausgangspunkt für sich daran einschließende Prozesse der Selektion – Bedeutung und Bewertung –, für die Informationsgenerierung sind.

Speziell aus der Sicht einer materialistischen Dialektik geht es um die Überwindung des theoretisch wie praktisch unfruchtbaren Streits zwischen einem „naiven Realismus“ einerseits und einem „solipsistischen Konstruktivismus“ andererseits. Es geht in der Tat um eine erkenntnistheoretische Position, auf deren Grundlage man die Absurdität des Solipsismus und den Widersprüchen des naiven Realismus entgehen kann.

Mit unserem Verständnis der Information als ein Verhältnis zwischen Sender und Empfänger können die beiden extremen Positionen, naiver Realismus oder solipsistischer Konstruktivismus überwunden werden, denn Information ist we-

Abbildung 9 *Konzept der operationellen Geschlossenheit*
Quelle: Fricczewski, F., Vortrag auf Berliner November der Deutschen Gesellschaft für Kybernetik 2006 (unveröffentlicht)



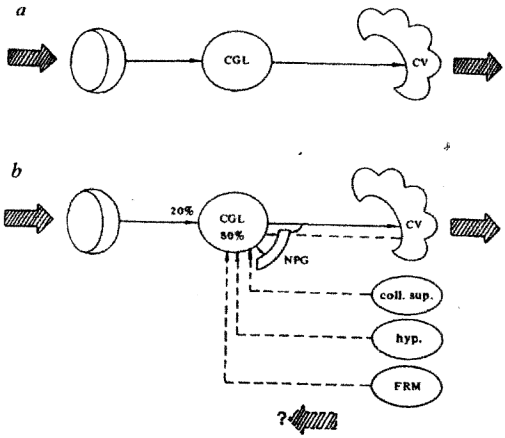
der ein völlig objektives, rein äußeres Faktum, im Sinne des naiven Realismus, noch ist sie eine rein subjektive Konstruktion, im Sinne eines solipsistischen Konstruktivismus. Information, verstanden als Trias von Form (Syntax), Inhalt (Bedeutung) und Wirkung (Pragmatik) ist ein Phänomen, welches in Prozessen der Selbstorganisation, durch die Interaktion offener Systeme, in den sich wechselseitig bedingenden Prozessstufen Abbildung, Bedeutung und Bewertung, entsteht, verarbeitet und genutzt wird. Grundlegend für dieses Informationsverständnis ist die Theorie der Selbstorganisation verbunden mit einer Theorie der Informationsentstehung, der Entstehung von neuer Information in der lebenden und sozialen Organisation.

4.3. Über den Trugschluss einer unmittelbar instruktiven Interaktion

Im engen Zusammenhang mit diesem (neuen) Verständnis der Wahrnehmung argumentieren Humberto Maturana und Franzisko Varela gegen die Fehlerhaftigkeit der Annahme einer, wie sie es nennen: "instruktiven Interaktion".

Diese "instruktive Interaktion" ist für sie der Begriff für den landläufigen Glauben daran, dass wir in der Interaktion mit unserer Umwelt eine direkte Repräsentation von ihr erhalten würden. Es gibt entsprechend dieser Konzeption eine operationelle Geschlossenheit des Systems, welche dies ausschließt.

Abbildung 10 *Verbindungen im visuellen System der Säugetiere*
Quelle: Varela, F. J., Kogitionswissenschaft-Kognitionstechnik 1988.



Die These vom Trugschluss der instruktiven Interaktion wie sie sich bei Humberto Maturana und Franzisko Varela aus dem von ihnen postulierten Prinzip der operationellen Geschlossenheit ergibt, birgt eine Vielzahl erkenntnistheoretischen Konsequenzen in sich. Der Schluss auf den Radikalen Konstruktivismus ist, wie gesagt, jedoch nicht zwingend. Notwendig ist aber die Erkenntnis, dass Information nicht einfach von außen aufgenommen, sondern auf der Grundlage der Signale intern gebildet wird. Hier haben wir es in der Tat mit einem dialektischen Geschehen zu tun: Denn die Information existiert nur in dem Verhältnis zwischen Sender und Empfänger. Sie wird im Empfänger erzeugt, jedoch auch nicht ohne eine Struktur vom Sender. Wie sich dies bei den Prozessen der Informationsentstehung in Phylo- und Ontogenese[73] schon verdeutlichen ließ. [74].

Es zeigt sich, dass in ganz unterschiedlichen Bereichen des Lebendigen die Unterscheidung zwischen Lernen durch Aufnahme schon vorhandener Informationen aus der Außenwelt oder Lernen durch Selektion bzw. kreatives Lernen von fundamentaler Bedeutung ist.[75]

Unabhängig von der letztlichen Klärung der erkenntnistheoretischen Positionen soll hier insbesondere noch vermerkt werden, dass die Konzeption von Humberto Maturana und Franzisko Varela außerordentlich wichtig im Paradigmenstreit zwischen kognitivistischer und konnektionistischer KI-Forschung wurde. Diese Diskussion führte weiter zu dem neue Paradigma der sog. „Neuen KI-Forschung"[76], die sich auf die Schaffung sog. autonomer, sich mit ihrer Umwelt (formal) lernend auseinandersetzender Systeme bezog. Die sog. Selbstorganisation bzw. Selbststrukturierung künstlicher neuronaler Netze unterscheidet sich eben doch qualitativ von der Selbstorganisation der natürlichen neuronalen Netze.

5. Selbstorganisation und die Gestaltung von Informationssystemen – Zur Gestaltung im Kontext sozialer, krativ-lernender Organisation

5.1. Erweiterung der Methodologie der Informationssystemgestaltung zur komplexen, nutzerbezogenen Informationssystemgestaltung

Eine gute, d. h. menschengerechte Gestalt eines Informations- und Kommunikationstechnologie-Anwendungssystems, kann nur in einem entsprechenden Ge-

73 Fuchs-Kittowski, K., Information und Biologie: Informationsentstehung – eine neue Kategorie für eine Theorie der Biologie. – In: Biochemie – ein Katalysator der Biowissenschaften, Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät. 22(1998)3, S. 5 – 17.

74 Fuchs-Kittowski, K., Probleme des Determinismus und der Kybernetik in der molekularen Biologie. Jena: Gustav Fischer Verlag 1976 (2. erw. Auflage).

75 Fuchs-Kittowski, K., Wissens-Ko-Produktion – Verarbeitung, Verteilung und Entstehung von Informationen in kreativ-lernenden Organisationen. – In: Stufen zur Informationsgesellschaft. Festschrrift zum 65. Geburtstag von Klaus Fuchs-Kittowski. Hrsg. v. Christiane Floyd, Christian Fuchs u. Wolfgang Hofkirchner. Frankfurt am Main: Peter Lang Verlag 2002. S. 59 – 125.

76 Viele der Argumente der sogenannten Kritiker der Künstlichen Inteligenz (KI) werden akzeptiert. Vor allem das Argument von Hubert Dreyfus, dass Begrenzungen frühere KI-Ansätze insbesondere darin begründet sind, dass die entwickelten Systeme keinen Körper haben. Aus der Körperlichkeit, der relativen Autonomie der Systeme gegenüber ihrer Umwelt ergibt sich eine neue Sicht auf die Welt der Lebewesen. Intelligenz ist dann nicht mehr ein Kriterium zur Abgrenzung des Menschen vom Tier, sondern ein gemeinsames Erbe, welches allen Lebewesen, wenn auch in unterschiedlicher Weise und Ausprägung, zukommt. Intelligenz ist dann nicht mehr ein Kriterium zur Abgrenzung des Menschen vom Tier, sondern ein gemeinsames Erbe, welches allen Lebewesen, wenn auch in unterschiedlicher Weise und Ausprägung, zukommt.

staltungsprozess hervorgebracht werden. Dabei wurde, wie schon betont, die Erkenntnis wichtig, dass Informationssystemgestaltung in Einheit mit der Arbeits- und Organisationsgestaltung erfolgen muss. Das, was heute angesichts von Arbeitsplatzrechnern und lokalen sowie globalen Netzen, d. h. eines dezentralen und vernetzten Einsatzes moderner Informations- und Kommunikationstechnologie, fast schon als ein Algemeinplatz erscheinen sollte, bedurfte einer langen theoretischen Diskussion, einer Vielzahl auch leidvoller Erfahrungen und damit verbunden dem Wechsel der Leitlinien zur Gestaltung von Informations- und Kommunikationstechnologie-Anwendungssystemen. Erst die Erkenntnis der Einheit von Informationssystem-, Arbeits- und Organisationsgestaltung bot die Möglichkeit, Kriterien bzw. wesentliche Merkmale eines am Menschen orientierten Gestaltungsprozesses zu formulieren. Was von uns als Entwicklung einer komplexen d. h. arbeits- und oragisationswissenschaftliche Erkenntnisse einbeziehende, am Nutzer orientierten Gestaltungsmethodik konzipiert wurde.

Dafür bedurfte es aber zugleich auch theoretisch-methodologischer Grundlagen, wie sie sich aus der philosophischen Diskussion in der Quantenphysik und insbesondere aus der Diskussion der Theorie der Selbstorganisation in der Biophysik ergeben hatten, die grundsätzliche Überwindung des klassischen bzw. mechanischen Determinismus und die Wiedergewinnung des Gedankens der Evolution auf der Grundlage der inneren Widersprüchlichkeit der Materie, der Herausbildung immer neuer Möglichkeiten, die verbunden mit dem Selektionsprinzip Prozesse der Informationsentstehung ermöglichen.

Diese Diskussionen und die sich daraus ergebenden Schlussfolgerungen blieben zunächst auf die Naturwissenschaften, Physik, Chemie und Biologie, begrenzt. Aber der sich dort schrittweise vollziehende Paradigmenwechsel ließ auch andere Wissenschaften nicht unberührt. Allerdings erschien die Informatik, soweit sie sich nur als *computer science* verstand, nicht nur davon unberührt, sondern eher als die gegenläufige Denkbewegung, hin zum strengen Determinismus, hin zu einem Paradigma der geschlossenen Welt. Bei der Informationssystemgestaltung und Softwareentwicklung fand dies seinen konkreten Ausdruck im sog. Wasserfallmodell des Projektierungsverlaufs. Beim Wasserfallmodell wird davon ausgegangen, dass es möglich ist, auf der Grunlage des Requirementengineering die Spezifikation für die Softwareentwicklung von vornherein eindeutig vorzugeben.

5.2. Evolutionäres Vorgehen

Mit der Erkenntnis, dass Software nicht nur formal korrekt sondern als Werkzeug im Arbeitsprozess auch ein der Aufgabe angemessenes Arbeitsmittel sein muss,

zeigte sich zugleich auch die Begrenztheit wissenschaftlicher Aussagen zur erforderlichen Arbeits- und Organisationsgestaltung, zur Spezifizierbarkeit der Aufgabenangemessenheit des Arbeitsmittels Software. Dies erzwang ein schrittweises bzw. evolutionäres Vorgehen bei der Informationssystemgestaltung und Softwareentwicklung. Dies wurde unter anderen durch die Entwicklung der Methode des *rapid prototyping* ermöglicht. Es wurde möglich, sogenannte Prototypen bzw. Systemversionen zu schaffen, deren Nutzungsmöglichkeit im Arbeitsprozess mit den künftigen Nutzer zu erproben und daraus Hinweise für den weiteren Gestaltungsprozess zu erhalten. Damit war also zugleich eine Möglichkeit für die Entwicklung einer breiten Nutzerbeteiligung gegeben.

5.3. Partizipative Informationssystemgestaltung

Soziale Organisationen, wie Betriebe, Krankenhäuser aber auch ein Familie und anderes, stellen eine Totalität von Wechselwirkungen bzw. Kommunikationsprozessen dar. Dies verlangt, dass zu ihrer Gestaltung unterschiedliche Sichtweisen verwendet werden. Die erforderliche Multiperspektivität verlangt die Beteiligung unterschiedlicher Experten am Gestaltungsprozess, insbesondere die Beteiligung der künftigen Nutzer an der Systemgestaltung, denn sie sind die eigentlichen Experten ihrer Arbeitsprozesse. Es wurde sehr bald klar, dass sich die Nutzerbeteiligung nicht auf die Befragung der Nutzer durch den Systemgestalter im Rahmen des Requirementingeneering beschränken kann. Es ist eine interdisziplinäre partizipative Systemgestaltung unter Einbeziehung aller Beteiligten durch eine entsprechende Projektorganisation zu Beginn des Projektes zu realisieren.

5. 3. Unbestimmtheit des Gestaltungsprozesses

Für soziale Organisationen sind Prozesse der Selbstorganisation charakteristisch. Dies bedeutet, dass die Informationssystemgestaltung ein offner Entwicklungsprozess ist. Informationssystemgestaltung ist daher immer ein Schritt ins Neuland, das endgültige Ergebnis ist nicht eindeutig voraussagbar.

5. 4. Zielentwicklung im Gestaltungsprozess

Aufgrund der Selbstorganisation sozialer Organisation ist es erforderlich, für den Gestaltungsprozess klare Ziele und Bewertungskriterien zu formulieren, die jedoch erst im Gestaltungsprozess selbst präzisiert werden können bzw. sich weiter entwickeln.

Daraus ergeben sich folgende Mindestforderungen an eine am Menschen orientierte Informationssystemgestaltung und Softwareentwicklung:

Abbildung 11 Vergleich der konventionellen mit der am Menschen orientierten Vorgehensweise

Konventionelle Vorgehensweisen	Am Menschen orientierte Vorgehensweise
Schwerpunkt:	Schwerpunkt:
Anwendungs-Systementwicklung	Organisations- und. Arbeitsgestaltung
Orientierung an Hard - und Software	Orientierung am Menschen
Orientierung auf Kosten/Nutzen Analyse	Orientierung auf Effektivität und Arbeitszufriedenheit
Systeme werden von Technikern/ Technologen spezifiziert	Systeme werden für, mit und durch- den Nutzer spezifiziert
Orientierung auf große Systeme	Orientierung auf kleine, vernetzte Systemen
Im Vordergrund stehen regelorientierte Handlungen	Orientierung auf vollständige Tätigkeiten
Weitere Spezialisierung und Arbeitsteilung	Orientierung auf (Teil-) Autonomie und Persönlichkeitsentwicklung.
Hierarchie, Verwaltung von Sachen und Menschen	Orientierung an der Gewährleitung der Menschenrechte und Demokratie
Klassische EDV-Projektentwicklung und Einführung	Orientierung auf partizipative, evolutionäre Systemgestaltung

• 1. Orientiert wird auf Probleme der Mensch-Mensch-Arbeitsteilung, darauf, dass mit der Arbeits- und Organisationsgestaltung begonnen wird und nicht, wie beim klassischen Gestaltungsansatz meist üblich, mit den technisch-technologischen Problemen.

• 2. Orientiert wird auf den Menschen, nicht auf das Leitbild Computer, darauf, dass sich die am Gestaltungsprozess beteiligten Akteure über die technischen und sozialen Aspekte des Gestaltungsprozesses, über die Ambivalenz der Wirkungen moderner Informations- und Kommunikationstechnologie, der sich aus unterschiedlichen Interessen der Akteuer ergebenden Widersprüche bewusst werden.

• 3. Orientiert wird auf Effektivität und Arbeitszufriedenheit und nicht vorrangig auf Kosten-Nutzen-Analyse, damit auf über die Qualität der Arbeitsprozesse aussagekräftige Kriterien.

• 4. Orientiert wird auf Nutzerbeteiligung, so dass die Systeme für, mit und durch den Nutzer spezifiziert werden, d. h. die Getaltungsziele von Beginn

an partizipativ entwickelt und vertreten sowie im Prozess weiterentwickelt und präzisiert werden. Sie sind durch ein dialogisches Management durchzusetzen und zu verantworten.

• 5. Orientiert wird auf die Gestaltung kleiner (vernetzter) Systeme, im Unterschied zur Entwicklung großer und immer weniger durchschaubarer Systeme.

• 6. Orientiert wird auf die Gestaltung ganzheitlicher Tätigkeiten, im Unterschied zur Orientierung auf taylorisierte, regelbasierte Handlungen.

• 7. Orientiert wird auf (Teil-)Autonomie und Persönlichkeitsentwicklung, statt auf weitere Spezialisierung und überspitzte Arbeitsteilung. Die Arbeitsprozesse müssen den Humankriterien Autonomie und Ganzheitlichkeit genügen.

• 8. Orientiert wird an den Möglichkeiten zur Gewährleistung individueller, sozialer und internationaler Menschen- und Bürgerrechte, statt an der Verwaltung von Sachen und Menschen. Zu diesem Zweck ist der Gestaltungsprozess als Ganzes zu evaluieren und wenn erforderlich entsprechend zu korrigieren.

• 9. Orientiert wird, entgegen der klassischen EDV-Projektierung und Einführung, auf evolutionäre (partizipative) Systemgestaltung und Softwareentwicklung, auf ein schrittweises Vorgehen, bei dem die im Gestaltungsprozess entwickelten Systemversionen in den Kontext eingebettet werden, d. h. die maschinellen Operationen wieder in die Komplexität der konkreten Arbeitsprozesse, in die soziale Organisation, in der und für die sie funktionieren sollen, integriert und entsprechend den Humankriterien der Arbeits- und Organisationsgestaltung überprüft, bewertet und selektiert werden können.

Es sollte bisher deutlich geworden sein, dass der hier geschilderte Übergang vom klassischen bzw. vorrangig an der Technik orientierten Gestaltungsansatz zu einem am Menschen orientierten, zumindest bestimmte Gesichtpunkte, wie sie mit dem durch die Theorie der Selbstorganisation verbundenen Paradigmenwechsel in der Erkenntnis- und Wissenschaftstherorie verbunden waren, zur Voraussetzung hat. Eine sich am Menschen orientierende Informationssystemgestaltung und Softwareentwicklung hat sich erst schrittweise entwickelt. Schrittweise erfolgte eine Erweiterung des Gestaltungsrahmens bzw. der Gestaltungsaufgaben. Mit Beginn des Einsatzes von Informationssystemen waren es vor allem die Informatiker selbst, die den Computer nutzten. Sie waren auf die Schaffung erforderlicher Algorithmen konzentriert. Erst mit dem massenhaften Einsatz wurde eine stärkere Orientierung auf den Nutzer erforderlich. Selbst das, was heute als selbstverständlich angesehen wird und zunächst unter dem Begriff

„Nutzerfreundlichkeit“ allgemein propagiert wurde, musste erarbeitet und begründet werden. Doch es wurde bald klar, dass „Nutzerorientierung“ mehr verlangt als „Nutzerfreundlichkeit.

Orientiert wird auf die Gestaltung ganzheitlicher Tätigkeiten (siehe Punkt 6). Dabei steht nicht das Handwerk oder künstlerische Tätigkeit als Ideal dahinter, sondern die arbeitswissenschaftliche Erkenntnis, dass überspitzte Arbeitsteilung zur Arbeitsunzufriedenheit und damit auch zur Senkung der Produktivität beitragen kann. Mit dem dezentralen und vernetzten Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnologie kann auch die Informatik zur Zusammenführung zuvor zerstückelter Arbeitsprozesse beitragen.

Nun ist die Entwicklung technologisch wie auch methodologisch und auch arbeits- und organisationswissenschaftlich weiter gegangen gegenüber den zuvor aufgestellten Grundsätzen und Prinzipien der Informationssystemgestaltung.[77]

Mit Beginn der 1990er Jahre begann die verstärkte Automatisierung der Kommunikation, die Entwicklung der lokalen und globalen digitalen Netze. Mit der Vernetzung tritt nun die Organisationsgestaltung unabweisbar in den Vordergrund. Während noch mit dem im Vorangegangenen skizzierten Ansatz neu war, die Organisationsgestaltung einzubeziehen und damit zu beginnen, wird nun der Gedanke der Ko-evolution, wie er sich besonders aus in den Biowissenschaften entwickelten Theorien der Selbsorganisation ergibt und in das sozialwissenschftliche Denken übernommen wurde, in den Vordergrund.

6. Selbstorganisation und die Erweiterung der theoretischen Grundlagen der Informationssystemgestaltung – vom Paradigma der geschlossenen zur offenen Welt im systemtheoretischen Denken[78]

6.1. Die Konferenz Software Development and Reality Construction

Zum Ende der 1980er Jahre hat es eine wesentliche Erweiterung der für die Informatik und speziell auch für die Entwicklung und Methodologie der Informationssystemgestaltung wichtigen theoretischen Grundlagen gegeben. Man spricht heute auch von einer neuen Systemtheorie bzw. evolutionären Systemtheorie. Gemeint ist damit insbesondere auch die Berücksichtigung des von Hum-

77 Kornwachs, K., Information und Kommunikation – Zur menschengerechten Technikgestaltung. Berlin: Springer 1993.

78 Prigogine, I., From Being to Becoming. Time and Complexity in Physical Sciences. München: Piper 1979.]

berto Maturana[79] und Franzisko Varela in die Systemtheorie eingeführten Prinzips der operationellen Geschlossenheit.

Es kann hier nicht das Ziel sein, die theoretischen Grundlagen im Detail darzustellen, sondern es kann nur darum gehen, bestimmte Fragestellungen, die mit der Informatik, der Künstliche-Intelligenz-Forschung (KI-Forschung) und mit der Methodologie der Informationssystemgestaltung zusammenhängen, zu verdeutlichen. Dies führt uns insbesondere zu der Arbeit von T. Winograd und F. Flores: „Understanding Computer and Cognition – New Foundations of Design".[80] Durch die Verarbeitung wichtiger philosophischer Strömungen, einmal der Kritik am Rationalismus und der damaligen KI-Forschung durch Hubert Dreyfus, der hierfür die Kritik von Martin Heidegger am Rationalismus nutzte, zum anderen der Theorie der Sprechakte und der Kommunikation von J. Searle, aber insbesondere auch durch die Verarbeitung der Grundgedanken von Heinz von Foerster zur Selbstorganisation und von Humberto Maturana zur Theorie der Biologie, der gemeinsam mit Franzisko Varela erarbeiteten Theorie der Autopoiesis[81] – einer speziellen Form der Theorie der Selbstorganisation –, gelingt es T. Winograd und F. Flores in der Tat, neue methodologische Grundlagen für die Informationssystemgestaltung und Softwareentwicklung zu legen. Sie initiieren eine neue Richtung in der Informatik, die so genannte CSCW-Forschung, die Entwicklung von Software zur Unterstützung der kooperativen Arbeit.

Das Buch von T. Winograd und F. Flores: „Understanding Computer and Cognition – New Foundations for Design" wurde in der Informationssystemforschung mit Enthusiasmus aufgenommen, auch wenn es, wie zum Beispiel B. Petkoff[82] wahrscheinlich zu Recht meint, aufgrund seiner stark philosophischen Argumentation die Breitenwirkung in der Informatik zunächst noch verfehlte. Entscheidenden Einfluss auf viele Vertreter der Kerninformatik und auch der Wirtschaftsinformatik hätte dann erst die Arbeit von Spencer Brown[83] und der unmittelbare Zwang der technologischen Entwicklung zur verteilten Informationsverarbeitung gehabt.

79 Maturana, H. R., Erkennen, Die Organisation und Verkörperung von Wirklichkeit, Braunschweig, 1985

80 Winograd, T. / Flores, F., Erkennen, Maschine, Verstehen – Zur Neugestaltung von Computersystemen. Berlin 1989.

81 Autopoiesis bzw. Autopoiese ist der Prozess der Selbsterschaffung und -erhaltung eines Systems. Autopoiesis ist das charakteristische Organisationsmerkmal von Lebewesen bzw. lebenden Systemen. Der Begriff wurde von dem chilenischen Neurologen Humberto Maturana geprägt.

82 Petkoff, B., Wissensmanagement. Addison-Wesley 1998.

83 Brown, G. S., Laws of Form – Gesetze der Form. Bohmeier Verlag 2004.

Welche Bedeutung das Werk für die Entwicklung der Methodologie der Informationssystemgestaltung und Softwareentwicklung doch hatte, wurde insbesondere auf der von Christiane Floyd und Mitarbeitern sowie mit Heinz von Foerster 1989 gemeinsam durchgeführten Konferenz: "Software Development and Reality Construction"[84] deutlich. Diese Konferenz war meines Erachtens die erste, auf der Informatiker selbst die philosophisch-methodologischen Probleme ihrer Disziplin diskutierten. In den verschiedenen Referaten wurde einmal der grundlegende Unterschied zwischen der in der Softwaretechnik vorherrschenden Produktorientierung und der konzipierten Prozess- bzw. Designorientierung herausgearbeitet, aber zugleich auch gezeigt, auf welcher philosophisch-methodologischen Grundlage der hier postulierte Paradigmenwechsel möglich wird. Bei der Produktsicht wird erwartet, dass durch Abstraktion und Formalisierung ein konkretes, die Realität von der Beobachtung unabhängig abbildendes Modell entsteht. Die Designsicht hebt dagegen die Beobachtungsabhängigkeit der Modellbildung und -nutzung hervor. Es wird mit der Designsicht betont, dass Softwareentwicklung auf „einem ständigen Wechsel zwischen Denken, Planen und Handeln in der Gemeinschaft" beruht. Darauf werden wir zurückkommen.

Humberto Maturana, wie auch Heinz von Foerster verbinden mit ihren Theorien eine spezielle Erkenntnistheorie, die des Radikalen Konstruktivismus. Ihr zufolge muss die Vorstellung von einer von uns unabhängigen Realität, die entdeckt werden kann, aufgegeben werden. Die Phänomenbereiche des Beobachtenden und die des Beobachteten seien unterschieden und dürften daher nicht im Sinne von Subjekt und Objekt behandelt werden. Daraus folgt, dass die in der Informatik weithin unterstellte Vorstellung, dass Informationssysteme ein Abbild der realen Welt seien, ein betriebliches Informationssystem also ein Abbild des Betriebsgeschehens, nicht richtig ist.

Diese Erkenntnis, die Überwindung der Position eines naiven Realismus, die jedoch nicht unbedingt einen Radikalen Konstruktivismus zur Voraussetzung hat (wenn auch erst diese Radikalität zu einem vertieften Nachdenken über die negativen Konsequenzen eines naiven Realismus in der Informatik geführt hat), hat in der Tat entscheidende Auswirkungen auf das Verständnis, was ein automatenunterstütztes Informationssystem im Büro oder anderen Bereichen unseres gesellschaftlichen und sozialen Lebens eigentlich darstellt, wie es eingesetzt und genutzt werden kann.

84 Floyd, Ch. / Züllighofen, H. / Budde, R. / Keil-Slawik, R., Software Development and Reality Construction. Berlin-Heidelberg-New York: Springer Verlag 1991, S. 416 – 432.

6.2. Informationsverarbeitung und Informationsentstehung in lebendiger sozialer Organisation

Im Zusammenhang mit unserer Thematik: „Selbstorganisation und die Gestaltung von Informationssystemen in sozialer Organisation“ betrachten wir vorwiegend den Paradigmenwechsel in den Sichtweisen der Informatik, der zu neuen Leitlinien für den Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnologie geführt hat (Klaus Fuchs-Kittowski 1983,[85] Christiane Floyd und andere[86] 1988). Dies geschah relativ selbständig, aber in wachsendem Maße auch verbunden mit einem entsprechenden Wechsel der Sichtweisen in den Arbeitswissenschaften und Organisationstheorien.

Für den generellen Paradigmenwechsel sei hier weiterhin verwiesen auf die Arbeiten der S. Gallner Schule, Gilbert J. B. Probst[87] (1987) und auf die von G. Probst und H. Ulrich organisierte Konferenz zum Thema: „Self-Organization and Management of Social Systems“,[88] auf der auch Heinz von Foerster sein Konzept der Selbstorganisation vorstellte, sowie auf den von K. W. Kratky und F. Wallner herausgegebenen Sammelband zu „Grundprinzipien der Selbstorganisation“[89] (1990).

Verwiesen sei letztlich auch noch auf den Einfluss, den die Theorie der Selbstorganisation bzw. das damit verbundene systemische Denken auf „systemische Praktiker“ wie Psychater und Psychotherapeuten hatte, die sich im Sinne der systemischen Familientherapie von Gregory Bateson,[90] Paul Watzlawick[91] und anderen mit der ganzen Familie, statt mit dem einzelnen Patient beschäftigen. Diese Ansätze wurden dann auch von Soziologen für größere Systeme, wie betriebliche Organisationen bei der Organisationsberatung, von Betriebswirtschaftlern im

85 Fuchs-Kittowski, K. / Wenzlaff, B., IV. Wissenschaftliches Kolloquium zur Organisation der Informationsverarbeitung – „Information, Organisation und Informationstechnologie“, Sektion Wissenschaftstheorie und Wissenschaftsorganisation der Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin 1983.

86 Floyd, Ch. / Mehl, W.-M. / Reisin, F.-M. / Wolf, G., Projekt PETS – Partizipative Entwicklung transparenzschaffender Software für EDV-gestützte Arbeitsplätze (Endbericht). Technische Universität Berlin, Forschungsgruppe Softwaretechnik, Franklinstr. 29, Berlin, 1988.

87 Gilbert, J. B., Self-Organisation. Ordnungsprozesse in sozialen Systemen aus ganzheitlicher Sicht. Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg, 1987

88 Ulrich, H. / Probst, G. (Editors), Self-Organization and Management of Social Systems, Springer Verlag, 1984

89 Kratky, K. W. / Wallner, F. (Hrsg.), Grundprinzipien der Selbstorganisation, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt. 1990

90 Bateson, G., Geist und Natur – Eine notwendige Einheit, Surkamp, Frankfurt a.M., 1984

91 Watzlawick, P. / Beavin, J. H. / Jakson, D. Menschliche Kommunikation – Formen, Störungen, Paradoxien. Bern-Stuttgart-Toronto: Verlag Hans Huber 1990.

Sinne eines systemischen Managements eingesetzt. Von der wechselseitigen Einflussnahme der verschiedenen Ansätze zeugt zum Beispiel auch der Umstand, dass die von Christiane Floyd für die Softwareentwicklungsmethode gewählte Abkürzung: „STEPS“[92], bewusst auf den Titel des Buches von Gregory Bateson: „Steps to an Ecology of Mind“ verweisen soll.

Für das Verständnis der Unternehmerorganisation wurde herausgearbeitet: Aufgrund der erhöhten Umweltkomplexität und Umweltdynamik sind heute die Unternehmen gezwungen, neue Organisationsstrukturen zu entwickeln, um sich den Anforderungen des globalen Marktes schneller anpassen zu können. Unter diesen Bedingungen muss das bisher dominierende mechanistische Vorgehen bei der Beurteilung der organisatorischen Realität überwunden werden und deutlich durch eine Herangehensweise ersetzt werden, die das selbstorganisatorische Verhalten sozialer Systeme als Aktionssysteme in Rechnung stellt. Dies führte zu unterschiedlichen Organisationskonzepten:

Wie zum Beispiel das Konzept der Virtuellen Organisation von W. Davidow und M. Malone (1992)[93], der „semi-autonomen“ Arbeitsgruppen von Peter Brödner [94] (1997) oder der „fraktalen Fabrik“ von Heinz Warnecke[95] (1993).

Sehr deutlich zeigt sich dies an der Entwicklung der Automatisierungskonzeption von Heinz Warnecke (siehe Abbildung 12).

Diese Konzepte unterscheiden sich in der Schwerpunktsetzung und den Lösungen deutlich, sie sind jedoch auch auf gleiche Prinzipien gegründet, in dem die tayloristische Arbeitsteilung und Organisationshierarchie den sich aus dem Prinzip der Selbstorganisation ergebenden Prinzipien der Koordination der Arbeit und Abbau der Hierarchien gegenübergestellt wird.

6.3. *Erweiterung der theoretischen Grundlagen der Informationssystemgestaltung durch T. Winograd und F. Flores*[96]

Zumindest seit der Nato-Konferenz in Garmisch-Partenkirchen 1968, auf der die so genannte Softwarekrise verkündet wurde, wird über deren Ursachen und über

92 Bateson, G., Steps To An Ecology Of Mind. New York: Ballantine Books 1972.

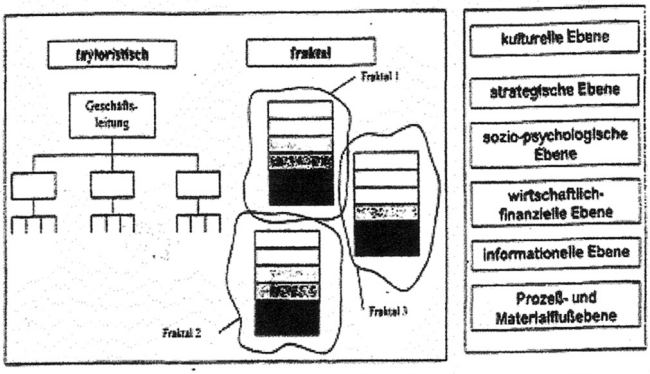
93 Davidow, W. H.,/ Malone, M. S., The Virtual Corporation – Structuring and Revitalizing corporation for the 21st Century. New York: HarperCollings 1992.

94 Brödner, P., Fabrik 2000. Alternative Entwicklungspfade in die Zukunft der Fabrik. 2. Auflage. Berlin: edition sigma 1986. S. 117 – 167; Brödner, P., Der überlistete Odysseues – über das zerrüttete Verhältnis von Mensch und Maschine. Berlin: edition sigma 1997.

95 Warnecke, H. J., The Fractal Company – A Revolution in Corrporate Culture. Berlin-Heidelberg-New York 1993.

96 Winograd, T. / Flores, F., Understanding Computer

Abbildung 12 *Die fraktale Fabrik besteht aus einer großen Anzahl selbstähnlicher, dezentraler Einheiten*
Quelle: Warnecke, H. J.; The Fractal Company. Berlin: Springer 1993.



die theoretisch-methodologischen Grundlagen der dort begründeten Disziplin Softwaretechnik diskutiert. Durch die in den skandinavischen Ländern begonnene Diskussion, insbesondere P. Nauers Verständnis der Programmierung als menschliche Tätigkeit, Kirsten Nygaards Betonung des sozialen Charakters der Informationssystemgestaltung und Softwareentwicklung, wurde die Kritik am Stand der Softwaretechnik wesentlich vertieft und verdeutlicht, dass die formalen Eigenschaften von Programmen natürlich mit formalen Mitteln zu bearbeiten sind, die formale Betrachtung aber nicht die ausschließliche Sicht auf den Entwicklungsprozess sein kann. Denn die Informationssystemgestaltung und Softwareentwicklung ist als ein kooperativer Lernprozess zu verstehen. Ein wechselseitiger Lern- und Kommunikationsprozess in den insbesondere die künftigen Softwarenutzer, als die eigentlichen Experten ihrer Arbeitsprozesse einzubeziehen sind und so auch der Bezug zur Arbeits- und Organisationsgestaltung möglich wird. Verwiesen sei hier auch auf die Arbeit von Pelle Ehn, Work-Oriented Design of Computer Artefacts,[97] in der speziell auch über die praktischen Erfahrungen mit den neuen Denkansätzen berichtet wurde.

Nur so kann man auch den Enthusiasmus verstehen, mit dem das schon erwähnte Buch von T. Winograd und F. Flores von uns begrüßt wurde. Viele Prognosen über die Möglichkeiten des Computereinsatzes, zum Beispiel zur Automatisierung der Leitungstätigkeit und insbesondere hinsichtlich der Leis-

97 Ehn, P., Work-Oriented Design of Computer Artifacts. Stockholm: Arbetslivscentrum 1988.

tungsfähigkeit der künstlichen Intelligenz hatten sich als übertrieben erwiesen. T. Winograd und F. Flores sehen die Ursache für solche Fehleinschätzungen in der überzogenen rationalistischen Tradition, in der die Informatik steht. Für diesen überzogenen Rationalismus ist eine einseitige Orientierung auf ganz bestimmte Aspekte der Rationalität charakteristisch. In diesem Sinne spricht auch Joseph Weizenbaum vom „Imperialismus der instrumentellen Vernunft."[98] Hatte diese Denktradition zuvor in den philosophischen Auseinandersetzungen einen bestimmten theoretischen Wert, so hatte sich diese Situation mit der Erfindung und dem umfassenden Einsatz des Computers dramatisch verändert.

Trotz aller Kritik, die wir im Folgenden äußern werden, ist zunächst natürlich festzustellen, dass die Leistungen der rationalistischen Tradition, in der die Informatik zunächst steht, durchaus beeindruckend sind.

Wie Peter Brödner schreibt: „Vor allem besticht der Anspruch, ein für allemal von den Unzulänglichkeiten des menschlichen Geistes, von seinen Unsicherheiten, Täuschungen und Selbsttäuschungen unabhängig zu werden und ein Gebäude gesicherter Erkenntnis zu erreichten, mehr noch: diese Erkenntnis in praktisch nutzbare technische Artefakte umzusetzen. Ein guter Teil der Erfolge des Aufschwungs der Wissenschaften und der industriellen Revolution ist unzweifelhaft auf diese Denktradition zurückzuführen. Heute treten jedoch, je weiter und konsequenter dieses Denken das Handeln der Menschen bestimmt, dessen Irrtümer und Ungereimtheiten umso deutlicher zutage. Es ist gerade der Totalitätsanspruch absoluter Gültigkeit der Grundsätze dieser Tradition, der nun ihre Grenzen sichtbar macht, es sind ihre Erfolge, die die Zweifel nähren."[99] Denn, wie zu zeigen ist, führt gerade dieser Totalitätsanspruch zu Haltungen, die selbst nicht rational sind. Daraus wird der Schluss gezogen, dass eine erweiterte Rationalität – wir sprachen auch von einem postrationalen Verhalten – gebraucht wird, die von dem für menschliches Denken, für zwischenmenschliche Kommunikation, für höhere Leitungstätigkeit – Planen und Führen – wirklich Wesentlichen ausgeht. Für diejenigen von uns – und das waren fast alle Informatiker in jener Zeit –, die zuvor an Systemen zur Unterstützung der Entscheidungsvorbereitung und Entscheidungsfindung gearbeitet hatten und dabei die auftretenden Schwierigkeiten erlebt, aber im Grunde noch nicht verstanden hatten, war es eine grundlegende Erkenntnis, nun zu erfahren, dass Entscheidungstätigkeit gar nicht das Wesen der Leitungstätigkeit ausmacht, sondern Kommunikation und Koor-

98 Weizenbaum, J., Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft. Frankfurt am Main: Suhrkamp taschenbuch wissenschaft 1977.

99 Brödner, P., Der überlistete Odysseus – Über das Zerrütte von Menschen und Maschinen. Berlin: sigma-Verlag 1997.

dination der Aufgaben und somit ein neues Verständnis für den Entwurf von Informationssystemen und der Nutzung des Computers als Werkzeug entwickelt wurde. Dies war offensichtlich mehr als nur eine Kritik an überzogenen Vorstellungen in der Künstliche-Intelligenz-Forschung.

Wie schon erwähnt, verarbeiten die Autoren die Kritik Heideggers am Rationalismus, wie sie von Hubert Dreyfus in seinen Arbeiten aufbereitet worden war und sie stützen sich, wie gesagt, auf die theoretischen Überlegungen und experimentellen Ergebnisse aus der physiologischen Forschung Humberto Maturanas. Damit erfuhren die theoretischen Grundlagen der Biologie und unseres Selbstverständnisses eine wesentliche Erweiterung, so dass auf dieser Grundlage auch besser die künftigen Aufgaben des Computereinsatzes eingeschätzt werden konnten.[100] Aber schon auf der oben erwähnten Konferenz: „Software Development and Reality Construction“ trat eine weitere Denkrichtung hervor, insbesondere vertreten durch die schon erwähnte skandinavische Schule und auch durch deutsche Arbeitswissenschaftler (aus Ost und West), die sich auf das Tätigkeitskonzept der sogenannten Russisch-Kulturellen Schule, auf die Psychologie von Leotijew und Vygotzki stützten, wenn es um die Vertiefung oder sogar Überwindung bestimmter Grundsätze auf dem Gebiet der Softwaretechnik ging.

T. Winograd und F. Flores betonen auch, dass durch die Sprache, entgegen der landläufigen Meinung, keine Information übertragen wird, sondern, dass diese im Empfänger entsprechende Prozesse stimuliert. Sprache und Verstehen sind wesentliche Aspekte menschlicher Intelligenz, die einen schöpferischen Akt des Zuhörens voraussetzen und so nur durch wechselseitige Kommunikation ein Konsens erreicht werden kann. Wichtig wird demnach der Computer zur Unterstützung der Kommunikation in Gruppen (Computer Supported Cooperative Work, CSCW). Der Computer wird hier zum Werkzeug der Kommunikation zwischen Personen, die nicht zusammenbrechen darf. Der Computer soll als Werkzeug im Sinne Heideggers „zuhanden sein“. Wie der Mensch Gesundheit eigentlich als selbstverständlich voraussetzt und diese erst bei Krankheit, beim „Zusammenbruch“ vermisst, muss das Werkzeug gut „in der Hand liegen“, so dass man es kaum merkt. Erst im Augenblick des „Zusammenbruchs“ im Sinne Heideggers wird man sich des Werkzeuges bewusst. Darüber hinausgehend machten, wie gesagt, Vertreter der skandinavischen Schule deutlich, dass das „Zuhandensein“ oder „nicht Zuhandensein“ sicher etwas wichtiges über die Rolle

100 Fuchs-Kittowski, K., Orientierungen der Informatik in der DDR – Zur Herausbildung von Sichtweisen für die Gestaltung automatenunterstützter Informationssysteme und zum Ringen um eine sozial orientierte Informatik. – In: Informatik min der DDR – eine Bilanz. Hrsg. v. Friedrich Naumann u. Gabriele Schade. GI-Edition Lecture Notes in Informatics, Thematics, Gesellschaft für Informatik 2006, S. 392 – 421

des Computer im Arbeitsprozess aussagt, dass aber das Tätigkeitskonzept von Leotiev mit seiner Differenzierung zwischen Tätigkeit, Handlungen und Operationen viel weitergehendere Schlussfolgerungen für einen sinnvollen Computereinsatz in den menschlichen Arbeitsprozessen zulässt.

T. Winograd und F. Flores stützen sich bei ihren Darlegungen auch auf die Theorie der Biologie von Humberto Maturana und Franzisko Varela, auf die Verneinung einer instruktiven Interaktion und der damit verbundenen Widerlegung der Vorstellung von Repräsentationen, die bis dahin noch zum Kern der theoretischen Informatik gehörte. Die Vorstellung, dass Objekte und ihre Eigenschaften durch formale Repräsentation von Wissen und Relationen dargestellt werden kann, sei zu eng und führe zu einer unsachgerechten Einschätzung von Wissensbasen und der Möglichkeiten von Entscheidungssystemen.

6.4. Zur Theorie sozialer Systeme von Niklas Luhmann und Schlussfolgerungen für die Informationssystemgestaltung

Auch die soziologische Systemtheorie von Niklas Luhmann,[101] die vor allem soziale Systeme wie Organisationen, Interaktionen und Gesellschaften erfasst, hat ebenfalls Konsequenzen für die Entwicklung und den Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnologien; denn diese sind meist auch in soziale Systeme, wie die betriebliche Organisation, integriert bzw. müssen in diese sinnvoll eingebettet werden. Für die Theorie sozialer Systeme von Niklas Luhmann ist Autopoiesis ebenfalls ein zentraler Begriff. Er wurde von ihm in den frühen 1980-er Jahren übernommen und auf die Betrachtung sozialer Systeme übertragen. So ist für ihn die Beziehung System und Umwelt, die Differenz zwischen ihnen, der Ausgangspunkt.

Für den Erhalt des Systems sind die Systemgrenzen ein grundlegendes Erfordernis. Sie sind wichtig für den Informationsaustausch mit der Umwelt und regulieren die Differenz zwischen dem System und seiner Umwelt. Nach dieser Theorie sozialer Systeme haben die Systeme vorrangig die Aufgabe, durch ihre Systemgrenze die gewaltige Umweltkomplexität zu reduzieren, so dass innerhalb des Systems eine gewisse Ordnung möglich wird. Wir haben schon relativ früh darauf aufmerksam gemacht, dass es speziell bei sozialen Systemen nicht nur um Komplexitätsreduktion gehen kann, sondern auch um den Aufbau von Komplexität, in unserem Verständnis, um die Entstehung neuer Informationen und die Bildung von Werten. Mit der Komplexitätsreduktion findet nach Niclas Luhmann ein evolutionärer Prozess statt, in dem sich die Systeme zu höherer Komplexität

101 Luhmann, N., Soziale Systeme: Grundriss einer allgemeinen Theorie. Frankfurt am Main: Suhrkamp 2006.

entwickeln und damit in einer sich verändernden Umwelt leistungsfähiger werden. Wenn dagegen die aus der Umwelt durch die Systemgrenzen eindringende Komplexität vom System nicht mehr verkraftet werden kann, wird es nicht überleben. Es ist unseres Erachtens jedoch noch deutlicher zu sagen, dass der Aufbau neuer Funktionen nicht nur eine höhere interne Komplexität voraussetzt, sondern eben die Entstehung neuer Information und die Bildung neuer Werte, um die leistungsfähigere Funktion herausbilden und auswählen zu können. Die Schaffung leistungsfähigerer Systeme durch die Herausbildung neuer Funktionen ist von Aktionssystemen, d. h. sich selbst organisierenden Systemen realisierbar. Funktionssysteme, d. h. schon organisierte Systeme, sind in der Tat nur in der Lage, die schon gegebenen Funktionen mehr oder weniger gut zu realisieren. Durch die Ausführung der Funktion kann Umweltkomplexität reduziert werden, damit wird aber noch keine neue Funktion geschaffen. Hier sind wir bei unserer grundsätzlichen Unterscheidung zwischen Funktionssystemen, wie technisch-kybernetischen Systemen, aber auch lebenden kybernetischen Systemen, die schon organisiert sind, bei denen die Existenz der Information immer schon vorausgesetzt wird und den Aktionssystemen, die sich selbst organisieren, d. h. Informationen und Werte zur Schaffung neuer Funktionen zur Auseinadersetzung mit einer sich ständig verändernden Umwelt bilden können.

Soziale Systeme sind in der Tat Systeme, die sich in einem ständigen, nicht zielgerichteten autokatalytischen Prozess aus sich selbst heraus erschaffen, also auch – wie Lebewesen – autopoietische Systeme sind.

Die zentrale These Niclas Luhmanns ist, dass soziale Systeme aus Kommunikation bestehen, also nicht, wie in anderen Systemtheorien meist vorausgesetzt wird, aus den menschlichen Individuen, aus Subjekten bzw. Akteuren und anderen bestehen.

Die Theorie sozialer Systeme von Niclas Luhmann birgt sicher für die Soziologie viele neue Aspekte. Dass die sozialen Systeme aus Kommunikation und nicht aus menschlichen Individuen bestehen sollen, kann jedoch von einer Theorie und Methodologie einer an Menschen orientierten Informationssystemgestaltung nicht angenommen werden, obwohl auch für uns der Mensch nicht einfach ein Element eines Systems ist bzw. sein sollte. Dies aber, weil die Menschen durch ihre Kommunikation in der Gemeinschaft und Partizipation am sozialen Prozess die Systemgrenzen überwinden. Die Menschen sind nicht als Elemente eines kybernetischen Kontrollsystems anzusehen, sondern als dessen Gestalter. Dies ist deutlich eine andere Vorstellung von den Aufgaben der Systeme und ihrer Grenzen.

Die natürliche, psychische, technische und soziale Umwelt der durch moderne Informations- und Kommunikationstechnologie unterstützten Arbeitsprozes-

se hat eine gewaltige Komplexität. Die durch eine Modellierung der Arbeitsprozesse stattfindende Komplexitätsreduzierung durch die Entkontextualisierung ist daher keineswegs ein einfach zu lösendes Problem, sondern ist bei einem anspruchsvollen Informations- und Kommunikationstechnologie-Einsatz, zum Beispiel zur Unterstützung wissensintensiver Arbeitsprozesse, der Kern der zu leistenden Gestaltungsaufgabe.

Das gleiche gilt für die Wiedereinbettung des neu geschaffenen Systems in einen entsprechenden sozialen Kontext. Dies ist noch schwieriger, da Informationssystemgestaltung und Softwareentwicklung Realitätskonstruktion sind. Die Informationssysteme sind also in diesem Sinne in der Tat kein Abbild einer vorgefundenen, nur zu entdeckenden Realität, sondern Teil einer von den Akteuren konstruierten Welt. Bei dieser Konstruktion werden sie sich jedoch auch an den vorgefundenen, von ihnen unabhängig existierenden Realitäten der Organisations- und Produktionsverhältnisse stoßen und diese mit berücksichtigen müssen. Gerade im Zusammenhang mit den auftretenden Mängeln bei der Entwicklung von Ontologien in der Informatik, zur Gewährleistung ihrer Funktionsfähigkeit und raschen Akzeptanz durch die Informationssystementwickler wird ein stärkerer Realitätsbezug gefordert.[102] Jedoch bleibt festzuhalten: Die Probleme des *software engineering* und der so genannten Softwarekrise sind nicht (nur) durch ein verbessertes *requirement engineering*, durch eine vertiefte Analyse des Systems zu überwinden, wie es die rationalistische Tradition vorschreiben würde, sondern vor allem durch eine Verbesserung der Kommunikationsprozesse zwischen den Systemgestaltern und den künftigen Nutzern der Systeme, durch wechselseitig stattfindende Lernprozesse.

7. Organisation / Selbstorganisation aus der Sicht der Strukturationstheorie

7.1. Strukturelle Kopplung von Informations- und Kommunikationstechnologie – Entwicklung und Nutzung im Kontext der Informationssystemgestaltung

Es wurde, wie unter anderem auch auf dem IFIP-Computer-Weltkongress in San Francisco 1989 dargelegt, die Notwendigkeit des Übergangs von einer technisch-technologischen zur sozio-technischen Strategie und darüber hinaus zu einer aktionalen – auf Produktivitäts- und Persönlichkeitsentwicklung – orientierten Ge-

102 Fuchs-Kittowski, K. / Bodrow, W., Aktivitäten als Basis für Meta-Ontologien in Unternehmen. (Druck in Vorbereitung); Fuchs-Kittowski, K., Integrierte IT-Unterstützung der Wissensarbeit. Lohmar-Köln: EUL Verlag 2007.

Abbildung 13 *Methodologie der Informationssystemgestaltung in Einheit von Entwerfen und Nutzen der Arbeits- und Organisationsgestaltung: Methodische Struktur der nutzerbezogenen Systemgestaltung*

Strukturelemente	**Gestaltungsebenen**		
	Gesell. Organisation	Technologie	Technik
Gestaltungsinhalt - sachbedingt - technisch bedingt	Organisationskonzept - Arbeitsteilung in Organisationen - Funktionsteilung zw. Mensch und Maschine	Prototyp d. Systems - Funktionskonfiguration - Schnittstellenkonzept	System - Struktur der Operationen - Ein-/Ausgabe u Datenstruktur
Methodologische Instrumentarien - Mittel und Methoden der Entwicklung - Mittel und Methoden der Bewertung	Arbeits- und Organisationsgestaltung - Analyse und Projektg. von Tätigkeiten - Kommunikationsmethoden - soziol. u. arbeitswiss. Analysemethoden - sozial-ökonom. Kriteriensysteme	sozio-tech. Technologiegestaltung - Prototyping - Softwareergonomie - Softwareergonomie u. arbeitswiss. Normen u. Testverfahren	Software Engineering - Systemanalyse - aufgaben- u. datenorientierte Methoden - Funktions- u. Leistungsprüfung nach Qualitätskriterien für Software
Partizipation	Kommunikation unter allen Beteiligten	Nutzer-Entwikler-Dialog oder Nutzer konsultativ beteiligt	Nutzer konsultativ beteiligt oder durch ein Nutzerbild ersetzt

staltungsstrategie und der Nutzermitwirkung als Basisstrategie herausgearbeitet.[103]

Die Abbildung 13 zeigt die methodische Struktur der nutzerbezogenen Systemgestaltung, wie sie im Bereich „Systemgestaltung und automatisierte Informationsverarbeitung“ entwickelt worden war[104] und nach der Wende 1989 auf der

103 Fuchs-Kittowski, K. / Falck, M., Information System Design and Design of Work and Organization – Necessity for Widening the Socio-Technical to an Actional Approach. – In: G. X. Ritter (Editor): Information Processing 89, Proceedings of the 11th World Computer Congress San Francisco, USA. Amsterdam: North-Holland 1989. S. 269 – 270.

ersten gemeinsamen Zusammenkunft der Berliner Informatiker an der Technischen Universität Berlin vorgestellt wurde.

Hier wird von der strukturellen Kopplung von IT-Entwicklung und IT-Nutzung ausgegangen. Der Systementwurf ist ein zyklischer Prozess zwischen den Informationssystemgestaltern, den Softwareentwicklern und Nutzern. Wie auf der untersten Ebene des Schemas dargestellt, erfolgt bei einer partizipativen Systemgestaltung eine intensive Kommunikation zwischen allen am Gestaltungsprozess Beteiligten. Entwerfen und Nutzen gehen ineinander über.

Zu den Strukturelementen gehören außer den Mitteln und Methoden zur Entwicklung auch die Mittel und Methoden zur Bewertung. Dabei wird speziell auf die arbeitswissenschaftlichen Analysemethoden verwiesen, die zu diesem Zeitpunkt von Hacker,[105] Ulich[106] und Volpert[107] speziell für den Informations- und Kommunikationstechnologie-Einsatz entwickelt worden waren. Sie

104 Zur Vorbereitung der Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien wird zunächst eine Organisationsanalyse erforderlich, bei der die Organisation in Teilsysteme zerlegt wird. Arno Rolf und Bernd Pape (siehe 31) verweisen bei diesem auch von ihnen vertretenen Gedanken auf Arbeiten von Margrit Falck in „Sichtweisen der Informatik“ und in „Informatik und Gesellschaft“. Margrit Falck soll an dieser Stelle besonders gedacht werden, denn sie verstarb nach schwerer Krankheit Ende vergangenen Jahres. Sie hat in der Tat diese, damals weithin neuen, vom gesamten Bereich „Systemgestaltung und automatisierte Informationsverarbeitung“ der Sektion Wissenschaftstheorie und Wissenschaftsorganisation der Humboldt-Universität erarbeiteten und getragenen Grundgedanken zur Informationssystemgestaltung wissenschaftlich popularisiert und vor allem durch eine eigenständige Methodik (IMPACT) untersetzt. Der Organisationsanalyse folgt eine Systemanalyse, durch die die einzelnen Teile näher charakterisiert werden und durch die Erarbeitung einer Grundsatzkonzeption für die Schaffung eines Informations- und Kommunikationstechnologie-Anwendungssystems weiter präzisiert werden. Dabei erfolgt die Prüfung der Automatisierbarkeit und Automatisierungswürdigkeit (EDV bzw. IKT-Analyse) und es wird die Grundstrategie für den IKT-Einsatz entwickelt.

105 Hacker, W. / Richter, P., Psychologische Bewertung von Arbeitsgestaltungsmaßnahmen – Ziele und Bewertungsmaßstäbe. Spezielle Arbeits- und Ingenieurpsyhologie in Einzeldarstellung. Lehrtext. Hrsg. v. W. Hacker. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften 1980; Rudoph, E. / Schönfelder, E. / Hacker, W., Tätigkeitsbewertungssystem – Geistige Arbeit TBS-GA. Psychodiagnostisches Zentrum der Humboldt-Universität zu Berlin, Sektion Psychologie der Humboldt-Universität zu Berlin 1987.

106 Ulich, E., Subjektive Tätigkeitsanalyse als Voraussetzung autonomorientierter Arbeitsgestaltung. – In: Beiträge zur psychologischen Arbeitsanalyse. Schriften zur Arbeitspsychologie. Band 13. Hrsg. v. F. Frei u. E. Uhlig. Bern: Huber 1980. S. 327 – 347.

107 Volpert, W. / Oestreich, R. / Gablenz-Kolakogvic, S. / Krogoll, T. / Resch, M., Verfahren zur Ermittlung von Regulationserfordernissen in der Arbeitstätigkeit (VERA). Analyse von Planungs- und Denkprozessen in der industriellen Produktion. Köln: Verlag TÜV Rheinland 1983.

stellten den Abbau überspitzter Arbeitsteilung, Produktivitäts- und Persönlichkeitsentwicklung in den Mittelpunkt ihrer Überlegungen.

Es werden verschiedene Gestaltungsebenen unterschieden: die Ebene der gesellschaftlichen Organisation, die der Technologie und die der Technik. Man beginnt mit der sach- und technisch bedingten Organisationsgestaltung, der Arbeitsteilung in der Organisation und Funktionsteilung zwischen Mensch und Maschine. Aber auch schon diese Ebene ist in den Zyklus „Entwerfen und Nutzen" einbezogen. Zum einen wird die Technologieentwicklung verfolgt und IT-Produkte werden gekauft oder entwickelt und in der entsprechend gestalteten Organisation zum Einsatz gebracht. Zum anderen wird die Organisationsentwicklung verfolgt und dazu passende, den möglichen Erfolg bringende technische Entwicklungen werden realisiert. Wie stark die heutige Entwicklung und der Einsatz der Informations- und Kommunikationstechnologie von den durch die Betriebswirtschaft konzipierten Organisationsstrukturen bestimmt wird, wurde insbesondere durch die Arbeiten von Arnold Picot und anderen verdeutlicht.[108] Die erhöhte Umweltkomplexität und Umweltdynamik zwingt zum Abbau tayloristischer Hierarchien in den Unternehmen und dazu, neue Organisationsstrukturen zu entwickeln, um sich den Herausforderungen des globalen Marktes schneller anpassen zu können. Die konzipierten modularen, vernetzten und virtuellen Organisationsstrukturen verlangen nach einer Informations- und Kommunikationstechnologie-Entwicklung, die diese anpassungsfähigeren Strukturen ermöglicht.

Es gibt also zugleich, wie von Arno Rolf[109] formuliert wurde, durch den Einsatz der Informations- und Kommunikationstechnologie induzierte Organisationsentwicklung und umgekehrt, durch die Organisationsentwicklung induzierte Informations- und Kommunikationstechnologie-Entwicklung. Siehe auch das Konzept der strukturellen Kopplung von IT-Entwicklung und IT-Nutzung von Arno Rolf.[110] Dies konnte theoretisch noch stärker untermauert werden durch Anwendung der Theorie der Strukturation sozialer Systeme von Giddens.[111]

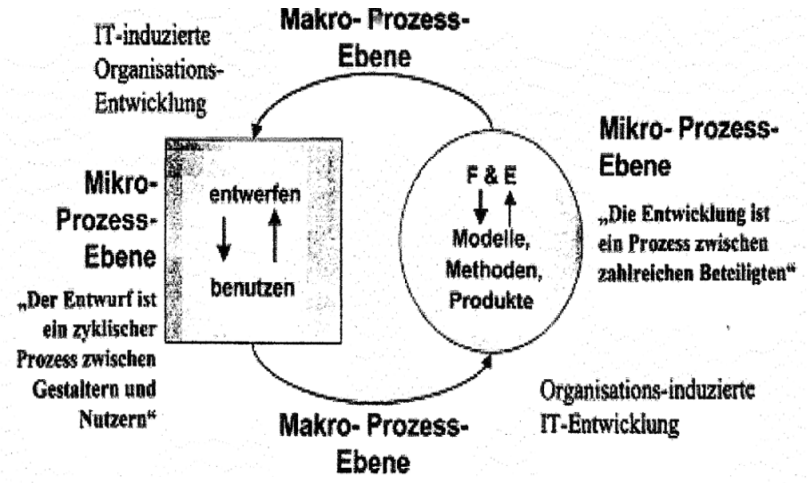
108 Picot, A. / Reichwalt, R. / Wigand, R. T., Die grenzenlose Unternehmung – Information, Organisation und Management. Wiesbaden: Gabler Verlag 1998.

109 Rolf, A., Mikropolis 2010 – Mensch, Computer, Internet in der globalen Gesellschaft. Marburg: Metropolis-Verlag 2008.

110 ebenda

111 Pape, B. / Rolf, A., Integrierte Organisations- und Softwareentwicklung für kooperative Lernplattformen in der Hochschullehre. – In: Wissensprojekte – Gemeinschaftliches Lernen aus didaktischer, softwaretechnischer und organisatorischer Sicht. Hrsg. v. Bernd Pape, Detlev Krause u. Horst Oberquelle. Münster, New York, München, Berlin: Waxmann 2004. S. 287 – 310.

Abbildung 14 Strukturelle Kopplung von IT-Entwicklung und IT-Nutzung
Quelle: Rolf, A., Mikropolis 2010. Marburg 2008.



7.2. Zur Theorie der Strukturation sozialer Systeme von Giddens

Die Entwicklung auf dem Gebiet der Methodologie der Informationssystemgestaltung und Softwareentwicklung ist durch die wissenschaftliche Neugier der Informatiker/Innen, vor allem auch durch die Weiterentwicklung der Informations- und Kommunikationstechnologien, aber insbesondere auch durch neue Erkenntnisse in anderen relevanten Wissenschaften, speziell auf dem Gebiet der Soziologie, weiter vorangetrieben worden.[112] Denn einen besonders fruchtbaren Ansatz zur Erklärung der Funktionsweise sozialer (betrieblicher) Organisation ermöglicht die Theorie der Strukturation sozialer Systeme von A. Giddens.[113]

Wie Peter Brödner hervorhebt, erlaubt diese Theorie mit ihrem „Verständnis sozialer Struktur als im kollektiven Handeln sich bildender Einheit von Regeln und Ressourcen der Doppelnatur von Organisation als funktional zweckmäßig

112 Orlikowski, W. J., Using Technology and Constituting Structures: A Practice Lens for Studying Technology in Organizations. – In: Organization Science. 11(2000)4, S. 404 – 428; Schulz-Schaeffer, I., Akteur-Netzwerk-Theorie – Zur Koevolution von Gesellschaft, Natur und Technik. – In: Soziale Netzwerke. Konzepte und Methoden der sozialwissenschaftlichen Netzwerkforschung. Hrsg. v. Johannes Weyer. München: R. Oldenbourg Verlag 2000. S. 187 – 209.

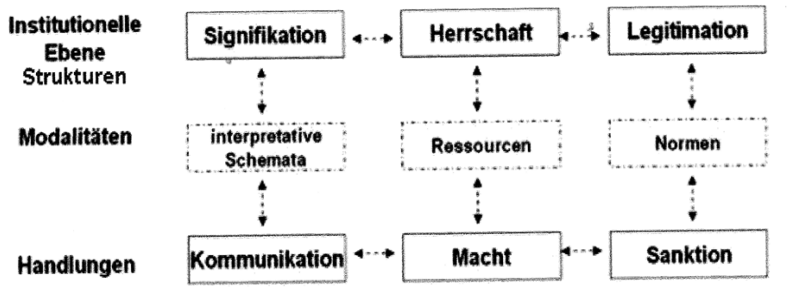
113 Giddens, A., Die Konstitution der Gesellschaft – Grundzüge einer Theorie der Strukturierung, Frankfurt am Main 1988.

gestalteten Aufgaben und Verfahren einerseits und als eingespielter sozialer Praxis andererseits gerecht zu werden und den unseligen, das Denken lange beherrschenden Dualismus von Handeln und Struktur zu überwinden."[114]

Hier soll nur auf A. Giddens Grundkonzeption verwiesen werden, um zu zeigen, wie sie in der Informatik von Arno Rolf, Bernd Pape[115] und Christian Fuchs[116] für die Theorie und Methodologie der Informatik, für die Organisation der Informationsverarbeitung bzw. die Organisation der Softwarenutzung fruchtbar gemacht wurde.

Abbildung 15 *Strukturen in sozialen Systemen und deren Wechselwirkungen mit dem Handeln der Menschen*

Quelle: Giddens, A., Die Konstitution der Gesellschaft – Grundzüge einer Theorie der Strukturierung. Frankfurt am Main 1988.



Aufgezeigt wird die „Dualität von Struktur": Strukturen sind sowohl Medium praktischen Handelns als auch Ergebnis der Handlungen; sie bestehen aus Regeln und Ressourcen

114 Brödner, P., Über die allmähliche Verfertigung der Organisation durch Kommunizieren. – In: Detlev Krause, Edouard J. Simon (Hrs.): Im Widerspruch. Arno Rolf zum 65., Universität Hamburg, Department Informatik, Vogt-Kölln-Str. 30, S. 39 – 64.

115 Pape, B. / Rolf, A., Integrierte Organisations- und Softwareentwicklung für kooperative Lernplattformen in der Hochschullehre. – In: Wissensprojekte – Gemeinschaftliches Lernen aus didaktischer, softwaretechnischer und organisatorischer Sicht. Hrsg. v. Bernd Pape, Detlev Krause, D. / Oberquelle, H., Münster, New York, München, Berlin 2004. S. 287 – 310; Pape, B., Organisation der Softwarenutzung – Theoriebildung und Fallstudien zu Softwareeinführung und Benutzerbetreuung. Berlin: Logos 2005.

116 Fuchs, Ch., Structuration Theory and Self-Organization. – In: Systemic Practice and Action Research. 16(2003)2, S. 133 – 167.

Auf dieser Grundlage lassen sich die Konstitution von Sinn und Macht verdeutlichen, aber auch die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologie und Reintegration in die Komplexität menschlicher Tätigkeiten, ihre Einbettung in die soziale Organisation besser handhaben.

Die Theorie der Strukturierung geht aus von Strukturen in sozialen Systemen und deren Wechselwirkungen mit dem Handeln der Organisationsmitglieder. Dem menschlichen Handeln liegt dabei immer absichtsvolle, zweckgerichtete Tätigkeit zugrunde.

Die aktiv handelnden Menschen haben ein intentionales Verhältnis zur Welt. Sie sind aufgrund ihrer bisherigen Erfahrungen in der Lage, den Dingen und Erscheinungen ihrer Umwelt Bedeutungen zuzuweisen, ihre Umwelt zu bedeuten! In diesem Sinne hatten wir im Rahmen des „Stufenkonzepts der Information“[117] verdeutlicht, dass der Mensch nicht allein in seinem Gedächtnis Informationen für längere Zeit bewahrt, sondern vor allem in der Außenwelt speichert. Die Menschen gehen dann mit den Dingen und Erscheinungen in ihrer Umwelt entsprechend den ihnen zugewiesenen Bedeutungen um. In den Wechselbeziehungen, der Interaktion zwischen den Menschen und der Umwelt werden die Strukturen und ihre Bedeutungen neu interpretiert und neue Bedeutungen erzeugt, neue Werte gebildet bzw. wird Sinn generiert. Bedeutungen (das Ideelle der Information), so wurde herausgearbeitet, existieren nicht in Raum und Zeit sondern in der Gleichzeitigkeit bzw. Raumzeit. Sie können daher nicht (bzw. nicht vollständig) auf materiellen Strukturen gespeichert werden. Die Bedeutungen der Information werden immer wieder aufs Neue reproduziert. So schreibt auch Peter Brödner: „Mittels eingespielter Gewohnheiten und wechselseitiger Erwartungen im Umgang, die als veränderliche Handlungsmuster in Erscheinung treten, werden Bedeutungen stets aufs Neue reproduziert.“[118] Er schreibt weiter: “Gelegentlich kommt es allerdings im Fluss dieses gewohnten und wie selbstverständlichen Handelns zu unerwarteten Ereignissen, Überraschungen oder Enttäuschungen, kurz: Irritationen, die das Handlungsvermögen untergraben und Anlass zur Reflexion über die eigene Praxis geben.“[119]

117 Fuchs-Kittowski, K., Reflections on the Essence of Information. – In: Floyd, Ch. / Züllighofen, H. / Budde, R. / Keil-Slawik, R., Software Development and Reality Construction, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1991, S. 416 – 432.

118 Brödner, P., Über die allmähliche Verfertigung der Organisation durch Kommunizieren. – In: Im Widerspruch. Arno Rolf zum 65. Hrsg. v. Detlev Krause u. Edouard J. Simon. Hamburg: Universität Hamburg, Department Informatik. S. 39 – 64.

119 ebenda

7.3. Strukturen des Handelns und der allgemeine Struktur-Funktions-Zusammenhang

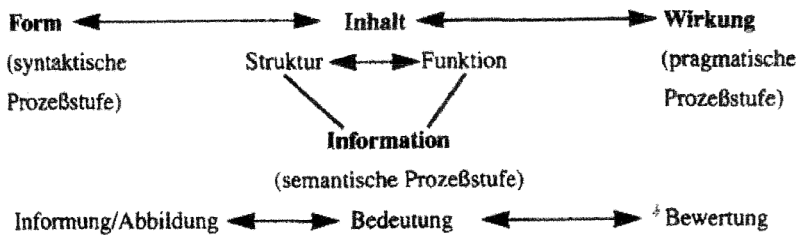
In der Strukturationstheorie von A. Giddens wird soziale Struktur durch drei Dimensionen charakterisiert:

1. Signifikation:
   Regeln der Sinnkonstitution = Regelmässigkeiten des Handelns;
   kognitive Ordnung des sozialen Handelns;
2. Herrschaft:
   faktische Ordnung des Handelns; Eingriffsvermögen in die soziale Welt;
3. Legitimation:
   normative Ordnung des Handelns und Regeln der Sanktionierung.

Diese drei Dimensionen der sozialen Struktur werden über die Dualität der Struktur mit dem Handeln rekursiv verbunden. Damit reproduziert das Handeln die Strukturen aus denen es resultiert und diese verursachen neue Handlungen usw. Hier zeigt sich meines Erachtens eine sehr ähnliche Grundstruktur, wie sie sich aus der vorgenommene Verallgemeinerung des Hyperkreises ergeben hatte (siehe Abbildung 16).[120]

Auf der Grundlage dieser verallgemeinerten Grundstruktur ergab sich folgende allgemeine Aussage zur Selbstorganisation mit Informationsentstehung:

Abbildung 16 *Struktur-Funktionszusammenhang – vermittelt über Bedeutungen, die erst in der Wechselwirkung im Prozess von In-formung (Abbildung), Bedeutung und Bewertung entstehen – als Verallgemeinerung aus dem Hyperkreis*



120 Fuchs-Kittowski, K., Information und Biologie: Informationsentstehung – eine neue Kategorie für eine Theorie der Biologie. – In: Biochemie, ein Katalysator der Biowissenschaften. Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät. 22(1998)3, S. 5 – 17.

Für das Entstehen von Information ist die Bildung von Bedeutungen und ihre Selektion durch Bewertungen grundlegend. Strukturen werden gebildet und erhalten durch spezielle Funktionen. Funktionen können nur auf der Grundlage spezieller, durch Informationen (Kommunikation) organisierter Strukturen realisiert werden.

Diese Verbindung zwischen Struktur und Funktion wird durch die Bedeutung der Information vermittelt, die jedoch erst in diesem Interaktionsprozess gebildet wird. Denn die Bedeutung der die Struktur organisierenden Information entsteht nur, wenn eine Bewertung stattfindet, indem die Information wirkt (Funktion beziehungsweise Verhalten realisiert), der Wirkungskreis geschlossen wird.

Ähnlich reproduzieren sich Organisationen als soziale Systeme durch ständiges, sinnvoll aufeinander abgestimmtes und koordiniertes Handeln der Organisationsmitglieder, welches auf deren vorgefundenen oder angenommenen Handlungsroutinen und Erwartungen beruht, d. h. also: Funktion (Handeln) kann nur realisiert werden auf der Grundlage einer speziellen Struktur, die durch Information (Kommunikation) organisiert wird, die ihre Bedeutung jedoch erst über das Funktionieren, über das Handeln erhält. Die Wechselbeziehungen zwischen Struktur und Funktion wird über Bedeutungen vermittelt, die jedoch erst im Interaktionsprozess gebildet werden. So entsteht Information erst durch eine Bewertung, durch das Funktionieren beziehungsweise Handeln – durch ihre Wirkung.

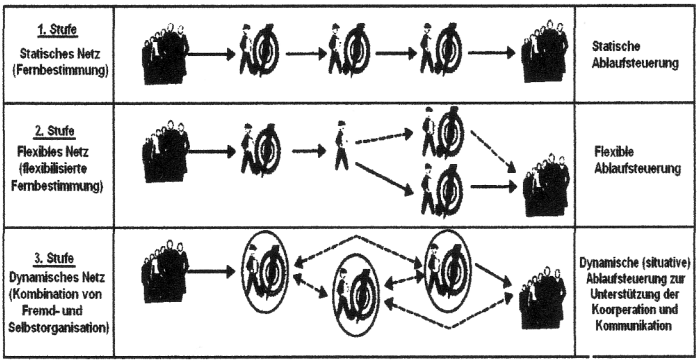
Aufgrund der Dualität von Struktur, indem Strukturen sowohl Medium praktischen Handelns als auch Ergebnis der Handlungen sind, sie aus Regeln und Ressourcen bestehen, kann der Wirkungskreis geschlossen werden.

7.4. Integrierte Organisations-, Informationssystem- und Softwareentwicklung – Organisation der Informationsverarbeitung und Softwarenutzung

Der Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologie, die Gestaltung automatenunterstützter Informationssysteme in sozialer Organisation führt aufgrund der Reduktion der menschlichen (semantischen) Informationsverarbeitung auf maschinelle (syntaktische) Informationsverarbeitung zu einer Reihe grundlegender Effekte, wie dem Rationalisierungs-, dem Erkenntnis-, dem Organisations- und dem Kommunikationseffekt. Um solche Effekte, wie den Rationalisierungeffekt oder Organisationseffekt moderner Informations- und Kommunikationstechnologie wirklich realisieren zu können, diese modernen Technologien als Mittel zur Reorganisation der Arbeit, zur Verbesserung der Funktionsweise von Organisationen wirklich nutzen zu können, müssen zugleich organisatorische Maßnahmen ergriffen werden, die wiederum den Einsatz der Informations-

und Kommunikationstechnologie sinnvoll organisieren, Bedingungen für ein effizienteres aber auch kreatives gemeinschaftliches Handeln schaffen.

Abbildung 17 *Stufen der Ersetzung und Unterstützung menschlicher Tätigkeiten unter Berücksichtigung der Vernetzung: Möglichkeiten der Kombination von Fremd- und Selbstorganisation*
Quelle: Fuchs-Kittowski, F, Dynamic Netzworks 1999.



Der Informations- und Kommunikationstechnologie-Einsatz ist also ein Mittel zum Organisieren. Arno Rolf spricht vom durch Informations- und Kommunikationstechnologie unterstützten Organisieren bzw. von durch Informations- und Kommunikationstechnologie induzierter Organisation. Es geht damit um die Schaffung von Funktionssystemen, denn es liegt im Sinn speziell der betrieblichen Organisation, die sozialen Interaktionen zu regeln, Zufälligkeiten des Handelns sowie den Möglichkeitsraum zwischenmenschlicher Kommunikation einzuschränken. Letztlich wird, wie wir sagten, durch die Reduktion der Organisation auf Funktionssysteme von den spezifischen Fähigkeiten sozialer Organisation als Aktionssysteme neue Bedeutungen zu erzeugen und Werte zu bilden, abstrahiert. Darin liegt das eigentliche Problem des Informations- und Kommunikationstechnologie-Einsatzes. Die Schaffung von Funktionssystemen kann die Prozesse der Selbstorganisation in sozialen Systemen stören, die Prozesse in der sozialen Organisation können zu sehr eingeschränkt, die Flexibilität des menschlichen Handelns zu stark begrenzt werden, denn das automatisierte System verträgt keine Abweichungen von den formalisierten Abläufen. Um so mehr zusammenhängende Arbeitsabläufe im Sinne statischer Netze (siehe Abbildung 17), zum Beispiel durch EPR-Systeme oder Workflow-Managementsysteme, automa-

tisiert werden, um so weniger Flexibilität ist im Arbeitsprozess zugelassen, um so stärker sind die Arbeitsprozesse fremdbestimmt.

Es gibt nun die verschiedensten Bemühungen, solche starren Workflowsysteme etwas zu flexibilisieren (flexible Automation). Hier wird es z. B. möglich, dass der Arbeitende zumindest zwischen der Abfolge bestimmter Arbeitsschritte wählen kann.

Die zumindest für wissensintensive Arbeitsprozesse anzustrebende Form der Arbeitsorganisation besteht in der Schaffung dynamischer Netze. Sie ermöglichen eine Kombination von Fremd- und Selbstorganisation, eine dynamische (situative) Ablaufsteuerung zur Unterstützung von Kooperation und Kommunikation (siehe Abbildung 17).

Es gibt natürlich auch IT-Systeme, welche ablaufneutrale Werkzeuge oder Medien darstellen, wie Textverarbeitungssysteme oder Email, welche von vornherein einen weiten Anwendungsspielraum zulassen, ohne die Operationsfolge im Arbeitsprozess von vornherein festzulegen. Im Allgemeinen haben wir es jedoch bei der Arbeitsorganisation mit diesem unaufhebbaren Spannungsverhältnis von Fremd- und Selbstorganisation zu tun. Daher kommt es, wie P. Prödner zurecht betont, immer darauf an, „die jeweils den Anforderungen des Umfelds entsprechenden und funktional angemessenen Formalisierungen und „Starrheiten“ festzulegen – ein, wie er sagt: „schwieriger, freilich unvermeidbarer Balanceakt.“[121]

Eine genauere Differenzierung der menschlichen Tätigkeiten aus der Sicht ihrer Formalisierbarkeit, die Unterscheidung zwischen schöpferischer, Routine- und schematischer Arbeit, ist hierbei von grundsätzlicher Bedeutung. Vor allem aber muss klar zwischen menschlicher (semantischer) und maschineller (syntaktischer) Informationsverarbeitung sowie damit zwischen menschlichem Gedächtnis und technischer Speicherung bei der Bewahrung von Informationen über längere Zeit unterschieden werden.

Somit kann durchaus festgestellt werden, unter welchen Bedingungen die Selbstorganisation der sozialen Systeme möglich ist und welche Bedingungen diese blockieren. Von da aus liegt der Schluss nahe, dass wir selbst für die Gestaltung dieser Bedingungen Verantwortung tragen.[122]

121 Brödner, P., Über die allmähliche Verfertigung der Organisation durch Kommunizieren. – In: Im Widerspruch. Arno Rolf zum 65. Hrsg. v. Detlev Krause u. Edouard J. Simon. Hamburg: Universität Hamburg, Department Informatik. S. 39 – 64.

122 Schwemm, A., Daß nichts bleibt, wie es ist. Philosophie der selbstorganisierten Entwicklung. Selbstorganisation sozialer Prozesse. Band 3/2. Münster: Lit Verlag 1999; Hörz, H., Selbstorganisation sozialer Systeme. Ein Verhaltensmodell zum Freiheitsgewinn. Münster: Freiheitsgewinn 2001.

Versteht man Information als Trias von: Form (Syntax), Inhalt (Semantik) und Wirkung (Pragmatik) (siehe Abbildung 16), kann verdeutlicht werden, dass das menschliche Gedächtnis nicht mit Speicherung zu identifizieren ist. Es weist Gemeinsamkeiten mit und Unterschiede gegenüber der maschinellen Speicherung der syntaktischen Struktur der Information auf. Gespeichert werden syntaktische Strukturen in Raum und Zeit, so auch in den verwendeten Werkzeugen, in der Struktur und Organisation der Arbeit. So sah schon Taylor die mögliche vollständige Speicherung des benötigten Wissens in der Struktur des Arbeitsprozesses vor. Da man Gedächtnis nicht auf Speicherung reduzieren kann, wird die Unterscheidung besonders wichtig bei der Koppelung von menschlicher (semantischer) und maschineller (syntaktischer) Informationsverarbeitung. Die Bedeutung der Information (das Ideelle) ist im Kopf des Menschen, in seinem Gedächtnis. Gespeichert und maschinell übertragen wird nur der Träger der Information, denn nur die syntaktische Struktur existiert in Raum und Zeit. Die Erhaltung der Bedeutung der Information bzw. des Wissens über längere Zeit ergibt sich aus einer Kombination von biologischer Speicherleistung und ganzheitlichem Bewahren – im Gedächtnis. Wird im Falle der Speicherung einer Struktur eine Bedeutung zugeordnet – so zum Beispiel auch einer Struktur des Arbeitsprozesses bzw. der Arbeitsorganisation, so wird jetzt diese Information selbst wieder interpretiert, d. h. ins Verhältnis zu anderen Informationen gesetzt. Gedächtnis heißt, dass Informationen in Beziehung zueinander gesetzt werden. Bei der erneuten Interpretation der im Arbeitsprozess gespeicherten Information können wie gesagt Irritationen auftreten, so dass Selbstorganisation durch eine Instabilität der bisherigen Arbeitssituationen gegenüber relativ kleinen Veränderungen im Zusammenhang von Aufgabenbearbeitung sowie Problemlösung im wissensintensiven Arbeitsprozessen und den zur Verfügung stehenden Arbeitsmitteln und Methoden in den Arbeitsprozessen auftreten kann. Damit ist deutlich, dass ein nicht nur fremd bestimmter, ein relativ selbstbestimmter Arbeitsprozess eine Kopplung von menschlicher (semantischer) und maschineller (syntaktischer) Informationsverarbeitung, eine Einheit von Funktionssystem und Aktionssystem zur Voraussetzung hat.

Speziell im Zusammenhang mit der Gestaltung von Informationssystemen in sozialer Organisation stellt sich so die Frage: können wir Bedingungen herstellen, die die Selbstorganisation sozialer Systeme nicht behindern, ja vielleicht darüber hinaus sogar Bedingungen schaffen, die möglicherweise die Selbstorganisation noch befördern? Sind wir überhaupt in der Lage, bei der Schaffung von Informationssystemen – d. h. von Funktionssystemen (schon organisierten Systemen) bei der von den selbstorganisierenden Prozessen der Aktionssysteme (sich organisierende Systeme) von vornherein abstrahiert werden muss, diese wieder zu beachten? Sind wir überhaupt in der Lage, die Selbstorganisation sozialer Systeme für

eine Verbesserung ihrer Funktionen und Entwicklung zu nutzen? Können wir vielleicht bei einer entsprechenden Förderung der Selbstorganisation, auch durch eine entsprechende Einführung von modernen Informations- und Kommunikationstechnologie, ihrer richtige Einbettung in die konkreten Arbeitsprozesse und in die Komplexität der sozialen Organisation, die Entwicklung sozialer Systeme in eine gewünschte Richtung lenken?

Soll dies überhaupt möglich werden, verlangt dies nach einer integrierten Organisations-, Informationssystemgestaltung und Softwareentwicklung in sozialer Organisation.

Diese Feststellung ist noch bedeutsamer, wenn es darum geht, die gestalteten Funktionssysteme wieder in das betreffende Aktionssystem zu integrieren. Es muss eine effektive Reintegration gesichert werden, d. h. es muss eine Organisationssynthese durchgeführt werden, die eine spezielle Aufgabe von Organisatoren bzw. Organisationsspezialisten ist, von darauf spezialisierten Informatikern / Wirtschaftsinformatikern, die die Voraussetzungen und Bedingungen für die Integration funktionsfähig gemachter Arbeitsmittel in das Organisationsgefüge von Aktionssystemen zu schaffen haben. Durch eine integrierte Organisations- und Softwareentwicklung wird diese wechselseitige Bedingtheit und Bestimmtheit von Struktur und Handlung von vornherein Berücksichtigung finden. Es ist dann ein einheitlicher Prozess – eine Co-Evolution, ohne dass das geschilderte Nacheinander bei der Reintegration völlig aufgehoben wird.

Die Integration dieser funktionsfähig gemachten Arbeitsmittel in das Organisationsgefüge von Aktionssystemen erfolgt auf der Grundlage der Bewertung ihrer Prozessadäquatheit und der Bewertung der Sinnhaftigkeit des sich entwickelnden Organisationsgefüges.

7.5. Der fachlich, sozial und ethisch verantwortbare Computereinsatz

Zur Gründung der Organisation: „Forum InformatikerInnen für Frieden und gesellschaftliche Verantwortung“ (FIfF), nach dem Vorbild der Organisation in den USA: „Computer Scientists for Social Responsibility“, hielt Cristiane Floyd das Grundsatzreferat zum Thema: „Der fachlich, sozial und ethisch verantwortbare Computereinsatz“.[123]

Die eingangs beschriebene Abkehr der Gesellschaftstheorie von der Arbeitssphäre soll insbesondere der Einsicht geschuldet sein, „dass angesichts der faktisch gegebenen Produktionsverhältnisse alle Vorschläge zur durchgreifenden Verbesserung der Arbeitsgestaltung schnell den Charakter bloßer Sollensforderungen

123 Floyd, Ch., Wo sind die Grenzen des verantwortlichen Computereinsatzes? – In: Schriftenreihe Wissenschaft und Frieden. 4(1985), S. 175.

erhalten. Die Kluft zwischen dem gesellschaftlichen Sein und den arbeitsutopischen Erwartungen ist inzwischen so tief, der Abstand zwischen den realen Arbeitsverhältnissen und den Emanzipationsbestrebungen so groß geworden, dass die Gesellschaftstheorie sich die vorläufige Vergeblichkeit all ihrer theoretischen Bemühungen eingestehen musste.“[124] Hier verweist Axel Honneth auf die Arbeit von Jürgen Habermas „Die Krise des Wohlfahrtsstaates und die Erschöpfung utopischer Energie.“[125]

Es wird zurecht betont, dass das Handwerk wie die Kunst in der Tat nur zu utopischen Leitbildern für die Gestaltung der industriellen Arbeitsprozesse führen konnten und solche Wunschvorstellungen deshalb auch immer nur eine äußerliche Kritik an den realen Arbeitsbedingungen geblieben sind. Besonders deutlich war dies schon bei der sog. „Human-Relation-Bewegung“ geworden, die nur ein ohnmächtiger Protest gegenüber dem Vormarsch des Taylorismus geblieben war. Es ist daher völlig richtig, wenn herausgearbeitet wird, dass, wenn nicht nur eine utopische Perspektive für die Verbesserung der Qualität des Arbeitslebens aufgezeigt werden soll, eine immanente Kritik erfolgen muss, diese jedoch nur möglich ist, wenn die „Forderungen keinen bloßen Sollcharakter mehr besitzen…, wenn die Idee einer sinnvollen, gesicherten Arbeit als Vernunftanspruch in die Strukturen der gesellschaftlichen Reproduktion selbst eingebaut ist.“[126]

Wir können in der Tat davon ausgehen, dass jede gesellschaftliche Arbeit in bestimmter Weise strukturiert und organisiert sein muss, wenn sie als solche auch gesellschaftliche Anerkennung finden soll. Entscheidend für unsere Darlegungen ist nun die Feststellung, dass, wenn wir von einem fachlich, sozial und ethisch verantwortbaren Computereinsatz sprechen, durchaus auch von ethischen Grundsätzen, von an einem konkreten Humanismus orientierten Sollensforderungen ausgegangen wird. Wenn von einem sozial und fachlich verantwortbaren Ergebnis der Tätigkeit von InformatikerInnen gesprochen wird, dann geht es nicht um von außen an die Arbeits- und Organisationsgestaltung herangetragene Wunschvorstellungen, sondern um immanente Forderungen an die Gestaltung der modernen Arbeitswelt, die auch mit Hilfe der Computerunterstützung realisiert werden können, wenn man bewusst, gemäß arbeitswissenschaftlicher Kriterien, gestalten will.

Wenn zuvor vom Übergang von primär technisch orientierten zu am Menschen orientierten Gestaltungsgrundsätzen gesprochen wurde, dann geht es nicht

124 Honneth, A., Arbeit und Anerkennung – Versuch einer Neubestimmung. – In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie (Berlin). (2008)3, S. 328.

125 Habermas, J., Die Krise des Wohlfahrtsstaates und die Erschöpfung utopischer Energie. – In: Die neue Unübersichtlichkeit. Frankfurt am Main 1985. S. 141 – 163.

126 Honneth, A., Arbeit und Anerkennung – Versuch einer Neubestimmung. A. a. O.

um von außen an die Arbeitswelt herangetragene Wunschvorstellungen, sondern um immanente Forderungen an die Arbeitswelt, die sich zumindest aus den Arbeitsprozessen ergeben, die wir als wissensintensive Arbeitsprozesse bezeichnet und als Problemlösungsprozesse charakterisieren haben. Die Erhöhung der Produktivität der Wissensarbeit bezeichnete P. F. Drucker als die Hauptaufgabe unseres Jahrhunderts.[127]

Wie ist es aber nun mit den schematischen, mehr oder weniger voll formalisierbaren und damit weitgehend automatisierbaren Arbeitsprozessen, wie zum Beispiel der Fließbandmontage von Fahrzeugen? Seit längerem ist in einigen Bereichen der Industrie eine Rückkehr zum Taylorismus zu verzeichnen.[128] Dietmar Hawranek gibt im „Spiegel" einen erschütternden Einblick in die jüngste Entwicklung der Arbeitswelt bei Mercedes-Benz.[129] Er verdeutlicht, dass die Entwicklung zu einer noch überspitzteren Arbeitsteilung heimlich (ohne Öffentlichkeit) eingeführt wird, weil es aus der Sicht einer arbeitswissenschaftlich verantwortbaren und damit natürlich auch einer ethisch verantwortbaren Automatisierung ein deutlicher Rückschritt ist. Die Rückkehr von der Gruppenarbeit (die zum Beispiel 1984 bei Volvo eingeführt wurde) zum Fließband, verbunden mit noch einseitigeren einzelnen Handgriffen des Fließbandarbeiters, führt deutlich zu einer Senkung der Arbeitszufriedenheit und zu realen gesundheitlichen Schädigungen. Dies alles wird in Kauf genommen, auch von den Vertretern der Gewerkschaft, aus Angst vor dem Verlust des Arbeitsplatzes im sich verschärfenden globalen Wettbewerb. Man kann darauf zunächst antworten mit den berühmten Darlegungen von Norbert Wiener, der in seiner Schrift „The Human Use of Human Beings" schon diese Situation sehr deutlich vorausgesehen hatte. Er schrieb: „Let us remember that automatic machine, what ever we think of any feelings it may have, or may not have, it is the precise economic equivalent of slave labor. Any labor which competes with slave labor must accept the economic conditions of slave labor. It is perfectly clear that this will produce an unemployment situation, in comparison with the present recession and even the depression of the thirties will seem a pleasant joke. This depression will ruin many industries, possible even the industries which have taken advantage of the new potentialities. However, there is nothing in the industrial tradition which forbids an industrialist to take a sure and quick profit, and to get out before the crash touches him personally. / Thus the new industrial revolution is a two-edged sword. It may

127 Drucker, P. F., The new productivity challenge. – In: Harvard Business Review 1991. 6, S. 69 – 79.

128 Springer, R., Rückkehr zum Taylorismus? Arbeitspolitik in der Automobilindustrie am Scheideweg. Campus 1999.

129 Hawranek, D., Neues Takt-Gefühl. – In: Der Spiegel Nr. 33/ 11.8. 2008, S. 76 – 77.

be used for the benefit of humanity, but only if humanity survives long enough to enter a period in which such benefit is possible."[130]

Die neue industrielle Revolution ist in der Tat ein zweischneidiges Schwert, die Automatisierung führt zu neuen anspruchsvolleren Arbeiten, der dezentrale und vernetzte Einsatz der modernen Informations- und Kommunikationstechnologie kann bei bewusster am Menschen orientierter Gestaltung zur Zusammenführung zuvor tayloristisch getrennter Arbeitstätigkeiten beitragen, zugleich aber kann sie auch zur Erhöhung der Monotonie, zur verstärkten Einseitigkeit, zur Entwertung und zum Verlust der Arbeit beitragen.

Letzteres muss aber nicht einfach hingenommen werden. Und dies auch nicht nur aus arbeitsethischen Gründen. Es ist auch hier zu fragen, ob wirklich nur die starrste Variante eines Workflows (siehe Abbildung 17: statische Automatisierung), bei der noch nicht einmal eine gewisse Wahl zwischen der Abfolge bestimmter Arbeitsschritte zugelassen wird, die günstigste ist. Auch bei diesem Rückschritt kann auf die Berücksichtigung der Humankriterien der Arbeitsgestaltung geachtet werden. Der Spiegelautor berichtet, dass bei Mercedes mögliche Gesundheitsschädigungen dadurch gemildert werden sollen, dass der Arbeiter nur für eine Stunde zum Beispiel Airbags anschraubt und dann zum Beispiel Kabel in der Karosserie verlegt. Währen die Arbeiter in japanischen Fabriken „mitunter den gleichen Takt ein Jahr lang ausführen." Eine Abwärtsspirale in Lohn und Arbeitsqualität durch diesen Konkurrenzdruck ist auf die Dauer nicht durchzuhalten. Es muss daher auch der Druck zur Realisierung sozialen Fortschritts, zur Humanisierung der Arbeitswelt erhöht und globalisiert werden.

Bekanntlich wurde die Kinderarbeit in Preußen nicht durch die Einflussnahme der Kirchen aufgehoben, sondern weil das Militär nicht mehr genügend gesunde Rekruten einberufen konnte. Wenn man das Rauchen aufgrund seiner Gesundheitsgefährdung allgemein einschränken kann, selbst in Ländern, wo es besonders stark eingebürgert war, dann wird man sich wohl sehr bald daran erinnern, dass die Arbeitswissenschaften in vielen Studien schon vor langer Zeit nachweisen konnten, dass die Monotonie der Fließbandarbeit nicht nur den am Band arbeitenden gesundheitlich schädigt, sondern Auswirkungen bis in die Familie, die Behandlung von Frau und Kind hat. Die Rückkehr zum Fließband in der materiellen wie nun heute auch insbesondere in der geistigen Produktion, wird damit sehr wahrscheinlich nicht nur zum Wohlstand sondern auch zum Schaden der Nation beitragen, wenn nicht entsprechende kompensierende und Gegenmaßnahmen ergriffen werden. Dazu bedarf es aber der Vision, wie Nor-

130 Wiener, N., Human Use of Human Being – Cybernetics And Society, DA CAPO Series. – In: Science, 1954, S. 593, paperback edition S. 162.

bert Wiener es ausdrückt, dass „die Menschheit so lange überlebt, um in eine Periode einzutreten, in der ein solcher Nutzen für sie auch möglich wird." Es gilt nach wie vor die Vision von der Entwicklung einer nachhaltigen Informationsgesellschaft für alle.[131,132] Die reale Welt ist voller Widersprüche, Antagonismen und Mehrdeutigkeiten. Dies verlangt von uns immer wieder neue Entscheidungen. Wissenschaftlich-technischer und sozialer Fortschritt sind reale Prozesse, um deren Vermittlung es gehen muss. Es sind Prozesse, die sich von den Wünschen der Menschen unterscheiden. Nur dort, wo das Gewünschte mit den realen Möglichkeiten in Übereinstimmung zu bringen ist, kann durch bewusste, am konkreten Humanismus orientierte Gestaltung wirklich eine Vermittlung erreicht werden. Damit besteht die entscheidende vor uns liegende Aufgabe darin, auf der Grundlage einer wissenschaftlich begründeten Gesellschaftstheorie, die auch die Arbeitswelt einschließt, und konkreten Utopien im Sinne von Ernst Bloch,[133] Visionen von T. de Chardin[134] und Vladimir I. Vernadskij[135] – wenn auch die Noosphäre-Konzeption von T. de Chardin und V. I. Vernadskij aus der Sicht der modernen Naturwissenschaften und Informatik kritisch gesehen werden muss, denn die Zukunft ist offen, es gibt keine prä-determinierte oder teleologisch festgelegte Entwicklung –, so gilt es, die sich herausbildenden realen Entwicklungsmöglichkeiten im Horizont konkreter Utopien zu erfassen, die modernen Informations- und Kommunikationstechnologie so in den individuellen und gesellschaftlichen Entwicklungsprozess zu integrieren, dass der Mensch Subjekt der Entwicklung ist und bleibt.

131 Rolf, A. / Moeller, A., Sustainable Development – Gestaltungsaufgabe der Informatik. – In: Informationsspektrum (Berlin). 19(1996), S. 206 – 213.

132 Floyd, Chr. / Fuchs, Chr. / Hofkirchner, W. (Hrsg.), Stufen zur Informationsgesellschaft – Festschrift zum 65. Geburtstag von Klaus Fuchs-Kittowski. Frankfurt am Main: Peter Lang Verlag 2002.

133 Bloch, E., Wissen und Hoffen – Auszüge aus seinem Werken 1918 – 1955. Berlin: Aufbau-Verlag 1955. S. 69.

134 de Chardin, T., Der Mensch im Kosmos. Berlin: Union Verlag 1959.

135 Vernadskij, V., The biosphere and the noosphere. – In: American Scientist. 33(1945)1, S. 1 – 2.

Autoren

Prof. Dr. Werner Ebeling, Institut für Physik der Humboldt-Universität zu Berlin, Newtonstraße 15, D – 12489 Berlin-Adlershof.

Prof. Dr. Klaus Fischer, Fachbereich für Philosophie und Wissenschaftstheorie der Universität Trier, D – 54286 Trier.

Prof. Dr. Klaus Fuchs-Kittowski, Wiebelskircher Weg 12, D – 12589 Berlin.

PD Dr. Jochen Gläser, Institut für Soziologie der Freien Universität Berlin, Garystraße 55, D – 14195 Berlin-Dahlem.

Dr. Frank Havemann, Institut für Bibliotheks- und Informationswissenschaft der Humboldt-Universität zu Berlin, Unter den Linden 6, D – 10099 Berlin-Mitte.

Michael Heinz, Institut für Bibliotheks- und Informationswissenschaft der Humboldt-Universität zu Berlin, Unter den Linden 6, D – 10099 Berlin-Mitte.

Dr. Karlheinz Lüdtke, Fridtjof-Nansen-Straße 6, D – 99425 Weimar

Dr. Oliver Mitesser, Universitäts- und Landesbibliothek Darmstadt, Schloss, D – 64283 Darmstadt.

PD Dr. Heinrich Parthey, Institut für Bibliotheks- und Informationswissenschaft der Humboldt-Universität zu Berlin, Unter den Linden 6, D – 10099 Berlin – Mitte.

Dr. Andrea Scharnhorst, The Virtual Knowledge Studio for the Humanities and Social Sciences – VKS. Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences. Cruquiusweg 31, 1019 AT Amsterdam.

Bibliographie Werner Ebeling.

Zusammengestellt anlässlich seines 70. Geburtstages

I. Monographische und herausgegebene Schriften

Zur kinetischen Theorie schwach ionisierter Plasmen und elektrolytischer Lösungen. – Rostock, 1963. – 83 gez. Bl., Universität Rostock, Mathematisch-naturwissenschaftliche Fakultät, Diss. v. 18. Juni 1963.

Zur statistischen Theorie der Bindungszustände in Plasmen und Elektrolyten kleiner Konzentration. – Rostock, 1968. – 267 gez. Bl. mit Abb., Universität Rostock, Mathematisch-naturwissenschaftliche Fakultät, Hab. Schr. v. 6. Juni 1968.

(mit R. Albrecht, Günter Asser, W. Fischer, K. H. Köhler & Horst Völz): Streitbarer Materialismus und gegenwärtige Naturwissenschaft. Berlin: Akademie-Verlag 1974.

Strukturbildung bei irreversiblen Prozessen. Eine Einführung in die Theorie dissipativer Strukturen. Leipzig: Teubner Verlagsgesellschaft 1976. 194 Seiten.

(mit Wolf-Dietrich Kraeft & Dietrich Kremp): Theory of Bound States and Ionization Equilibrium in Plasmas and Solids. Berlin: Akademie-Verlag 1976. 164 Seiten.

Obrazovanie struktur pri neobratimykh prozessakh. Moscow: Mir Publisher 1979. 274 Seiten.

(mit Wolf-Dietrich Kraeft & Dietrich Kremp): Teoriya sviazannykh sostoyanii i ionisovannovo ravnovesiya v plasme i tverdom tele. Moscow: Mir Publisher 1979. 262 Seiten.

(mit Rainer Feistel): Physik der Selbstorganisation und Evolution. Berlin: Akademie-Verlag 1982. 2. Auflage 1986. 451 Seiten.

(mit Vladimir E. Fortov, Yuri L. Klimontovich, Nikolai P. Kovalenko, Wolf-Dietrich Kraeft, Yuri E. Krasny, Dieter Kremp, Pavel Kulik, Vladimir A. Riabii, Gerd Röpke, E. Rozanov & M. Schlanges): Transport Properties of Dense Plasmas. Berlin: Akademie-Verlag 1984. Basel-Boston-Stuttgart: Birkhäuser 1984. 182 Seiten.

(mit Yuri L. Klimontovich): Selforganization and Turbulence in Liquids. Leipzig: Teubner-Verlag 1984. 196 Seiten.

(mit Manfred Peschel (Eds.)): Lotka-Volterra-Approach to Cooperation and Competition in Dynamic Systems. Berlin: Akademie-Verlag 1985. 271 Seiten.

(mit Wolf-Dietrich Kraeft, Dietrich Kremp & Gerd Röpke): Quantum Statistics of Charged Particle Systems. Berlin: Akademie-Verlag 1986. New York-London Plenum Press 1986. 298 Seiten.

(mit Heinz Ulbricht (Eds.)): Selforganization by Nonlinear Irreversible Processes. Berlin-Heidelberg-New York 1986. 231 Seiten.

(mit Hans G. Bothe, Alexander B. Kurzhanski & Manfred Peschel (Eds.)): Dynamical Systems and Environmental Models. Berlin: Akademie.Verlag 1987. 283 Seiten.

(mit Wolf-Dietrich Kraeft, Dietrich Kremp & Gerd Röpke): Kvantovaya statistika system zaryashennykh chastiz. Moscow: Mir Publisher 1988. 405 Seiten.

(mit Robert Rompe & Hans Jürgen Treder): Zur großen Berliner Physik. Leipzig: Teubner-Verlag 1988. 88 Seiten.

(mit Manfred Peschel (Eds.)): Dynamical Networks. Berlin: Akademie-Verlag 1989. 221 Seiten.

(mit Rainer Feistel): Evolution of Complex Systems. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften 1989. Dortrecht-Boston-London: Kluwer Academic Publishers 1989. 248 Seiten.

Chaos, Ordnung und Information. Leipzig-Jena-Berlin: URANIA-Verlag 1989. 118 Seiten. Frankfurt am Main-Thun: Verlag Harri Deutsch 1989, 2. Aufl. 1992.

(mit Heinz Ulbricht (Eds.)): Irreversible Processes and Selforganization.Leipzig: Teubner-Verlag 1989. 256 Seiten.

(mit Andreas Engel & Rainer Feistel): Physik der Evolutionsprozesse. Berlin: Akademie-Verlag 1990. 371 Seiten.

(mit Harald Engel & Hanspeter Herzel): Selbstorganisation in der Zeit. Berlin: Akademie-Verlag 1990. 205 Seiten.

(mit Andreas Förster, Vladimir E. Fortov, Viktor K. Gryaznov & Aleksander Ya. Polishchuk): Thermophysical Properties of Dense Plasmas. Stuttgart-Leipzig: Teubner-Verlag 1991. 315 Seiten

(mit Manfred Peschel & Wolfgang Weidlich (Eds.)): Models of Selforganization in Complex Systems, MOSES. Berlin: Akademie-Verlag 1992. 336 Seiten.

(mit Andreas Förster & Rainer Radtke (eds.)): Physics of Nonideal Plasmas. Stuttgart-Leipzig: Teubner-Verlag 1992. 318 Seiten.

(mit Rainer Feistel): Chaos und Kosmos. Prinzipien der Evolution. Heidelberg-Berlin-Oxford: Spektrum Akademischer Verlag 1994. 251 Seiten.

(mit Hans-M. Voigt, Ingo Rechenberg & Hans-P. Schwefel (Eds.)): Parallel Problem Solving from Nature – PPSN IV. Berlin-Heidelberg; Springer 1996.

(mit Jan Freund & Frank Schweitzer): Komplexe Strukturen: Entropie und Information. Stuttgart-Leipzig: B.G. Teubner 1998. 265 Seiten.

(mit Andreas Engel & Rainer Feistel): Fizika Protsessow Evolyutsii. Moskva: Izdadetlstvo URSS 2001. 326 Seiten.

(mit Yury Mikhail Romanovsky & Lutz Schimansky-Geier (eds.)): Stochastic Dynamics of Reacting Biomolecules. Singapore: World Scientific Publ. Comp. 2003. 310 Seiten.

Obrazovanie struktur pri neobratimykh prozessakh. 2nd edition. Moscow-Ishevsk: RCD-Publisher 2004. 274 Seiten.

II. Artikel aus periodischen und anderen fortlaufend erscheinenden Publikationen

(mit Yuri L. Klimontovich): Hydrodynamische Beschreibung der Bewegung geladener Teilchen in schwach ionisierten Plasmen (in Russ.). – In: Zhurnal experimental i teoreticheskoi Fiziki (Moskau). 43(1962), S. 146 – 152.

(mit Yuri L. Klimontovich): Hydrodynamische Näherungen in der Theorie stark bzw. schwach ionisierter Plasmen. – In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Universität Rostock. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Reihe (Rostock). 11(1962), S. 355 – 363.

(mit Hans Falkenhagen): Die Grundgleichungen der Theorie homogener elektrolytischer Lösungen. – In: Berichte der Akademie der Wissenschaften (Berlin). 5(1963), S. 616 – 620.

(mit Hans Falkenhagen): Zur kinetischen Theorie schwach ionisierter Plasmen im Magnetfeld. – In: Annalen der Physik (Leipzig). 10(1963)7/8, S. 347 – 359.

Statistische Mechanik der irreversiblen Prozesse in Lösungen wechselwirkender Teilchen. – In: Zeitschrift physikalische Chemie (Leipzig). 224(1963), S. 321 – 330.

Statistische Mechanik der irreversiblen Prozesse in Lösungen wechselwirkender Teilchen II. – In: Zeitschrift physikalische Chemie (Leipzig). 225(1964), S. 15 – 25.

Zur statistischen Theorie der elektrischen Eigenschaften von Ionenlösungen. – In: Zeitschrift physikalische Chemie (Leipzig). 227(1964), S. 329 – 337.

Reversibilität und Irreversibilität in der Physik. – In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Universität Rostock. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Reihe (Rostock). 13(1964).

Kurze Mitteilung kinetische Gleichungen und Momentengleichungen für inhomogene Plasmen. – In: Annalen der Physik (Leipzig). 15(1964)7/8, S. 404 – 406.

(mit Wolf D. Kraeft & Zbigniew Ratajewicz): Statistische Theorie der Ionen-Dipol-Lösungen I. Molekulare Verteilungsfunktionen, Stationäre Leitfähigkeit. – In: Zeitschrift physikalische Chemie (Leipzig). 232(1964), S. 205 – 227.

Statistisch-mechanische Ableitung von verallgemeinerten Diffussionsgleichungen (Herrn Prof. Dr. H. Falkenhagen zum 70. Geburtstag). – In: Annalen der Physik (Leipzig). 16(1965)3/4, S. 147 – 159.

(mit Hans Falkenhagen & Wolf-Dietrich Kraeft): Zur Deutung der Abhängigkeit der elektrolytischen Leitfähigkeit von der Konzentration neutraler Komponenten. – In: Annalen der Physik (Leipzig). 18(1966)1/2, S. 15 ff..

(mit Dietrich Kremp & Wolf-Dietrich Kraeft): Zur Theorie der Leitfähigkeit von Elektrolyten und schwach ionisierten Plasmen. – In: Annalen der Physik (Leipzig). 18(1966)5/6, S. 246 ff..

Zur Theorie der elektrophoretischen Effekten in Ionenlösungen. – In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Universität Rostock. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Reihe (Rostock). 14(1965), S. 271 – 275.

Die Gesetze der Makrophysik und ihr Verhältnis zur Quantenmechanik. – In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt-Universität zu Berlin (Berlin). (1965)4/5, S. 593 – 595.

(mit Hans Falkenhagen): Statistical derivation of diffusion equations according to the Zwanzig method. – In: Physics Letters. 15 (1965), S. 131 – 132.

(mit Wolf D. Kraeft): Statistische Theorie der Ionen. Dipol-Lösungen III. Dielektrische Eigenschaften. – In: Zeitschrift physikalische Chemie (Leipzig). 233(1965), S. 388 – 402.

Zur freien Energie von Systemen geladener Teilchen. – In: Annalen der Physik (Leipzig). 18(1966)7/8, S. 415 – 416.

(mit Günter Kelbg): Zur statistischen Thermodynamik elektrolytischer Lösungen mit großem Bjerrrum-Parameter. – In: Zeitschrift physikalische Chemie (Leipzig). 233(1966), S. 209 – 230.

(mit Günter Kelbg & Gerhard Schmitz): Molekulare Verteilungsfunktionen klassischer Systeme geladener Teilchen im thermodynamischen Gleichgewicht. – In: Annalen der Physik (Leipzig). 18(1966), S. 29 – 41.

(mit Hans Falkenhagen und Wolf D. Kraeft): Zur Deutung der Abhängigkeit der elektrolytischen Leitfähigkeit von der Konzentration neutraler Komponenten. – In: Annalen der Physik (Leipzig). 18(1966)1/2, S. 15 – 28.

(mit Dietrich Kremp & Wolf D. Kraeft): Zur Theorie der Leitfähigkeit von Elektrolyten und schwach ionisierten Plasmen II. – In: Annalen der Physik (Leipzig). 18(1966)5/6, S. 246 – 256.

(mit Wolf D. Kraeft & Dietrich Kremp): On the Conductance of symmetrical electrolytes. – In: Journal of Physical Chemistry . 70(1966), S. 3338 – 3339.

Statistische Thermodynamik der gebundenen Zustände in Plasmen. – In: Annalen der Physik (Leipzig). 19(1967)1/2, S. 104 – 112.

Zur statistischen Theorie der Diffusion geladener Teilchen. – In: Beiträge zur Plasmaphysik. 7(1967), S. 11 – 20.

(mit Heinz J. Hoffmann & Günter Kelbg): Quantenstatistik des Hochtemperaturplasmas im thermodynamischen Gleichgewicht. – In: Beiträge zur Plasmaphysik. 7 (1967), S. 233 – 248.

(mit Heinz Ulbricht): Hydrodynamische Näherungen für stark ionisierte Plasmen. – In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Universität Rostock. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Reihe (Rostock). 16(1967), S. 857 – 868.

Ableitung der freien Energie von Quantenplasmen kleiner Dichte aus den exakten Streuphasen. – In: Annalen der Physik (Leipzig). 17(1968)1/2, S. 33 – 39.

Zur freien Energie von Quantenplasmen kleiner Dichte. – In: Annalen der Physik (Leipzig). 21(1968)5/6, S. 315 – 317.

(mit Günter Kelbg & Klaus Rohde): Binary Slater Sums and Distribution Functions for Quantum Statistical Systems with Coulomb Interaction. I. – In: Annalen der Physik (Leipzig). 21(1968)5/6, S. 235 ff..

(mit Klaus Rohde & Günter Kelbg): Binary Slater Sums and Distribution Functions for Quantum Statistical Systems with Coulomb Interaction. II. – In: Annalen der Physik (Leipzig). 22(1968)1/2, S. 1 ff..

Zur freien Energie von Systemen geladener Teilchen. – In: Annalen der Physik (Leipzig). 17(1968), S. 415 – 416.

(mir Günter Kelbg & Hartmut Krienke): Zur statistischen Thermodynamik elektrolytischer Lösungen mit großem Bjerrum-Parameter II. – In: Zeitschrift physikalische Chemie (Leipzig). 238(1968), S. 76 – 88.

(mit Heinz J. Hoffmann): Quantenstatistik des Hochtemperatur-Plasmas im thermodynamischen Gleichgewicht II. – In: Beiträge Plasmaphysik. 8(1968), S. 43 – 56.

Zur Theorie der Bjerrumschen Ionenassoziation in Elektrolyten. – In: Zeitschrift physikalische Chemie (Leipzig). 238(1968), S. 400 – 402.

Equation of State and Saha Equation of Partially Ionized Plasmas. – In: Physica. 38(1968), S. 378 – 388.

Zur freien Energie von Quantenplasmen kleiner Dichte. – In: Annalen der Physik (Leipzig). 21(1968), S. 315 ff.

(mit Heinz J. Hoffmann): On the Equation of State of Fully Ionized Quantum Plasmas. – In: Physica. 39(1968), S. 593 – 598.

(mit Nikolai F. Kovalenko): Zur statistischen Theorie der Diffusionsprozesse in kondensierten Medien. – In: physica status solidi. 30(1968), S. 533 – 540.

The Exact Free Energy of low Density Quantum Plasmas. – In: Physica. 40(1968), S. 290 – 292.

Zur statistischen Thermodynamik von Systemen chemisch reagierender Teilchen. – In Zeitschrift physikalische Chemie (Leipzig). 240(1969), S. 265 – 278.

(mit Wolf D. Kraeft): Zur Theorie der Leitfähigkeit assozierender Elektrolyte. – In: Zeitschrift physikalische Chemie (Leipzig). 240(1969), S. 141 – 143.

Zur Quantenstatistik der Bindungszustände in Plasmen. I. Cluster-Entwicklungen. – In: Annalen der Physik (Leipzig). 22(1969), S. 383 – 391.

Zur Quantenstatistik der Bindungszustände in Plasmen. II. Berechnung der Cluster-Integrale. – In: Annalen der Physik (Leipzig). 22(1969), S. 392 – 401.

Coulomb Interaction and Ionization Equilibrium in Partially Ionized Plasmas. – In: Physica. 43(1969), S. 293 – 300.

(mit Wolf D. Kraeft & Dietrich Kremp): Complex Representation of the Quantumstatistical Second Virial Coefficient. – In: Physics Letters. 29A (1969), S. 466 ff.

(mit Klaus Rohde & Günter Kelbg): Quantum Statistical State Equation of Highly Ionized Hydrogen: – In: Annalen der Physik (Leipzig). 22(1969)7/8, S. 392 – 401.

(mit Dieter Kremp, Heinrich Parthey & Heinz Ulbricht): Reversibilität und Irreversibilität als physikalisches Problem in philosophischer Sicht. – In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Universität Rostock. Gesellschaftswissenschaftliche Reihe (Rostock). 19(1970)1, S. 127 – 138.

(mit Heinz Ulbricht): Zur statistischen Theorie des thermodynamischen Verhaltens der Tetraalkylammonium-Ionen. – In: Zeitschrift physikalische Chemie (Leipzig). 243(1970), S. 129 – 134.

(mit Wolf D. Kraeft & Dietrich Kremp): Quantum Statistical Second Viral Coefficient for Real Gases and Plasmas. – In: Beiträge zur Plasmaphysik. 10(1970), S. 237 – 263.

(mit Klaus Rohde & Günter Kelbg): Quantenstatistische Zustandsgleichung von stark ionisierten Wasserstoffplasmen mittlerer Dichte. – In: Annalen der Physik (Leipzig). 25(1970), S. 80 – 87.

(mit Günter Kelbg & Rainer Sändig): Zustandsgleichung und Ionisationsgleichgewicht des Wasserstoffplasmas. – In: Beiträge zur Plasmaphysik. 10(1970), S. 507 – 525.

Zur Hypothesenbildung in der physikalischen Forschung. – In: Die Technik. 25(1970), S. 754 ff.

Thermodynamik irreversibler Prozesse und Verfahrenstechnik. – In: Wissenschaftliche Thesen der Deutsche Akademie der Wissenschaften (Berlin). 3(1970). S. 31 – 39.

(mit Dietrich Kremp & Wolf D. Kraeft): Quantum Statistics of the Second Virial Coefficients and Scattering Theory. – In: Physica. 51(1971), S. 146 – 164.

On the Possibility of Diffusion Instabilities in Weak Elektrolytes. – In: Zeitschrift für physikalische Chemie (Leipzig). 247(1971), S. 340 – 342.

(mit Rainer Sändig): Über das Ionisationsgleichgewicht und die Stabilität des Quantenplasmas (in Russ.). – In: Teplofizika Vysokich Temperatur (Moskau). 9 (1971), S. 1300 – 1301.

(mit Hartmut Krienke): A Generalized Debye-Hückel-Theory of Concentrated Electrolytes. – In: Zeitschrift physikalische Chemie (Leipzig). 248(1971), S. 274 – 276.

Quantum Statistics of Ionization and Shielding Effects in Non-Degenerate Moderately Doped Semiconductors. – In: physica status solidi (b). 46(1971), S. 243 – 255.

(mit Gerd P. Bartsch): Quantum Statistical Fugacity Expansions for Partially Ionized Plasmas in Equilibrium. – In: Beiträge zur Plasmaphysik. 11(1971), S. 393 – 403.

Zur Theorie der Ionenpaar-Bildung in Elektrolyten. – In Zeitschrift physikalische Chemie (Leipzig). 249(1972), S. 140 – 142.

(mit Yuri L. Klimontovich): Quantenkinetische Gleichungen nichtidealer Gase und nichtidealer Plasmen (in Russ.). – In: Zhurnal experimental teoretischeskoi Fiziki (Moskau). 63(1972), S. 905 – 917.

(mit Rainer Sändig): Theory of the Ionization Equilibrium in Dense Plasmas. – In: Annalen der Physik (Leipzig). 28(1973), S. 289 – 305.

(mit Rainer Feistel): Zur Kinetik molekularer Replikationsprozesse mit Selektionscharakter. – In: studia biophysica (Berlin). 45(1974), S. 183 – 190.

(mit Detlev Geisler, Wolf D. Kraeft & Rainer Sändig): Zur Theorie der elektrischen Leitfähigkeit von Elektrolyten höherer Konzentration. – In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Universität Rostock. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Reihe (Rostock). 23(1974), S. 903 – 910.

Diffuse Phasenübergänge in Systemen mit Bindungszuständen (in Russ.). – In: Uconye Sapiski Latvishovo Universiteta P. Stutschka Riga. 238(1975). S. 119 – 131.

(mit Rainer Feistel): Electrolytic Conductance and Short-Range Ionic Interactions for Aqueous Alkali Halides. – In: Chemical Physics Letters. 36(1975). S. 404 – 406.

(mit Gerd P. Bartsch): Theory of the Ionization Equilibrium in Dense Semiconductor Plasma. – In: Beiträge zur Plasmaphysik . 25(1975), S. 25 – 35.

(mit Dietrich Kremp & Wolf D. Kraeft): Phase Transitions in Electron – Hole Plasmas. – In: physica status solidi (b). 69(1975), S. K59 – K62.

(mit Hartmut Krienke & Hans J. Czerwon): Zur Bestimmung der zwischenionalen Wechselwirkungen in Elektrolyten aus thermodynamischen Daten. – In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Universität Rostock. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Reihe (Rostock). 24(1975), S. 671 – 679.

(mit Peter Jakubowski, Reinhard Mahnke & Eberhard Rogmann): Zur Geschichte der Elektrolytforschung an der Universität Rostock. – In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Universität Rostock. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Reihe (Rostock). 25(1975), S. 111 – 119.

(mit G. Czajkowski): Phase Separation in Bistable Enzyme Reaction Systems. – In: studia biophysica (Berlin). 60(1976)3, S. 201 – 204.

(mit Rainer Feistel): Zur nichtlinearen Kinetik von homogenen Konkurrenzreaktionen. – In: Zeitschrift physikalische Chemie (Leipzig). 257(1976)4, S. 705 – 720.

(mit Wolf Kraeft, Dietrich Kremp & Klaus Kilimann): Coexisting Phases in an Electron-Hole-Plasmas. – In: physica status solidi (b). 78(1976), S. 241 – 253.

Bound-State Effects in Quantum Transport-Theory. – In: Annalen der Physik (Leipzig). 33(1976)5, S. 350 – 358.

Physikalische Aspekte der qualitativen Sprünge bei Entwicklungsprozessen. I. Grundlagen. – In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt-Universität zu Berlin, Gesellschaftswissenschaftliche – Sprachwissenschaftliche Reihe (Berlin). 25(1976)1.

Wie können Strukturen spontan entstehen? – In: Wissenschaft und Fortschritt (Berlin). 26(1976), S. 309 – 313.

(mit Rainer Feistel): Dynamische Modelle zum Selektionsverhalten offener Systeme. – In: Wissenschaftlich Zeitschrift der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock. Mathematisch-naturwissenschaftliche Reihe. 25(1976), S. 507 – 513.

(mit Rainer Feistel und Detlev Geisler): Zur Theorie der elektrolytischen Leitfähigkeit bei höheren Konzentrationen. – In: Zeitschrift physikalische Chemie (Leipzig). 257(1976), S. 337 – 353.

(mit Rainer Feistel): Physikalische Aspekte der qualitativen Sprünge bei Entwicklungsprozessen. II. Modellsysteme. – In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt-Universität zu Berlin, Gesellschaftswissenschaftliche – Sprachwissenschaftliche Reihe (Berlin). 25(1976)2, S. 25 – 32.

(mit Eckardt Bich & Hartmut Krienke): Interionische Wechselwirkungen und Thermodynamik starker Elektrolyte. – In: Zeitschrift physikalische Chemie (Leipzig). 257(1976), S. 549 – 562.

(mit Rainer Feistel): Stochastic Theory of Molecular Replication Processes with Selection Character. – In: Annalen der Physik (Leipzig) (Berlin). 34(1977)2, S. 81 – 91.

(mit W. Zimdahl): Theory of Ionization Equilibrium in nonideal Alkali Plasmas. – In: Annalen der Physik (Leipzig). 34(1977)1, S. 9 – 22.

(mit Rainer Feistel & Reiner Sändig): Einfluß spezifischer Ionenwechselwirkungen auf die thermodynamischen und Transporteigenschaften von Elektrolyten (in Russ.). – In: Termodinamika i Strojenie Rastvorov. 4(1977), S. 38 – 42.

Makroskopische Materie als Quantensystem von Punktladungen. – In: Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften der DDR. Berlin: Akademie-Verlag 1977. 7N(1977), S. 149 –- 167.

(mit Christo Ivanov): Derivation of Generalized Diffusion Equations. – In: acta physica polonica. 52(1977), S. 329 – 345.

(mit G. Czajkowski): Non-Equilibrium Phase Transitions in Enzyme Reaction Systems. – In: J. Non-Equilib. Thermodyn. 2(1977), S. 1 – 16.

(mit C. Ivanov, & Lutz Schimansky-Geier): Stochastic Theory of Nucleation in Bistable Reaction Systems. – In: Rostocker Physikalische Manuskripte. (Rostock: Universität Rostock). 2(1977), S. 93 ff.

Non-Equilibrium Transitions and Stationary Probability Distributions of Stochastic Processes. – In: Physics Letters A. 68(1978)5/6.

(mit Rainer Feistel): Deterministic and Stochastic Theory of Sustained Oscillations in Autocatalytic Reaction Systems. – In: Physica A. 93(1978), S. 114 – 137.

(mit Rainer Feistel): On the Eigen-Schuster Concept of Quasispecies in the Theory of natural Self-Organization. – In: studia biophysica (Berlin). 71(1978)2, S. 139 ff.

(mit Jean-Claude Justice): Ionic interactions in solutions. VI. Conductance theory of binary electrolytes for Hamiltonian models. – In: Journal Solution Chemistry. 8(1979), S. 809 – 833.

(mit Reinhard Mahnke): Kinetics of Molecular Replication and Selection. – In: Zagadnienia Biofizyki Wspolczesnej. 4(1979), S. 119 – 128.

(mit Jürn Schmelzer): Oszillationen in chemischen Reaktionssystemen von Lotka-Typ. – In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Reihe. 28(1979)3, S. 233 – 242.

(mit Horst Malchow): Bifurcations in a Bistable Reaction-Diffusion System. – In: Annalen der Physik (Leipzig). 36(1979)2, S. 121 – 134.

(mit Claudia V. Meister, Rainer Sändig & Wolf-Dietrich Kraeft): Pressure Ionization in nonideal Alkali Plasmas. – In: Annalen der Physik (Leipzig). 36(1979)5, S. 321 – 332.

(mit Gerd Röpke): Conductance Theory of Nonideal Plasmas. – In: Annalen der Physik (Leipzig). 36(1979)6, S. 429 – 437.

(mit Lutz Schimansky-Geier): Stochastic Dynamics of a Bistable Reaction Systems. – In: Physica A. 98(1979), S. 578 – 600.

(mit Jürn Schmelzer): Koexistenz von Sorten in nichtlinearen autokatalytischen Parallelreaktionen. – In: Zeitschrift physikalische Chemie (Leipzig). 261(1980)4, S. 677 – 696.

(mit Harald Engel-Herbert): The Influence of External Fluctuations on Self-Sustained Temporal Oscillations. – In: Physica A. 104(1980), S. 378 – 396.

(mit Harald Engel-Herbert & Lutz Schimansky-Geier): Strukturelle Instabilitäten chemischer Reaktionen. – In: Greifswalder Physikalische Hefte. 5(1980), S. 18.

(mit Miguel Jimenez-Montano): Stochastic Evolutionary Models of Technological Change. – In: Collective Phenomena. 3(1980), S. 107 – 120.

(mit Manfred Grigo): An analytical Calculation of the Equation of State and the Critical-Point in a Dense Classical Fluid of Charged Hard-Spheres. – In: Annalen der Physik (Leipzig). 37(1980)1, S. 21 – 30.

(mit Waldemar Richert, Wolf-Dieter Kraeft & Werner Stolzmann): Pade Approximations for the thermodynamic Functions of Weakly Interacting Coulombic Quantum Systems. – In: Physica Status Solidi (b) Basis Research. 104(1981), S. 193 ff.

(mit Ingrid Sonntag & Lutz Schimansky-Geier): On the Evolution of Biological Macromolecules II: Catalytic Networks. – In: studia biophysica (Berlin). (1981), S. 84 – 87.

(mit Ulrike Feudel): Electric Potential and Charge Distribution in the Cell Surface Coat. – In: studia biophysica (Berlin). 89(1982)3, S. 179 – 185.

(mit Harald Engel-Herbert): Stochastic Theory of Kinetic Transitions in Nonlinear Mechanical Systems. – In: Advances in Mechanics. 5(1982)3/4.

(mit Waldemar Richert): Thermodynamic Functions of nonideal Hydrogen Plasmas. – In: Annalen der Physik (Leipzig). 39(1982)5, S. 362 – 370.

(mit Horst Malchow, Rainer Feistel and Lutz Schimansky-Geier): Stochastic Bifurcations in a Bistable Reaction-Diffusion System with Neumann Boundary Conditions. – In: Annalen der Physik (Leipzig). 40(1983)2/3, S. 151 – 160.

(mit Lutz Schimansky-Geier & Alexander S. Mikhailov): Effect of Fluctuations on Plane Front Propagation in Bistable Nonequilibrium Systems. – In: Physics Letters. 96A(1983), S. 453 ff.

(mit H. Malchow & Rainer Feistel): Polarity, Symmetry, and Gradients in a Reaction-Diffusion System II. Patterns of Charge. – In: studia biophysica (Berlin). 97(1983)3, S. 231 – 236.

(mit Lutz Schimansky-Geier): Stochastic Theory of Nucleation in Nonequilibrium Bistable Reaction Systems. – In: Annalen der Physik (Leipzig). 40(1983)1, S. 10 – 24.

Discussion of the Klimontovich Theory of Hydrodynamic Turbulence. – In: Annalen der Physik (Leipzig). 40(1983)1, S. 25 – 33.

(mit Ulrike Feudel): Influence of Coulomb Interactions on Dissipative Structures in Reaction-Diffusion System. – In: Annalen der Physik (Leipzig). 40(1983)1, S. 68 – 78.

(mit Peter M. Allen): Evolution and the Stochastic Description of Simple Ecosystems. – In: BioSystems. 16(1983), S. 113 – 126.

(mit Hanspeter Herzel & Evgeni E. Selkov): The Influence of Noise on an Oscillating Glycolytic Model. – In: studia biophysica (Berlin). 98(1983)3, S. 147 – 154.

(mit Rainer Feistel): Energieumwandlung auf der Grundlage isothermer dissipativer Strukturen. – In: Experimentelle Technik der Physik (Berlin). 32(1984)1.

(mit Waldemar Richert): Thermodynamic Functions of the Electron Fluid for a Wide Density-Temperature Range. – In: Physica Status Solidi (b) Basic Research. 121(1984), S. 633 ff.

(mit Manfred Grigo): Radial Distribution Function in a Modified Bjerrum Model of Associating Electrolytes. – In: Zeitschrift physikalische Chemie (Leipzig). 265(1984)6, S. 1072 – 1078.

(mit Waldemar Richert): Thermodynamic Properties of Liquid Hydrogen Metal. – In: Physica Status Solidi (b) Basic Research. 128(1985), S. 467 ff.

(mit Yury Mikhail Romanovsky): Energy Transfer and Chaotic Oscillations in Enzyme Catalysis. – In: Zeitschrift physikalische Chemie (Leipzig). 266(1985)5, S. 836 – 843.

(mit Lutz Schimansky-Geier): Fokker Planck-Equations for Nonlinear Kinetic Processes and Their Solution. – In: Fluid Dyn. Transaction. 7(1985), S. 12 ff.

(mit Lutz Schimansky-Geier & A. V. Tolstopjatenko): Noise Induced Transitions Due to Additive External Noise. – In: Physics Letters A. 108(1985), S. 329 ff.

Pattern Dynamics and Optimization in Reaction Diffusion Systems. – In: J. Statistical Physics. 45(1986), S. 891 ff.

(mit Wolf-Dietrich Kraeft, Dietrich Kremp & Gerd Röpke): Quantum Statistics of Coulomb Systems: Thermodynamic Functions and Phase Transitions. – In: Physica. 140A (1986), S. 160 – 168.

(mit Beate Röder & Lutz Schimansky-Geier): Kinetic Models of Tumor Cell Populations Influenced by a Photodynamic Therapy. – In: studia biophysica (Berlin). 113(1986), S. 151 ff.

(mit Hanspeter Herzel, Waldemar Richert & Lutz Schimansky-Geier): Influence of Noise on Duffing – van der Pol Oscillators. – In: ZAMM. 66(1986), S. 141 ff.

(mit Andrea Scharnhorst): Stochastic Models for the Mobility of Physicist. – In: Czech. J. Physics. B 36(1986), S. 43 – 46.

(mit Ingrid Sonntag): Stochastic Description of Evolutionary Processes. – In: BioSystems. 19(1986), S. 91 – 100.

Physik komplexer nichtlinearer Netzwerke und neue Wege der Informationsverarbeitung. – In: Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften der DDR: Mathematik – Naturwissenschaften – Technik. (Nr 4N). Berlin 1987. S. 1 – 19.

(mit Frank Schweitzer, Lutz Schimansky-Geier & Heinz Ulbricht): Stochastics of Nucleation in Isolated Gases Including Carrier Molecules. – In: Physica 153 A (1988), S. 573 ff.

(mit Frank Schweitzer, Lutz Schimansky-Geier & Heinz Ulbricht): Stochastic Approach to Nucleation in Finite Systems. Theory and Computer Simulations. – In: Physica. 150 A(1988), S. 261 ff.

On the Entropy of Dissipative and Turbulent Structures. – In: Physica Scripta. T25(1989), S. 238 – 242.

Nonideality Effects in Plasmas with Multiply Charged Ions. – In: Contributions to Plasma Physics. 29(1989)2, S. 165 – 172.

Selbstorganisation und Evolution vom Standpunkt der Physik. – In: Zeitschrift angewandte Mathematik und Mechanik (Berlin). 69(1989), S. 379 – 284.

(mit Christoph Zülicke & Lutz Schimansky-Geier): Dynamic Pattern Processing with Adaptive Excitable Media. – In: Bioinformatics. 22(1989), S. 261 ff.

(mit Klaus Kilimann): Ionization Energy and Level Shifts of Multiply Charged Ions in Nonideal Plasmas. – In: Zeitschrift für Naturforschung. 44a(1989), S. 519 – 523.

(mit Eberhard Bruckner,& Andrea Scharnhorst): Stochastic Dynamics of Evolutionary Systems. – In: System Dynamics Review. 5(1989), S. 3 – 20.

(mit Harald Engel-Herbert): Entropy Lowering and Attractors in Phase Space. – In: Acta Physica Hungaria. 66(1989), S. 339 – 348.

Applications of Evolutionary Strategies. – In: Syst. Anal. Model Simul. 7(1990), S. 3 – 16.

Ionization and Level Occupation of Hydrogen-like Ions in Highly Ionized Plasma. – In: Zeitschrift physikalische Chemie (Leipzig). 271(1990), S. 233 – 237.

Free Energy and Ionization in Dense Plasmas of Light Elements. – In: Contributions to Plasma Physics. 30(1990), S. 553 – 561.

(mit Eberhard Bruckner & Andrea Scharnhorst): The Application of Evolution Models in Scientometrics. – In: Scientometrics (Budapest-Amsterdam). 18(1990), S. 21 – 41.

(mit Ulrich Bunke): Large-Noise Expansions for the Stationary Solution of Fokker-Planck-Equations. – In: Annalen der Physik (Leipzig). 7(1990), S. 101 – 104.

(mit Frank Schweitzer, Lutz Schimanski & Heinz Ulbricht): Stochastic Approach to Cluster Formation in Adiabatically Expanding Molecular Beams. – In: Zeitschrift physikalische Chemie (Leipzig). 271(1990), S. 1113 – 1122.

(mit Klaus Kilimann): Energy Gap and Line Shifts for H-Like Ions in Dense Plasmas. – In: Zeitschrift für Naturforschung. 45a(1990), S. 613 – 617.

(mit Mikhail V. Volkenstein): Entropy and the Evolution of Biological Information. – In: Physica A. 163(1990), S. 398 – 402.

(mit Lutz Schimansky-Geier, Frank Schweitzer & Heinz Ulbricht): Stochastic Approach to Cluster Formation in Adiabatically Expanding Molecular Beams. – In: Zeitschrift physikalische Chemie (Leipzig). 271(1990), S. 1113 ff.

(mit Lutz Schimansky-Geier & Frank Schweitzer): Stochastic Theory of Nucleation in Open Molecular Systems. – In: Zeitschrift physikalische Chemie (Leipzig). 169(1990), S. 1 – 10.

(mit Vadim S. Anishenko): Effects of strong noise on attractors of dynamical systems. – In: Z. Phys. B – Condesed Matter. 81(1990), S. 445.

(mit Jean-C. Justice): Frequency-Dependent Conductance and Dielectric Permittivity. – In: J. Solution Chemistry. 19(1990), S. 945 – 955.

Stochastic Models of Competition Processes in Non-Physical Systems. – In: Syst. Anal. Modell. Simul. 8(1991), S. 3 – 17.

Chaos, Ordnung und Entropie. – In: academie spectrum (Berlin). 7(1991), S. 15 – 22.

Entropie und Evolution der biologischen Information. – In: Informatik Berichte der Universität Bonn (Bonn). (1991), S. 67 – 82.

The Berlin School of Thermodynamics founded by Helmholtz and Clausius. – In: Eur. J. Physics. 12(1991), S. 1 – 9.

(mit Andreas Engel, Lutz Schimansky-Geier & C. Zülicke): Dynamics of Fronts, Nuclei and Patterns in 2d Random Media. – In: Physica D. 49(1991), S. 170 – 176.

(mit Ines Leike): Kinetics of Ionization-Recombination Processes in Nonideal Hydrogen Plasmas. – In: Physica A. 170(1991), S. 682 – 688.

(mit Gregoire Nicolis): Entropy of Symbolic Sequences: The Role of Correlations. – In: Europhysics Letters. 14(1991), S. 191 – 196.

(mit Gerd Röpke): Thermodynamische und Trasporteigenschaften dichter Plasmen. – In: Physikalische Blätter (Weinheim). 47(1991), S. 51 – 54.

(mit Martin Jenssen): Soliton – Assisted Activation Processes. – In: Ber. Bunsenges. Phys. Chem. 95(1991), S. 356 – 362.

(mit Gregoire Nicolis): Word Frequency and Symbolic Sequences: A Dynamical Perspective. – In: Chaos, Solitons and Fraktals. 2(1992), S. 635 – 650..

Entropy and Information in Processes of Self-Organization: Uncertainty and Predictability. – In: Physica A. 194(1993), S. 563 – 575.

Entropy, Transinformation and Word Distribution in Information-Carrying Sequences. – In: Technical Report KeioPhys. 94-12, July 1994, Dept. of Physics, Keio University, Yokohama, Japan.

(mit Hanspeter Herzel & Armin O. Schmitt): Entropies of biosequences: the role of repeats. – In: Physical Review E. 50(1994)6, S. 5061 – 5070.

(mit Hanspeter Herzel & Armin O. Schmitt): Finite Sample Effects in Sequence Analysis. – In: Chaos, Solitons & Fraktals. 4(1994), S. 97 – 113.

(mit Vadim S. Anishchenko & Alexander Neiman): Power Law Distributions of Spectral density and Higher Order Entropies. – In: Chaos, Solitons & Fractals. 4(1994), S. 69 – 81.

(mit Thorsten Pöschel): Entropy and Long-Range Correlations in Literary English. – In: Europhysics Letters. 26(1994), S. 241 – 246.

(mit Helge Rose & J. Schuchhardt): Evolutionary strategies for solving frustated problems. – In: IEEE WCCI Orlando 1994.

(mit Ole Steuernagel & Vera Calenbuhr): An Elementary Model for Directed Active Motion. – In: Chaos, Solitons & Fractals. 4(1994)10, S. 1917 – 1930.

(mit Eberhard Bruckner, Mignet A. Jimenez Montano & Andrea Scharnhorst): Nonlinear stochastic effects of substitution – an evolutionary approach. – In: J. Evol. Econ. 5 (1995).

(mit Victor Podlipchuk & Alexander Valuev): Molecular Dynamics Simulation of the Activation of Soft Molecules Solved in Condensed Media. – In: Physica A. 217(1995), S. 22 – 37.

(mit Alexander Neiman): Long-Range Correlations Between Letters and Sentences in Texts. – In: Physica A. 215(1995), S. 233 – 241.

(mit Thorsten Pöschel & K.-F. Albrecht): Entropy, Transinformation and Word Distribution of Information-Carryung Sequences. – In: International Journal Bifurc & Chaos. 5(1995), S. 51 – 60.

(mit Thorsten Pöschel & Helge Rose): Guessing Probabilities from Small Samples. – In: J. Statist. Physics. 26(1995), S. 241 – 248.

(mit Andreas Förster & Victor Yu. Podlipchuk): Quantum wave-packets simulation of ionization. – In: Physics Letters A. 218(1996), S. 297 – 303.

(mit Andreas Förster, Helmut Hess & Mikhail Yury Romanovsky): Thermodynamic and kinetic properties of hot nonideal plasmas. – In: Plasma Phys. Control. Fusion. 38(1996), S. A31 – A47

(mit Alexander Neiman, Boris Shulgin, Vadim S. Anishchenko, Lutz Schimansky-Geier & Jan Freund): Dynamic Entropies Applied to Stochastic Resonance , Erratum. – In: Physics Rev. Letters. 76(1996), S. 4922.

(mit Jens Ortner & Friedemann Schautz): Quasi-classical Molecular Dynamics Simulations of the Electron Gas: Dynamic properties. – In: Physics Rev. E. 56(1997), S. 4665 ff.

Prediction and entropy of nonlinear dynamical systems and symbolic sequences with LRO. – In: Physica D. 109(1997), S. 42 – 52.

(mit Dieter Beule & Andreas Förster): Adiabatic equation of state and ionization equilibrium. – In: Physica A. 241(1997), S. 719 – 728.

(mit Alexander A. Valuev & Victor J. Podlipchuk): Molecular Dynamics Simulation of the Energy. – In: Journal of Molecular Liquids. 73/74(1997), S. 445 – 452.

(mit Burkhard Militzer): Quantum molecular dynamics of partially ionized plasmas. – In: Physics Letters A. 226(1997), S. 298 – 304.

(mit Friedemann Schautz): Many Particle simulations of the quantum electron gas using momentum-dependent potentials. – In: Physical Review E. 56(1997)3.

(mit Mikhail Yury Romanovsky): Microfields and fusion rates for dense plasmas. – In: Physica A. 252(1998), S. 488 – 504.

(mit Mario Steinberg & Jens Ortner): Equation of state of a strongly magnetized hydrogen plasma. – In: Physical Review E. 58(1998), S. 3806 ff.

(mit Jens Ortner): Quasiclassical theory and simulations of strongly coupled plasmas. – In: Physica Scripta. T75(1998), S. 93 – 98.

(mit Andreas Förster, Dieter Beule & Hans Conrads): Highly Ionised Carbon in Capillary Discharge Plasma. – In: Conbtributions to Plasma Physics. 38(1998)5/6, S. 655 – 660.

(mit Andrej. Yu. Chikishev, Nina V. Netrebko, Yuryi M. Romanovsky, Lutz Schimansky-Geier & Aleksej V. Netrebko): Stochastic Cluster Dynamics of

Macromolecules. – In: International Journal of Bifurcation and Chaos. 8(1998)5, S. 921 – 926.

(mit Victor Yu. Podlipchuk & Mikhail G. Sapechinsky): Microscopic Models and Simulations of Local activation Processes. – In: International Journal of Bifurcation and Chaos. 8(1998), S. 755 – 765.

(mit Frank Schweitzer & Benno Tilch): Complex Motion of Brownian Particles with Energy Depots. – In: Physical Review Letters. 80(1998)23.

(mit Katja Rateitschak): Symbolic Dynamics, Entropy and Complexity of the Feigenbaum Map at the Accumulation Point. – In: Discrete Dynamics in Nature and Society . 2(1998), S. 187 – 194.

(mit Cornelius Frömmel): Entropy and predictability of information carriers. – In: BioSystems. 46(1998), S. 47 – 55.

(mit Werner Stolzmann): New Pade approximations for the free charges in two-component strongly coupled plasmas based on the Unsöld-Berlin-Montroll asymptotics. – In: Physics Letters A. 248(1998), S. 242 – 246.

(mit Mikhail Yury Romanovsky, Jens Ortner & Vladimir V. Korobkin): Complex double ionization of helium by superstrong laser radiation in presence of plasma microfields. – In: Laser Physics. 9(1999), S. 1 – 8.

(mit Ronald Redmer, Gerd Röpke & Dieter Beule): Electrical Conductivity in Dense Hydrogen Fluid and Metal Plasmas. – In: Contributions to Plasma Physics. 39(1999), S. 25 – 28.

(mit Genri E. Norman, Alexander A. Valuev & Ilya A. Valuev): Quasiclassical Theory and Molecular Dynamics of Two-Component Nonideal Plasmas. – In: Contrib. Plasma Phys. 39(1999), S. 61 – 64.

(mit Martin Jenssen): Brownian particles with Toda interactions a model of non-linear molecular excitations. – In: SPIE. 3726(1999), 0277 – 786.

(mit Yuri Mikhail Romanovsky): On the 75th Birthday of Youri L. Klimontovich. – In: Contributions to Plasma Physics. 39(1999), S. 285 – 286.

(mit Udo Erdmann): Komplexe Nichtlineare Prozesse: Sonderforschungsbereich 555. – In: Humboldt-Spektrum (Berlin). 1999.

(mit Jens Ortner & Ilya Valuev): Semiclassical Dynamics and Time Correlations in Two-Component Plasmas. – In: Contributions to Plasma Physics. 39(1999), S. 311 – 321.

(mit Dieter Beule, Andreas Förster, Helge Juranek, Siegfried Nagel, Ronald Redmer & Gerd Röpke): Equation of state for hydrogen below 10000 K: From the fluid to the plasma. – In: Physical Review B. 59(1999), S. 22 ff.

(mit Peter C. Werner & Friedrich-W. Gerstengarbe): Changes in Probability of Sequences, Exit Time Distribution and Dynamical Entropy in the Potsdam Temperature Record. – In: Theor. Appl. Climatol. 62 (1999), S. 125 – 132.

(mit Benno Tilch & Frank Schweitzer): Directed Motion of Brownian Particles. – In: Physica A. 273(1999), S. 293 – 314.

(mit Frank Schweitzer & Benno Tilch): Active Brownian particles with energy depots modeling animal mobility. – In: Biosystems. 49(1999), S. 17 – 29.

(mit Werner Stolzmann, Andreas Förster & Michael Kasch): Quasiclassical Statistical Thermodynamics and New Pade Approximations for the Free Charges in Strongly-Coupled Plasma. – In: Contributions to Plasma Physics. 39(1999), S. 287 – 306.

(mit Dieter Beule, Andreas Förster, Helge Juranek, Ronald Redmer & Gerd Röpke): Hydrogen Equation of State and Plasma Phase Transition. – In: Contributions to Plasma Physics. 39(1999), S. 1 – 24.

(mit Hans Wagenknecht & Andreas Förster): Effective Potentials, Energies, and Pair-distribution Funktions of Plasmas by Monte-Carlo Simulations. – In: Contributions to Plasma Physics. 41(2000), S. 15 – 25.

(mit Udo Erdmann, Lutz Schimansky-Geier & Frank Schweitzer): Brownian particles far from equilibrium. – In: European Physical Journal B. 15(2000), S. 105 – 113.

(mit Dieter Beule, Andreas Förster, Helge Juranek, Ronald Redmer & Gerd Röpke): Compression of hydrogen and deuterium plasma. – In: Journal Physics IV France. 10(2000), S. 295 – 298.

(mit Udo Erdmann, Jörn Dunkel & Martin Jenssen): Nonlinear dynamics and fluctuations of dissipative Toda chains. – In: Journal of Statistical Physics. 101(2000), S. 443 – 457.

(mit Jens Ortner & Ilya Valuev): Electric microfield distribution in two-component plasmas. Theory and Simulations. – In: Contributions to Plasma Physics. 40(2000), S. 555 – 568.

(mit Lutz Molgedey): Intraday Patterns and Local Predictability of High Frequency Financial Time Series. – In: Physica A. 287(2000)3/4.

(mit Mario Steinberg & Jens Ortner): Second virial coefficient for the Landau diamagnetism of a two component plasma. – In: Physical Review E. 61(2000), S. 2290 ff.

(mit Lutz Molgedey & Axel Reimann): Stochastic Urn Models of Innovation and Search Dynamics. – In: Physica A . 287(2000), S. 599 – 612.

(mit Mario Steinberg & Jens Ortner): Ionization Equilibrium and EOS of a Low-Temperature Hydrogen Plasma in Weak Magnetic Fields

(mit Frank Schweitzer & Benno Tilch): Uphill motion of active brownian particles in piecewise linear potentials. – In: European Physical Journal B. 14(2000), S. 157 – 168.

(mit Mario Steinberg & Jens Ortner): The Equation of State of a Magnetized Plasma. Proc. 1999 International Conference on Strongly Coupled Coulomb Systems, (St. Malo). –- In: Journal de physique. IV(2000)10, S. 377 ff.

(mit Mario Steinberg & Jens Ortner): Ionization equilibrium and EOS of a low-temperature hydrogen plasma in weak magnetic fields. – In: European Physical Journal. D 12(2000), S. 513 – 520.

(mit Lutz Molgedey): Local Order, Entropy and Predictability of Financial Time Series. – In: European Physical Journal B. 15(2000), S. 733 – 737.

(Valeri A. Makarov & Manuel G. Velarde): Soliton-like waves in dissipative Toda lattices. – In: International Journal of Bifurcation and Chaos. 10(2000), S. 1075 – 1090.

(mit Martin Jenssen): Distribution Functions and Excitation Spectra of Toda Systems at Intermediate Temperatures. – In: Physica D. 141(2000), S. 117 – 132.

(mit Alexander Chetverikov & Martin Jenssen): Statistical Thermodynamics and Nonlinear Excitations of Toda Systems. – In: Ukr. Journal Physics. 45(2000), S. 479 – 487.

(mit Hans Wagenknecht & Andreas Förster): Monte Carlo simulations of an electron gas and a mass-symmetrical plasma: energies and pair-distribution functions. – In: Journal Physics IV France. 10(2000), S. 257 – 278.

(mit Polina S. Landa & V. G. Ushakov): Self-oscillations in ring Toda chains with negative friction. – In: Physical Review E. 63(2001), 046601.

(mit Dieter Beule, Andreas Förster, Helge Juranek, Ronald Redmer & Gerd Röpke): Isentropes and Hugoniot curves for dense hydrogen and deuterium. – In: Phys.Rev. E. 63 (2001). 060202.

(mit Valeri A. Makarov, Ezequiel del Rio & Manuel G. Velarde): Dissipative Toda-Rayleigh lattice and its oscillatory modes. – In: Physical Review E. 64(2001), 036601.

(mit Karmeshu & Andrea Scharnhorst): Dynamics of economic and technological search processes in complex adaptive landscapes. – In: Advances in Complex Systems. 4(2001), S. 71 – 88.

(mit Vladimir S. Filinov, Manfred Bonitz & Vladimir E. Fortov): Thermodynamics of hot dense plasmas: path integral Monte Carlo simulations and analytical approximations. – In: Plasma Phys. Control. Fusion. 43 (2001), S. 743 – 759.

(mit Ralf Steuer, L. Molgedey & Miguel A. Jimenez-Montano): Entropy and optimal Partition for Data Analysis. – In: European Physical Journal B. 19 (2001), S. 265 – 269.

(mit Ralf Steuer & M. R. Titchener): Partition-based entropies of deterministic and stochastic maps. – In: Stochastics and Dynamics. 1(2001), S. 45 – 61.

(mit S. Matyjaskiewicz, A. Krawiecki, J. A. Holyst & K. Kacperski): Stochastic multiresonance in a chaotic map with fractal basins of attraction. – In: Phys. Rev. 63(2001), 026215.

(mit S. Sarkar, P. Mukhopadhyay, M. Khan, Jens Ortner & Mario Steinberg): Evolution of induced axial magnetization in a two-component magnetized plasma. – In: Physical Review E. 64(2001), 046401.

(mit Hans Wagenknecht & Andreas Förster): Effective Potentials, Energies, and Pair-distribution Functions of Plasmas by Monte-Carlo Simulations. – In: Contributions to Plasma Physic. 41(2001), S. 15 – 25.

(mit Frank Schweitzer & B. Tilch): Statistical mechanics of canonical-dissipative systems and applications to swarm dynamics. – In: Physical Review E. 64(2001) 021110, S.1 – 12.

(mit Jörn Dunkel & Udo Erdmann): Thermodynamics and transport in an active morse ring chain. – In: European Physical Journal B. 24(2001), S. 511 – 524.

(mit Ralf Steuer, D. F. Russell, S. Bahar, A. Neiman & F. Moss): Entropy and local uncertainty of data from sensory neurons. – In: Physical Review E. 64(2001) 061911

(mit Alexej N. Pavlov, L. Molgedey, A. R. Ziganshin & V. S. Anishchenko): Scaling features of texts, images and time series. – In: Physica A. 300(2001), S. 310 – 324.

(mit Thomas Pohl & Ulrike Feudel): Bifurcations of a semiclassical atom in a periodic field. – In: Physical Review E. 65(2002) 046228.

(mit Udo Erdmann & Vadim S. Anishchenko): Excitation of rotational modes in two-dimensional systems of driven Brownian particles. – In: Physical Review E 65 (2002) 061106.

(mit Axel Reimann): Ensemble-based Control of Search Dynamics with Application to String Optimization. – In: Zeitschrift physikalische Chemie. 216(2002), S. 65 – 75.

(mit A. M. Ignatov, S. A. Trigger, S. A. Maiorov): Rotational kinetics of absorbing dust grains in neutral gas. – In: Physical Review E. 65(2002) 046413-1.

(mit Miguel A. Jimenez-Montano, Thomas Pohl & Paul E. Rapp): Entropy and complexity of finite sequences as fluctuating quantities. – In: BioSystems. 64(2002), S. 23 – 32.

(mit Sergej A. Trigger, V. S. Filinov, V. E. Fortov & Manfred Bonitz): Internal energy of high density hydrogen: Analytical approximations compared with path integral Monte Carlo calculations. – In: Zhurnal experimental i teoreticheskoi Fiziki (Moskau).

(mit Stefan Hilbert): On Saha s equation for partially ionised plasmas and Onsager s bookkeeping rule. – In: European Physical Journal D. 20(2002). S. 93 – 101.

(mit Frank Schweitzer): Zwischen Ordnung und Chaos Komplexität und Ästhetik aus physikalischer Sicht. – In: Gegenworte (Berlin). 9(2002), S. 46 – 49.

(mit Axel Reimann): Ensemble-based control of evolutionary optimization algorithms. – In: Physical Review E. 65(2002) 046106.

(mit Alexander Chetverikov): Nonlinear problems of molecular physics. – In: In: Izv. Vuz. Applied Nonlinear Dynamics. 10(2002), S. 3 – 21.

Nonequilibrium statistical mechanics of swarms of driven particles. – In: Physica A. 314(2002), S. 92 – 96.

(mit Stefan Hilbert & Hartmut Krienke): On Bjerrum s Mass Action Law for Electrolytes and Onsager s Bookkeeping Rule. – In: Journal of Molecular Liquids. 96/97(2002), S. 409 – 423.

Synchronization of stochastic motions in swarms of active Brownian particles with global coupling. – In: Fluctuation and Noise Letters (FLN). 2(2003), S. L137 – L144.

(mit Exequiel del Rio, Valeri A. Makarov & Manuel G. Velarde): Mode transitions and wave propagation in a driven Toda-Rayleigh ring. – In: Physical Review E. 67(2003), 056208,1 – 9.

(mit Udo Erdmann): Collective motion of brownian particles with hydrodynamic interactions. – In: Fluctuation and Noise Letters. 2(2003), S. L145 – L154.

(mit Udo Erdmann): Nonequilibrium statistical mechanics of swarms of driven particles. – In: Complexity. 8(2003)4, S. 23 – 30.

(mit Thomas Pohl & Mikhail Yury Romanovsky): Recoil ion momentum distributions from laser-induced double ionization. – In: Physics Letters. A. 311(2003), S. 396 – 402.

(mit Jörn Dunkel, Lutz Schimansky-Geier & Peter Hänggi): Kramers problem in evolutionary strategies. – In: Physical Review E. 67(2003), 061118.

(mit Genri E. Norman): Coulombic Phase Transitions in Dense Plasmas. – In: J. Statistical Physics. 110(2003), S. 861 – 870.

(mit Manfred Bonitz & Yuri Mikhail Romanovsky): Contributions of Yuri L. Klimontovich to the kinetic theory of nonideal plasmas. – In: Contributions to Plasma Physics. 43(2003), S. 247 – 251.

(mit Hendrik Hache & Michael Spahn): Thermodynamics of ionization and dissociation in hydrogen plasmas including fluctuations and magnetic fields. – In: European Physical Journal D. 23(2003), S. 265 – 272.

(mit Frank Schweitzer): Self-organization, active Brownian dynamics, and biological applications. – In: Nova Acta Leopoldina. Neue Folge. 88(2003), S. 169 – 188.

(mit Gerd Röpke): Statistical mechanics of confined systems with rotational excitations. – In: Physica D. 187(2004), S. 268 – 280.

Nonlinear Brownian motion – mean square displacement. – In: Condensed Matter Physics. 7(2004), S. 539 – 550.

(mit Alexej Kargovsky, Alexej Netrebko & Yuri Romanovsky): Fermi resonance – New applications of an old effect. – In: Fluctuation and Noise Letters. 4(2004) S. L183 – L193.

(mit Jörn Dunkel & Sergej A. Trigger): Active and passive Brownian motion of charged particles in 2D-plasma models. – In: Physical Review E. 70(2004) 046406.

(mit Mikhail Yury Romanovsky): Fluctuations of electric microfields in laser-produced ion clusters: Enhancement of nuclear fusion. – In: Laser Physics 14(2004)6, S. 1 – 7.

(mit Alexander Chetverikov & Manuel G. Velarde): Nonlinear ionic excitations, dynamic bound states, and nonlinear currents in a one-dimensional plasma. – In: Contributions to Plasma Physics. 45(2005), S. 275 – 283.

(mit Udo Erdmann & Alexander S. Mikhailov): Noise-induce transition from tranlational to rotational motion of swarms. – In: Physical Review E. 71(2005), S. 1 – 7.

(mit Hendrik Hache, Helge Juranek, Ronald Redmer & Gerd Röpke): Pressure ionizations and transitions in dense hydrogen. –-In: Contributions to Plasma Physics. 45(2005), S. 160 – 167.

(mit Manuel G. Velarde & Alexander Chetverikov): On the possibility of electric conduction mediated by dissipative solitons. – In: International Journal of Bifurcation and Chaaos & Chaos. 15(2005), S. 245 – 251.

(mit Lutz Schimansky-Geier & Udo Erdmann): Stationary distribution densities of active Brownian particles. – In: Acta Physica Polonica. 36(2005), S. 1757 – 1765.

(mit Alexander Chetverikov & Manuel G. Velarde): Thermodynamics and phase transitions in dissipative and active Morse chains. – In: European Physical Journal B. 44(2005), S. 509 – 519.

Thermodynamics – Past Present and Future. – In: Adv. In Solid State Physics. 45(2005), S. 3 – 14.

(with Alexey Filinov, Michael Bonitz, Vladimir Filinov & Thomas Pohl): The method of effective potentials in the quantum-statistical theory of plasmas. – In: Journal of Physics A – Mathematical and General. 39(2006), S. 4309 – 4317.

(mit Manuel G. Velarde): Sobre Boltzmann: de la primera parte de su vida y algo mas. – In: Revista Esp. Fisica. Dec. (2006), S. 1 – 3.

(mit Dirk Hennig, Christian Neißner & Manuel G. Velarde): Effect of anharmonicity on charge transport in hydrogen-bonded systems. – In: Physical Review B. 73(2006) 024306-1–10.

(mit Alexander P. Chetverikov & Manuel G. Velarde): Dissipative solitons and complex currents in active lattices): – In: International Journal of Bifurcation and Chaaos & Chaos. 16(2006), S. 1613 – 1632.

Value in Physics and Self-Organization in Relation to Marx's Theory of Value. – In: Nature, Society and Thought – a Journal of Dialectical and Historical Materialism. 19(2006), S. 133 – 144.

(mit Valeri A. Makarov, Ezequiel Del Rio, Manuel G. Bedia & Manuel G. Velarde): Central pattern generator incorporating the actuator dynamics for a hexapod robot. – In: Trans. Eng. Computing & Techn. 15(2006), S. 19 – 24.

(mit Rainer Feistel, Ingrid Hartmann-Sonntag, Lutz Schimansky-Geier & Andrea Scharnhorst): New species in evolving networks – stochastic theory of sensitive networks and applications on the metaphoric level. – In: BioSystems. 85(2006), S. 65 – 71.

III. Beiträge zu wissenschaftlichen Sammelbänden und Lexika

(mit Hans Falkenhagen): Equilibrium Properties of Ionized Dilute Electrolytes . – – In: Ionic Interactions. Ed. by S. Petrucci. New York: Academic Press 1970.

Zur Hypothesenbildung in der physikalischen Forschung. – In: Problemtypen bei der Hypothesen- und Prognosenbildung (Rostocker Philosophische

Manuskripte, Heft 7). Hrsg. v. Heinrich Parthey. Rostock: Universität Rostock 1970. S. 221 – 229.

(mit Hans Falkenhagen & Wolf D. Kraeft): Mass Transport Properties of Ionized Dilute Electrolytes. – In: Ionic Interactions. Vol. 1. Ed. by S. Petrucci. New York: Academic Press 1971.

(mit Hans Falkenhagen): Elektrolyte. – In: Physikalisches Taschenbuch 5. Aufl. Braunschweig 1974.

(mit Wolf D. Kraeft & Dietrich Kremp): Quantum statistics of two component systems of charged particles. – In: Proceedings of the International Research S ymposium on Statistical Physics. Calcutta 1975. S. 119 – 123.

(mit Hans Falkenhagen): Elektrolytische Flüssigkeiten. – In: Grimsehl Lehrbuch der Physik. Band IV. Leipzig: Teubner-Verlag 1975. S. 470 –- 504.

(mit Rainer Feistel): Limit Cycles in Reaction Systems with Second Order Autocatalysis. – In: Proc. VII. Int. Conf. Nonlinear Oscillations. Berlin 1975.

Physikalisch-Chemische Grundlagen der Strukturbildung bei Entwicklungsprozessen. – In: Struktur und Prozess. Hrsg. v. Karl-Friedrich Wessel. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften 1976. S. 151 – 171.

(mit Wolfgang Bordel): Entwicklung als Folge qualitativer Veränderungen durch die Dialektik von Stabilität und Instabilität. – In: Philosophische und Ethische Probleme der Molekularbiologie, IV. Kühlungsborner Kolloquium. Hrsg. v. Erhard Geisler, Hermann Ley, Werner Scheler und Alfred Kosing. Berlin: Akademie-Verlag 1976.

Makroskopische Materie als Quantensystem von Punktladungen. – In: 75 Jahre Quantentheorie – Max Planck Festschrift. Hrsg. W. Brauer, H.-W. Streitwolf, K. Werner. Berlin: Akademie-Verlag 1977.

(mit Lutz Schimansky-Geier): Nonequilibrium Phase Transition and Nucleation in Reacting Systems. – In: Proc. of the 7th International Conference on Thermodynamics, Merseburg, TH Leuna Merseburg, Merseburg 1979. S. 65.

(mit Rainer Feistel): Physical Models of Evolution Processes. – In: Self-Organization, Autowaves and Structures Far from Equilibrium. Proceedings of an International Symposium, Pushino, USSR, July 18-23, 1983; Ed. by V. I. Krinsky. Berlin-Heidelberg-New York-Tokyo: Springer-Verlag 1984. S. 233 – 239.

(mit Hanspeter Herzel & Lutz Schimansky-Geier): Stochastic Description of a Biochemical Oscillator. – In: Proc. of the ICNO-XIV, Varna 1984.

(mit Hanspeter Herzel, Lutz Schimansky-Geier & Evgeni E. Selkov): The Influence of Noise on a Biochemical Oscillator. – In: 'Lotka-Volterra Approach to Cooperation and Competition in Dynamic Systems`. Ed. by Werner Ebeling & Manfred Peschel. Berlin: Akademie-Verlag 1985. S.152 – 161.

(mit Andreas Engel, Rainer Feistel & Lutz Schimansky-Geier): Kinetics of Nonequilibrium Bistable Systems. – In: Selforganization by Nonlinear Irreversible Processes. Ed. by Werner Ebeling & Heinz Ulbricht. Berlin: Springer 1986. S. 110 – 117.

(mit Lutz Schimansky-Geier, Frank Schweitzer & Heinz Ulbricht): On the Kinetics of Nucleation in Isochoric Gases. – In: Selforganization by Nonlinear Irreversible Processes. Ed. by Werner Ebeling & Heinz Ulbricht. Berlin: Springer 1986. S. 67 – 75.

On Stochastic Models for Human Conduct in the Evolution of Science an Technology. – In: Laws of Nature and Human Conduct. Ed. by Ilya Prigogine & M Sanglier. Brüssel 1987. S. 54 – 55.

(mit Hanspeter Herzel & Lutz Schimansky-Geier): Stochastic and Chaotic Processes in Biochemical Systems. – In: From Chemical to Biological Organization. Springer Series in Synergetics. Ed. by M. Markus, S. C. Müller and G. Nicolis. Berlin 1988.

(mit Andrea Scharnhorst): Evolutionsmodelle für die Dynamik von Wissenschaftsgebieten. Mit einem Anhang von Eberhard Bruckner und Andrea Scharnhorst. – In: Wissenschaft. Das Problem ihrer Entwicklung. Band 2. Hrsg. v. Günter Kröber. Berlin 1988. S. 187 – 202.

Über die Strategie der Evolution. – In: 1939 – J. D. Bernal´s The Social Function of Science – 1989. Hrsg. v. Helmut Steiner. Berlin: Akademie-Verlag 1989. S. 164 – 174.

(mit Rainer Feistel): Netzwerkmodelle einfacher Lernstrategien. – In: Evolution der Lernstrategien. Hrsg. v. Erhard Geissler & Günter Tembrock. Berlin: Akademie-Verlag 1989.

(mit Christoph Zülicke & Lutz Schimansky-Geier): Dynamic Networks and Pattern Processing. – In: Chemical Dissipative Structures. Springer-Series in Synergetics. Ed. by Peter Plath. Berlin: Springer Verlag 1989.

(mit Lutz Schimansky-Geier): Transition Phenemena in High-Dimensional Systems and Models of Evolution. – In: Noise in Nonlinear Systems. Ed. by F. Moss and P.V.M.E. Mc Clintock. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.

Das Neue in der natürlichen und technischen Evolution. — In: Das Neue. Seine Entstehung und Aufnahme in Natur und Gesellschaft. Hrsg. v. Heinrich Parthey. Berlin: Akademie-Verlag 1990. S. 19 – 44.

Instabilität, Mutation, Innovation, Erneuerung aus evolutionstheoretischer Sicht. – In: Jahrbuch Selbstorganisation. Hrsg. v. Uwe Niedersen. Berlin: Duncker & Humblot 1990.

Equation of State and Ionization of Dense Plasmas. – In: Inside the Sun. Ed. by G. Berthomieu & M. Cribier. Dordrecht: Kluwer Academic Oublisher 1990.

Mutations and Selection in Evolutionary Systems. – In: Complexity, Chaos, and Biological Evolution. New York: Plenum Press 1991.

Zeit und Komplexität. Die kreativen Potenzen des Chaos. – In: Tohowabohu, Chaos und Schöpfung. Essays. Hrsg. v. Klaus Meier & Karlheinz Strech. Berlin: Akademie-Verlag 1991. S. 65 – 82.

Evolution of Strings: On the Borderline Between Order and Chaos. – In: Models of Selforganization in Complex Systems – MOSES. Berlin: Akademie-Verlag 1991. S. 77 – 89.

Modelle der Selbstorganisation in ökologischen und ökonomischen Systemen. – In: Die ökologische Herausforderung für die ökonomische Theorie. Hrsg. v. F. Beckenbach. Marburg: Metropolis-Verlag 1991.

(mit T. Boseniuk): Boltzmann-, Darwin- and Haeckel-Strategies in Optimization: – In: Parallel Problem Solving from Nature. Ed. by H.-P. Schwefel & R. Männer. Berlin: Springer Verlag 1991.

(mit Ines Leike): Kinetics of Level Occupation in Nonideaö Plasmas. – In: Proc. ICPIG XX, Conributed Papers Vol. 2. Pisa 1991. S. 385 – 386.

(mit Andreas Förster & T. Kahlbaum): Plasma Phase Transitions in Dense Fluid Helium. – In: Proc. ICPIG XX, Conributed Papers Vol. 4. Pisa 1991. S. 879 – 880.

(mit Martin Jenssen): Soliton-Assisted Transitions. – In: Far From Equlibrium Dynamics of Chemical Systems. Ed. by J. Popielawski & J. Gorecki. Singapore: World Scientific 1991.

On the Relation Between Various Entropy Concepts and Valoric Interpretation. – In: Festschrift on the Occasion of Peter Szepfakluzys 60th Birtday. Ed. by I. Kondor. Singapure: World Scientific 1992.

Selbstorganisation and Entropie in oekologischen und oekonomischen Prozessen. – In: Zwischen Entropie und Selbstorganisation; Perspektiven einer oekologischen Oekonomie. Hrsg. v. Frank Beckenbach & Hans Diefenbacher. Marburg: Metropolis-Verlag 1994.

Self-Organization, Valuation and Optimization. – In: Self-Organization. Ed. by R. Mishra, D. Maaß & E. Zwierlein. Berlin: Springer-Verlag 1994.

(mit Eberhard Bruckner, Mignuel A. Jimenez Montano & Andrea Scharnhorst): Hyperselection and Innovation described by a Stochastic Model of Technological Evolution. – In: Evolutionary Economics and Chaos Theory. Ed. by L. Leydesdorff & P. v. d. Besselaar. London: Pinter Publ. 1994.

(mit Yuri Romanovsky, Yuri Kurgin, Aleksej Netrebko, Nina Netrebko & Elena Shidlovskaya): Complex regimes in the simple models of the molecular dynamics of enzymes. – In: 5th International Conference on Laser Applications in Life Sciences. 28.-June – 2. July 1994 Minsk, Belarus. Published by SPIE – The International Society for Optical Engineering .

(mit Andreas Förster): Thermodynamics, kinetics, and phase transitions of dense plasmas. – In: Elementary Processes in Dense Plasmas. Ed. by S. Ichimaru & S. Ogata. Addision-Weslsy. Reding Masss. 1995. S. 165 – 190.

Dynamic entropies and predictability of evolutionary processes. – In: Nonlinear Dynamic Chaotic and Complex Systems, Proceedings of Int. Conf. in Zakopane, Poland, Ed. by E. Infeld et al.. Cambridge University Press 1997. S. 224 – 236.

(mit Alexander Neiman, Frank Moss & Lutz Schimansky-Geier): Synchronization in Models of Ensembles of Stochastic Resonators. – In: APS Conf. Proc. 411, 'Applied Nonlinear Dynamics and Stochastic Systems Near the Millennium'. Ed. by J. B. Kadtke and A. Bulsara. AIP, Woodbury, New York 1997. S. 151– 156.

(mit Ilya Valuev & Jens Ortner): Molecular dynamics simulations of nonideal plasmas – comparison of various effective potentials. Proceedings of the workshops on nonequilibrium physics at short time scales, Rostock 1994-1998. Rostock: Rostock University Press 1998.

(mit Udo Erdmann, Lutz Schimansky-Geier & Frank Schweitzer): Complex Motion of Brownian Particles with Energy Supply. – In: Stochastic and Chaotic Dynamics in the Lakes. Ed. by D. S. Broomhead, E. A. Luchinskaya, P. V. E. McClintock and T. Mullin. American Institute of Physics, Melville, New York 2000.

(mit Udo Erdmann & Jörn Dunkel): Nonlinear Waves and Moving Clusters on Rings. Proc. Stuttgart TGF 99, Traffic and Granular Flow 99. – – In: Social, Traffic and Granular Dynamics, Ed. by D. Helbing, et al., Springer, Heidelberg/Berlin 2000.

(mit Frank Schweitzer): Active Motion in Systems with Energy Supply. – In: Integrative Systems Approaches in Natural and Social Sciences. Ed. by M. Matthies, H. Malchow & J. Kriz. Berlin: Springer 2001. S. 119 – 142.

(mit Andrea Scharnhorst): Technische Evolution aus der Sicht der Theorie der Selbstorganisation. – In: Wissenschaft und Innovation: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2001. Hrsg. v. Heinrich Parthey & Günter Spur. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2002. S. 59 – 73.

(mit Thomas Pohl): Quantum wave packet dynamics: Langevin equations for Hamiltonian systems imbedded into a heat bath. – In: Quantum limits to the second law, AIP Conf. Proc. Vol. 643. Ed. by D. P. Sheehan. New York: Melville 2002. S. 9 – 18.

(mit Lutz Molgedey, Jürgen Kurths & Udo Schwarz): Entropy, Complexity, Predictability and Data Analysis of Time Series and Letter Sequences. – In: The science of disaster: Climate disruptions, heart attacks, and market crashes, Eds. by A. Bunde, J. Kropp, H.-J. Schellnhuber. Berlin-Heidelberg: Springer 2002. S. 3 – 25.

(mit Miguel Jimenez-Montano & Thomas Pohl): Entropy and complexity of sequences. – In: Entropy measures, maximum entropy principle and emerging applications. Ed. by Karmeshu. Berlin: Springer 2003.

(mit Miguel Jimeenez-Montano & Thomas Pohl): Entropy and Comlexity of Sequences. – In: Entropy Measures, Maximum Entropy Principle and Emerging Applications. Ed. by Karmeshu. Berlin: Springer 2003.

(mit Olga A. Chichigina, Valeri A. Makarov, Aleksej V. Netrebko, Yury Mikhail Romanovsky & Lutz Schimansky-Geier): Stochastic dynamics of enzymes: molecular scissors. – In: Proceedings of SPIE, Volume 5110. Ed. by Sergey M. Bezrukov, Hans Frauenfelder & Frank Moss. May 2003. S. 28 – 40.

Bibliographie Siegfried Greif.

Zusammengestellt anlässlich seines 70. 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 Couts 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 Hubert Laitko und Heinrich 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.

(mit Manfred Wölfling (Hrsg.): Wissenschaft und Innovation: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 1999. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2001. 227 Seiten.

(mit Dietrich Burkhardt): Frauen im Patentgeschehen der Bundesrepublik Deutschland. Studie für das Bundesministerium für Bildung und Forschung. Deisenhofen: 2001. 348 Seiten.

(mit Dieter Schmiedl): Patentatlas Deutschland – Ausgabe 2002. Dynamik und Strukturen der Erfindungstätigkeit. München: Deutsches Patent- und Markenamt 2002. 389 Seiten.

(mit Thomas Brenner): The Dependence of Innovativeness on the Local Firm Population – An Empirical Study of German Patents. Jena: Max Planck Institute for Research into Economic Systems 2003. 19 Seiten.

Frauen im Erfindungswesen. Eine patenstatistische Analyse. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2005. 305 Seiten.

(mit Dieter Schmiedl): Patentatlas Deutschland – Ausgabe 2006. Reginonaldaten der Erfindungstätigkeit. München: Deutsches Patent- und Markenamt 2006. 385 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 fejlödö országoknak történö technológia átadásában. – In: újitók lapja (Budapest). (1976)22, S. 16–18.

Zur voraussichtlichen Inanspruchnahme des Europa-Patents durch deutsche Anmelder. – In: Gewerblicher Rechtsschutz undUrheberrecht. 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 Betweeen 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. Zeitschrift für Wirtschaftsforschung (Berlin-München). 35(1989)2/4, S. 349–356.

Suotvestvie mezdu MPK i sistematicnata klasifikacija na promislenite ostrali vuv FRG. – In: Izobretatelstvo i racionalisatortstvo (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). 1(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 für die Deutsche Wissenschaft (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.

(mit E. Giese und R. von Stoutz): Die Suche nach dem Innovationspotential. – In: Forschung. Mitteilungen der Deutschen Forschungsgemeinschaft (Weinheim). (1998)4, S. 14 – 16.

(mit E. Giese und R. von Stoutz): Die räumliche Struktur der Erfindungstätigkeit in Westdeutschland. – In: Spiegel der Forschung (Gießen). 15(1998)2, S. 20 – 27.

Der Beitrag der Wissenschaft zur Produktion des technischen Wissens. – In: Ifo-Studien. Zeitschrift für empirische Wirtschaftsforschung (Berlin-München) 45(1999)4, S. 541 – 559.

Forschungstätigkeit und Innovationspotentiale. Strukturanalysen mit Patentdaten. – In: Statistische Monatshefte Niedersachen (Hannover). Sonderausgabe Workshop vom 8. März 2001, S. 8 – 28.

Patentgeographie. Die räumliche Struktur der Erfindungstätigkeit in Deutschland. – In: Raumforschung und Raumordnung (Köln). 59(2001)2/3, S. 142 – 153.

Ballungsgebiete in der deutschen Erfindungslandschaft. – In: Statistik und Informationsmanagement (Stuttgart). 60(2001)12, S. 320 – 329.

Regionale Schwerpunkte der Patentaktivitäten in Deutschland. – In: Statistische Nachrichten der Stadt Nürnberg (Nürnberg). (2001)3, S. 3 – 11.

Patente – Statistik und Analysen. – In: Deutsches Patentamt. Jahresbericht. Hrsg. v. Deutsches Patentamt (ab 1998: Deutsches Patent- und Markenamt). München: DPA/DPMA, laufende Veröffentlichung von 1985 bis 2002.

Women in the World of Patents: Statistical Analysis for Germany. – In: Bulletin of the International Statistical Institute (Berlin). 60(2003)1, S. 427 – 428.

Frauen in Forschung und Entwicklung im Spiegel von Patenten. – In: FuE-Info, Wissenschaftsstatistik Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft (Essen). (2004)2, S. 8 – 9.

(mit Thomas Brenner): The Dependeence of Innovativeness on the Local Firm Population – An Empirical Study of German Patents. – In: Industry and Innovation (Abingdon). 13(2006)1, S. 21 – 39.

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 Interna-

tional 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 Betweeen 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: Patinnova 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 Pharma-Industrie. Hrsg. v. R. Herzog. Aulendorf: Editio Cantor 1995. S. 229–239.

(mit Ch. 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. Hubert Laitko, Heinrich Parthey u. Jutta Petersdorf. Marburg: BdWi-Verlag 1996. S. 99 – 149.

Strukturen und Entwicklungen im Patentgeschehen. – In: Wissenschaftsforschung: Jahrbuch 1996/97. Hrsg. v. Siegfried Greif, Hubert Laitko u. Heinrich Parthey. Marburg: BdWi-Verlag 1998. S. 101 – 144.

Die neuen Bundesländer im Patentgeschehen der Bundesrepublik Deutschland. – In: Patentschutz und Innovation in Geschichte und Gegenwart. Hrsg. von Rudolf Boch. Frankfurt am Main: Peter Lang 1999. S. 147 – 166.

Patentschriften als wissenschaftliche Literatur. – In: Wissenschaft und Digitale Bibliothek: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 1998. Hrsg. v. Klaus Fuchs-Kittowski, Hubert Laitko, Heinrich Parthey u. Walther Umstätter. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2000. S. 207 – 230.

Regionale Struktur der Erfindungstätigkeit in Deutschland. – In: Wissenschaft und Innovation: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 1999. Hrsg. v. Siegfried Greif u. Manfred Wölfling. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2001. S. 149 – 175.

Regionale Verteilung von Innovations- und Technologiepotentialen in Deutschland im Spiegel von Patenten. – In: Regionale Verteilung von Innovations- und Technologiepotentialen in Deutschland und Europa. Hrsg. v. Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung. Karlsruhe: FhG-ISI 2001.

Internationaler Patent- und Lizenzverkehr. – In: Ordnungsprobleme der Weltwirtschaft. Schriften zu Ordnungsfragen der Wirtschaft, Band 71. Hrsg. v. Alfred Schüller u. H. Jörg Thieme. Stuttgart: Lucius 2002. S. 179 – 200.

Halbleiterbasierte Sensorik – Patentstatistische Analyse. – In: Mikroelektronik – Trendanalyse. Ausgabe 2002. Hrsg. v. Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie. Frankfurt am Main: ZVEI 2002. S. 35 – 41.

Erfindungen als Gegenstand von Kooperationen in Forschung und Innovation. – In: Wissenschaft und Innovation: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2001. Hrsg. v. Heinrich Parthey u. Günter Spur. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2002. S. 97 – 111.

Patente als Instrumente zur Erfassung und Bewertung wissenschaftlicher Leistungen. – In: Evaluation wissenschaftlicher Institutionen: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2003. Hrsg. von Klaus Fischer und Heinrich Parthey. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2004. S. 103 – 118.

Wissen als Ressource: Patentaktivitäten. – In: Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland. Band 8: Unternehmen und Märkte. Hrsg. v. Leibnitz-Institut für Länderkunde. München: Elsevier. Spektrum Akademischer Verlag 2004. S. 82 – 83.

Frauen als Erfinderinnen in Naturwissenschaften und Technik. – In: Forschende Frauen. Statistiken und Analysen. Hrsg. v. Christa Revermann. Essen: Wissenschaftsstatistik im Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft 2006. S. 33 – 41.

Erfindungen im Spektrum wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Strukturen und Entwicklungen – theoretische Grundlagen und empirische Befunde. – In: Wissenschaft und Technik in theoretischer Reflexion: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2006. Hrsg. v. Heinrich Parthey und Günter Spur. Frankfurt am Main: Peter Lang 2007. S. 151 – 175.

Bibliographie Heinrich Parthey.

Zusammengestellt anlässlich seines 70. Geburtstages

I. Monographische und herausgegebene Schriften

Das Experiment und seine Funktion im Erkenntnisprozeß der Physik. – 120 Blätter mit Abb., Berlin, Humboldt-Universität zu Berlin, Philosophische Fakultät, Dissertation (A) vom 6. Februar 1963 (Promotionsschrift zum Dr. phil.).

(mit Kurt Teßmann und Heinrich Vogel (Hrsg.)): Theoretische Probleme der wissenschaftlich-technischen Revolution. Rostock: Universität Rostock 1964 (Rostocker Philosophische Manuskripte, Heft 1). 317 Seiten.

(mit Heinrich Vogel, Wolfgang Wächter und Dietrich Wahl (Hrsg.)): Struktur und Funktion der experimentellen Methode. Rostock: Universität Rostock 1965 (Rostocker Philosophische Manuskripte, Heft 2). 215 Seiten.

(mit Dietrich Wahl): Die experimentelle Methode in Natur- und Gesellschaftswissenschaften. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften 1966. 262 Seiten.

(mit Heinrich Vogel und Wolfgang Wächter (Hrsg.)): Problemstruktur und Problemverhalten in der wissenschaftlichen Forschung. Rostock: Universität Rostock 1966 (Rostocker Philosophische Manuskripte , Heft 3). 190 Seiten.

(mit Dieter Wittich (Hrsg.)): Begriff und Funktion der Tatsache in der wissenschaftlichen Forschung. Rostock: Universität Rostock 1969 (Rostocker Philosophische Manuskripte, Heft 6). 95 Seiten.

(mit Heinrich Vogel (Hrsg.)): Joachim Jungius und Moritz Schlick. Materialien zur Tagung des Arbeitskreises „Philosophie – Naturwissenschaften“ der Universität Rostock anlässlich der 550-Jahrfeier der Universität Rostock. Rostock: Universität Rostock 1969 (Rostocker Philosophische Manuskripte, Sonderheft 1969). 46 Seiten.

(Hrsg.): Problemtypen der Hypothesen- und Prognosenbildung. Rostock: Universität Rostock 1970 (Rostocker Philosophische Manuskripte, Heft 7). 320 Seiten.

(Hrsg.): Problem und Methode in der Forschung. Berlin: Akademie–Verlag 1978. 246 Seiten.

(mit Herbert Hörz, Hans-Dieter Pölz, Ulrich Röseberg und Karl-Friedrich Wessel): Philosophische Probleme der Physik. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften 1978 (Zweite Auflage 1980). 168 Seiten.

(mit B. S. Grajsnov, Dieter Schulze und A. A. Starcenko (Hrsg.)): Probleme der Methodologie der Wissenschaft. Akademie der Wissenschaften der DDR. Institut für Theorie, Geschichte und Organisation der Wissenschaft. Berlin 1978 (Kolloqien, Heft 20, Teil I, II und III). 227 Seiten, 192 Seiten u. 166 Seiten.

(mit Dieter Schulze, A. A. Starcenko und I. S. Timofeev (Hrsg.)): Methodologische Probleme der Wissenschaftsforschung. Teil I: Allgemeine Fragen der Methodologie der Wissenschaftsforschung. Berlin: Humboldt-Universität 1982 (Wissenschaftswissenschaftliche Beiträge, Heft 15. 232 Seiten.

(mit Dieter Schulze, A. A. Starcenko und I. S. Timofeev (Hrsg.)): Methodologische Probleme der Wissenschaftsforschung. Teil II: Methodologische Probleme der wissenschaftshistorischen Forschung. Berlin: Humboldt-Universität 1982 (Wissenschaftswissenschaftliche Beiträge, Heft 16). 162 Seiten.

(mit Dieter Schulze, A. A. Starcenko und I. S. Timofeev (Hrsg.)): Methodologische Probleme der Wissenschaftsforschung. Teil III: Wissenschaftsmetrische Methoden. Berlin: Humboldt-Universität 1982 (Wissenschaftswis-senschaftliche Beiträge, Heft 17). 209 Seiten.

(mit Dieter Schulze, A. A. Starcenko und I. S. Timofeev (Hrsg.)): Methodologische Probleme der Wissenschaftsforschung. Teil IV: Logische und mathematische Probleme der Analyse der Wissenschaft. Berlin: Humboldt-Universität 1982 (Wissenschaftswissenschaftliche Beiträge, Heft 18). 172 Seiten.

(mit Dieter Schulze, A. A. Starcenko und I. S. Timofeev (Hrsg.)): Methodologische Probleme der Wissenschaftsforschung. Teil V: Aspekte der Wissenschaftsmethodologie. Berlin: Humboldt-Universität 1982 Wissenschaftswissenschaftliche Beiträge, Heft 19). 152 Seiten.

(mit Klaus Schreiber (Hrsg.)): Interdisziplinarität in der Forschung. Analysen und Fallstudien. Berlin: Akademie-Verlag 1983. 319 Seiten.

Forschungssituation und Interdisziplinarität: Untersuchungen zu Struktur und Funktion interdisziplinärer Forschungssituationen auf Grund von Daten und

Angaben aus Gruppen in Instituten der Biowissenschaften. – 196 Blätter mit Abb. u. Tab., Berlin, Akademie der Wissenschaften der DDR, Dissertation (B) vom 8. Dezember 1989 (Promotionsschrift zum Dr. sc. phil.; Humboldt-Universität zu Berlin, Philosophische Fakultät I, Äquivalenz zur Habilitation am 5. März 1997).

(Hrsg.): Das Neue. Seine Entstehung und Aufnahme in Natur und Gesellschaft. Berlin: Akademie-Verlag 1990. 290 Seiten.

Bibliometrische Profile von Instituten der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften (1923 – 1943). Berlin 1995 (Veröffentlichungen aus dem Archiv zur Geschichte der Max-Planck-Gesellschaft, Heft 7). 218 Seiten.

(mit Hubert Laitko und Jutta Petersdorf (Hrsg.)): Wissenschaftsforschung. Jahrbuch 1994/95. Marburg: BdWi-Verlag 1996. 306 Seiten.

(mit Siegfried Greif und Hubert Laitko (Hrsg.)): Wissenschaftsforschung: Jahrbuch 1996/97. Marburg: BdWi-Verlag 1998. 254 Seiten.

(mit Klaus Fuchs-Kittowski, Hubert Laitko und Walther Umstätter (Hrsg.)): Wissenschaft und Digitale Bibliothek: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 1998. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2000. 368 Seiten.

(mit Klaus Fuchs-Kittowski, Walther Umstätter und Roland Wagner-Döbler (Hrsg.)): Organisationsinformatik und Digitale Bibliothek in der Wissenschaft: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2000. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2001. 239 Seiten.

(mit Günter Spur (Hrsg.)): Wissenschaft und Innovation: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2001. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2002. 231 Seiten.

(mit Walther Umstätter (Hrsg.)): Wissenschaftliche Zeitschrift und Digitale Bibliothek: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2002. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2003. 222 Seiten.

(mit Klaus Fischer (Hrsg.)): Evaluation wissenschaftlicher Institutionen: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2003. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2004. 248 Seiten.

(mit Klaus Fischer (Hrsg.)): Gesellschaftliche Integrität der Forschung: Wissenschftsforschung Jahrbuch 2005. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2006. 242 Seiten.

II. Artikel aus periodischen und anderen fortlaufend erscheinenden Publikationen

(mit Bodo Wenzlaff und Klaus Matthes): Ist Anschaulichkeit für das naturwissenschaftliche Erkennen notwendig ? – In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt-Universität zu Berlin. Gesellschafts- und Sprachwissenschaftliche Reihe (Berlin). 10(1961) 2/3. S. 149 – 153.

(Autoreferat) Das Experiment und seine Funktion im Erkenntnisprozeß der Physik. – In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt-Universität zu Berlin. Gesellschafts- und Sprachwissenschaftliche Reihe (Berlin). 12(1963) 7/8. S. 990 – 991.

Zu philosophischen Problemen der modernen Physik – Erkenntnistheorie und Methodentheorie des Experiments in der Physik. – In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald. Mathematisch – naturwissenschaftliche Reihe (Greifswald). 13(1964)2/3. S. 215 – 218.

Experiment und weltanschauliche Bildung im Physikunterricht. – In: Physik in der Schule (Berlin). 2(1964) 7/8. S. 301 – 303.

Wissenschaft als Form des gesellschaftlichen Bewußtseins und ihre Funktion als Produktivkraft. – In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Universität Rostock. Gesellschaftswissenschaftliche Reihe (Rostock). 14(1965)4/5. S. 557 – 560.

(mit Helga Teßmann, Kurt Teßmann und Heinrich Vogel): Theoretische Probleme der wissenschaftlich-technischen Revolution (Thesen). – In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Universität Rostock. Gesellschaftswissen-schaftliche Reihe (Rostock). 14 (1965)5/6. S. 31 – 34.

Erkenntnistheorie und Methodentheorie der experimentellen Forschung. – In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie (Berlin). 13(1965) Sonderheft. S. 321 – 323.

(mit Karel Berka, Kurt Teßmann, Heinrich Vogel, Wolfgang Wächter und Dietrich Wahl): Struktur und Funktion der experimentellen Methode (Thesen). – In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Universität Rostock. Gesellschaftswissenschaftliche Reihe (Rostock). 14(1965)5/6. S. 631 – 637.

(mit Wolfgang Wächter): Bemerkungen zur Theorie der experimentellen Methode. – In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Universität Rostock. Gesellschaftswissenschaftliche Reihe (Rostock). 14(1965)5/6. S. 637 – 645.

Das Verhältnis von Philosophie und Methodentheorie. – In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Universität Dresden (Dresden). 15(1966)4. S. 868 – 871.

(mit Wolfgang Wächter): Das Problem und seine Struktur in der wissenschaftlichen Forschung. – In: Problemstruktur und Problemverhalten in der wissenschaftlichen Forschung. Hrsg. v. Heinrich Parthey, Heinrich Vogel und Wolfgang Wächter. Rostock: Universität Rostock 1966 (Rostocker Philosophische Manuskripte, Heft 3). S. 21 – 38.

Methodenstruktur naturwissenschaftlicher Forschung. – In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt-Universität zu Berlin. Mathematisch – naturwissenschaftliche Reihe (Berlin). 16(1967)6. S. 939 – 941.

Zum Verhältnis integrierender und spezialisierender Einzelwissenschaften in philosophischer Sicht. – In: Spezialisierung und Integration in der Wissenschaft. Halle: Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 1967. S. 73 – 74.

Das Problem als erkenntnistheoretische Kategorie. – In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie (Berlin). 16(1968) Sonderheft. S. 162 – 170.

Rationale Elemente bei der Bildung physikalischer Hypothesen. – In: Physik in der Schule (Berlin). 6(1968) 7/8. S. 318 – 325.

(mit Kurt Teßmann, Heinrich Vogel und Wolfgang Wächter): Die Struktur der Technik und ihre Stellung im sozialen Prozeß. – In: Die Struktur der Technik und ihre Stellung im sozialen Prozeß. Hrsg. v. Kurt Teßmann und Heinrich Vogel. Rostock: Universität Rostock 1968 (Rostocker Philosophische Manuskripte, Heft 5). S. 9 – 32.

(mit Dieter Wittich): Der Begriff der "Tatsache" und die Funktion der Tatsachen in der wissenschaftlichen Forschung. – In: Begriff und Funktion der Tatsache in der wissenschaftlichen Forschung. Hrsg. v. Heinrich Parthey und Dieter Wittich. Rostock: Universität Rostock 1969 (Rostocker Philosophische Manuskripte, Heft 6). S. 7–14.

Problemtheorie und Theorie heuristischer Methoden. – In: Problemtypen der Hypothesen- und Prognosenbildung. Hrsg. v. Heinrich Parthey. Rostock: Universität Rostock 1970 (Rostocker Philosophische Manuskripte, Heft 7). S. 25 – 30.

(mit Heinrich Vogel und Wolfgang Wächter): Problemtypen bei der Hypothesen- und Prognosenbildung (Thesen). – In: Problemtypen bei der Hypo-

thesen- und Prognosenbildung. Hrsg. v. Heinrich Parthey. Rostock: Universität Rostock 1970 (Rostocker Philosophische Manuskripte, Heft 7). S. 7 – 23.

Problemy methodologiczne i heurytyczne. – In: Zagadnienia naukoznawstwa (Warschau). 6(1970)4. S. 47 – 53.

(mit Werner Ebeling, Dieter Kremp und Heinz Ulbricht): Reversibilität und Irreversibilität als physikalisches Problem in philosophischer Sicht. – In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Universität Rostock. Gesellschaftswissenschaftliche Reihe (Rostock). 19(1970)1. S. 127 – 138.

(mit Wolfram Heitsch): Das philosophische Wirken des Joachim Jungius (Thesen). – In: Joachim Jungius und Moritz Schlick. Hrsg. v. Heinrich Vogel. Rostock: Universität Rostock 1970 (Rostocker Philosophische Manuskripte, Heft 8, Teil I). S. 7 – 10.

(mit Heinrich Vogel): Das philosophische Wirken von Moritz Schlick (Thesen). – In: Joachim Jungius und Moritz Schlick. Hrsg. v. Heinrich Vogel. Rostock: Universität Rostock 1970 (Rostocker Philosophische Manuskripte, Heft 8, Teil I). S. 11 – 18.

(mit Wolfgang Wächter): Wozu systematische Heuristik ? – In: Einheit (Berlin). 25(1970)7. S. 979 – 985.

(mit Wolfram Heitsch & Wolfgang Wächter): Heuristik und Dialektik. – In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie (Berlin). 19(1971)5. S. 754 – 761.

(mit Wolfram Heitsch & Wolfgang Wächter): Heuristika a Dialektika. – In: Filosoficky Casopis (Prag). 19(1971)5. S. 754 – 754.

Problemorientierung des Forschens und forschendes Problemlösen. – In: Problemorientierung und Problemlösung in der Forschung. Akademie der Wissenschaften der DDR. Institut für Wissenschaftstheorie und Wissenschaftsorganisation. Berlin 1971 (Kolloquien, Heft 2). S. 1 – 17.

Effektivität von Forschungsmethoden. – In: Zur Effektivität der Wissenschaft. Akademie der Wissenschaften der DDR. Institut für Wissenschaftstheorie und Wissenschaftsorganisation. Berlin 1971 (Kolloquien, Heft 5). S. 55 – 64.

Wege der Formulierung von Forschungsproblemen. – In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt–Universität zu Berlin. Mathematisch-naturwissenschaftliche Reihe (Berlin). 22(1973)1. S. 127 – 131.

Zur Funktion der Hypothese in der wissenschaftstheoretischen Forschung. – In: Zur Methodologie der Wissenschaftsforschung. Akademie der Wissenschaften der DDR. Institut für Wissenschaftstheorie und Wissenschaftsorganisation. Berlin 1973 (Kolloquien, Heft 8). S. 95 – 98.

Struktur von Erklärungsproblemen bei metrischer Beschreibung des zu erklärenden Sachverhaltes. – In: Zeitschrift für Psychologie (Leipzig). 182(1974)4. S. 294 – 399.

Kriterien der wissenschaftlichen Erklärung und ihre Funktion im Physikunterricht. – In: Wissenschaftliche Hefte der Pädagogischen Hochschule Köthen. Köthen 1974. S. 133 – 136.

Problematisierung als Kriterium der Erkenntnisentwicklung. – In: Erkenntnistheoretische Probleme der Erkenntnisentwicklung. Wissenschaftliche Beiträge der Universität Leipzig. Reihe Gesellschaftswissenschaften (Leipzig). 1977, S. 100 – 112.

Interdisziplinarität und interdisziplinäre Forschung. – In: Physik und Gesellschaftswissenschaften. Rostock: Universität Rostock 1977 (Rostocker Physikalische Manuskripte, Heft 1). S. 89 – 97.

(mit Jochen Tripoczky): Forschungssituation und Kooperationsform. Zu einigen Voraussetzungen der Analyse von Forschungsgruppen. – In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie (Berlin). 26(1978)1. S. 101 – 105.

Einige Fragen der Analyse des Verhältnisses von Disziplinarität und Interdisziplinarität in der experimentellen Forschung. – In: Probleme der Methodologie der Wissenschaft. Teil I. Hrsg. von B. S. Grajsnov, Heinrich Parthey, Dieter Schulze und A. A. Starcenko Berlin: Akademie der Wissenschaften der DDR. Institut für Theorie, Geschichte und Organisation der Wissenschaft. Berlin 1978 (Kolloquien, Heft 20, Teil I). S. 127 – 173.

Die Forschungssituation und ihre Beschreibung in empirischen Untersuchungen von Forschungsgruppen. – In: Faktoren der Intensivierung kollektiver Forschung. Untersuchung in Forschungsgruppen: Materialien einer Fallstudie. Akademie der Wissenschaften der DDR. Institut für Theorie, Geschichte und Organisation der Wissenschaft. Berlin 1978 (Studien und Forschungsberichte, Heft 9, Teil I). S. 45 – 69.

(mit Erhard Gey): Der Zusammenhang von Forschungssituation und Kooperationsform bei der Herausbildung neuer Spezialgebiete im 20. Jahrhundert am Beispiel der Quantenchemie im Vergleich mit anderen Fallstudien. – In: Bei-

träge des Kolloquiums "Die Herausbildung wissenschaftlicher Disziplinen in der Geschichte", Teil II. Rostock: Universität Rostock 1978 (Rostocker wissenschaftshistorische Manuskripte, Heft 2). S. 115 – 126.

(mit Peter Hanke): Problemsituation – Planungssituation – Forschungssituation – Überführungssituation als charakteristische Abschnitte im Problemlösungsprozeß. – In: Wissenschaft und Produktion im Sozialismus und ihre gemeinsame Verantwortung bei der Überführung der Ergebnisse der Grundlagenforschung. Akademie der Wissenschaften der DDR, Institut für Theorie, Geschichte und Organisation der Wissenschaft. Berlin 1978 (Kolloquien, Heft 19, Teil II). S. 230 – 243.

Merkmale der Entwicklung von Forschungssituationen. – In: Informations–Bulletin: Aus dem philosophischen Leben der DDR (Berlin). 15(1979)6. S. 58 – 65.

Forschungssituation als Analyseobjekt bei der Strategiebildung in der Wissenschaft. – In: Strategiebildung in Wissenschaft und Technik. Berlin: Humboldt-Universität 1979. (Wissensschaftswissenschaftliche Beiträge, Heft 5). S. 193 – 205.

Theoretische und methodische Probleme der Analyse von Phasen der Forschung. – In: Konzeptionen und Modelle der Wissenschaftsentwicklung. Hrsg. v. Dieter Schulze. Berlin: Humboldt-Universität 1980 (Wissenschaftswissenschaftliche Beiträge, Heft 12). S. 77 – 103.

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

Interdisziplinäre Forschungssituation und ihre wissenschaftliche Disziplinierung. – In: Zeitschrift für die gesamte Hygenie und ihre Grenzgebiete (Berlin). 27(1981)6. S. 443 – 448.

Akademieforschung unter Bezug auf wissenschaftliche und gesellschaftlich-praktische Problementwicklung. – In: Wissenschaftstheoretisches Kolloquium des ITW am 3. April 1981. Akademie der Wissenschaften der DDR, Institut für Theorie, Geschichte und Organisation der Wissenschaft. Berlin 1981 (Kolloquien, Heft 25). S. 99 – 103.

Die Funktion der methodologischen Beschreibung von Phasen der Forschung bei der Erklärung von Veränderungen des Kooperationsverhaltens in Forschungsgruppen. – In: Methodologische Probleme der Wissenschaftsforschung. Teil I: Allgemeine Fragen der Methodologie der Wissenschaftsforschung. Hrsg. v.

Heinrich Parthey, Dieter Schulze, A. A. Starcenko und I. S.Timofeev. Berlin: Humboldt-Universität 1982 (Wissenschaftswissenschaftliche Beiträge, Heft 15). S. 12 – 34.

Wissenschaftsmetrische Analyse der Verteilung von Autoren nach Publikationsraten und Wissenschaftsdisziplinen in biowissenschaftlichen Forschungsinstituten der siebziger Jahre des 20. Jahrhunderts. – In: Methodologische Probleme der Wissenschaftsforschung. Hrsg. v. Heinrich Parthey, Dieter Schulze, A. A. Starcenko und I. S. Timofeev. Teil III: Wissenschaftsmetrische Methoden. Berlin: Humboldt-Universität 1982. (Wissenschaftswissenschaftliche Beiträge, Heft 17). S. 1 – 16.

Experiment und Erklärung in der Sicht von Kriterien der Wissenschaftlichkeit. – In: Theorie – Experiment – Praxis. Bearbeitet von Heinz Ulbricht und Dieter Ruser. Universität Rostock, Fakultät für Mathematik, Physik und Technische Wissenschaften des Wissenschaftlichen Rates. Rostock 1982. S. 23 – 32.

Interdisziplinarität und interdisziplinäre Forschergruppen. – In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie (Berlin). 31(1983)1. S. 31 – 42.

Forschungsmethodologie und Institutionalisierung der Wissenschaft. – In: Wissenschaftliche Hefte der Pädagogischen Hochschule Köthen (Köthen). 10(1983)1. S. 73 – 82.

Wissenschaftstheorie und Problemtheorie. – In: Dialektik und Physik. Teil II: Philosophische Probleme der physikalischen Forschung. Im Memoriam Prof. Dr. Heinrich Vogel (1932–1977). Rostock: Universität Rostock 1983 (Rostocker Philosophische Manuskripte, Heft 24, Teil II). S. 46 – 63.

Objektivität und humanistischer Charakter der Wissenschaft. – In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie (Berlin). 32(1984)5. S. 457 – 460.

Methodenentwicklung in naturwissenschaftlichen Forschungssituationen als Bestandteil der Vorbereitung von Innovationen. – In: Dialektik – Methode – Innovation. Rostock: Universität Rostock 1984 (Rostocker Philosophische Manuskripte, Heft 25). S. 58 – 64.

Verfügbarkeit und Interdisziplinarität. – In: Technik in der Wissenschaft. Akademie der Wissenschaften der DDR, Institut für Theorie, Geschichte und Organisation der Wissenschaft, Berlin 1984 (Kolloquien, Heft 34). S. 98 – 106.

Neuerungsraten der Forschungstechnik in naturwissenschaftlichen Akademieinstituten. – In: Entwicklungsstrategien für das Wissenschaftspotential zur

Gewährleistung des Leistungsanstiegs von Wissenschaft und Technik. Akademie der Wissenschaften der DDR, Institut für Theorie, Geschichte und Organisation der Wissenschaft, Berlin 1984 (Kolloquien, Heft 42, Teil II). S. 59 – 71.

Probleme des Leistungsvergleiches zwischen Akademieinstituten. – In: Aus dem wissenschaftlichen Leben des Forschungsbereiches Gesellschaftswissenschaften. Akademie der Wissenschaften der DDR, Wissenschaftliches Informationszentrum. Berlin 1984 (GW 29). S. 107 – 117.

(mit Peter Nerlinger): Technisch-ökonomische Bedingungen der Entwicklung von Lichtquellen und ihre Umsetzung in Problemorientierungen der Forschung. – In: Globale und nationale Probleme der wissenschaftlich-technischen Strategiebildung für das Energiesystem. Akademie der Wissenschaften der DDR, Institut für Theorie, Geschichte und Organisation der Wissenschaft, Berlin 1984 (Kolloquien, Heft 44). S. 423 – 442.

Analyse und Typologie der Forschungssituation in Forschergruppen. – In: Faktoren der Intensivierung der Forschungsarbeit in Gruppen. Akademie der Wissenschaften der DDR, Institut für Theorie, Geschichte und Organisation der Wissenschaft, Berlin 1985 (Kolloquien, Heft 50). S. 57 – 77.

Dynamik forschungstechnischer Neuerungen in Forschungsphasen. – In: Forschungsstrategien und Neuerungsprozesse unter den Bedingungen der intensiv erweiterten Reproduktion. Hrsg. v. Günter Schlutow. Berlin: Humboldt-Universität, Sektion Wissenschaftstheorie und Wissenschaftsorganisation. Berlin 1985 (Wissenschaftswissenschaftliche Beiträge, Heft 36). S. 18 – 24.

Zusammenhänge zwischen Problemfeldern und Methoden als Grundlage der Typisierung interdisziplinärer Forschungen. – In: Interdisziplinäre Forschung. Analysen und Studien. Hrsg. v. Dieter Schulze. Humboldt-Universität zu Berlin, Sektion Wissenschaftstheorie und Wissenschaftsorganisa-tion. Berlin 1986 (Wissenschaftswissenschaftliche Beiträge, Heft 30). S. 86 – 101.

Veränderungen in der Einstellung zu technischen Neuerungen in Forschung und Produktion nach Phasen der Innovation. – In: Berichte (Berlin). 6(1986)15. Humboldt-Universität zu Berlin 1986. S. 90 – 96.

Institutionalisierung von Forschungssituationen in der Wissenschaftsentwicklung. – In: Über Wissenschaftsentwicklung. Ideen – Fakten – Konzeptionen. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Halle 1987 (Arbeitsblätter zur Wissenschaftsgeschichte, Heft 18). S. 27 – 41.

Besonderheiten des Verhaltens von Wissenschaftlern mit hohen Publikationsraten in Forschungssituationen. – In: Auswahl, Ausbildung und Förderung von Forschungskadern mit hervorragenden Befähigungen. Berlin: Akademie der Wissenschaften der DDR, Institut für Theorie, Geschichte und Organisation der Wissenschaft 1987 (Kolloquien, Heft 56), S. 94 –107.

Wissenschaftliche Leistungsfähigkeit von Forschern im Zusammenhang mit Publikationsraten, Forschungsalter und Forschungssituation. – In: Struktur und Dynamik des Kaderpotentials in der Wissenschaft. – Teil VIII. Berlin: Akademie der Wissenschaften der DDR, Institut für Theorie, Geschichte und Organisation der Wissenschaft 1987 (Studien und Forschungsberichte, Heft 24), S. 97 – 121.

Besonderheiten des Experiments in den Gesellschaftswissenschaften. – In: Pädagogische Forschung (Berlin). 28(1987)3. S. 15 – 18.

Methodologische Struktur der Forschungssituation. – In: VIII: Internationaler Kongreß für Logik, Methodologie und Philosophie der Wissenschaften. 17.–22.8.1987, Moskau. DDR – Beiträge. Akademie der Wissenschaften der DDR, Zentralinstitut für Philosophie. Berlin 1987. S. 7 – 16.

Bewertung von Entdeckungen und Erfindungen in der Forschung. – In: Dialektik – Erkenntnis – Wertung. Rostock: Universität Rostock 1987 (Rostocker Philosophische Manuskripte, Heft 28). S. 40 – 43.

Reaktionsfähigkeit auf neue Probleme als Indikator für Leistungsverhalten in der Forschung. – In: Bedingungen für die Entstehung und Entwicklung neuer Forschungsrichtungen. Teil II: Akademie der Wissenschaften der DDR. Institut für Theorie, Geschichte und Organisation der Wissenschaft. Berlin 1989 (Kolloquien, Heft 69). S. 116 – 123.

Innovation und Leistungsverhalten in der Forschung. – In: Gesellschaft und Innovation. Akademie der Wissenschaften der DDR. Institut für Theorie, Geschichte und Organisation der Wissenschaft. Berlin 1989. (Studien und Forschungsberichte, Heft 29). S. 131 – 149.

Innovation und Leistungsverhalten in der Forschung. – In: Aus dem philosophischen Leben der DDR (Berlin). 25(1989)13. S. 51 – 63.

Innovation und Nationaleinkommen. – In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Universität "Otto von Guericke" Magdeburg (Magdeburg). 34(1990)4. S. 81 – 83.

(mit Wolfgang Schütze): Distribution of Publications as an Indicator for Evaluation of Scientific programs. – In: Scientometrics (Budapest-Amsterdam). 21(1991) 3. S. 459 – 464. .

Zum Wandel der Forschungssituation und der bibliometrischen Profile im 20. Jahrhundert am Beispiel von Instituten in der Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Gesellschaft. – In: Ein Blick auf die neue Wissenschaftslandschaft. Hrsg. v. Werner Meske und Werner Rammert. Heft 1. (Veröffentlichungen der Forschungsgruppe Wissenschaftsstatistik des Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung). Berlin 1993. S. 102 – 118.

(mit Günter Hartung): Wissenschaftliche Elite und ihre Rezeption 50 Jahre später. Autoren der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft. – In: Wissenschaftsforschung. Jahrbuch 1994/95. Hrsg. v. Hubert Laitko, Heinrich Parthey und Jutta Petersdorf. Marburg: BdWi-Verlag 1996. S. 45 – 66.

Disziplinierung der Interdisziplinarität. – In: Ethik und Sozialwissenschaften. Streitforum für Erwägungskultur (Opladen). 8(1997)4. S. 567 – 569.

Wissenschaft und Innovation. – In: Wissenschaftsforschung: Jahrbuch 1996/97. Hrsg. von Siegfried Greif, Hubert Laitko und Heinrich Parthey. Marburg: BdWi-Verlag 1998. S. 9 – 32.

Publikation und Bibliothek in der Wissenschaft. – In: Wissenschaft und Digitale Bibliothek: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 1998. Hrsg. v. Klaus Fuchs-Kittowski, Hubert Laitko, Heinrich Parthey und Walther Umstätter. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2000. S. 67 – 89.

Phasen der Wissens-Ko-Produktion in Forschergruppen. – In: Organisationsinformatik und Digitale Bibliothek in der Wissenschaft: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2000. Hrsg. v. Klaus Fuchs-Kittowski, Heinrich Parthey, Walther Umstätter und Roland Wagner-Döbler. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2001. S. 89 – 102.

Formen von Institutionen der Wissenschaft und ihre Finanzierbarkeit durch Innovation. – In: Wissenschaft und Innovation: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2001. Hrsg. v. Heinrich Parthey und Günter Spur. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2002. S. 9 – 39.

Zeitschrift und Bibliothek im elektronischen Publikationssystem der Wissenschaft. – In: Wissenschaftliche Zeitschrift und Digitale Bibliothek: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2002. Hrsg. v. Heinrich Parthey und Walther Umstätter. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2003. S. 9 – 46.

Bibliometrische Profile wissenschaftlicher Institutionen in Problemfeldern und Phasen der Forschung. – In: Evaluation wissenschaftlicher Institutionen: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2003. Hrsg. v. Klaus Fischer und Heinrich Parthey. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2004. S. 63 – 102.

Phasen wissenschaftlicher Auseinandersetzung in Forschergruppen. – In: Erwägen Wissen Ethik (Deliberation Knowledge Ethics) EWE (Stuttgart). 17(2006)2, S. 298 – 299.

Struktur wissenschaftlicher und gesellschaftlicher Integrität von Forschungssituationen. – In: Gesellschaftliche Integrität der Forschung: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2005. Hrsg. v. Klaus Fischer und Heinrich Parthey. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2006. S. 71 – 94.

III. Beiträge zu wissenschaftlichen Sammelbänden und Lexika

Allgemeine Merkmale des Experiments in der Entwicklung der Physik. – In: Natur und Erkenntnis. Philosophisch – methodologische Fragen der modernen Naturwissenschaft. Hrsg. v. Herbert Hörz und Rolf Löther. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften 1964. S. 37 – 57.

Gesetzeserkenntnis mittels erklärender Hypothesen. – In: Der Gesetzesbegriff in der Philosophie und den Einzelwissenschaften. Hrsg. v. Günter Kröber. Berlin: Akademie–Verlag 1968. S. 147 – 158.

Problemtheorie und Wissenschaftstheorie. – In: Forschungsökonomie. Hrsg. v. Alfred Lange. Berlin: Verlag die Wirtschaft 1969. S. 65 – 68.

Die empirische Basis naturwissenschaftlicher Erkenntnis. – In: Wege des Erkennens. Zur Methodologie des naturwissenschaftlichen Erkennens. Hrsg. v. Hubert Laitko und Reinhard Bellmann. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften 1969. S. 74 – 90.

Problemtheorie und Prognostik. – In: Philosophischer Kongreß der DDR 1968. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften 1968. S. 810 – 813.

(mit Dieter Wittich): Problem. – In: Philosophisches Wörterbuch. Hrsg. v. Georg Klaus und Manfred Buhr. Leipzig: Bibliographisches Institut 1969. S. 875 – 876.

(mit Dieter Wittich): Tatsache. – In: Philosophisches Wörterbuch. Hrsg. v. Georg Klaus und Manfred Buhr. Leipzig: Bibliographisches Institut 1969, S. 1069 – 1070.

(mit Hubert Laitko): Zu den Aufgaben der marxistisch-leninistischen Wissenschaftstheorie bei der Bestimmung der Wissenschaft im Sozialismus und der Effektivität ihrer Methoden. – In: III. Philosophie-Kongreß der DDR 1970, Teil IV: Wissenschaft und Sozialismus. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften 1970. S. 21 – 29.

Experimentelle Methode und Mehodik experimenteller Forschung. – In: IV. Internationaler Kongreß für Logik, Methodologie und Philosophie der Wissenschaften. Abtracts. Bukarest: Centre of Information and Documentation in social and political Sciences 1971. S. 172 – 173.

Erkenntnistheoretische Einsichten. – In: Weltanschaulich-philosophische Bildung und Erziehung im mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht. Hrsg. v. Hermann Ley und Karl-Friedrich Wessel. Berlin: Volk und Wissen 1972. S. 88 – 97.

Methodologische Einsichten. – In: Weltanschaulich-philosophische Bildung und Erziehung im mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht. Hrsg. v. Hermann Ley und Karl-Friedrich Wessel. Berlin: Volk und Wissen 1972. S. 97 – 111.

(mit Horst Labitzke & Gerhard Manthei): Physikunterricht. – In: Weltanschaulich-philosophische Bildung und Erziehung im mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht. Hrsg. v. Hermann Ley und Karl-Friedrich Wessel. Berlin: Volk und Wissen 1972. S. 243 – 282.

Evristiki i algoritmiki kak metodiki estesvenno-naucnogo issledovanija. – In: Problemy filosofii i metodologii sovremennogo estestvoznanija. Moskau: Izdatelsvo nauka 1973. S. 394 – 397.

Die Spezifik der Forschung und ihre systemtheoretische Betrachtung. – In: Wissenschaft und Forschung im Sozialismus. Hrsg. v. Günter Kröber, Hubert Laitko und Helmut Steiner. Berlin: Akademie-Verlag 1974. S. 347 – 359.

Besonderheiten der Einheit der Wissenschaften in der interdisziplinären Forschung. – In: IV. Philosophie-Kongresses der DDR 1974. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften 1975. S. 328 – 332.

(mit Janos Wolf): Zur Analyse und rationellen Gestaltung des methodischen Vorgehens in der experimentellen Forschung. – In: Leitung der Forschung – Probleme und Ergebnisse. Hrsg. v. Genadi M. Dobrov und Dietrich Wahl. Berlin: Akademie-Verlag 1976. S. 381 – 402.

Das Problem und Merkmale seiner Formulierung in der Forschung. – In: Problem und Methode in der Forschung. Hrsg. v. Heinrich Parthey. Berlin: Akademie-Verlag 1978. S. 11 – 36.

Forschungssituation interdisziplinärer Arbeit in Forschergruppen. – In: Interdisziplinarität in der Forschung. Analysen und Fallstudien. Hrsg. v. Heinrich Parthey und Klaus Schreiber. Berlin: Akademie–Verlag 1983. S. 13 – 46.

(mit Klaus Schreiber): Voraussetzungen und Formen interdisziplinärer Forschung. – In: Interdisziplinarität in der Forschung. Analysen und Fallstudien. Hrsg. v. Heinrich Parthey und Klaus Schreiber. Berlin: Akademie–Verlag 1983. S. 303 – 309.

(mit Dietrich Schlottmann): Problemtypen in den Technikwissenschaften. – In: Erkenntnismethoden in den Technikwissenschaften. Hrsg. v. Gerhard Banse und Helge Wendt. Berlin: Verlag Technik 1986. S. 44 – 53.

Methodological Structure of Research Situations. – In: VIII. International Congress of Logic/Methodologie and Philosophie of Science. August 17-22. Abstracts. Volume 4, Part 2. Moskau 1987. S. 78 – 79.

Interdisziplinäre Forschungssituation als Entwicklungsform der Wissenschaft. – In: Wissenschaft. Das Problem ihrer Entwicklung. Band II. Hrsg. v. Günter Kröber. Berlin: Akademie-Verlag 1988. S. 224 – 244.

Razvitie vzaimosvjazi problemy i metoda v mezdisciplinarnoj issledovatel'skoj rabote – fazovaja model'. – In: Nauki v ich vzaimosvjazi. Istorija – Teorija – Praktika. Otv. red. B.M. Kedrov, P.V. Smirnov, B.G. Judin. Moskva: Nauka 1988. S. 129 – 144.

(mit Klaus Fuchs-Kittowski): Veränderungen in der Forschungssituation durch die Entwicklung der Forschungstechnologie. – In: Informationstechnologie als Teil der Forschungstechnologie in den experimentellen Wissenschaften. Akademie der Wissenschaften der DDR. Berlin 1988. S. 179 – 192.

Interdisciplini issledovatelski zituazii. – In: Humanizaija na naukata i interdisciplinost. Redkolegija: Asari Polikarov, Kostadinka Simeonova, Georgi Angelov, Vesela Mischeva. Sofia: Nauka i Iskustvo 1989. S. 141 – 164.

Relationship of Interdisciplinarity to Co-operative Behavior. – In: International Research Management. Studies in Interdisciplinary Methods from Business, Covernment and Academia. Ed. by P. H. Birnbaum–More, F. A. Rossini and D. R. Baldwin. New York: Oxford University Press 1990. S. 141 – 145.

Problem/Problemlösen. 1. Problemlösungstheorien. – In: Europäische Enzyklopädie zu Philosophie und Wissenschaften. Hrsg. v. Hans-Jörg Sandkühler. Band 3. L – Q. Hamburg: Felix Meiner Verlag 1990. S. 878 – 879.

Entdeckung, Erfindung und Innovation. – In: Das Neue. Seine Entstehung und Aufnahme in Natur und Gesellschaft. Hrsg. v. Heinrich Parthey. Berlin: Akademie-Verlag 1990. S. 99 – 148.

(mit Wolfgang Schütze): Distribution of Publications as an Indicator for Evaluation of Scientific programs. – In: Proceedings of the International Conference „Indicators for the Evaluation of the Impact of EC Research Programs“, Paris, 14.-15 Juni 1990. Ed. by R. Barre and Jacques Removille. Brussels 1990. S. 241 – 247.

(mit Günter Hartung): Zum Wandel bibliometrischer Profile von Forschungsinstituten im 20. Jahrhundert am Beispiel von Instituten der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft und der Max-Planck-Gesellschaft. – In: Deutscher Dokumentartag 1992: Technik und Information, Markt, Medien und Methoden, Technische Universität Berlin, 22. bis 25. September 1992, Proceedings. Hrsg. v. Wolfram Neubauer und Karl-Heinz Meier. Frankfurt am Main: Deutsche Gesellschaft für Dokumentation 1993. S. 687 – 697.

(mit Günter Hartung): Empirische Publikations- und Zitationsanalyse von Autoren aus Instituten der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft in der Zeitschrift "Die Naturwissenschaften" von 1925 – 1939. – In: Deutscher Dokumentartag 1992: Technik und Information, Markt, Medien und Methoden, Technische Universität Berlin, 22. bis 25. September 1992, Proceedings. Hrsg. v. Wolfram Neubauer und Karl-Heinz Meier. Frankfurt am Main: Deutsche Gesellschaft für Dokumantation 1993. S. 661 – 678.

Die Entstehung des Neuen in der Wissenschaft. – In: Hans Reichenbach und die Berliner Gruppe. Hrsg. v. Andreas Kamlah, Lothar Schäfer und Lutz Danneberg. Braunschweig: Vieweg 1994. S. 213 – 218.

Kriterien und Indikatoren interdisziplinären Arbeitens. – In: Ökologie und Interdisziplinarität – eine Beziehung mit Zukunft ? Wissenschaftsforschung zur Verbesserung der fachübergreifenden Zusammenarbeit. Hrsg. v. Philipp W. Balsiger, Rico Defila und Antonietta Di Giulio. Basel: Birkhäuser Verlag 1996. S. 99 – 112.

Quantitative Methoden bei der historischen Analyse von Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Instituten. – In: Die Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Gesellschaft und

ihre Institute. Das Harnack-Prinzip. Hrsg. v. Bernhard vom Brocke und Hubert Laitko. Berlin: Verlag Walter de Gruyter 1996. S. 507 – 520.

Stadien der Wissensproduktion in Forschungsinstituten nach Raten der Publikation und Zitation der in ihnen gewonnenen Ergebnisse. – In: Deutscher Dokumentartag 1996. Die digitale Dokumentation. Universität Heidelberg, 24.–26. September 1996. Hrsg. v. Wolfram Neubauer. S. 137 – 146.

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.

Persönliche Interdisziplinarität in der Wissenschaft. – In: Interdisziplinarität – Herausforderung an die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler. Festschrift zum 60. Geburtstag von Heinrich Parthey. Hrsg. von Walther Umstätter und Karl-Friedrich Wessel. Bielefeld: Kleine Verlag 1999. S. 243 – 254.

Phasen der Wissens-Ko-Produktion in Forschergruppen. – In: Stufen zur Informationsgesellschaft. Festschrift zum 65. Geburtstag von Klaus Fuchs-Kittowski. Hrsg. v. Christine Floyd, Christian Fuchs und Wolfgang Hofkirchner. Frankfurt am Main: Peter Lang Verlag 2002. S. 185 – 220.

Über unzureichende Mittel; Aktuell: Mischfinanzierung; Wissenschaft und Risiken. – In: Hochschulen in Deutschland: Wissenschaft in Einsamkeit und Freiheit? Hrsg. v. Hansgünter Meyer. Wittenberg: Institut für Hochschulforschung an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 2003. S. 37 – 39 u. S. 52 – 54.

Wege des Erkennens und Publizierens in der Wissenschaft. – In: Aus Wissenschaftsgeschichte und -theorie. Hubert Laitko zum 70. Geburtstag überreicht von Freunden, Kollegen und Schülern. Hrsg. v. Horst Kant und Annette Vogt. Berlin: Verlag für Wissenschafts- und Regionalgeschichte Dr. Michael Engel 2005. S. 379 – 395.

Strukturwandel der bibliometrischen Profile wissenschaftlicher Institutionen im 20. Jahrhundert. – In: Vom Wandel der Wissenschaftsorganisation im Informationszeitalter. Festschrift für Walther Umstätter zum 65. Geburtstag. Hrsg. v. Petra Hauke und Konrad Umlauf. Bad Honef: Bock+ Herchen Verlag 2006. S. 91 – 105.

IV. Rezensionen und Berichte

(Rezension) Helmut Korch, Zur Kritik des Physikalischen Idealismus C. F. Weizsäckers. Deutscher Verlag der Wissenschaften. Berlin 1959. 330 Seiten. – In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie (Berlin). 9(1961)9. S. 1144 – 1147.

(Rezension mit Lothar Kreiser) Asari Polikarow, Realität und Quanten. Philosophische Probleme der modernen Physik (In bulgarisch mit einem Resüme in russischer und deutscher Sprache). Sofia 1963. 371 Seiten. – In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie (Berlin). 12(1964)12. S. 1525 – 1529.

(Berticht) Struktur und Funktion der experimentellen Methode (Bericht). – In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie (Berlin). 13(1965)8. S.1005 – 1012.

(Bericht mit Horst Wessel): Der IV. Internationale Kongreß für Logik, Methodologie und Philosophie der Wissenschaften (Bericht). – In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie (Berlin). 19(1971)12. S. 1490 – 1492.

(Bericht) Teoreticeskie i organizacionnye problemy razvitija mezdisciplinnarnych issledovanij v GDR (Obzor). – In: Vzaimosvjaz nauki i mezdisciplinarnye issledovanija. Sbornik obzorov i referatov. Budapest 1980. S. 7 – 18.

(Rezension) G. M. Dobrov, Wissenschaft. Grundlagen ihrer Organisation und Leitung. Berlin: Akademie–Verlag 1980. 512 Seiten. – In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie (Berlin). 29(1981)6. S. 734 – 736.

(Rezension) Experiment – Modell – Theorie. Hrsg. v. Herbert Hörz und M. E. Omeljanovskij. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften 1982. – In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie (Berlin). 31(1983)5. S. 632 – 633.

(Nachruf) Strengste Prüfung von Theorien (Zum Tode von Karl Raimund Popper). – In: Neues Deutschland (Berlin). Montag, 19. September 1994, S. 11.

Bibliographie Regine Zott.

Zusammengestellt anlässlich ihres 70. 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 Emil 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 Emil Heuser): Die streitbaren Gelehrten. Justus Liebig und die preußischen Universitäten. Kommentierte Edition eines historischen Disputes. Mit einem Einführungsessay 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 Dr. Michael Engel 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. Korrespondenzen von Wilhelm Ostwald, Friedrich Kohlrausch und Hans Landolt. Unter Einbeziehung von Zuschriften an

Svante Arrhenius sowie von und an Karl Seubert. Mit einem Essay „Gelehrtenbriefwechsel als (wissenschafts)historische Quellengattung“. Berlin: Verlag für Wissenschafts- und Regionalgeschichte Dr. Michael Engel 2002. 441 Seiten.

Gelehrte im Für und Wider. Briefwechsel zwischen Adolf v. Baeyer und Wilhelm Ostwald (mit Briefen von und an Victor Meyer) sowie Briefwechsel zwischen Wilhelm Ostwald und Richard Abegg (mit Briefen oder Briefausschnitten von Fritz Haber und Clara Immerwahr sowie an Svante Arrhenius). Mit einer Einleitung: Chemieausbildung in Deutschland um die Wende vom 19. zum 20. Jahrhundert. Münster: LIT-Verlag 2002. 423 Seiten.

(Hrsg.): Alte und neue Erinnerungen, meist von Chemikern. Norderstedt: Books on Demand 2008. 124 Seiten.

II. Artikel aus periodischen und anderen fortlaufend erscheinenden Publikationen

Intensivierung der Ingenieurarbeit und Schöpfertum. 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. Liebigs wissenschaftliche Denkweise. Anläßlich seines 175. Geburtstages am 12. Mai 1978. – In: Wissenschaft und Fortschritt (Berlin). 28(1978)5, S. 175 – 179.

Justus Liebigs agrochemische Forschungen und ihre gesellschaftlichen Auswirkungen. – In: Chemie in der Schule (Berlin). 25(1978)6, S. 225 – 229.

Zu Wilhelm Ostwalds und Justus Liebigs 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 kapita-

listischen 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. Berlin: Institut für Theorie, Geschichte und Organisation der Wissenschaft der Akademie der Wissenschaften der DDR 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). Berlin: Institut für Theorie, Geschichte und Organisation der Wissenschaft der Akademie der Wissenschaften der DDR 1985. (Kolloquien, Heft 48). S. 29 – 37.

Ein Brief Mendeleevs. – In: Spectrum (Berlin). 18(1987)10, S. 26 – 27.

(mit Wolfgang 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 Böhlaus Nachfolger 1987. S. 169 –191.

Wo sich das Wesen des Mannes concentriret. Über den Brief als Kommunikationsmedium. – In: Spectrum (Berlin). 18(1987) 10, S. 23 – 25.

(mit Klaus-Harro 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. Berlin: Institut für Theorie, Geschichte und Organisation der Wissenschaft der Akademie der Wissenschaften der DDR 1987. (Kolloquien, Heft 64). S. 167 – 183.

Wilhelm Ostwald und sein schriftlicher Nachlaß. – In: Mitteilungen 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.

Justus Liebig und Wilhelm 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 Schulenbildung. Jena: Friedrich-Schiller-Universität Jena 1991. S. 36 – 43.

(mit Emil Heuser): Die Chemie als Mittel zur Geistesbildung. – In: Gießener Universitätsblätter (Gießen). 23(1990)2, S. 65 – 76.

(mit Emil 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), S. 199 – 209.

Briefwechsel als Kommunikationsmedium. – In: Probleme der Kommunikation in den Wissenschaften. Berlin: Institut für Theorie, Geschichte und Organisation der Wissenschaft 1991. (Kolloquien, Heft 75). S. 115 – 140.

Wissenschaftliche Kommunikation, Popularisierung, Popularität und das Wirken Justus v. Liebigs. – In: Probleme der Kommunikation in den Wissenschaften. Berlin: Institut für Theorie, Geschichte und Organisation der Wissenschaft 1991. (Kolloquien, Heft 75). S. 185 – 197.

The Development of Science and Scientific Communication: Justus Liebig's Two Famous Publications of 1840. – In: AMBIX. 40(1993)1, S. 1 -10.

Justus Liebig und Wilhelm Ostwald als Praktiker und Theoretiker chemischer Bildung. (1989). – In: Haeckeliana. Abhandlungen zur Wissenschaftsgeschichte (Jena). 2(1993), S. 134 – 150.

Alfred Nobels Testament von 1895 – Motive und Wirkungen. – In: Dahlemer Archivgespräche. Heft 1. Hrsg. v. Eckhart Henning. Berlin: Archiv zur Geschichte der Max-Planck-Gesellschaft 1996. S. 79 – 98.

„die Chemie – in Liebigs 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 Liebigs", 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. Siegfried Greif, Hubert Laitko u. Heinrich Parthey. Marburg: BdWi-Verlag 1998. S. 77 – 95.

Klio und Kalliope. Wissenschaft und Technik des 19. Jahrhunderts in der deutschsprachigen schöngeistigen Literatur jener Zeit. – In: Mitteilungen der Fachgruppe Geschichte der Chemie der Gesellschaft Deutscher Chemiker, Nr. 15. Frankfurt am Main 2000, S. 118 – 147.

(etw. veränderte Fassung:) Klio und Kalliope. Wissenschaft und Technik des 19. Jahrhunderts in der deutschsprachigen schöngeistigen Literatur jener Zeit. – In: Wissenschaft und digitale Bibliothek. Jahrbuch der Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 1998. Hrsg. v. Klaus Fuchs-Kittowski, Hubert Laitko, Heinrich Parthey u. Walther Umstätter. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2000. S. 107 – 134.

(mit Horst Kant): Der Bereich Wissenschaftsgeschichte des Instituts für Theorie, Geschichte und Organisation der Wissenschaft (Leitung: Prof. Dr. sc. phil. Hubert Laitko) von seinen Anfängen bis zu seiner Auflösung und zur weiteren Entwicklung seiner früheren Mitarbeiter. – In: Dahlemer Archivgespräche, Band 6. Für das Archiv der Max-Planck-Gesellschaft hrsg. v. Eckhart Henning. Berlin: Archiv der Max-Planck-Gesellschaft 2000. S. 178 – 188.

Jacobus Henricus van´t Hoff: Sein Werdegang und sein Weg nach Berlin. – In: Mitteilungen Nr. 16 der Fachgruppe Geschichte der Chemie der Gesellschaft Deutscher Chemiker, Frankfurt am Main 2002. S. 47 – 74.

Ein Niederländer in Berlin. Jacobus Henricus van´t Hoff zum 150. Geburtstag. – In: Dahlemer Archivgespräche, Band 8. Für das Archiv der Max-Planck-

Gesellschaft hrsg. v. Eckhart Henning. Berlin: Archiv der Max-Planck-Gesellschaft 2002. S. 37 – 56.

Der Brief und das Blatt. Die Entstehung wissenschaftlicher Zeitschriften aus der Gelehrtenkorrespondenz. – In: Wissenschaftliche Zeitschrift und Digitale Bibliothek: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2002. Hrsg. v. Heinrich Parthey u. Walther Umstätter. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2003. S. 47 – 59.

Wilhelm Ostwald – Ein leibhaftiger Katalysator ? Vortrag am 18. 09 2003 in Großbothen zum Symposium Wissenschaftstheorie und -organisation. Veranstaltungen zum 150. Geburtstag von Wilhelm Ostwald (2. 9. 1853 – 4. 4. 1932) im Jahre 2003. – In: Mitteilungen der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen e.V. 9(2004), Sonderheft 19. S. 37 – 62.

Friedrich Wilhelm Ostwald (1853 – 1932), nunmehr 150 Jahre jung ... – In: Angewandte Chemie. 115(2003), S. 4120 – 4126.

(Dasselbe in Englisch:) Friedrich Wilhelm Ostwald (1853-1932), Now 150 Years Young ... – In: Angewandte Chemie. Int. Ed. 42(2003) S. 3990 – 3995.

Justus Liebig (1803 – 1873): Erstrebtes, Erreichtes und mancherlei Effekte. – In: Mitteilungen Nr. 18. Fachgruppe Geschichte der Chemie der Gesellschaft Deutscher Chemiker, Frankfurt am Main 2005. S. 73 – 96.

(mit Gisela Boeck): Zum 100. Todestag von Dmitrij Ivanovic' Mendeleev (1834-1907). – In: Chemie in unserer Zeit (Viley-Weinheim). 1(2007). 12 – 20.

Schöpf, Clemens. – In: Neue Deutsche Biographie. Band 23. München-Berlin: Duncker-Humblot. S. 429 – 430.

„Man lebe in einer Zeit allgemeinsten pädagogischen Interesses …". (Veränderungen im Bildungswesen im 19. Jahrhundert sowie: Ostwald über Pädagogik). – In: Mitteilungen Nr. 19 der Fachgruppe Geschichte der Chemie der Gesellschaft Deutscher Chemiker. Frankfurt am Main 2002. S. 79 – 106.

Epigramme und („Karlsbader") Studienverse Wilhelm Ostwalds. – In: Mitteilungen Nr. 19 der Fachgruppe Geschichte der Chemie der Gesellschaft Deutscher Chemiker, Frankfurt am Main 2007. S. 145 – 169.

(mit Gisela Boeck): Vier unveröffentlichte Briefe von Dmitrij I. Mendeleev an Wilhelm Ostwald. – In: Mitteilungen Nr. 19 der Fachgruppe Geschichte der Chemie der Gesellschaft Deutscher Chemiker. Frankfurt am Main: 2007. S. 133 – 143.

Die Chemie in Berlin und die Apotheke von Ernst Christian Friedrich Schering (1824-1889). – In: Tagung „Industriekreis“ der GDCH-Fachgruppe Geschichte der Chemie 23.-25. August 2006 in Berlin. Monographie Bd. 38 Zeitzeugenberichte VII – Chemische Industrie. Frankfurt am Main: 2007. S. 361 – 369.

Hochgeehrter Herr Geheimrath ! ... Friedrich Theodor Althoffs Beziehungen zur Chemie. – In: Chemie in unserer Zeit. 42(2008).

III. Beiträge zu wissenschaftlichen Sammelbänden und Lexika

Eilhard Alfred Mitscherlich (1874-1956). – In: Biographien berühmter Biologen. Hrsg. v. Werner Plesse u. D. Rux. Berlin: Verlag Volk und Wissen 1977. S. 269 – 274.

Justus von Liebig (1803-1873). – In: Biographien bedeutender Biologen. Hrsg. v. Werner 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, S. 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 Hubert Laitko. Berlin: Dietz-Verlag 1987. S. 693 – 807.

(mit Siegfried Engels und Rüdiger 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. Siegfried Engels u. Rüdiger Stolz. Leipzig: Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie 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. Christoph Meinel u. Hartmut Scholz. Verlag Chemie Weinheim 1992. S. 141–150.

Einige Briefe von M. H. Klaproth. Eine Ergänzung der Biographie von Georg 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. Michael Engel. Berlin: Verlag für Wissenschafts- und Regionalgeschichte Dr. Michael Engel 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 Horst Kant. Berlin: Verlag für Wissenschafts- und Regionalgeschichte Dr. Michael Engel 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), Heft 2/5, Bremen-Roennebeck. S. 275 – 293.

Die unzeitgemäßen Hundsposttage ... Fragen nach einer Brieftheorie. – In: Wissenschaftliche Briefeditionen und ihre Probleme. Editionswissenschaftliches Symposion. Berliner Beiträge zur Editionswissenschaft. Hrsg. v. H. – G. Roloff. Berlin: Weidler Buchverlag 1998. S. 43 – 72.

Paul Walden – Wissenschaftler zwischen den Kulturen. – In: Wissenschaftsgeschichte in Osteuropa. Hrsg. v. A. Henning u. Jutta Petersdorf. Wiesbaden Harrassowitz-Verlag 1998. S. 149 – 163.

Jacobus Henricus van´t Hoff. His Way to Berlin. – In: Van´t Hoff and the emergence of Chemical Thermodynamics. Centennial of the first Nobel Prize for Chemistry 1901-2001. Ed. by Willem J. Hornix and S.H.W.M. Mannaerts. Delft 2001. S. 277 – 293.

Brevis libellus ... – In: Chemie – Kultur – Geschichte. Hrsg. v. A. Schürmann u. B. Weiss. Berlin-Diepholz: Verlag für Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik. 2002. S. 423 – 432.

Popularisierung und Wissenschaftssprache. Die „Chemie ... in Liebigs Munde wird sie sprachgewaltig ...“. – In: Institutions and Societies for Teaching, Research and Popularisation. Proceedings of the XXth International Congress of History of Science, Liège, 20-26 July 1997. Ed. by A. Despy-Meyer. Collection of Studies from the International Academy of the History of Science, Vol. XIX. Turnhout 2002. S. 317 – 328.

Wilhelm Ostwald (1853-1932) und Paul Walden (1863-1957) auf langem Wege. – In: Scientific proceedings of Riga technical university. 8. Serie. The Huma-

nisties and social science. History of science and higher education. Riga 2004. S. 19 – 28.

Jacobus Henricus van´t Hoff in Briefen an Svante Arrhenius. – In: Aus Wissenschaftsgeschichte und -theorie. Hubert Laitko zum 70. Geburtstag überreicht von Freunden, Kollegen und Schülern. Hrsg. v. Horst Kant u. Anette Vogt. Berlin: Verlag für Wissenschafts- und Regionalgeschichte Dr. Michael Engel 2005. S. 239 – 256.

Justus von Liebig und die Metapher. Wissenschaftssprache – Verstehensbarrieren – Popularisierung. – In: Optimismus ist eine Sache des Charakters. Kolloquium „Wissenschaft – Natur – Gesellschaft" zu Ehren des 80. Geburtstages von Frau Prof. Dr. Dorothea Goetz. Hrsg. A. Trunschke u. Wolfgang Girnus. Potsdam: Rosa-Luxemburg-Stiftung Brandenburg 2006. S. 21 – 32.

IV. Rezensionen und Berichte

Rezension zu: A. L 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 Hubert Laitko): Rezension zu: Kojai Yoshishige: Sovremennaja Filosofija. Zametki o duche Jamato. Moskva 1974, russ. – In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie (Berlin). 24(1970)3, S. 361 – 365.

(mit Hubert Laitko): Rezension zu: P. E. Sivokon / V. M. Leontjev: Estestvoznanija razvitii 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.

Rezension zu: Wissenschaftsforschung. Jahrbuch 1994/95. Hrsg. von H. Laitko, H. Parthey u. J. Petersdorf. Marburg/L., BdWI-Verlag 1996, 306 S. – In: Jahrbuch für Brandenburgische Landesgeschichte. Bd. 47, 1996, S. 234 f.

Rezension zu: Harenberg-Lexikon der Nobelpreisträger. Alle Preisträger von 1901 bis heute. Ihre Leistung, ihr Leben, ihre Wirkung. Dortmund: Harenberg, 1998, 703 S. – In: Herold-Jahrbuch. Neue Folge. 4. Band. Verlag Degener & Co., Neustadt a. d. Aisch 1999, S. 234 – 237

Rezension zu: Günther Beer: Die chemischen Dissertationen der Universität Göttingen 1734 – 1900. Eine Bibliographie. Göttingen: Verlag Museum der Chemie, 1998, 216 S. – In: NTM. Internationale Zeitschrift für Geschichte und Ethik der Naturwissenschaften, Technik und Medizin. (1999)4, S. 263 – 264.

(mit Gisela Boeck): Rezension zu: De Artes Chemiae. Chemiker und Chemie an der Alma mater Lipsiensis. Kunstschätze, Buchbestände und Archivdokumente der Universität Leipzig und anderer Sammlungen. Von Lothar Beyer und Rainer Behrends. Passage-Verlag, Leipzig 2003. 224 Seiten. – In: Angewandte Chemie 2003 – 115/44, S. 5544 –5545.

Rezension zu: Wilhelm Ostwald. Eine Kurzbiografie. By Jan-Peter Domschke and Karl Hansel. (Mitteilungen der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen e.V., Sonderheft 10). Pp. 92, ill. Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft: Großbothen. 2000. – In: AMBIX. 50(2003), S. 133 – 134.

Rezension zu: Wilhelm Ostwald. Lebenslinien – Eine Selbstbiographie. Nach der Ausgabe von 1926/27 hrsg. und kommentiert von Karl Hansel. Hirzel Verlag Stuttgart/Leipzig 2003, 626 Seiten. – In: Angewandte Chemie. 116(2004)33, S. 4349 – 4350.

Rezension zu: Lothar Beyer: Vom Doktoranden zum bedeutenden Chemiker. Passage-Verlag, Leipzig, 200 Seiten, 84 Abb. – In: Chemie in unserer Zeit. 3(2006), S. V.

Rezension zu: Neubauer, Alfred: Bittere Nobelpreise. – In: NTM. Zeitschrift für Geschichte der Naturwissenschaft, Technik und Medizin. 17(2007), S. 78 – 79.

Publikationen der Mitglieder im Jahre 2007

Gerhard Banse (Hrsg.): Technological and environmental policy – Studies in Eastern Europe. Berlin: edition sigma 2007. 312 Seiten.

Gerhard Banse & Andrzej Kiepas (Hrsg.)[1]: Nachhaltige Entwicklung in Polen und Deutschland. Landwirtschaft – Tourismus – Bildung. Berlin: edition sigma 2007. 296 Seiten.

Gerhard Banse, Armin Grunwald, Imre Hronszky & Gordon Nelson (Hrsg.): Accessing Societal Implications of Concerning Technological Development. Berlin: edition sigma 2007. 336 Seiten.

Gerhard Banse & Monika Bartikova (Hrsg.): e-learning? – e-learning! Berlin: trafo-Verlag 2007. 200 Seiten.

Gerhard Banse & Monika Bartikova (Hrsg.): Bio- und Medizinethik in Ländern Mittel- und Osteuropas. Thematisches Heft der Zeitschrrift Teorie ve'dy. Casssopis pro thorii ve'dy, techniky a komunikace / Theory of sccience. Journal for the theory of sccieence, technology & communication. 16(200)1, 74 Seiten.

Gerhard Banse: Technikwissenschaften – Wissenschaften vom Machen. – In: Wissenschaft und Technik in theoretischer Reflexion: Jahrbuch Wissenschaftsforschung 2006. Hrsg. v. *Heinrich Parthey* u. *Günter Spur*. Frankfurt am Main: Peter Lang Europäischer Verlag der Wissenschaften 2007. S. 131 – 150.

Gerhard Banse: Über Tabus und Tabuisierungen. – In: Tabus und Grenzen der Ethik. Hrsg. v. Michael Fischer u. Reinhard Kacianka. Frankfurt am Main: Peter Lang Europäischer Verlag der Wissenschaften 2007. S. 13 – 31.

Gerhard Banse: Bildung für nachhaltige Entwicklung. Einführende Bemerkungen. – In: Nachhaltige Entwicklung in Polen und Deutschland. Landwirtschaft – Tourismus – Bildung. Hrsg. v. Gerhard Banse u. Andrzej Kiepas. Berlin: edition sigma 2007. S. 259 – 262.

Gerhard Banse: Schlussworte. – In: Zwischen Utopie und Risiko. Technik-Konzepte im europäischen Integrationsprozess. Kolloquium für *Gerhard Banse*.

1 Kursiv: Mitglieder der Gesellschaft für Wissenschaftsforschung

Hrsg. v. Hans-Joachim Petsche, Irene Krebs u. Uwe Meinberg. Berlin: trafo 2007. S. 105 – 112.

Gerhard Banse & C. Lorenz: Technikfolgenabschätzung und „Ubiquitous Computing“ – Sensorsysteme im Spannungsfeld zwwischen technischem Fortschritt und gesellschaftlicher Entwicklung. – In: Theoria cum praxi. (Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät, Band 90). Hrsg. von der Leibniz-Sozietät. Berlin: Trafo 2007. S. 237 – 256.

Gerhard Banse & Ernst-Otto Reher: Zum 200. Jahrestag des „Entwurfs der Allgemeinen Technologie“ von Johann Beckmann. – In: Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät, Band 92. Hrsg. von der Leibniz-Sozietät. Berlin: Trafo 2007. S. 153 – 166.

Gerhard Banse (Rezension): Matthias Heymann; Kunst und Wissenschaft in der Technik des 20. Jahrhunderts, Zur Geschichte der Konstruktionswissenschaft. Zürich: Chronos 2005. – In: Technikgeschichte. 74(2007)2, S. 178 – 180.

Lorenz Friedrich Beck & *Hubert Laitko* (Hrsg.): Dahlemer Archivgespräche begründet von Eckart Henning. Band 12. Berlin: Archiv der Max-Planck-Gesellschaft 2007. 320 Seiten.

Rüdiger vom Bruch & *Lorenz Friedrich Beck* (Hrsg.): Pallas Athene, Band 17: Anette Vogt, Vom Hintereingang zum Hauptportal? Lise Meitner und ihre Kolleginnen an der Berliner Universität und in der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft. Stuttgart: Franz Steiner Verlag 2007. 550 Seiten.

Manfred Bonitz: Spontaneity of Consciousness: V. V. Nalimov‘s Most Ingenious Book. – In: Proceedings 11th Conference of the International Society for Scientometrics and Informetrics. June 25 – 27. 2007. Ed. by D. Torres Salinas and H. F. Moed. Madrid: CSIC 2007. S. 832 – 833.

Klaus Fischer, Hamid Reza Yousefi, Ina Braun & Wolfgang Gantke (Hrsg.): Wege zur Religionswissenschaft. Eine interkulturelle Orientierung. Nordhausen: Bautz Verlag 2007. 341 Seiten.

Klaus Fischer, Hamid Reza Yousefi, Rudolf Lüthe & Peter Gerdsen (Hrsg.): Wege zur Wissenschaft. Nordhausen: Bautz Verlag 2007. 403 Seiten.

Klaus Fischer: Innovation als chaotischer Prozess. – In: Wissenschaft und Technik in theoretischer Reflexion: Jahrbuch Wissenschaftsforschung 2006. Hrsg. v. *Heinrich Parthey* u. *Günter Spur*. Frankfurt am Main: Peter Lang Europäischer Verlag der Wissenschaften 2007. S. 177 – 197.

Klaus Fischer: Fehlfunktionen der Wissenschaft. – In: Erwägen – Wissen – Ethik (Stuttgart) 18(2007)1, S. 3 – 16.

Klaus Fischer: Kein Blick von nirgendwo – Über Wissenschaft, subsystemische Codes und pathologische Interpenetration. – In: Erwägen – Wissen – Ethik (Stuttgart). 18(2007)1, S. 65 – 76.

Klaus Fischer: Was ist Kultur und wem gehört sie? – In: Orthafte Ortlosigkeit der Philosophie. Festschrift für Ram Adhar Mall zum 70. Geburtstag. Hrsg. v. Hamid Reza Yousefi et al. Nordhausen: Bautz Verlag 2007. S. 253 – 268.

Klaus Fischer: Technische Wissenschaften – der Weg zu einem besseren Leben? – In: Vom Nutzen der Wissenschaften (Wissenschaft – Bildung – Politik, Band 10. Hrsg. v. d. Österreichischen Forschungsgemeinschaft). Hrsg. v. Walter Berka u. Heinrich Schmidinger. Wien-Köln-Weimar: Böhlau-Verlag 2007. S. 47 – 74.

Klaus Fischer: Wissenschaft und Subjekt. Nicht-algorithmisierbare Faktoren des Forscherhandelns. – In: Wege zur Wissenschaft. Hrsg. v. Hamid Reza Yousefi, *Klaus Fischer*, Rudolf Lüthe u. Peter Gerdsen. Nordhausen: Bautz Verlag 2007. S. 187 – 222.

Klaus Fischer: Selbstbeschreibung und Fremdbeschreibung: Das Realexperiment als wissenschaftliche Metapher. – In: Erwägen – Wissen – Ethik. 18(2007), S. 366 – 368.

Klaus Fuchs-Kittowski: Zur (informatischen) Modellbildung im Methodengefüge der Wissenschaft – Zur revolutionären Rolle der Methoden in der Wissenschaft. – In: Wissenschaft und Technik in theoretischer Reflexion: Jahrbuch Wissenschaftsforschung 2006. Hrsg. v. *Heinrich Parthey* u. *Günter Spur*. Frankfurt am Main: Peter Lang Europäischer Verlag der Wissenschaften 2007. S. 31 – 77.

Klaus Fuchs-Kittowski: Zum „Für und Wider“ die Kybernetik und zur Entwicklung der Kybernetik II. Ordnung. – In: Kybernetik steckt den Osten an – Aufstieg und Schwierigkeiten einer interdisziplinären Wissenschaft in der DDR. Hrsg. v. Frank Dittmann u. Rudolf Seising. Berlin: trafo Verlag 2007. S. 291 – 321.

Klaus Fuchs-Kittowski: Zur Herausbildung von Sichtweisen der Informatik in der DDR unter dem Einfluss der Kybernetik I. und II. Ordnung. – In: Kybernetik steckt den Osten an – Aufstieg und Schwierigkeiten einer interdisziplinä-

ren Wissenschaft in der DDR. Hrsg. v. Frank Dittmann u. Rudolf Seising. Berlin: trafo Verlag 2007. S. 323 – 380.

Klaus Fuchs-Kittowski: Grundlinien des Einsatzes der modernen Informations- und Kommunikationstechnologien in der DDR – Wechsel der Sichtweisen zu einer am Menschen orientierten Informationssystemgestaltung. – In: Informatik in der DDR – eine Bilanz – Tagungsband zu den Symposien 7. bis 9. Oktober 2004 in Chemnitz 11. bis 12. Mai 2006 in Erfurt. Hrsg. v. Friedrich Naumann u. Gabriele Schade. GI-Edition Lectures Notes in Informatics, S. 55 – 70.

Klaus Fuchs-Kittowski: Orientierungen der Informatik in der DDR. Zur Herausbildung von Sichtweisen für die Gestaltung automatenunterstützter Informationssysteme und zum Ringen um eine sozial orientierte Informatik. – In: Informatik in der DDR – eine Bilanz – Tagungsband zu den Symposien 7. bis 9. Oktober 2004 in Chemnitz 11. bis 12. Mai 2006 in Erfurt. Hrsg. v. Friedrich Naumann u. Gabriele Schade. GI-Edition Lectures Notes in Informatics, S. 392 – 420.

Frank Fuchs-Kitowski & *Klaus Fuchs-Kittowski*: Knowledge Management between Provition and Generation of Knowledge. – In: Knowledge Management: Innovation, Technology and Cultures. Ed. by Christian Stary, Franz Barachini and Suliman Hawamdeh. London, Singapore, Beijing et all.: World Scientific Publishing . S. 165 – 175.

Klaus Fuchs-Kittowski & Wladimir Bodrow: Knowledge Sharing and Creation in Social Organization. – In: IT Towards Empowerment. Bangkok, Thailand, November 2007, Proceedings. S. 72 – 74.

Klaus Fuchs-Kittowski: Die Vision einer nachhaltigen Informationsgesellschaft im Wirken von Horst Junker. – In: Festschrift zum 65. Geburtstag von Prof. Dr. Horst Junker. Studiengänge Betriebliche Umweltinformatik und Wirtschaftsinformatik der Fachhochschule für Technik und Wirtschaft Berlin. 31. März 2007. S. 3 – 24.

Klaus Fuchs-Kittowski: Dialektik und Kybernetik des Lebenden und des Sozialen – Zur organisierenden Wirkung der Information und zur Ambivalenz der Wirkungen moderner Informationstechnologien. – In: Unterschied und Widerspruch – Perspektiven auf das Werk von Hans Heinz Holz. Hrsg. v. Christoph Hubig u. Jörg Zimmermann. Köln: Verlag Jürgen Dinter 2007. S. 141 – 159.

Klaus Fuchs-Kittowski: Das hohe Gut der Menschen- und Bürgerrechte darf nicht angetastet werden! – In: FIfF- Kommunikation. 4/2007, S. 46 – 48.

Klaus Fuchs-Kittowski, Hans A. Rosenthal & Andé Rosenthal: Die Entschlüsselung des Humangenoms – ambivalente Auswirkungen auf Gesellschaft und Wissenschaft – Vortrag im Plenum der Leibniz-Sozietät am 14. September 2006. – In: Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften, Band 92, Jahrgang 2007, S. 7 – 22.

Klaus Fuchs-Kittowski & Hans Alfred Rosenthal: Biosemiotics, Bioinformatics and Responsibility. – In: Biosemiotics in Transdisciplinary Context. Proceedings of the Gathering in Biosemiotics 6, Salzburg 2006. Ed. by Günter Witzany. Salzburg: UMWEB Publications 2007.

Klaus Fuchs-Kittowski & Hans Alfred Rosenthal: Biosemiotics, Bioinformatics and Responsibility. – In: Ambivalent Consequences of the Deciphering of the Human Genome for Society and Science, triple C 5 (2007)2. S. 87 – 100.

Jochen Gläser: Wissenschaftliche Produktionsgemeinschaften. Frankfurt am Main: Campus 2007.

Jochen Gläser & Stefan Lange: Wissenschaft. – In: Handbuch Governance. Theoretische Grundlagen und empirische Anwendungsfelder. Hrsg. v. Arthur Benz, Susanne Lütz, Uwe Schimank u. Georg Simonis. Wiesbaden: VS Verlag 2007. S. 437 – 451.

Stefan Gradmann: Verbreitung vs. Verwertung. Anmerkungen zu Open Access, zum Warencharakter wissenschaftlicher Informationen und zur Zukunft des elektronischen Publizierens. – In: Integrität wissenschaftlicher Publikationen in der Digitalen Bibliothek: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2007. Hrsg. v. *Frank Havemann*, *Heinrich Parthey* u. *Walther Umstätter*. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2007. S. 93 –106.

Stefan Gradmann: Open Access – einmal anders! Zu den spezifischen Funktionsbedingungen wissenschaftlichen Publizierens in den Geisteswissenschaften. – In: Zeitschrift für Bibliothekswesen und Bibliographie. 54(2007) 4/5, S. 170 – 173.

Stefan Gradmann: Finanzierung von Open-Access-Modellen. – In: Open Access. Chancen und Herausforderungen – ein Handbuch. Hrsg. v. der Deutschen UNESCO-Kommission. Bonn: UNESCO-Kommission 2007. S. 42 – 45.

Martin Gennis, *Stefan Gradmann* & Stefanie Winklmeier: IDM@eCampus.HH. Identity Management am Hochschulstandort Hamburg. – In: Integriertes Informationsmanagement an Hochschulen – Quo Vadis Universität 2.0? Hrsg. v. Martin Gaedke u. Rolf Borgeest. Karlsruhe: Universitätsverlag Karlsruhe 2007. S. 91 – 107.

Siegfried Greif: Erfindungen im Spektrum wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Strukturenund Entwicklungen – theoretische Grundlagen und empirische Befunde. – In: Wissenschaft und Technik in theoretischer Reflexion: Jahrbuch Wissenschaftsforschung 2006. Hrsg. v. *Heinrich Parthey* u. *Günter Spur*. Frankfurt am Main: Peter Lang Europäischer Verlag der Wissenschaften 2007. S. 151 – 175.

Elke Greifenender: Magisterstudenten auf dem Abstellgleis: Fähigkeiten und Einsatzmöglichkeiten von Absolventen der Bibliotheks- und Informationswisseenschaft. – In: Bibliotheksdienst. 41(2007)6, S. 624 – 629.

Elke Greifeneder & *Michael Seadle*: Die Kunst des Beobachtens. Wie man Digitale Bibliotheken mit ethnografischen Methoden evaluiert. – In: Zeitschrift für Bibliothekswesen und Bibliographie. Forum Bibliothek und Information. 59 (2007)11/12), S. 835 – 838.

Michael Seadle & *Elke Greifeneder*: Envisioning an iSchool Curriculum. – In: Information Research, 12(2007)4.

Michael Seadle & *Elke Greifeneder*: Defining a digital library. – In: Library High Tech . 25(2007)2, S. 169 – 173.

Frank Havemann, *Heinrich Parthey* & *Walther Umstätter* (Hrsg.): Integrität wissenschaftlicher Publikationen in der Digitalen Bibliothek: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2007. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2007. 296 Seiten.

Frank Havemann & Andrea Kaufmann: Vergleich des Publikationsverhaltens von Natur- und Sozialwissenschaftlern. – In: Integrität wissenschaftlicher Publikationen in der Digitalen Bibliothek: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2007. Hrsg. v. *Frank Havemann, Heinrich Parthey* u. *Walther Umstätter*. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2007. S. 167 – 178.

Bettina Behrendt & *Frank Havemann*: Beschleunigung der Wissenschaftskommunikation durch Open Access und neue Möglichkeiten der Qualitätssicherung. – In: Integrität wissenschaftlicher Publikationen in der Digitalen Bibliothek: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2007. Hrsg. v. *Frank Havemann*,

Heinrich Parthey u. *Walther Umstätter*. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2007. S. 137 – 158.

Horst Kant: Von den falschen Transuranen zur Kernspaltung – die Atomphysiker Enrico Fermi und Lise Meitner. – In: Italien und Europa. Der italienische Beitrag zur europäischen Kultur. Hrsg. v. Franziska Meier u. Italien-Zentreum der Universität Insbruck. Insbruck: Studienverlag Insbruck. S. 171 – 186.

Horst Kant: Eine prominente Persönlichkeit der Berliner Physik. Zum 120. Geburtstag des Nobelpreisträegers Gustav Hertz. – In: Humboldt – Die Zeitung der Alma mater berolinensis. 51(2006/07) vom 5. Juli 2007, S. 7.

Horst Kant: Paul Guthnieck (S. 451 – 451); August Kopff (S. 652): Oliver Lodge (S. 703 – 704); Robert Mayer (S. 754 – 755); Jean B. Perrin (S. 889 – 890); Ernest Rutherford (S. 996 – 997); Christoph Scheiner (S. 1018); Georg P. Thomson (S. 1139 – 1140). – In: Biographical Encyclopedia of Astronomers. Vol 1+2. Ed. by Thomas Hockey et al. Berlin: Springer Verlag 2007.

Jürgen Renn & *Horst Kant*: Erfolge abseits des Mainstreams. – In: MaxPlanck-Forschung. (2007)3, S. 14 – 18. [englisch als: Succeedings Outside the Mainstreams. – In: MaxPlanckResearch. (2007)4, S. 14 – 18.

Horst Kant: Rezension zu Physiker zwischen Autonomie und Anpassung. Die Deutsche Physikalische Gesellschaft im Dritten Reich. Hrsg. v. Dieter Hoffmann u. M. Walker. Weinheim 2006. – In: Physik Journal. 6(2007)7, S. 57.

Klaus Kornwachs (Hrsg.): Bedingungen und Triebkräfte technologischer Innovationen. Beiträge aus Wissenschaft und Wirtschaft. Reihe: actech diskutiert. Berlin-München: Acatech 2007. Auch: Berlin: Stiftung Brandenburger Tor 2007. 300 Seiten.

Klaus Kornwachs: Was treibt die Technik an: Macht – Markt – Moral? – In: Bedingungen und Triebkräfte technologischer Innovationen. Beiträge aus Wissenschaft und Wirtschaft. Beiträge der gemeinsamen Workshops von acatech und Stiftung Brandenburger Tor in den Jahren 2006 und 2007. Reihe: actech diskutiert. Hrsg. v. *Klaus Kornwachs*. Berlin-München: Acatech 2007. Auch: Berlin: Stiftung Brandenburger Tor 2007. S. 21 – 33.

Klaus Kornwachs: Technik ergänzt und verdrängt Arbeit. – In: Bedingungen und Triebkräfte technologischer Innovationen. Beiträge aus Wissenschaft und Wirtschaft. Reihe: actech diskutiert. Hrsg. v. *Klaus Kornwachs*. Berlin-München: Acatech 2007. Auch: Berlin: Stiftung Brandenburger Tor 2007. S. 171 – 186.

Klaus Kornwachs: Kreativität setzt Kompetenz voraus. – In: Bedingungen und Triebkräfte technologischer Innovationen. Beiträge aus Wissenschaft und Wirtschaft. Reihe: acatech diskutiert. Hrsg. v. *Klaus Kornwachs*. Berlin/München: Acatech 2007. S. 289 – 291.

Klaus Kornwachs: Kapital und Arbeit – warum wir Marx wieder lesen sollten. – In: Humanökologie und Kapitalismuskritik. Band zur Vortragsreihe des Humanökologischen Zentrums der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus 2005-2006. Aktuelle Reihe 1, Hrsg. v. W. Schluchter u. F. J. Rademacher. Cottbus 2007. S. 111 – 142.

Klaus Kornwachs: Vulnerability of converging technologies – the example of ubiquitous computing. – In: Converging Technologies. Ed. by Gerhard Banse u. Imre Hronszky. Berlin: Edition Sigma 2007. S. 55 – 88.

Klaus Kornwachs: Laudatio für *Gerhard Banse*. – In: Zwischen Utopie und Risiko – Technikkonzepte im europäischen Integrationsprozess. Kolloquium für *Gerhard Banse*. Hrsg. v. Hans-Joachim Petsche, Irene Krebs u. Uwe Meinberg. Berlin: Trafo 2007. S. 87 – 98.

Klaus Kornwachs: Pragmatic Information and the Generation of Knowledge. – In: Interdisciplinary Approaches to a New Understaanding of Cognition and Consciousness. (Vigoni Conference 1997). Ulm: Universitätsverlag Ulm 2007. S. 73 – 114.

Divy Srivastava, Ramesh Kundra & *Hildrun Kretschmer* (Eds.): Book of Papers of Third International Conference on Webometrics, Informetrics, Scientometrics and Science and Society & Eighth COLLNET Meeting, COLLNET 2007, March 6-9, 2007, New Delhi. Sonu Printing Press Pvt. Ltd.: New Delhi.

Hildrun Kretschmer, Uta Kretschmer, Theo Kretschmer: Reflection of Co-authorship Networks in the Web: Web Hyperlinks versus Web Visibility Rates. – In: Scientometrics. 70(2007)2, S. 519 – 540.

Hildrun Kretschmer & Theo Kretschmer: Lotka's Distribution and Distribution of Co-Author Pairs' Frequencies. – In: Journal of Informetrics. 1(2007), S. 308 – 337.

Hildrun Kretschmer & Theo Kretschmer: A New Centrality Measure for Social Network Analysis Applicable to Bibliometric and Webometric Data. – In: COLLNET Journal of Scientometrics and Information Management. 1(2007) 1(2007), S. 1 – 7.

Hildrun Kretschmer & Theo Kretschmer: Lotka's distribution and distribution of co-author pairs. – In: Book of Papers of Third International Conference on Webometrics, Informetrics, Scientometrics and Science and Society & Eighth COLLNET Meeting, COLLNET 2007, March 6-9, 2007, New Delhi. Ed. by Divy Srivastava, Ramesh Kundra and *Hildrun Kretschmer*. New Delhi: Sonu Printing Press Pvt. Ltd. 2007. S. 164 – 176.

Hildrun Kretschmer & Theo Kretschmer: Distribution of co-author pairs frequencies of the Journal of Biological Chemistry explained as social Gestalt. – In: Proceedings of the 11th International Conference of the Society for Scientometrics and Informetrics, CSIC, Madrid, Spain, June 25-27, 2007. Ed. by Daniel Torres-Salinas and Henk F. Moed. Madrid: CINDOC, CSIC 2007. S. 870 – 871.

Haiyan Haiyan, *Hildrun Kretschmer* & Zeyuan Liu: The structure of scientific collaboration networks in Scientometrics. – In: Doctoral Program in Science Studies and S&T Management, Dalian University of Technology 2007, S. 16 – 26.

Liming Liang, Lin Zhang, *Hildrun Kretschmer* & *Andrea Scharnhorst*: Geographical and lingual presference in scientific collaboration of the European Union (1994-2003). – In: Doctoral Program in Science Studies and S&T Management, Dalian University of Technology 2007, S. 38 – 48.

Li-Chin Yin, *Hildrun Kretschmer*, Robert A. Hanneman & Liu Zeyuan: Dynamic evolution of citation network topology: The development of Scientometrics journal. – In: Doctoral Program in Science Studies and S&T Management, Dalian University of Technology 2007, S. 93 – 101.

Lorenz Friedrich Beck & *Hubert Laitko* (Hrsg.): Dahlemer Archivgespräche begründet von Eckart Henning. Band 12. Berlin: Archiv der Max-Planck-Gesellschaft 2007. 320 Seiten.

Hubert Laitko: „Weltbetrieb der Wissenschaft". Reflexionen und Streiflichter vom Beginn des deutsch-amerikanischen Professorenaustausches 19905/06. – In: Dahlemer Archivgespräche begründet von Eckart Henning. Band 12. Für das Archiv der Max-Planck-Gesellschaft hrsg. v. *Lorenz Friedrich Beck* u. *Hubert Laitko*. Berlin: Archiv der Max-Planck-Gesellschaft 2007. S. 44 – 130.

Hubert Laitko & Martin Guntau: Disziplinbegriff und disziplinäre Gliederung der Wissenschaft – Relevanz und Relativität. – In: Lebenswissen. Eine Einfüh-

rung in die Geschichte der Biologie. Hrsg. v. Ekkehard Höxtermann u. Hartmut H. Hilger. Rangsdorf: Natur & Text 2007. S. 32 – 59.

Hubert Laitko: Die DDR als Wissenschaftsstandort: Gegenstand historischer Analyse und komparativer Bewertung. – In: Zur Geschichte wissenschaftlicher Arbeit im Norden der DDR 1945 bis 1990. – 100. Veranstaltung der Rostocker Wissenschaftshistorischen Kolloquien. 23. u. 24. Februar 2007 Rostock-Warnemünde. Hrsg. v. Martin Guntau, Michael Herms u. Werner Pade. O.O. [Rostock]: Rosa-Luxemburg-Stiftung Regionalbüro Mecklenburg-Vorpommern 2007. S. 10 – 37.

Hubert Laitko: Zur Institutionalisierung der Wissenschaftsforschung in der DDR um 1970. Die Gründung des IWTO. – In: Soziologische Zeitgeschichte. Helmut Steiner zum 70. Geburtstag. Hrsg. v. Nikolai Genov u. Reinhard Kreckel. Berlin: edition sigma 207. S. 111 – 146.

Hubert Laitko: Theorie und Programm: Zum Verhältnis von Deskriptivem und Präskriptivem (Normativem) im Nachhaltigkeitskonzept. – In: Theoretische Grundlagen nachhaltiger Entwicklung. Beiträge und Diskussionen. Seminar des Gesprächskreises Nachhaltigkeit der Rosa-Luxemburg-Stiftung am 17./18. Mai 2006. Hrsg. v. Klaus Meier u. Evelin Wittich. Berlin: Karl Dietz Verlag 2007. S. 87 – 146.

Hubert Laitko: Eine Akademie sieht ihre Vergangenheit. Das Beispiel der Akademie der Wissenschaften der DDR. – In: Vom Umgang mit der Vergangenheit: Ein deutsch-italienischer Dialog. Come affrontare il passato? Un dialogo italo-tedesco. Hrsg. v. Cristiane Liermann, Marta Margotti, Bernd Sösemann u. Franceso Traniello. Tübingen: Max Niemeyer Verlag 2007. S. 211 – 222.

Hubert Laitko (Rezension): Gelehrte im Für und Wider. Briefwechsel zwischen Adolf v. Baeyer und Wilhelm Ostwald (mit Briefen von und an Victor Meyer) sowie Briefwechsel zwischen Wilhelm Ostwald und Richard Abegg (mit Briefen oder Briefausschnitten von Fritz Haber und Clara Immerwahr sowie an Svante Arrhenius). Mit einer Einleitung: Chemieausbildung in Deutschland um die Wende vom 19. zum 20. Jahrhundert. Hrsg. v. Regine Zott. Münster, Hamburg u. London 2002. – In: Ambix. 54(2007)1, S. 103 – 104.

Karlheinz Lüdtke: Wirksamkeit wissenschaftlicher Kontroversen für die Entwicklung wissenschaftlichen Wissens: zur Geschichte der Geschwulstforschung. – In: Wissenschaft und Technik in theoretischer Reflexion: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2006. Hrsg. v. *Heinrich Parthey* u. *Günter Spur*. Frankfurt

am Main: Peter Lang Europäischer Verlag der Wissenschaften 2007. S. 79 – 101.

Heinrich Parthey & *Günter Spur* (Hrsg.): Wissenschaft und Technik in theoretischer Reflexion: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2006. Frankfurt am Main: Peter Lang Europäischer Verlag der Wissenschaften 2007. 248 Seiten.

Frank Havemann, *Heinrich Parthey* & *Walther Umstätter* (Hrsg.): Integrität wissenschaftlicher Publikationen in der Digitalen Bibliothek: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2007. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2007. 296 Seiten.

Heinrich Parthey: Forschungssituation und Forschungsinstitut – Analyse ihrer Formen und Beziehungen. – In: Wissenschaft und Technik in theoretischer Reflexion: Jahrbuch Wissenschaftsforschung 2006. Hrsg. v. *Heinrich Parthey* u. *Günter Spur*. Frankfurt am Main: Peter Lang Europäischer Verlag der Wissenschaften 2007. S. 9 – 30.

Heinrich Parthey: Authentizität und Integrität wissenschaftlicher Publikationen in der Digitalen Bibliothek. – In: Integrität wissenschaftlicher Publikationen in der Digitalen Bibliothek: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2007. Hrsg. v. *Frank Havemann*, *Heinrich Parthey* & *Walther Umstätter*. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2007. S. 71 – 92.

Heinrich Parthey: Authentizität und Integrität wissenschaftlicher Publikationen. – In: Erwägen – Wissen – Ethik (Stuttgart) 18(2007)1, S. 50 – 51.

Heinrich Parthey: Problemtheorie und Methodentheorie der Wissenschaft in „Rostocker philosophische Manuskrripte“ 1964 bis 1990. – In: Zur Geschichte wissenschaftlicher Arbeit im Norden der DDR 1945 bis 1990. – 100. Veranstaltung der Rostocker Wissenschaftshistorischen Kolloquien. 23. u. 24. Februar 2007 Rostock-Warnemünde. Hrsg. v. Martin Guntau, Michael Herms u. Werner Pade. O.O. [Rostock]: Rosa-Luxemburg-Stiftung Regionalbüro Mecklenburg-Vorpommern 2007. S. 149 – 160.

Jochen Richter & Axel Schmetzke: Hugo Rheinhold's philosophizing monkey – a modern Owl of Minerva. – In: NTM International Journal of History and Ethics of Natural Sciences, Technology and Medicine. 15(2007)2, S. 81 – 97.

Jochen Richter: Pantheon of Brains – The Moscow Brain Research Institute. – In: Journal of the History of the Neurosciences 16(2007)1/2, S. 136 – 149.

Jochen Richter: Review of Ulrike Eisenberg: Vom "Nervenplexus" zur "Seelenkraft" – Werk und Schicksal des Berliner Neurologen Louis Jacobsohn-Lask (1863-1940). Frankfurt a. M.: Europäischer Verlag der Wissenschaften 2005 (= Berliner Beiträge für Wissenschaftsgeschichte, vol. 10). – In: Journal of the History of the Neurosciences. 16(2007)1/2, S. 225 – 227.

A. Beaulieu, *Andrea Scharnhorst* and Paul Wouters: Not another case study: a middle-range interrogation of ethnography in the study of e-science. – In: Science, Technology & Human Values. 32(2007), S. 672 – 692.

Paul Wouters, K. Vann, *Andrea Scharnhorst*, M. Ratto, I. Hellsten, J. Fry, and A. Beaulieu: Messy shapes of knowledge – STS explores informatization, new media, and academic work. The Virtual Knowledge Studio. – In: The Handbook of Science and Technology Studies. Edited by E. J. Hackett, O. Amsterdamska, M. Lynch and J. Wajcman. Cambridge, MA, USA: MIT Press 2007. S. 319 – 352.

I. Hellsten, R. Lambiotte, *Andrea Scharnhorst*, M. Ausloos: Self-citations, co-authorships and keywords: A new method for detecting scientists' field mobility? – In: Scientometrics. 72 (2007) 3. S. 469 – 486.

I. Hellsten, R. Lambiotte, *Andrea Scharnhorst*, M. Ausloos: Self-citations networks as traces of scientific careers. – In: Proceedings of the ISSI 2007, 11th International Conference of the International Society for Scientometrics and Informetrics, CSIC, Madrid, Spain, June 25-27, 2007. Ed. by D. Torres-Salinas; H. Moed, Vol. 1, S. 361 – 367.

Liming Liang, Lin Zhang, *Hildrun Kretschmer* & *Andrea Scharnhorst*: Geographical and lingual presference in scientific collaboration of the European Union (1994-2003). – In: Doctoral Program in Science Studies and S&T Management, Dalian University of Technology 2007, S. 38 – 48.

Elke Greifeneder & *Michael Seadle*: Die Kunst des Beobachtens. Wie man Digitale Bibliotheken mit ethnografischen Methoden evaluiert. – In: Zeitschrift für Bibliothekswesen und Bibliographie. – Forum Bibliothek und Information. 59 (2007)11/12). S. 835 – 838.

Michael Seadle & *Elke Greifeneder*: Envisioning an iSchool Curriculum. – In: Information Research.12(2007)4. S. – .

Michael Seadle & *Elke Greifeneder*: Defining a digital library. – In: Library High Tech . 25(2007)2, S. 169 – 173.

Günter Spur, R. Federspiel & S. Salem: Zur Gründungsgeschichte der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 2007. 99 Seiten.

Heinrich Parthey & *Günter Spur* (Hrsg.): Wissenschaft und Technik in theoretischer Reflexion: Jahrbuch Wissenschaftsforschung 2006. Frankfurt am Main: Peter Lang Europäischer Verlag der Wissenschaften 2007. 248 Seiten.

Günter Spur: Erscheinungsformen und Modelle technischer Systeme: Beitrag zur theoretischen Begründung der Technikwissenschaften. – In: Wissenschaft und Technik in theoretischer Reflexion: Jahrbuch Wissenschaftsforschung 2006. Hrsg. v. *Heinrich Parthey* u. *Günter Spur*. Frankfurt am Main: Peter Lang Europäischer Verlag der Wissenschaften 2007. S. 103 – 130.

Günter Spur: Nachhaltige Innovationen als Herausforderung der Technik. – In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb. 102(2007)1/2, S. 6 – 7.

Günter Spur: Wandlungsfähigkeit von Produktionssystemen. – In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb. 102(2007)3, S. 96 – 97.

Günter Spur: Kritik der logistischen Vernunft. – In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb. 102(2007)5, S. 254 – 259.

Günter Spur: Werkzeugmaschinenbau im internationalen Wettbewerb. – In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb. 102(2007)7/8, S. 410 – 411.

*Günter Spu*r: Führungsqualität als Wettbewerbsfaktor. – In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb. 102(2007)9, S. 500 – 501.

Günter Spur: Technologische Komplexität als Herausforderung. – In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb. 102(2007)10, S. 606 – 607.

Günter Spur: Akademie der Technikwissenschaften – ein Netzwerk der innovativen Vernunft. – In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb. 102(2007) 11, S. 698 – 699.

Günter Spur: Innovationsfähigkeit durch psychosoziale Kompetenz. – In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb. 102(2007)12, S. 803.

Günter Spur: Gesundheitstechnologien als Exportfaktor. – In: e-Health im Spannungsfeld zwischen Entwicklung und Anwendung. Hrsg. v. K. Jähn, M. Reiher u. E. Nagel. Berlin: Akademische Verlagsgesellschaft 2007. S. 171 – 181.

Günter Spur & E. Uhlmann: – In: Dubbel – Taschenbuch für den Maschinenbau. 22. Auflage. Hrsg. v. Karl H. Grote u. J. Feldhusen. Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag 2007.

Günter Spur: Produktion (Kapitel L). – In: Hütte – Das Ingenieurwissen. 33. Auflage. Hrsg. v. H. Czichos & M. Hennecke. Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag 2007.

Frank Havemann, *Heinrich Parthey* & *Walther Umstätter* (Hrsg.): Integrität wissenschaftlicher Publikationen in der Digitalen Bibliothek: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2007. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2007. 296 Seiten.

Walther Umstätter: Qualitätssicherung in wissenschaftlichen Publikationen. – In: Integrität wissenschaftlicher Publikationen in der Digitalen Bibliothek: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2007. Hrsg. v. *Frank Havemann*, *Heinrich Parthey* & *Walther Umstätter*. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2007. S. 9 – 49.

Rüdiger Wink: Die Rolle der Nachfrage im Innovationsprozess. Eine evolutorisch-institutionenökonomische Perspektive. – In: Wissenschaft und Technik in theoretischer Reflexion: Jahrbuch Wissenschaftsforschung 2006. Hrsg. v. *Heinrich Parthey* u. *Günter Spur*. Frankfurt am Main: Peter Lang Europäischer Verlag der Wissenschaften 2007. S. 199 – 221.

Rüdiger Wink: Innovationsförderung durch die EU-Strukturpolitik nach 2007: neue Ansätze, alte Probleme. – In: Raumforschung und Raumordnung. 65(2007)4, S. 315 – 326.

Namensregister

A

Adams, J. 111
Aigle, T. 24
Allen, P. 28
Allert, T. 84
Allport, F. 67
Alter, O. 119
Andrews, F. M. 68
Arendt Fuhse J. 92
Ashby, R. W. 143, 145-148
Ausloos, M. 10, 17, 25-26

B

Bacon, F. 54
Bahrdt, H. P. 68
Barabási, A. L. 10
Barrigon, S. 75
Bateson, G. 166-167
Bauer, G. 106
Bauer, Th. A. 129
Beavin, J. H. 166
Bechmann, G. 88
Becker, J. 128
Berger, P. 35
Berleur, J. 139
Bertram, H. 69
Besselaar, P. van den 126
Bettencourt, L. 9
Bijker, W. E. 92
Bloch, E. 191
Blümel, C. 107
Bobach, R. 23
Bodrow, W 173
Bonitz, M. 11
Bookstein, A. 75
Bordons, M. 75, 112-113
Börner, K. 14, 24-25
Botafogo, R. 116-117
Botstein, D. 119
Boyack, K. W. 14, 24-25
Bozeman, B. 10
Bradshaw, G.L 81
Brödner, P. 167, 169, 179, 181, 185
Brown, G. S. 164
Brown, P. 119
Brown, S. 164
Bruckner, E. 9, 13, 17, 22-23
Bryant, Ch. H. 55, 81, 128
Budde, R. 165, 180
Budjosó, E. 19
Burger, M. 19

C

Cabrero, A. 75
Camagni, R. 88
Castillo Chaves, C. 9
Chardin, T. de 191
Chen, C. 24-25
Cintron-Arias, A. 9
Clarke, A. E. 96
Clement, A. 126
Cole, J. R. 77
Cole, J.R. 77
Cole, S. 77
Crane, D. 106
Crick, F. H. C. 59-60
Cronin, B. 9, 25
Czermak, J. 70

D

Davidow, W. 167
de Chardin, T. 191
De Moor, B. 119
De Nooy, W. 14
Deerwester, S. 118
Deisenhofer, J. 61-65
Delbrück, M. 60
Denzin, N. 96
Diemer, A. 29
Dietterich, T. 81
DiMaggio, P. J. 84
Dobrov, G. M. 130-131
Drepper, Th. 88, 94, 97
Dreyfus, H. 158, 164, 170
Drucker, P. F. 189
Dumais, S. 118
Dyk, S. 94, 99, 108

E

Ebeling, W. 9, 12-13, 17-18, 21-22, 26, 55, 129, 136, 141, 148
Edge, D. O. 90
Egghe, L. 116-117
Ehn, P. 169
Eigen, M. 26, 98, 141-143, 148, 150, 152
Elsasser, W. 142, 148
Epp, O. 62-64

F

Falck, M. 176
Fein, H. 145
Feistel, R. 18, 26
Fenzl, N. 148

Fenzl, R. 144
Field, R. 19
Fischer, K. 30, 43, 53, 80
Fleck, L. 67
Flores, F. 164, 168-171
Floyd, Ch. 157, 164-167, 180, 187, 191
Foerster, H. v. 128, 141-142, 145-146, 149, 164-166
Foner, A. 77
Francis, R. 60
Franklin, R. 59-60
Frei, F. 177
Frenzl, N. 150
Fricczewski, F. 156
Fronczak, A. 10
Fronczak, P. 10
Fuchs, Ch. 157, 179, 191
Fuchs-Kittowski, K. 90, 126, 130, 134, 136, 138-139, 143-144, 148-149, 157, 166, 170, 173, 176, 180-181
Fujimura, J. H. 96
Furnas, G. 118

G

Gablenz-Kolakogvic, S. 177
Galilei, G. 79
Gallant, M. J. 97
Garcia Cantu, A. 10
Gaughan, M. 10
Gerdsen, P. 30
Gerlach, W. 57-58
Giddens, A. 179, 181
Gilbert, G. N. 21
Gilbert, J. B. 166
Glansdorff, P. 129, 141, 144
Glänzel, W. 113, 119
Gläser, J. 111-113, 115
Goffman, W. 9
Göhler, G. 84
Gomez, I. 113
Gosling, R. 60
Graumann, C.F. 71
Greif, S. 23, 73
Grey, W. 147
Griesemer, J. R. 96
Grochla, E. 134
Gross, Chr. 106
Grupp, H. 112
Gutting, G. 29

H

Habermas, J. 95, 188
Hacker, W. 177
Hahn, O. 57-59, 77-78
Haken, H. 32, 142
Halfmann, J. 88
Handlykken, P. 134
Harley, S. 111
Harshman, R. 118
Hartmann, I. 13
Hartmann-Sonntag, I. 13
Harvey, O. J. 43
Havemann, F. 24, 113, 115
Hawranek, D. 189
Haydu, G. 43
Heath, Chr. 87, 94
Heidegger, M. 164, 170-171
Heinrich, L. J. 128, 134, 149
Heinrich, L. R. 134
Heinz, M. 113, 115
Heinze, T. 106
Heinzl, A. 128
Hellman, H. 90
Hellsten, I. 10, 17, 25-26
Hetzel, A. 104
Heuvel, C. 25
Hofkirchner, W. 144, 148, 150, 157, 191
Hofschneider, P.M. 78
Holstein, J. A. 99
Holyst, J. A. 10
Honneth, A. 137-138, 140, 188
Hörz, H. 185
Huber, R. 61-65
Hunke, H. 134
Hussam, A. 81

I

Ibarra, P. R. 99
Impagliazzo, J. 139

J

Jakson, D. 166
Janssens, F. 119
Jantsch, E. 142
Järvinen, P. 126
Jasanoff, Sh. 92
Jeong, H. 10
Joerges, B. 23
Johnson, M. 77
Jokisch, R. 84
Jonas, M. 92-93
Jones, F. M. 55, 81, 128
Jungbauer-Gans, M. 106

K

Kaiser, D. 9
Katz, J. S. 11
Ke, W. 24
Keil-Slawik, R. 165, 180
Kell, D. B. 55, 81, 128

Kessler, M. 116
King, R. D. 55, 81, 128
Kirsch, W. 134
Kitsuse, J. I. 99
Klapp, O. E. 43
Klauninger, B. 128-129
Klaus, G. 147
Klavans, R. 14
Klein, H. K. 134
Klein, W. 134
Kleinmann, S. 97
Knoblauch, H. 87, 94
Knorr-Cetina, K. 55, 84, 89
Kochen, M. 9
Kocka, J. 99
Konau, W. 84
König, M.E.D. 75
König, W. 128
Kornwachs, K. 163
Kowohl, U. 88, 92
Krambeck, J. 84
Kratky, K. W. 166
Krauch, H. 68
Krause, D. 178-179, 181, 185
Kretschmer, H. 24, 113
Kriz, J. 24-25
Kröber, G. 55
Krogoll, T. 177
Krohn, W. 55, 88, 92, 127
Krstacic-Galic, A. 24
Krüger, L. 98-99
Kühl, St. 86
Kuhn, Th. S. 29-32, 45, 47-48, 50-51, 67, 69, 98-99, 102-103
Küppers, G. 55, 127

L

Laitko, H. 11, 73, 90
Lambiotte, R. 10, 17, 25-26
Landauer, T. 118
Lange, S. 112
Langley, P. 81
Laudel, G. 112
Lee, F. S. 111
Leydesdorff, L. 11, 14, 24
Lotka, A. 65
Lottspeich, F. 63
Luckmann, Th. 35, 71
Lüdtke, K. 90, 92, 105-106
Luff, P. 87, 94
Luhmann, N. 11, 86-87, 98, 105, 108, 171-172
Lüthe, R. 30

M

Maines, D. R. 96
Malchow, H. 17, 24-25
Malone, M. 167
Malsch, Th. 93
Markle, G. E. 92
Marshakova, I. 114
Marz, L. 24
Matthies, M. 24-25
Maturana, H. 141-142, 149, 153-154, 156, 158, 163-165, 170-171
Mayer, K.U. 78
Mayntz, R. 112
Mehl, W.-M. 166
Meitner, L. 57-58
Merton, R. K. 76-77
Meyer, M. 112-113, 117
Michel, H. 61-65
Michel-Beyerle, M. E. 64
Miki, K. 62-64
Miller, G. 99
Mitchell, J. C. 92
Mitesser, O. 113, 119
Mittelstraß, J. 103
Moed, H. F. 113, 115, 117, 119
Moede, W. 67
Moeller, A. 191
Morillo, F. 113
Moss, G. E. 43
Muggleton, St. H. 55, 81, 128
Mulkay, M. J. 90, 98

N

Nauer, P. 168
Naumann, F. 170
Néda, Z. 10
Neidhardt, F. 112
Nicolis, G. 141
Nietzsche, F. 38
Nowakowska, M. 9
Nurminen, M. I. 139
Nygard, K. 134, 168

O

Oberrquelle, H. 178-179
Oesterhelt, D. 62
Oestreich, R. 177
Oevermann, U. 84
Oliver, St. G. 55, 81, 128
Orrlikowski, W. J. 179
Ortmann, R. G. 87
Ortner, G. E. 129

P

Palmieri, F. 63
Pape, B. 176, 178-179
Parthey, H. 66-73, 76-78, 80, 90, 92, 129, 136,

138
Pauling, L. 60
Pelz, D. C. 68
Perrucci, R. 106
Peschel, M. 17, 22, 148
Petersen, J. C. 92
Petkoff, B. 164
Pflüger, J., 138
Pickering, A. 128
Picot, A. 177
Pilgrim, J. 136
Pilisuk, M. 106
Pinch, T. J. 92
Ponomariov, B. 10
Popper, K. R. 31
Pöschel, T. 17
Powell, W. W. 84
Pratt, S. 10
Prigogine, I. 129, 141, 144, 148, 163
Probst, G. 142, 166

Q

Quagliariello, E. 63
Quintas, P. 93

R

Rafols, I. 112-113, 117
Rammert, W. 88, 93
Ravasz, E. 10
Rehberg, C.-S. 84, 109
Reichwalt, R. 177
Reinhold, Th. 95
Reiser, Ph. G. K. 55, 81, 128
Reisin, F.-M. 166
Resch, M. 177
Richter, P. 177
Ricotta, C. 114
Riley, M.W. 77
Rittel, H. 68
Ritter, G. X. 176
Rivlin, E. 117
Roithmayr, F. 128
Rolf, A. 125, 149, 176-179, 181, 183, 185, 191
Rosenthal, H. A. 144, 148
Rosov, M. A. 103
Roth, G. 32
Rousseau, R. 116-117
Rudoph, E. 177

S

Sahner, H. 93
Schade, G. 170
Schank, T. 14, 24
Scharnhorst, A. 9-14, 17, 21-27, 55
Schimank, U. 112
Schimansky-Geier, L. 17
Schmidt, L. 99
Schmidt, M. 115
Schmidt, S. J. 32
Schmiede, R. 138
Schmoch, U. 113
Schönfelder, E. 177
Schreiber, K. 68, 136
Schroder, H. M. 43
Schubert, A. 10
Schulz-Schaeffer, I. 93, 179
Schuster, P. 141
Schütte, R. 128
Schütze, W. 66-67
Schwemm, A. 185
Schwendtner, St. 93
Searle, J. 164
Seliger, G. 131-132
Shimatani, K. 114
Shinn T. 23
Shneiderman, B. 117
Simon, E. J. 179, 181, 185
Simon, H. A. 81
Simpson, E. 113-114
Small, H. 114
Smith, D. 111
Sorensen, A. B. 78
Spector, M. 99
Springer, R. 189
Sprondel, W. M. 71
Spur, G. 92, 131-132, 138
Srinivasan, A. 81
Star, S. L. 96
Stegmüller, W. 69-70
Stent, G. S. 85
Sternberg, M. J. E. 81
Stirling, A. 113
Stockinger, G. 144, 148, 150
Straßmann, F. 57-58
Strauss, A., 96
Streufert, S. 43
Streufert, S. C. 43
Strübing, J. 86, 96
Stuchlik, F. 130
Stückemann, Th. 88
Swartout, W. 81
Swatez, G. M. 68
Sweeney, E. 114
Szeidl, L. 114

T

Taylor, F. 131
Torres-Salinas, D. 113, 115, 117, 119
Triplett, N. 67
Tripoczky, J. 69, 85

Troitzsch, K. G. 21
Tschirschwitz, R. 130

U

Ulich, E. 177
Ulrich, H. 142, 166
Umstätter, W. 90
Uribe R. 142

V

Valdes-Perez, R.E. 81
Van Raan, A. F. J. 11
Varela, F. 141-142, 149, 153-154, 156-158, 163-164, 171
Vernadskij, V. I. 191
Vespignani, A. 9
Vicsek, T. 10
Viswanath, L. 24
Vlachy, J. 9, 12, 15
Volpert, W. 177

W

Wagner-Döbler, R. 11
Wahl, D. 80
Wallner, F. 166
Warnecke, H. 167-168
Warnecke, H. J. 167-168
Watson, J. D. 59-60
Watzlawick, P. 166
Weick, K. E. 87
Weidlich, W. 17
Weingart, P. 84, 89-90, 98, 112
Weingartner, P. 70
Weizenbaum, J. 169
Weltz, F. 87
Wendt, O. 128
Wengenroth, U. 112
Wenzlaff, B. 130, 166
Wessel, K.-F. 90
Weyer, J. 92, 179
Weyer, K. 63
Whelan, K. E. 55, 81, 128
Whitley, R. 111-112
Wiener, N. 147, 189-190
Wigand, R. T. 177
Wilford, J. N. 25
Wilkins, M. 59-60
Winograd, T. 164, 168-171
Wolf, G. 166
Wolf, H. 87
Wölfling, M. 23
Wössner, J. 86

Y

Yablonsky, A. 9, 11
Yousefi, H. R. 30

Z

Zelewski, St. 128
Zemanek, H. 131
Zhu, J.M. 81
Zitt, M. 13
Zof, G. v. 142, 146
Zucker, L. G. 84
Zuckerman, H.A. 77
Züllighofen, H. 165, 180
Zulueta, M.A. 75
Zytkow, E. A. 81

Sachregister

A

Akteurskonstellation
- Institutionen übergreifende 89

Anomalie 31, 33, 48, 99, 100, 101
- Aufklärung der 101
- Deutung der 101
- theoretische Einordnung der 100

arbeitsteilige Beziehungen
- zwischen Forschern 68

arenas of research 86

Auflösung
- der Organisationsform 87

Ausblendung
- negativer Information 39

Auslaufphase
- der Methodenentwicklung 70

Außerordentliche Wissenschaft 31, 50

Authentizität 80

Autokatalytischer Prozess 32, 36, 46, 47

Automatisierung
- des Experiments 78, 79, 80

Autoritäten 104
- Definition 104

B

Bedeutsamkeit
- von Problemen 57

Bedeutung
- der Fakten 90, 105
- und Interaktion 81
- wissenschaftliche 83, 95

Beobachtung 78
- experimentell bedingte 78
- Methode der 78
- ohne Experiment 78

Bibliographie
- funktionale Abhängigkeiten in der 65

Bibliographische Kopplung 111, 114
- Jaccard-Index der 112

Bibliometrische Profile
- in Forschungsphasen 71, 72, 73, 75, 76, 77
- von Instituten 65, 66, 74, 75

Bibliometrische Verfahren 108

bipartites Netzwerk 119

Bradfordsche Gesetz 13

Bradfordsches Paradoxon 13

C

Cavendish Laboratory in Cambridge 59

Chaostheorie 35

Chunking 41, 42, 43

D

Degeneration 31, 49, 50, 52
- Phase der 31

Desintegration
- der Diszplinären Matrix 39
- der Forschergruppe 36
- der kognitiven Repräsentation 39
- der Theoriestruktur 50
- kognitive 39

Disziplinär relevante Information 39

Disziplinäre Matrix 31, 39, 40, 41, 44, 46, 48, 49
- Desintegration der 39
- und paradigmatische Gruppe 47

Diversitätsmaße 109

Doppelhelix
- der DNS 59

Druck
- der Gruppe 40

E

Effektivität
- von Forschergruppen 68

Eigengruppe 35
- und Fremdgruppe 35

Einzelautorschaft 74, 75, 76, 77

Entropie 109, 116, 119

Erkenntnisproblem
- Definition 59
Evidenz
- experimentelle 49
- hypothesenrelevante 34
- negative 45, 49, 50
- problematische 34
Experiment 26, 30, 32, 52, 58, 59, 61, 78, 79, 80, 95, 97, 98, 99, 100, 141, 166
- automatisiertes 80
- Dokumentation des 80
- Evidenz des 49
- Gedanken- 23
- wissensbasiert 55
experimentelle Methode
- Schritte der 78

F

Fakten
- Bedeutung der 90, 105
Faktenproduktion 99
Feldmobilität 14
- von Wissenschaftlern 12
Fluktuation 36
- lokale 53
Forschergruppe 40
- Definition 67
- Desintegration der 36
- Effektivität 68
- Einzelleistung in 67
- Kooperationsleistung in 67
- paradigmatische 33, 39, 47, 48
- Problemstruktur der 67
Forschung
- Diversität der 107, 108
- Finanzierung der 107
- Netzwerk der 87
- Organisation der 81
- Organisationsform der 81
- Reorganisation der 87
- Selbstorganisation der 57
- Vielfalt der 107, 108
Forschungsfeld 39, 46
- kognitive Repräsentation des 39, 46
Forschungsinstitut 55
- bibliometrische Profile der 66
- Selbstorganisation im 65
Forschungspolitik 107
Forschungssituation 56, 69, 70, 88, 99
- Definition 56
- Instabilität in der 56
- neue 56
- notwendige und hinreichende Bedingung der Kooperationsform 68
- Phasen der 70
- und Kooperationsform 68
Forschungsvielfalt 108
Freiheitsgrade 37, 42, 43, 44, 46, 49
- kognitive 37
Fremdgruppe 35
- und Eigengruppe 35
Fremdorganisation
- und Selbstorganisation 81, 85
Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft 73

G

Governance von Wissenschaft 107
Großforschung 60
Grundzyklus
- des Problemlösens 70
Gruppendruck 40

H

Handlungssituation 55
homogenisation hypothesis 108
Hypothese 30, 31, 32, 34, 37, 42, 48, 49, 51, 52

I

Idee
- wissenschaftliche 11
Information
- disziplinär relevante 39
- negative 39, 43
- paradigmagefährtende 47
- unerwünschte 33, 34, 40
Informationsinput
- negative Wertigkeit des 43
Informationswissenschaft 115, 119

Innovation
- und Organisation 83, 86
- wissenschaftliche 11
Innovationen
- biotechnische 85
Instabilität
- von Forschungssituationen 56
Institut
- neue Problemfelder 66
- Publikationen des 65, 71, 74
Institution
- disziplinäre 88
Institutionalisierung 82
Institutsautoren
- in Problemfeldern 65, 66
Integrität 78
Interaktion 82, 86, 92, 93, 102, 103, 104
- externe Voraussetzungen der 103
- Formen der 81, 92
- Partner der 83, 92, 103
- soziale 91
- symbolische 94
- und Bedeutung 81
Interaktionserfahrungen 82, 103
Interdisziplinarität 108
Interorganisational Leader 103
invisible colleges 103

J

Jaccard-Index 112

K

Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Institut 74
- für Chemie 77
Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft 74
- Publikationen der 75, 76
Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie 57, 77
King´s College in London 59, 60
Koautorschaft 74, 75
kognitiv impenetrabel 33, 52
Kognitive Freiheitsgrade 37
Kognitive Landkarte 33, 35, 50
Kognitive Ökologie der Wissenschaft 41
Kognitive Repräsentation
- Desintegration der 39
Kognitive Struktur
- der Disziplinären Matrix 44
Kognitive Wahlmöglichkeiten 44
Kognitives System 32, 42
Konsens 89, 92, 98
- der Akteuere 92
Konsolidierung
- bestehenden Wissens 95
Konstruktion 34, 46
- des Bildes 32, 33
- von Regeln 41
Kontakt 38, 45
- Außenkontakt 44, 46
- formeller 38
- informeller 38
- mit Nichtgruppenmitgliedern 36
Kontakthäufigkeit 50
Kontroversen 88, 89
- wissenschaftliche 88, 102
Kooperationsform
- und Forschungssituation 68
Kooperationsverhalten
- Formen des 70
Kozitationsanalyse 110, 114
Krise
- der Wissenschaft 31, 48, 49, 50, 52

L

Laborjournal 80
- elektronisches 80
Landkarte
- kognitive 33, 35, 50
Landschaft 26
- der Werte 19, 22
- der Wissenschaft 12, 13, 14
- des Wissens 23, 24
Landschaftsgebunden
- Modell 22
Latente Semantische Analyse 114, 119
Leistungsverhalten
- und Kooperation 70
Lotka-Verteilung 51, 65, 66, 71, 73, 75

M

Matthäus-Effekt 75
Max-Planck-Institut

- für Plasmaphysik 72, 73
Max-Planck-Institut für Biochemie 61
Methode
- der Beobachtung 78
- experimentelle 78
- historische 78
- mathematische 78
Methodenentwicklung
- Anfangsphase 70
- Auslaufphase 70
Methodengefüge 56
- und Problemfelder 56
Methodologische Regeln 31
Modell
- der Wissenschaft 29
- landschaftsgebundenes 22
- stochastisches 17

N

Negative Evidenz 45, 49, 50
Negative Information 39, 43
Negative Wertigkeit
- des Informationsinputs 43
Negative Zitation 40
Netzwerk 85, 86, 90, 100, 102, 104
- der Forschung 87
- flüchtiges 87, 98
- soziale 89
- soziales 94, 104
- Strukturen des 104
- wissenschaftliches 103
- zuverlässiges 102
Netzwerkforschung 90
Netzwerktheorie 90
Normale Wissenschaft 31, 46, 47, 48, 51
Normensytem
- wissenschaftliches 52

O

Organisation 87, 94, 95, 105
- der Forschertätigkeit 94
- der Forschung 81
- Entwicklung der 102
- formelle 86, 105
- Grenzen der 94
- informelle 87, 100
- institutionelle 86
- Strukturen der 85
- und Innovation 83, 86
- und Rationalität 94
- wissenschaftlicher Tätigkeit 87
Organisationseinheit 84
- formale 98
Organisationsentwicklung
- und Wissensentwicklung 96
Organisationsform 84, 87, 94, 97
- Auflösung der 87
- der Forschung 81, 103
- der Wissenschaft 88
- etablierte 93, 98
- hybride 85
Organisationsformen 83
Organisationsforschung 91
Organisationsverständnis
- interaktionorientiertes 81
- interaktionsorientiertes 91

P

Paradigma 31, 39, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 95, 96, 100, 101, 103
- Definition 99
- Leitparadigma 91
paradigmatische Phasen 51
paradigmatischer Zyklus 29, 30
Phasen der Forschung
- Definition 69
- Drei-Phasen-Modell 70
- paradigmatische 51
- Publikationsverhalten in 71, 72
Probabilistische Latente Semantische Analyse 119
Problem
- Wohlformulierheit des 70
Problematisierung 97
Problemdruck 92
Problemfeld 12, 56
- Definition 67
- Reaktionszeit auf neues 66
Problemfelder 65, 66

- nach Institutsautoren 65, 66
- und Methodengefüge 56
Problemlösen
- Grundzyklus 70
- methodisches 107, 122
Problemraum 19
Problemrelevanz 56
Problemsituation
- notwendige Bedingung der Kooperationsform 68
Problemstruktur
- der Forschergruppe 67
Projekte 77
Publikation 71
- von Instituten 71
Publikationsrate 65, 66, 71, 73, 74, 75, 76, 77
Publikationsverhalten 73
- in Forschungsphasen 71

R

Rao-Index 110
Rationalität
- und Organisation 94
Reaktionszeit
- auf neue Problemfelder 66
Regeln 31, 34, 40, 41, 48
- der Wissenschaft 34
- methodologische 31
Reorganisation
- der Forschung 87
- des Forscherverkehrs 95
Repräsentation
- alternative 43
- kognitive 39
- kognitive des Forschungsfeldes 39, 46
- symbolische 43
- und Regel 41
Restabilisierung
- von neuen Forschungssituationen 56

S

Salton-Index 110
Salton-Index der Kozitation 111
Sanktion 47
- Arten der 40
- offene 40
- verdeckte 40
Schulen
- disziplinäre 93
Schwankungen 17
SCI (Science Citation Index) 71
Selbstorganisation 9, 29, 30, 32, 77, 100
- bei der Überprüfung von Hypothesen 79
- der Forschung 57
- der Wissenschaft 10, 56, 75
- in Forschungsinstituten 65
- Mobilität von Wissenschaftlern 9
- und Fremdorganisation 81, 85
- von Forschergruppen 70
Shannon-Index 109
Simpson-Index 109, 116
singular value decomposition 114
Singulärwertzerlegung 114
Stochastische Modelle 17
Strukturbildung 11
- in der Wissenschaft 11
Strukturwandel
- bibliometrischer Profile 74
Synergetische Wechselwirkung 32

U

Unerwünschte Information 33, 34, 40
Universität Würzburg 61

V

Valenz
- negative 48
Variationen
- beim Problemformulieren 59
- beim Problemformulieren und methodischen Vorgehen 60
- im methodischen Vorgehen 57, 76
Verfügbarkeit 56, 57, 69
- Grade der 68
- Höhepunkt 69
- von Wissen 69
Versuchsergebnisse
- ihre Deutung 58
- ihre Veröffentlichung 58

Vielfalt der Forschung 107
Visualisierung 23
Vorparadigmatische Wissenschaft 51

W

Wahrheit 11, 78, 104
Wahrscheinlichkeit 18
Web of Science 116
Wertelandschaft 19, 22
Wissen
- verfügbares 69
- von Interaktionspartnern 83
- Werdegang wissenschaftlichen 88
- wissenschaftliches 102

Wissenschaft 71, 75
- außerordentliche 31, 50
- Governance von 107
- kognitive Ökologie der 41
- Krise der 31, 48, 49, 50, 52
- Modell der 29
- normale 31, 46, 47, 48, 51, 69, 88
- Regeln der 34
- Revolution der 31, 50, 52
- Selbstorganisation der 10, 56, 75
- vorparadigmatische 51

Wissenschaftliche Revolution 31, 50, 52
Wissenschaftliches Normensystem 52
Wissenschaftsdisziplin 87
Wissenschaftsforschung 70, 108
Wissenschaftsgebiete 12
Wissenschaftslandschaft 12, 13, 14
Wissensentwicklung 95
- und Organisationsentwicklung 96

Wissenslandschaft 23, 24
Wissensproduktion 72, 73
- Phasen der 71, 72, 74

Wissenssituation
- von Personen 69

Wohlformulierheit
- des Problems 70

Z

Zitatalter 51, 52
Zitation 71, 72, 73, 89
- negative 40

Zitationsrate 71, 73
Zitierdichte 51, 52
Zitierfülle 51, 52
Zitierstreuung 51

Jahrbücher Wissenschaftsforschung

Wissenschaftsforschung: Jahrbuch 1994/95.
Hrsg. v. Hubert Laitko, Heinrich Parthey u. Jutta Petersdorf. Mit Beiträgen von Siegfried Greif, Günter Hartung, Frank Havemann, Horst Kant, Hubert Laitko, Karlheinz Lüdtke, Renate Müller, Heinrich Parthey u. Manfred Wölfling. Marburg: BdWi – Verlag 1996. 306 Seiten (ISBN 3-924684-49-6) 20,00 EURO

Wissenschaftsforschung: Jahrbuch 1996/97.
Hrsg. v. Siegfried Greif, Hubert Laitko u. Heinrich Parthey. Mit Beiträgen von Siegfried Greif, Christoph Grenzmann, Claudia Hermann, Gunter Kayser, Karlheinz Lüdtke, Werner Meske, Heinrich Parthey, Roland Wagner-Döbler, Manfred Wölfling u. Regine Zott. Marburg: BdWi – Verlag 1998. 254 Seiten (ISBN 3-924684-85-5) vergriffen

Wissenschaft und Digitale Bibliothek: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 1998.
Hrsg. v. Klaus Fuchs-Kittowski, Hubert Laitko, Heinrich Parthey u. Walther Umstätter. 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 u. Regine Zott. Berlin: GeWif 2000. 368 Seiten. (ISBN 3-934682-30-8) 19,43 EURO

Wissenschaft und Innovation: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 1999.
Hrsg. v. Siegfried Greif u. Manfred Wölfling. Mit Beiträgen von Siegfried Greif, Christoph Grenzmann, Hans-Eduard Hauser, Frank Havemann, Gunter Kayser, Andrea Scharnhorst, Roland Wagner-Döbler, Manfred Wölfling u. Janos Wolf. Berlin: GeWif 2003. 227 Seiten. (ISBN 3-934682-33-2) 13,00 EURO

Organisationsinformatik und Digitale Bibliothek in der Wissenschaft: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2000.
Hrsg. v. Klaus Fuchs-Kittowski, Heinrich Parthey, Walther Umstätter u. Roland Wagner-Döbler. Mit Beiträgen von Manfred Bonitz, Christian Dame, Klaus Fuchs-Kittowski, Frank Havemann, Heinrich Parthey, Andrea Scharnhorst, Walther Umstätter u. Roland Wagner-Döbler. Berlin: GeWif 2001. 239 Seiten. (ISBN 3-934682-34-0) 14,00 EURO

Wissenschaft und Innovation: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2001.
Hrsg. v. Heinrich Parthey u. Günter Spur. Mit Beiträgen von Wolfgang Bie-

dermann, Manfred Bonitz, Werner Ebeling, Klaus Fuchs-Kittowski, Siegfried Greif, Christoph Grenzmann, Horst Kant, Matthias Kölbel, Rüdiger Marquardt, Heinrich Parthey, Andrea Scharnhorst, Tankred Schewe, Günter Spur u. Walther Umstätter. Berlin: GeWif 2002. 231 Seiten (ISBN 3-934682-35-9) 15,80 EURO

Wissenschaftliche Zeitschrift und Digitale Bibliothek: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2002.
Hrsg. v. Heinrich Parthey und Walther Umstätter. Mit Beiträgen von Manfred Bonitz, Horst Kant, Alice Keller, Matthias Kölbel, Heinrich Parthey, Diann Rusch-Feja, Andrea Scharnhorst, Uta Siebeky, Walther Umstätter u. Regine Zott. Berlin: GeWiF 2003. 224 Seiten (ISBN 3-934682-36-7) 15,80 EURO

Evaluation wissenschaftlicher Institutionen: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2003.
Hrsg. v. Klaus Fischer und Heinrich Parthey. Mit Beiträgen von Wolfgang Biedermann, Manfred Bonitz, Klaus Fischer, Siegfried Greif, Frank Havemann, Marina Hennig, Heinrich Parthey, Dagmar Simon u. Roland Wagner-Döbler. Berlin: GeWiF 2004. 244 Seiten (ISBN 3-934682-37-5) – 15,80 EURO

Wissensmanagement in der Wissenschaft: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2004.
Hrsg. v. Klaus Fuchs-Kittowski, Walther Umstätter und Roland Wagner-Döbler. Mit Beiträgen von Vladimir Bodrow, Klaus Fuchs-Kittowski, Jay Hauben, Matthias Kölbel, Peter Mambrey, Erhard Nullmeier, Walther Umstätter, Rose Vogel u. Sven Wippermann. Berlin: GeWiF 2008. 198 Seiten (ISBN 3-934682-39-1)

Gesellschaftliche Integrität der Forschung: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2005.
Hrsg. v. Klaus Fischer und Heinrich Parthey. Mit Beiträgen von Jens Clausen, Klaus Fischer. Klaus Fuchs-Kittowski, Klaus Kornwachs, Reinhard Mocek, Heinrich Parthey, André Rosenthal, Hans A. Rosenthal, Günter Spur u. Rüdiger Wink. Berlin: GeWiF 2006. 242 Seiten (ISBN 3-934682-40-5) – 15,80 EURO

Wissenschaft und Technik in theoretischer Reflexion: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2006.
Hrsg. v. Heinrich Parthey u. Günter Spur. Mit Beiträgen von Gerhard Banse, Klaus Fischer, Siegfried Greif, Klaus Fuchs-Kittowski, Karlheinz Lüdtke,

Heinrich Parthey, Günter Spur u. Rüdiger Wink. Frankfurt am Main-Berlin-Bern-Bruexelles-New York-Oxford-Wien: Peter Lang Europäischer Verlag der Wissenschaften 2007. 248 Seiten (ISBN 3-631-55523-7) – 39,80 EURO

Integrität wissenschaftlicher Publikationen in der Digitalen Bibliothek: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2007.
Hrsg. v. Frank Havemann, Heinrich Parthey u. Walther Umstätter. Mit Beiträgen von Bettina Berendt, Stefan Gradmann, Frank Havemann, Andrea Kaufmann, Philipp Mayr, Heinrich Parthey, Wolf Jürgen Richter, Peter Schirmbacher, Uta Siebecky, Walther Umstätter u. Rubina Vock. Berlin: GeWiF 2007. 296 Seiten (ISBN 978-3-934682-43-6).

Inhaltsverzeichnisse der Jahrbücher Wissenschaftsforschung im Internet:

www.wissenschaftsforschung.de

www.sciencestudies.eu