

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. Lütke u. P. Gerdson. Nordhausen: Bantz 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 Welt⁵ 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 Betroffenen 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 kategorialen 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 Weltbildannahmen 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 Situation erscheint.

12 Ihre Nichtbeachtung könnte einer der Gründe dafür sein, dass das Kuhnsche Phasenmodell vielen als 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 Weltansichten 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 Weltansichten 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 konflikträchtiger, 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 Weltansicht, 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 Raison 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 Denkkapparats. 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 grundlegenden 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 „Haus-tier“, „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 aktuell 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 herabstufte, 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 Feldes 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 Schrumpfverson 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, wengleich 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 fach-internen 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 meistens 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 Publikationsdatum 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 Ablehnungsraten 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-

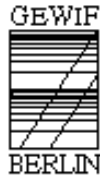
20 Empirisch ermittelte Beispiele für etliche der genannten Veränderungen sind zu finden in: Fischer, K., The social and cognitive dynamics of paradigmatic change. – In: Science in Context. 5(1992), S. 51–96; ders., Changing Landscapes of Nuclear Physics. A scientometric study. Berlin/Heidelberg/New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

Gesellschaft für
Wissenschaftsforschung



Werner Ebeling
Heinrich Parthey (Hrsg.)

**Selbstorganisation
in Wissenschaft
und Technik**

Wissenschaftsforschung
Jahrbuch 2008

Sonderdruck

Mit Beiträgen von:

Werner Ebeling • Klaus Fischer

Klaus Fuchs-Kittowski • Jochen Gläser

Frank Havemann • Michael Heinz

Karlbeinz 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 978-3-86573-45-9

© 2009 Wissenschaftlicher Verlag Berlin
Olaf Gaudig & Peter Veit GbR
www.wvberlin.de,
Alle Rechte vorbehalten.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Jede Verwertung, auch einzelner Teile, ist ohne Zustimmung des Verlages ist unzulässig. Dies gilt insbesondere für fotomechanische Vervielfältigung sowie Übernahme und Verarbeitung in EDV-Systemen.

Druck und Bindung: Schaltdienst Lange o.H.G., Berlin

Printed in Germany

38,00 Euro