

Bernd-Olaf Küppers:

Die Strukturwissenschaften als Bindeglied zwischen Natur- und Geisteswissenschaften

in: B.-O. Küppers (ed.), *Die Einheit der Wirklichkeit*, München 2000: 89-105.

1. Einheit in der Vielfalt

In einer Welt, die zunehmend komplexer und unüberschaubarer wird, in der sich tiefgreifende politische, wirtschaftliche und soziale Umbrüche vollziehen, erwartet man vor allem von den Wissenschaften grundlegende Orientierungs- und Entscheidungshilfen. Doch die Bedeutung der Wissenschaften für die moderne Lebenswelt scheint äußerst zwiespältig zu sein. Auf der einen Seite besitzen die Wissenschaften für unser Wirklichkeitsverständnis eine konstitutive Funktion, da sie maßgeblich unser Menschen- und Weltbild bestimmen. Auf der anderen Seite scheinen sie aber aufgrund ihrer zunehmenden Spezialisierung und Zergliederung die Wirklichkeit im ganzen aus dem Blick zu verlieren und damit einem Wirklichkeitsverlust Vorschub zu leisten.

Von der Ambivalenz wissenschaftlichen Fortschritts sind die beiden großen Wissenschaftsströmungen, die Naturwissenschaften und die Geisteswissenschaften, jedoch nicht im gleichen Maße betroffen, da sie nach herkömmlicher Auffassung zwei grundverschiedene Formen der Wirklichkeitserkenntnis repräsentieren. So geht es den Geisteswissenschaften zuallererst um das „Sinnverstehen“ der Wirklichkeit. Ihre vorherrschende Methode ist die Hermeneutik, mit der sich die einzigartigen, historisch gewachsenen Strukturen der Welt in ihrem Sinnzusammenhang deuten und verstehen lassen. Die Geisteswissenschaften reklamieren für sich eine genuine, auf das Ganze bezogene Wirklichkeitsnähe.

Die Naturwissenschaften dagegen versuchen die Wirklichkeit in ihrem gesetzmäßigen Geschehen zu begreifen und zu erklären. Ihre vorherrschende Methode ist die analytische Forschungsstrategie, die auf den Prinzipien der Vereinfachung, Idealisierung, Abstraktion und Verallgemeinerung beruht. Daher sehen sich vor allen Dingen die Naturwissenschaften dem Vorwürfen ausgesetzt, ihre methodische Vorgehensweise führe zu einem Wirklichkeitsverlust, der überhaupt erst den geistigen Nährboden für die progressive Zerstörung der natürlichen Lebensgrundlagen durch den Menschen bereite.

Nun ist das Unbehagen und Misstrauen gegenüber den Naturwissenschaften nicht erst ein Symptom unserer Zeit. Bekanntlich hatten ähnliche Motive schon Goethe zu seiner Polemik gegen die mechanistisch orientierten Naturwissenschaften verleitet. Denn Goethe bekämpfte seinen großen Widersacher Newton nicht nur aufgrund abweichender physikalischer Auffassungen über die Natur des Lichtes, sondern vor allem auch aufgrund einer tiefen Abneigung gegen die mechanistische Naturerkenntnis und die damit heraufziehende Welt technischer Naturbeherrschung.¹

Der Gegensatz von ganzheitlicher und analytischer Wirklichkeitserkenntnis hat die Grundlegendiskussion in den Wissenschaften seit jeher beherrscht. Und die Wissenschaftsphilosophie hat diesen Gegensatz immer wieder zu überbrücken versucht, indem sie unter dem Leitgedanken der Einheit wissenschaftlicher Erkenntnis deren Vollständigkeit, Geschlossenheit und innere Stimmigkeit einforderte. Denn erst die systematische Ordnung wissenschaftlicher Erkenntnis führt zu einem objektiven Anschauungsganzen und damit zur Einheit der Wirklichkeit zurück, deren analytische Zergliederung gerade eine Voraussetzung für den wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn ist.

So stimmen denn trotz erheblicher Unterschiede zwischen den einzelnen Schulen und Denkrichtungen die wissenschaftsphilosophischen Entwürfe der Neuzeit in dem zentralen Punkt überein, dass die Einheit wissenschaftlicher Erkenntnis das unabdingbare Ziel der wissenschaftlichen Methode ist. Mehr noch: Die Form der Einheit scheint überhaupt erst den Geltungs- und Wahrheitsanspruch wissenschaftlicher Erkenntnis zu begründen.

Wohl kaum ein Wissenschaftler wird sich der Faszination, die von der Einheitsidee ausgeht, entziehen können. Allerdings wird man auch eingestehen müssen, dass die Vorstellungen von der so oft beschworenen Einheit wissenschaftlicher Erkenntnis noch relativ verschwommen sind. Zumeist wird der Einheitsgedanke mit der Idee der Einheit der Wissenschaften in Verbindung gebracht. Aber auch in diesem Fall bleibt unklar, wie die Erkenntnisziele, Methoden und Anwendungsbereiche der verschiedenen Wissenschaften unter die Form der Einheit gebracht werden können und was in diesem Fall unter dem Begriff der „Einheit“ eigentlich genau zu verstehen ist.

Angesichts dieser Schwierigkeiten lässt sich im Einheitsgedanken gegenwärtig nicht mehr als ein Leitmotiv der wissenschaftlichen Moderne erblicken, das für die Erkenntnis der Wirklichkeit offenbar eine regulative Funktion besitzt, dessen Wesensmerkmale sich jedoch erst allmählich mit fortschreitender Erkenntnis herauszuschälen beginnen.

Und eine weitere Klarstellung ist notwendig: Das Problem der Einheit der Wissenschaften stellt sich ja nicht nur als ein Problem zwischen den einzelnen Wissenschaftsdisziplinen, das heißt als ein *interdisziplinäres* Problem dar, sondern als ein *transdisziplinäres* Problem, insofern nämlich die Grenzziehung zwischen den Disziplinen überschritten und durch den Einheitsgedanken möglicherweise vollständig aufgehoben wird.

Es ist also mehr als bloße Wortklauberei, wenn wir im folgenden zwischen der „Einheit der Wissenschaft“ und der „Einheit der Wissenschaften“ unterscheiden. Im ersten Fall („Einheit der Wissenschaft“) scheint durch den Einheitsgedanken jeglicher Unterschied zwischen den wissenschaftlichen Disziplinen aufgehoben zu sein. Die Wissenschaften bilden danach in ihrer höchsten Vollendung eine Einheitswissenschaft, in der alle Grenzen zwischen den Disziplinen verschwinden. Im zweiten Fall („Einheit der Wissenschaften“) scheinen die einzelnen Wissenschaftsdisziplinen ihre Autonomie zu behalten. Die verschiedenen Disziplinen repräsentieren dann nach wie vor verschiedene Zugangsweisen zur Wirklichkeit. Doch

¹ Vgl. Jaspers (1949).

mögen sie insofern unter der Form der Einheit stehen, als ihre Modelle der Wirklichkeit wechselseitig füreinander als Analogiemodelle dienen können.

Im weiteren wollen wir uns mit dem Gedanken der Einheit der Wissenschaften in dem zuletzt erläuterten Sinn befassen. Ein wichtiger Prüfstein hierfür wird die Frage sein, ob und in welcher Form es zwischen Natur- und Geisteswissenschaften eine Annäherung geben kann. Auch wenn sich die Einheit der Wissenschaften zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht verifizieren lässt, so ist das Verhältnis von Natur- und Geisteswissenschaften sicherlich ein guter Indikator für die Tragweite dieser Idee.

Im Prinzip kann man die Problemstellung von zwei Seiten angehen. Zum einen kann man eine logische Analyse der Struktur wissenschaftlicher Begriffe und Theorien durchführen und versuchen, den Einheitsgedanken unter metatheoretischen Gesichtspunkten zu überprüfen., Zum anderen kann man sich aber auch darauf beschränken, die allgemeinen Entwicklungstendenzen zu beschreiben, die auf eine mögliche Konvergenz der Wissenschaften bezüglich ihrer Gegenstände, Ziele und Methoden hinweisen.

Die bloß beschreibende Vorgehensweise hat gegenüber der metatheoretischen Verfahrensweise den Vorteil, dass höchst komplizierte Fragen der Wissenschaftsphilosophie, wie zum Beispiel die der inter- und intratheoretischen Reduktion wissenschaftlicher Theorien, umgangen werden können und nur das an der Entwicklung der Wissenschaften betrachtet wird, was man gleichsam mit den Augen sehen kann. Der Nachteil besteht jedoch darin, dass im Rahmen dieser Vorgehensweise der Einheitsbegriff selbst nicht weiter expliziert wird.

Wir werden den zuletzt genannten Weg einschlagen und dabei zunächst einen kurzen Blick auf die Wurzeln des gegenwärtig vorherrschenden Wissenschaftsverständnisses werden. Sodann werden wir diejenigen Aspekte herausarbeiten, die für das Gegensatzverhältnis von Natur- und Geisteswissenschaften bestimmend sind. Im abschließenden Teil unserer Analyse soll dann eine neue Klasse von Wissenschaften vorgestellt werden, die eine Brückenfunktion zwischen Natur- und Geisteswissenschaften einnimmt und auf diese

Weise die Einheit der Wissenschaften zu vermitteln vermag.

2. Das Allgemeine und das Besondere

Die Behauptung, dass zwischen den beiden großen Wissenschaftsströmungen eine Annäherung gibt, ist eine Arbeitshypothese, die erst einmal begründet werden muß. Sie ist, und dies zeigt ein Blick auf die Diskussion der Vergangenheit, keineswegs evident. Im Gegenteil, sie scheint der gängigen Wissenschaftsauffassung geradezu zu widersprechen.

Es sei hier nur an den berühmten Essay von Sir Charles Snow über „Die zwei Kulturen“ erinnert, in dem Snow die weltweit beachtete These aufstellte, dass sich in der westlichen Gesellschaft die naturwissenschaftlich-technische Intelligenz und die literarisch-geisteswissenschaftliche Intelligenz unversöhnlich gegenüberstünden, von einer Annäherung oder gar Einheit der zwei Kulturen also keine Rede sein könne.²

Die von Snow propagierte These schließt an die übliche Einteilung der Wissenschaften in Natur- und Geisteswissenschaften an. Danach befassen sich die Naturwissenschaften ausschließlich mit der Ordnung der Wirklichkeit, wie sie in den Regularitäten und den universellen Gesetzen der belebten und unbelebten Natur zum Ausdruck kommt. Dabei ist es für die naturwissenschaftliche Methode kennzeichnend, dass sie von den besonderen Gegebenheiten der Wirklichkeit absieht und die Gegenstände der Erkenntnis durch idealisierte und quantifizierbare Größen ersetzt. Die individuellen, die qualitativen und in ihrer Einzigartigkeit nicht messbaren Phänomene der Wirklichkeit bleiben hingegen aus dem Anwendungsbereich der Naturwissenschaften ausgeklammert. Sie fallen, der traditionellen Zweiteilung entsprechend, in den Bereich der sogenannten Geisteswissenschaften.

Die Geisteswissenschaften befassen sich mit der Ordnung der Wirklichkeit, wie sie sich in Staat und Gesellschaft, in Recht und Wirtschaft manifestiert. Sie liefern uns eine Deutung der Wirklichkeit mit den Mitteln der Sprache, des Mythos, der

² Snow (1967).

Religion und der Kunst. Ihre Methoden sind, wie innerhalb der hermeneutischen Wissenschaftslehre hervorgehoben wird, darauf ausgerichtet, die Wirklichkeit zu verstehen und nicht gesetzmäßig zu erklären.

Die Auffassung, dass sich in den Natur- und Geisteswissenschaften zwei grundverschiedene Erfahrungsweisen der Wirklichkeit gegenübersehen, geht vor allem auf Wilhelm Dilthey zurück.³ Danach bilden die geistigen Erscheinungen gegenüber den materiellen Erscheinungen einen eigenständigen Erfahrungsbereich. Aufgabe der Geisteswissenschaften sei es, in Ansehung der geistigen Erscheinungen das Wesen der Dinge zu ergründen und zu verstehen. Die Naturwissenschaften hingegen seien darauf ausgerichtet, die materiellen Erscheinungen zu erklären, indem sie die gesetzmäßigen Beziehungen zwischen den Dingen aufdecken.

Schwerpunkt der Methodenlehre von Dilthey ist das Verstehen der geistigen Wirklichkeit „von innen“ her. Damit ist die innere Wahrnehmung jener Ordnungsstrukturen gemeint, die den geistigen Erscheinungen zugrunde liegen und die ihren Niederschlag in den Symbol- und Regelsystemen der Sprache, des Handelns und der schöpferischen Tätigkeit gefunden haben. Dilthey zufolge wird im Nachvollzug bzw. „Nacherleben“ der geistigen Erscheinungen deren Bedeutung und schließlich deren Wesen erfasst. Erst so fände der Mensch einen Zugang zu seiner eigenen Geschichtlichkeit.

Nach Dilthey befassen sich dagegen die Naturwissenschaften mit der Ordnung der Wirklichkeit, wie sie im regulären und immerwährenden Geschehen der materiellen Erscheinungen zum Ausdruck kommt. Im Gegensatz zu den Geisteswissenschaften fänden die Naturwissenschaften ihre Gegenstände unabhängig von den menschlichen Lebensäußerungen vor. Anders als die geistige Ordnung sei die Ordnung der Natur von außen zu erkennen.

Doch schon der Neukantianer Wilhelm Windelband sah sich genötigt, den von Dilthey aufgebauten Gegensatz von Natur- und Geisteswissenschaften zu relativieren. Natur und Geist schienen ihm in einem viel zu engen Abhängigkeitsverhältnis zueinander zu stehen, als dass sie Fundament zweier

grundverschiedener Klassen von Wissenschaften sein könnten. Des weiteren wollte Windelband nicht gelten lassen, dass sich die Gegenstände der Geisteswissenschaften lediglich durch innere Wahrnehmung konstituieren. Zudem störte es ihn, dass sich eine so bedeutsame empirische Disziplin wie die Psychologie überhaupt nicht in das Klassifikationsschema Natur/Geist einordnen ließ. Denn ihrem Gegenstand nach ist die Psychologie offenbar eine Geisteswissenschaft, ihren Methoden nach gehört sie jedoch zur Klasse der Naturwissenschaften.

Windelband glaube die „Inkongruenz“ des sachlichen und formalen Einteilungsprinzips dadurch beheben zu können, dass er an die Stelle des Gegensatzpaares „Natur/Geist“ das Gegensatzpaar „Natur/Geschichte“ setzte. Mit der von Windelband vorgenommenen Verschiebung der Perspektive wird das dualistische Wissenschaftsverständnis zwar nicht aufgehoben, doch gewinnt es insofern an Prägnanz, als sein begrifflicher und systematischer Ort nun wesentlich klarer hervortritt.

Besonders aufschlussreich für das Wissenschaftsverständnis von Windelband ist seine berühmte Straßburger Rektoratsrede von 1894, in der er das Verhältnis von „Geschichte und Naturwissenschaft“ erörterte.⁴ In dieser Rede unternahm Windelband den Versuch, die Zweiteilung der Wissenschaften als Ausdruck einer Welterkenntnis zu begründen, deren Basiselemente nicht „Natur“ und „Geist“, sondern „Gesetz“ und „Ereignis“ sind.

Windelband zufolge haben die Naturwissenschaften das Allgemeine in Form eines allgemeinen Gesetzes zum Erkenntnisziel, während hingegen das Erkenntnisziel der Geschichtswissenschaften das einzelne Ereignis, das Besondere in seiner geschichtlich bestimmten Gestalt ist. Die einen betrachteten die sich immer gleich bleibende Form, die anderen den einmaligen, in sich bestimmten Inhalt des wirklichen Geschehens. Jene lehrten, was immer ist, diese, was einmal war.⁵

Zur Kennzeichnung dieses Gegensatzes führte Windelband das Begriffspaar „nomothetisch“ versus „idiographisch“ ein. Windelbands Schüler Heinrich Rickert

³ Dilthey (1883).

⁴ Windelband (1919).

verschärfte schließlich noch die Grenzziehung zwischen nomothetischen und idiographischen Wissenschaften, indem er insbesondere Elemente der Wert- und Sinnbestimmung in die idiographischen Wissenschaften mit aufnahm und diese so zu einer allgemeinen Kulturwissenschaft uminterpretierte.⁶

Das philosophische Problem, von dem Windelband in seiner Rektoratsrede ausging, ist so alt wie die Philosophie selbst. Es ist die Frage nach dem Verhältnis von Allgemeinem und Besonderem. Kann das Besondere entgegen seiner begrifflichen Bestimmung zum Erkenntnisgegenstand einer auf Allgemeinbegriffen basierenden, nomothetischen Wissenschaft werden? Windelbands Antwort auf diese Frage war ein klares „Nein“. Und tatsächlich scheint die abschlägige Antwort unvermeidbar zu sein, wenn man der bis in die Antike zurückreichenden Denktradition folgt, nach der das Allgemeine und das Besondere zwei inkommensurable Größen unserer Weltvorstellung sind.

Aristoteles beispielsweise bestimmt das Allgemeine als dasjenige, was seiner Natur nach mehreren Einzeldingen zugleich eigen sein kann. Im Gegensatz zum Allgemeinen, so Aristoteles, lässt sich für das Besondere keine positive Bestimmung geben. Vielmehr ist das Besondere nur negativ bestimmt, nämlich als dasjenige, was sich nicht weiter mit Hilfe allgemeiner Begriffe eingrenzen lässt..

Vom Besonderen, das sich definitionsgemäß der Festlegung durch Allgemeinbegriffe entzieht, kann es, wie Aristoteles betont, keine Erkenntnis, sondern nur sinnliche Wahrnehmung geben. Das Allgemeine hingegen ist nicht nur Gegenstand von Erkenntnis, sondern auch deren Voraussetzung. Denn nur für den Fall, dass sich die Mannigfaltigkeit der Erscheinungen auf eine Einheit zurückführen lässt, ist überhaupt erst ein Verständnis der Mannigfaltigkeit möglich. Die Einheit und Allgemeinheit der Erscheinungen tritt wiederum als Regel, Prinzip oder Gesetz in Erscheinung.

Die Unmöglichkeit, das Besondere mit Allgemeinbegriffen zu erfassen, schließt somit eine gesetzmäßige Bestimmung des Besonderen von vornherein aus.

⁵ A. a. O., S. 145.

⁶ Rickert (1926).

Vielmehr erweist sich im Rahmen dieser Denklogik das Verhältnis von Allgemeinem und Besonderem als Kardinalproblem wissenschaftlichen Denkens, für das es offenbar keine Lösung gibt und das die dualistische Wissenschaftsauffassung, wie sie Windelband zu begründen versuchte, unvermeidbar erscheinen lässt.

Es gilt aber, wie Ernst Cassirer gezeigt hat, durchaus einen Weg, die vermeintliche Aporie im Wechselverhältnis von Allgemeinem und Besonderem zu überwinden. Als Schüler von Hermann Cohen stand Cassirer zunächst dem Neukantianismus der Marburger Schule nahe. Im Gegensatz zu Windelband und Rickert lehnte Cassirer jedoch die starke Historisierung der Geistes- bzw. Kulturwissenschaften ab und hob in seinem Hauptwerk „Philosophie der symbolischen Formen“ mehr den formalen und verbindenden Charakter aller Wissenschaften hervor.⁷

Insbesondere führte Cassirer die Eigenart des besonderen nicht auf dessen historische Einzigartigkeit und damit auf die kontingenten Bedingungen seines Ursprungs und seiner Entwicklungsgeschichte zurück, sondern auf dessen einzigartige Stellung im komplexen Beziehungsgeflecht der Wirklichkeit. Das Besondere wird Cassirer zufolge nicht dadurch zum Besonderen, dass es aus den allgemeinen Beziehungskreisen herausfällt, sondern indem es sich gerade umgekehrt in den allgemeinen Beziehungskreisen der Wirklichkeit immer weiter ausdifferenziert. Es wird zum Besonderen indem es in immer mehr Beziehungskreise eintritt und auf diese Weise schließlich in eine singuläre Relation zum Bezugsfeld der Wirklichkeit gerät.

Die Ausformung des Besonderen im Kontext des Allgemeinen ermöglicht wiederum die Beschreibung des Besonderen mit formalen Mitteln und Allgemeinbegriffen, ohne dass dabei das Besondere seine spezifischen Attribute verliert. So stellt Cassirer in seiner frühen, systematischen Abhandlung über den Substanz- und Funktionsbegriff fest:

Es ist nicht einzusehen, dass irgendein konkreter Inhalt seiner Besonderheit und Anschaulichkeit verlustig gehen müsste, sobald er mit anderen gleichartigen Inhalten in verschiedene Reihen-Zusammenhänge gestellt und insofern „begrifflich“

gefasst und geformt wird. Das Gegenteil ist vielmehr der Fall: je weiter diese Formung fortschreitet und je mehr Beziehungskreise es sind, in die das Besondere eintritt, um so schärfer hebt sich auch seine Eigenart ab.⁸

Das Individuelle und Einzigartige, so ist Cassirers Ansatz zu verstehen, muß als Grenzfall eines endlos erscheinenden Differenzierungsprozesses angesehen werden, durch den das Besondere schließlich in eine singuläre Relation zum Beziehungsgeflecht allgemeiner Bestimmungen gerät. Der Grenzfall ist offenbar genau dann erreicht, wenn sich das Besondere begrifflich nicht weiter eingrenzen und fixieren lässt.

Bei oberflächlicher Betrachtung hat es den Anschein, als hätte sich hier die aristotelische Denkfigur, das Besondere negativ zu bestimmen, am Ende wieder durchgesetzt. Doch dieser Eindruck täuscht. Die Eigenständigkeit von Cassirers Ansatz tritt deutlich hervor, wenn man das Augenmerk auf die Genese des Besonderen legt. Cassirer zufolge kristallisiert sich das Besondere allmählich aus dem Beziehungsgeflecht seiner allgemeinen Bestimmungen heraus. Demnach wird das Besondere positiv, nämlich über seine Funktionsbeziehungen zum Allgemeinen bestimmt. Aristoteles dagegen schließt die Möglichkeit der positiven Bestimmung des Besonderen mit Hilfe des Allgemeinen gerade aus. Er bestimmt das Besondere allein negativ, nämlich durch Abgrenzung vom Allgemeinen.

Cassirer hatte richtig erkannt, dass die Rede vom Besonderen, vom Individuellen und Einzigartigen, wie sie im Rahmen der neukantianischen Geschichtsphilosophie gepflegt wurde, wenig sinnvoll ist. Denn Wissenschaft können wir offenbar nur betreiben, indem wir von den spezifischen, das heißt den Individuellen und einzigartigen Merkmalen der Einzeldinge abstrahieren. Aber allein schon die Benennung der Gegenstände einer Wissenschaft setzt voraus, dass diesen Gegenständen begriffliche Eigenschaften von einem gewissen Allgemeinheitsgrad zugeordnet werden können. In dem Augenblick aber, in dem wir uns über das Individuelle und das Einzigartige intersubjektiv verständigen, avanciert es bereits zum Gegenstand allgemeiner Bestimmungen und ist damit, zumindest im Prinzip, einer

⁷ Cassirer (1923).

⁸ Cassirer (1910).

erklärenden und gesetzmäßig beschreibenden Wissenschaft zugänglich.

Auch Windelband hatte dies in seiner Rektoratsrede bereits einräumen müssen. So sprach er seinerzeit die Vermutung aus, dass eine Wissenschaft vom Individuellen und Einzigartigen wohl nicht möglich sei, ohne auf die begrifflichen Kategorien des Vergleichens, Abstrahierens und Verallgemeinerns zurückzugreifen. Dies sind nun aber genau diejenigen Kategorien, die zu den charakteristischen Merkmalen einer nomothetischen Wissenschaft gehören.

3. Naturwissenschaft und Geschichte

Betrachtet man die dualistische Wissenschaftsauffassung von der hohen Warte der modernen Wissenschaften, so lässt sich die strenge Unterteilung der Wissenschaften in Gesetzes- und Ereigniswissenschaften nicht mehr länger aufrechterhalten. Vielmehr ist es in den letzten Jahren verstärkt zu einer Entgrenzung und Überlagerung der Disziplinen gekommen, die die Zweiteilung der Wissenschaften in einem neuen Licht erscheinen lässt.

Der Trend zur inter- und transdisziplinären Forschung ist nicht zuletzt darauf zurückzuführen, dass in zunehmendem Maße auch die historisch gewachsenen, die komplexen und einzigartigen Strukturen der Wirklichkeit in das Blickfeld der Gesetzeswissenschaften geraten. Besonders deutlich zeigt sich diese Entwicklung in der Wechselbeziehung zwischen Physik und Biologie. Die Biologie ist nämlich eine nomothetische und idiographische Wissenschaft zugleich, da die grundlegenden Prozesse der Selbstorganisation und Evolution des Lebens mit den historischen, entwicklungsgeschichtlich einzigartigen Aspekten der Wirklichkeit unauflösbar verknüpft sind. Andererseits unterliegen diese Prozesse allgemeinen Gesetzmäßigkeiten, die heute einen wichtigen Schwerpunkt der physikalischen Grundlagenforschung bilden.

Im Zuge der fortschreitenden Physikalisierung der Biologie hat die wissenschaftstheoretische Schlüsselfrage, ob sich die Biologie eines Tages vollständig

auf die Physik reduzieren lässt, eine überraschende Wendung genommen. Und zwar hat sich als theoretische Grundlage der Biologie neben der Physik ein neuartiger Wissenschaftstyp herausgebildet, der seinem Wesen nach eine sogenannte Strukturwissenschaft ist.⁹ Die Strukturwissenschaften, zu denen so wichtige Disziplinen wie die Kybernetik, Spieltheorie und Informationstheorie zählen, sind für die mögliche Einheit der Wissenschaften insofern von allergrößter Bedeutung, als sie den traditionellen Anwendungsbereich der Naturwissenschaften überschreiten und ganz neue, fachübergreifende Erklärungskonzepte bereitstellen.

Wir müssen diesen Punkt etwas genauer betrachten. Paradigmatisch für den Erklärungs begriff in den Naturwissenschaften sind die physikalischen Erklärungen. Physikalische Erklärungen haben eine dualistische Grundstruktur. Sie basieren auf zwei Klassen von Aussagen, die sich zum einen auf die universellen Gesetze und zum anderen auf die sogenannten Antezedensbedingungen beziehen. Die Antezedensbedingungen bilden einen Komplex singulärer Sätze, der im wesentlichen die Umstände beschreibt, unter denen das zu erklärende Ereignis eingetreten ist beziehungsweise eintreten wird. In der Physik werden die Antezedensbedingungen üblicherweise als Anfangsbedingungen bezeichnet.

Die dualistische Struktur physikalischer Erklärungen lässt sich am Beispiel der Planetenbewegung besonders einfach aufzeigen. Die universelle Gesetzmäßigkeit, welche die Bewegung eines Planeten um den Zentralkörper bestimmt, ist das Newtonsche Gravitationsgesetz. Die Antezedensbedingungen wiederum sind durch den Ort und die Geschwindigkeit des Planeten zu einer bestimmten Anfangszeit t gegeben. Die Bahn des Planeten lässt sich dann im Rahmen der von Newton entwickelten Theorie aus den Anfangswerten unter Zuhilfenahme des Gravitationsgesetzes berechnen.

Formal gesehen, besteht eine physikalische Erklärung (bzw. Vorhersage) darin, das Explanandum, das heißt das zu erklärende Ereignis, aus dem Explanans, das heißt den Gesetzen und den Anfangsbedingungen, logisch abzuleiten. Im strengen Sinn gilt dies natürlich nur für die sogenannten deduktiv-nomologischen Erklärungen, deren Erklärungsgrundlage deterministische Gesetze sind. Im Fall statistischer Gesetze kann

⁹ Küppers (1992a).

man nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit vom Explanans auf das Explanandum schließen. Solche Erklärungen bilden die Klasse der induktiv-statistischen Erklärung.

Von den einzelnen Fallunterscheidungen einmal abgesehen, besteht das Wesen einer wissenschaftlichen Erklärung darin, dass das Explanandum unter allgemeine Gesetze subsumiert wird. Auch Windelband verwendete in seiner Rektoratsrede das Subsumptionsmodell, um das Wesen einer nomologischen Erklärung zu beschreiben. Allerdings sah er sich genötigt, die idiographischen Wissenschaften vom nomologischen Erklärungsschemas auszunehmen.

In verkürzter Form lautet das Argument von Windelband folgendermaßen: Erkenntnisgegenstand der idiographischen Wissenschaften sind die konkreten Ereignisse, aus denen sich der Ablauf des Weltgeschehens zusammensetzt. Ihrer historischen Bedingtheit entsprechend, sind diese Ereignisse kontingenter Natur. Dies bedeutet, dass die betreffenden Ereignisse so sein können wie sie sind, dass sie aber auch anders sein könnten. Sie sind weder zufällig noch gesetzmäßig, sondern beliebige Realisierungen des Möglichen.

Im Explanans wird der Ereignischarakter der Welt durch die Antezedensbedingungen vermittelt. Sofern nun die Antezedensbedingungen in dem zuvor erläuterten Sinn als kontingente Größen anzusehen sind, können sie nicht aus allgemeinen Gesetzen abgeleitet werden. Vielmehr bilden sie in diesem Fall gerade die irreduziblen Prämissen zu den Gesetzesaussagen. Mit anderen Worten: Die Prämissen zu Gesetzesaussagen können selbst nicht unter allgemeine Gesetze subsumiert werden.

Das Problem, auf das Windelband hinweisen wollte, ist unmittelbar einsichtig: Aus universellen Gesetzen allein können keine Einzelaussagen über die Welt abgeleitet werden. Konkrete Tatsachen oder Ereignisse können immer nur mit Hilfe anderer Tatsachen oder Ereignisse erklärt werden. Denn ihrem universellen Charakter entsprechend, besitzen die allgemeinen Gesetze – anders als konkrete Tatsachen oder Ereignisse – weder räumliche noch zeitliche Begrenzung.

Wenn nun aber Gesetz und Ereignis, wie Windelband betont, zwei

inkommensurable Größen der Welterklärung sind, dann können die Geschichtswissenschaften auch nicht in den Naturwissenschaften aufgehen. Vielmehr müssen, so folgert Windelband, den nomologischen Wissenschaften die idiographischen Wissenschaften als eigenständige Wissenschaftsklasse gegenübergestellt werden.

Aber bereits Windelband deutete an, dass es auch Erklärungen geben könne, in denen die Antezedensbedingungen selbst zum Gegenstand der Erklärung würden. Freilich ist dies nur möglich, wenn im Explanans neue Aussagen auftreten, die in der Erklärung die Aufgabe der Antezedensbedingungen übernehmen, indem sie als Prämissen zu den Gesetzaussagen fungieren. Oder anders ausgedrückt: Die Antezedensbedingungen als solche lassen sich aus einer Erklärung grundsätzlich nicht eliminieren, wohl aber können sie gegebenenfalls mit Hilfe allgemeiner Gesetze aus anderen Antezedensbedingungen abgeleitet werden.

Was Windelband seinerzeit nur als Denkmöglichkeit erörterte, gehört heute zum Alltag der wissenschaftlichen Erklärungspraxis. Und es war wiederum die physikalisch orientierte Biologie mit ihrem Konzept der Selbstorganisation, die zu dem Paradigmenwechsel entscheidend beigetragen hat.¹⁰ Um diesen Wandel transparent werden zu lassen, müssen wir das Grundprinzip der Selbstorganisation etwas genauer betrachten.

Selbstorganisierende Systeme sind dadurch ausgezeichnet, dass in ihnen die Dynamik des Systems ständig auf die Anfangsbedingungen zurückgewirkt und diese modifiziert. Dies geht allerdings nur unter bestimmten physikalischen Voraussetzungen. So kann ein derartiger Rückkoppelungsmechanismus nur wirksam werden, wenn das System im thermodynamischen Sinn offen ist, da das System ansonsten in einen stabilen Gleichgewichtszustand übergeht, wobei die exzeptionellen Anfangsbedingungen in die Gleichgewichtsbedingungen des Systems überführt werden. In Gleichgewichtssystemen ist eine weiterführende Selbstorganisation nicht möglich, weil alle Schwankungen um den Gleichgewichtszustand selbstregulierend sind.

Offene Systeme verhalten sich dagegen ganz anders. Hier wird der „stabile“ Zustand im stationären Zustand des Fließgleichgewichtes erreicht. Solche stationären Zustände setzen voraus, dass durch Zufuhr von freier Energie die exzeptionellen Anfangsbedingungen permanent aufrechterhalten werden. Die Anfangsbedingungen besitzen dann den Charakter stationärer Randbedingungen, die die Dynamik des Systems kanalisieren. In Wirklichkeit sind solche stationären Zustände jedoch metastabil. Kommt es zu Änderungen in den Randbedingungen, kann der ursprüngliche Zustand zusammenbrechen und sich ein neuer (metastabiler) Zustand einstellen. Hierfür sind sowohl thermodynamische als auch reaktionskinetische Kriterien maßgeblich.

Unter bestimmten Voraussetzungen können sich in offenen Systemen auch Wertmaßstäbe ausbilden, die die Entwicklung des Systems selektiv steuern. Der gesamte Prozeß der Entstehung und Evolution des Lebens läßt sich heute sehr gut mittels solcher Selbstorganisationsmodelle beschreiben.¹¹ Die Frage nach dem Ursprung des Lebendigen ist daher gleichbedeutend mit der Frage, wie aus den ursprünglich unspezifischen Anfangsbedingungen der unbelebten Materie durch selektive Selbstorganisation die exzeptionellen Randbedingungen der belebten Materie entstanden sind. In den entsprechenden Erklärungsmodellen sind somit die Antezedensbedingungen nicht mehr als irreduzible Prämissen zu den Gesetzesaussagen anzusehen, sondern sie werden nunmehr selbst zum Explanandum.

Unter formalen Gesichtspunkten wird in den Modellen der Selbstorganisation das Explanandum des vorhergehenden Erklärungsschrittes zum Antezedens des nächsten Erklärungsschrittes. Solche Erklärungen, in denen sich Kausalerklärungen zu langen Erklärungsketten zusammensetzen, werden auch als „historisch-genetische“ Erklärungen bezeichnet. Sie liefern letztlich eine nomothetische Erklärung für die Entwicklungsgeschichte des Explanandums.

Nun ist allerdings anzumerken, dass sich die Physik auch in der Vergangenheit immer schon mit geschichtlichen (genauer: naturgeschichtlichen) Vorgängen befasst hat. Dazu gehören die Prozesse der Entstehung und Entwicklung des

¹⁰ Küppers (1992b).

¹¹ Vgl. Küppers (1987).

Planentensystems, der Sterne und des Universums ebenso wie die Prozesse der Entstehung und Entwicklung des Lebens. Nicht zuletzt muß die Evolutionsbiologie als der groß angelegte Versuch angesehen werden, die natürliche Entwicklungsgeschichte des Lebendigen mit Hilfe der Selektionstheorie auf der Grundlage von Wertbestimmungen zu erklären und so, wenn auch auf einer ungleich niedrigen Komplexitätsstufe als in den Geschichtswissenschaften, Ereignis und Wert miteinander zu verknüpfen.

Gleichwohl bleibt festzustellen, dass trotz aller Versuche, auch das Historische in den Blick zu bekommen, das übergeordnete Ziel der Naturwissenschaften unverändert darin besteht, die Wirklichkeit als ein reguläres Wirkungsgefüge zu beschreiben, in dem auch die Entwicklung des Kosmos und die Entwicklung des Lebens als prinzipiell wiederholbare Naturvorgänge erscheinen. Welchen Platz nimmt dann aber das Einzigartige und Besondere in den modernen Naturwissenschaften ein? Läßt sich das Einzigartige und Besondere überhaupt mit dem Gesetzesbegriff der Naturwissenschaften, der wiederum mit dem Begriffen der Regularität und Wiederholbarkeit unauflösbar verknüpft zu sein scheint, in Einklang bringen?

Die moderne Physik hält auf diese Fragen eine überraschende Antwort bereit. Und zwar hat sich gezeigt, dass der Begriff der Gesetzmäßigkeit nicht notwendig mit dem der Reproduzierbarkeit verknüpft ist. Vielmehr kommen in der Natur Prozessabläufe vor, die gesetzmäßig determiniert sind, deren Verlauf dennoch einzigartig ist. So konnten in der belebten und unbelebten Natur Fälle nachgewiesen werden, bei denen als Folge deterministischer Gesetze die Entwicklung eines Systems so irregulär und unberechenbar verläuft, dass es den Anschein hat, als regiere ausschließlich der Zufall und das Chaos.¹² Beispielhaft für solche gesetzmäßig ablaufenden Naturvorgänge, die zugleich die Merkmale eines historischen Prozessverlaufes aufweisen, ist der scheinbar unkontrollierte und einzigartige Verlauf des Wetters.

In der Physik hat man für die Erscheinung unberechenbarer Gesetzmäßigkeiten

¹² Auf dieses Phänomen ist bereits Henri Poincaré (1899) bei seinen Untersuchungen zur Himmelsmechanik gestoßen.

den Begriff „deterministisches Chaos“ eingeführt. Hinter dieser Bezeichnung, die sich zunächst wie eine *contradictio in adjecto* anhört, verbirgt sich in Wirklichkeit die faszinierende Erkenntnis, dass selbst in chaotisch erscheinenden Naturvorgängen eine gesetzmäßige Ordnung angelegt sein kann, die die Prozessabläufe in deterministischer Form steuert. Da aber in chaotischen Systemen die Entwicklung des Systems in extrem empfindlicher Weise von den jeweiligen Anfangsbedingungen abhängt, ist die Reproduzierbarkeit wegen der begrenzten Reproduzierbarkeit der Ausgangsbedingungen faktisch ausgeschlossen und die Berechenbarkeit der Dynamik weitgehend eingeschränkt.

Paradoxerweise ist es nicht etwa ein eingeschränkter Determinismus, der zu einem chaotischen Systemverhalten führt, sondern im Gegenteil ein verschärfter Determinismus. Genaugenommen hängt dieses eigentümliche Phänomen mit einer Ambivalenz des Kausalbegriffes zusammen.¹³ Der traditionelle Begriff des Naturgesetzes beruht nämlich auf einer schwachen Form des Kausalitätsprinzips, demzufolge ähnliche Ursachen ähnliche Wirkungen haben. Der Gesetzesbegriff der Chaostheorie, der für das Verständnis komplexer Systeme grundlegend ist, basiert dagegen auf einer verschärften Form der Kausalität. Diese besagt, dass ähnliche Ursachen bereits völlig unterschiedliche Wirkungen hervorrufen können.

Die hier zutage tretende Doppelnatur der Kausalität hat die bereits angedeuteten, tiefgreifenden Konsequenzen für unser Verständnis des Zusammenhangs von Naturgesetz und Reproduzierbarkeit: Das Phänomen der Gesetzmäßigkeit erweist sich nicht mehr unabdingbar mit dem Phänomen der Regularität und Reproduzierbarkeit verknüpft, sondern es kann unter bestimmten Voraussetzungen selbst eine Quelle für Individualität und Einzigartigkeit sein.

Die Grenzen, die Windelband und Rickert seinerzeit mit ihrer dualistischen Wissenschaftsauffassung gezogen haben, scheinen sich somit angesichts der gegenwärtigen Entwicklung der Wissenschaften wieder aufzulösen. Die zentralen Elemente historischer Weltbestimmung wie Individualität, Einzigartigkeit, Ereignis, Wert usw. liegen nun nicht mehr jenseits der nomothetischen Wissenschaften, sondern können, wenn auch mit gewissen Einschränkungen, durchaus zum

Gegenstand einer kausal-analytischen Erklärung werden.

4. Das Wesen der Strukturwissenschaften

Geschichtlichkeit und Gesetzmäßigkeit, dies ist das Ergebnis unserer bisherigen Überlegungen, sind offenbar viel enger miteinander verwoben, als es zunächst den Anschein hat. Vor allem der Begriff der „Randbedingungen“, wie wir ihn zuvor über den Begriff der Anfangsbedingungen eingeführt haben, liefert einen vielversprechenden Ansatz, das Phänomen der Geschichtlichkeit im Rahmen der nomothetischen Wissenschaften zu begreifen. Zu diesem Zweck muß man jedoch den Begriff der Randbedingungen über seine engere physikalische Bedeutung hinaus verallgemeinern.¹⁴

Betrachten wir als Beispiel den lebenden Organismus. Die Randbedingungen, die die Selbstorganisation und Selbsterhaltung des Organismus steuern, sind in dessen Erbmaterial niedergelegt. Das Erbmaterial wiederum liegt in Form biologischer Makromoleküle, zumeist DNA-Molekülen, vor. Die Struktur eines DNA-Moleküls stelle eine extrem komplexe physikalische Randbedingung dar, die im wesentlichen durch die Lageposition aller am Aufbau des Moleküls beteiligten Atome sowie den physikalisch-chemischen Milieubedingungen beschrieben wird.

Die genetisch verankerten Randbedingungen übernehmen im Organismus die Funktion von Auswahlbedingungen, durch die die Menge der physikalisch möglichen Prozesse auf die in dem System tatsächlich ablaufenden Prozesse eingegrenzt wird. In diesem Sinn sind die durch das Erbmaterial gegebenen Randbedingungen zugleich auch die Träger von Information. Denn es ist allein die DNA-Struktur, die in der Wechselwirkung mit ihren physikalischen Milieubedingungen den Aufbau der biologischen Komplexität instruiert.

Nach allem, was wir bisher über die Organisation des Lebendigen wissen,

¹³ Küppers (1991).

¹⁴ Das Konzept der Randbedingungen habe ich an anderer Stelle ausführlich dargestellt. Vgl. Küppers (1994).

treten in der belebten Materie keine Gesetzmäßigkeiten auf, deren Existenz und Gültigkeit nicht auch schon im Bereich der unbelebten Materie nachgewiesen wäre. Die Besonderheit des Lebendigen ist demnach allein in der besonderen Organisationsform der belebten Materie angelegt, und diese wiederum ist der Ausdruck besonderer Randbedingungen. Wollen wir also den Ursprung und die Entwicklung des Lebendigen verstehen, so müssen wir den Ursprung und die Entwicklung exzeptioneller Randbedingungen erklären, nämlich jene, die in Form der DNA-Moleküle den Aufbau und die Funktionen des lebenden Organismus instruieren.

Man kann über den einzelnen Organismus hinaus die Organisation des Lebendigen bis hin zu den sozialen Systemen als eine komplexe Hierarchie von Randbedingungen beschreiben, die auf jeder Organisationsstufe eine selektive Funktion ausüben und dadurch jeweils eine eigene informationstragende Ebene begründen. Ob und inwieweit sich im lebenden Organismus die gesamte Kaskade der Randbedingungen auf die primären Randbedingungen der Gene zurückführen lassen, ist die grundsätzliche Frage, die sich hinter dem Reduktionsprobleme der Biologie verbirgt.

Der Begriff der Randbedingungen, wie er hier eingeführt wurde, ist ein äußerst abstrakter Begriff. Das aber macht ihn gerade zu einem universellen Strukturbegriff, der sich auf physikalische, biologische wie auch soziale Systeme anwenden lässt. Tatsächlich scheint sich hinter den modernen Theorien der Selbstorganisation und Evolution des Lebens eine allgemeine Theorie der Randbedingungen zu verbergen, die ihrem Wesen nach eine sogenannte Strukturwissenschaft ist.

Doch wodurch zeichnen sich die Strukturwissenschaften aus, und welche Ziele verfolgen sie? Zunächst lässt sich feststellen, dass ein unverwechselbares Kennzeichen aller Strukturwissenschaften darin besteht, dass ihr Gegenstandsbereich die gesamte Wirklichkeit ist. Das heißt, die Strukturwissenschaften suchen nach Gesetzmäßigkeiten, denen abstrakten Strukturen unterliegen, und zwar unabhängig davon, ob sich diese Strukturen in unbelebten oder belebten, natürlichen oder künstlichen Systemen wieder finden. Der Prototyp einer solchen Strukturwissenschaft ist die Mathematik. Neben der bereits erwähnten Kybernetik,

Spieltheorie und Informationstheorie haben sich in den letzten Jahren weitere strukturwissenschaftliche Disziplinen wie Systemtheorie, Semiotik, Synergetik, Komplexitätstheorie, Chaostheorie und Katastrophentheorie herausgebildet.

Dem universellen und abstrakten Charakter der Strukturwissenschaften entsprechend, finden sich deren Erkenntnisgegenstände und Erkenntnisziele sowohl in den Naturwissenschaften als auch in den Geisteswissenschaften wieder.¹⁵ Nicht zuletzt zeigt sich die Universalität der Strukturwissenschaften im transdisziplinären Charakter ihrer Grundbegriffe. „Ganzheit“, „Wert“, „Komplexität“, „Funktionalität“, „Semantik“ und viele andere strukturwissenschaftliche Grundbegriffe bilden einen ständig wachsenden Anteil an Begriffsrepertoire der Natur- und Geisteswissenschaften, so dass sich bereits auf der begrifflichen Ebene eine konvergente Entwicklung der beiden großen Wissenschaftsströmungen abzeichnet.

Nach Carl Friedrich von Weizsäcker, der schon frühzeitig auf die wachsende Bedeutung der Strukturwissenschaften für unsere Lebenswelt hingewiesen hat, handelt es sich bei den Strukturwissenschaften um Strukturtheorien zeitlicher Veränderungen, „die durch menschliche Entscheidung, durch Planung, durch Strukturen, sich darstellen lassen, als seien sie geplant, oder schließlich durch Zufall gesteuert werden“.¹⁶ Heutzutage bilden die Strukturwissenschaften die Basiswissenschaften für das Verständnis komplexer Phänomene schlechthin. Was aber sind die Methoden der Strukturwissenschaften? Zunächst lässt sich ganz allgemein feststellen, dass im Rahmen der strukturwissenschaftlichen Methode von den qualitativen Eigenschaften eines Gegenstandes abstrahiert und die Wirklichkeit durch mathematische Begriffe, Symbole und deren Transformationen ersetzt wird.

Wissenschaftstheoretisch gesehen, vollzieht sich im Rahmen der Strukturwissenschaften das, was wir eine Erklärung in Form von Analogiemodellen nennen.¹⁷ Und zwar werden die Gesetze dieser Strukturwissenschaften aus realen Gesetzen dadurch gewonnen, dass man alle deskriptiven und empirischen Konstanten eliminiert bzw. durch allgemeine Konstanten ersetzt, während man nur an den logischen und mathematischen Konstanten festhält. Die auf diese Weise gewonnenen

¹⁵ Vgl. hierzu auch den Beitrag von Hans Lenk in den vorliegenden Band

¹⁶ von Weizsäcker (1971), S. 23.

Strukturgesetze sind Gesetze, die dieselbe syntaktische Struktur (bzw. logische Form) besitzen wie die realen Gesetze, aus denen sie abgeleitet wurden. Allerdings können sie nun auf mehr als bloß einen Gegenstandsbereich angewendet werden. Hierbei sind für die Frage nach der Einheit der Wissenschaften gerade jene nomologischen Isomorphismen von Bedeutung, die für Gesetze aus ganz unterschiedlichen Wirklichkeitsbereichen gelten.

Ein bekanntes Beispiel ist die Beziehung zwischen dem Gasgesetz von Boyle, bekannt als Boyle-Mariotte-Gesetz, und dem ökonomischen Gesetz von Angebot und Nachfrage, demzufolge ein Preissturz einer bestimmten Ware eine Nachfragesteigerung zur Folge hat und ein Preisanstieg einen entsprechenden Nachfragerückgang. Das Produkt aus Nachfrage und Preis ist in diesem Fall ebenso konstant wie das Produkt aus Volumen und Druck bei idealen Gas.

Aber nicht nur auf der Ebene empirischer Regularitäten, sondern auch auf der Ebene der theoretischen Gesetz stoßen wir auf nomologische Isomorphismen. Ein bekanntes Beispiel aus der Physik ist die sogenannte Fourier-Gleichung. Hierbei handelt es sich um eine partielle Differentialgleichung zweiter Ordnung, die in so unterschiedlichen Gebieten wie der Elektrodynamik, der Hydrodynamik und der Thermodynamik jeweils zur Formulierung grundlegender Gesetzmäßigkeiten herangezogen wird.

Dies sind nur wenige Beispiele aus einer langen Liste nomologischer Isomorphismen. Die Frage, wie diese wissenschaftstheoretisch einzuordnen sind, ist bisher noch weitgehend unbearbeitet. Aber allem Anschein nach sind es die Strukturwissenschaften, über die sich die Annäherung der Naturwissenschaften an die Geisteswissenschaften vollzieht. Für diese Vermutung sprechen jedenfalls die augenscheinlichen Veränderungen, die sich derzeit im Gefüge der Naturwissenschaften abzeichnen.

Eine Entwicklungstendenz ist dabei besonders auffallend. In den naturwissenschaftlichen Erklärungsmodellen geht es nicht mehr so sehr um die Strukturen der Materie als vielmehr um deren einzigartigen, funktionellen

¹⁷ Vgl. Stegmüller (1983).

Beziehungsgeflechte, wie sie insbesondere für die belebte Natur paradigmatisch sind. Die Verschiebung in den Erkenntnisgegenständen und Erkenntniszielen der Naturwissenschaften hat zugleich zu einer "Entmaterialisierung" der Naturwissenschaften im Sinne der Strukturwissenschaften geführt. Daß der Anteil der Strukturwissenschaften in den Naturwissenschaften ständig zunimmt, kann man unter anderem daran erkennen, dass die Computersimulation zunehmend das klassische Experiment in den Naturwissenschaften verdrängt. Denn der Computer ist das wichtigste methodische Instrument der Strukturwissenschaften. Seine Theorie ist selbst eine Strukturwissenschaft.¹⁸

Aufgrund ihres hohen Abstraktionsgrades scheinen die Strukturwissenschaften am ehesten geeignet zu sein, zwischen den Natur- und den Geisteswissenschaften eine Brücke zu schlagen. Tatsächlich scheinen die Strukturwissenschaften zu einem einheitlichen Wirklichkeitsverständnis, das heißt zu einem objektiven Sinnzusammenhang und einem objektiven Anschauungsganzen zu führen, das nunmehr alle Formen wissenschaftlicher Erkenntnis umfasst. Und es mag geradezu paradox erscheinen, dass es ausgerechnet die so facettenreiche Wissenschaft des Komplexen ist, die wieder zur Einheit des Wissens und damit zur Einheit der Wirklichkeit zurückführt.

¹⁸ Vgl. von Weizsäcker, a. a. O.

Literatur

- K. Jaspers: *Unsere Zukunft und Goethe*. Bremen 1949.
- E. Cassirer: *Philosophie der symbolischen Formen*. Bd. 1-3. Berlin 1923.
- E. Cassirer: *Substanzbegriff und Funktionsbegriff. Untersuchungen über die Grundfragen der Erkenntniskritik*. Berlin 1910, Nachdr. Darmstadt 1980, S. 298.
- W. Dilthey: *Einleitung in die Geisteswissenschaften*. Leipzig 1883.
- B.-O. Küppers (Hrsg.): *Ordnung aus dem Chaos*. München 3. Aufl. 1987.
- B.-O. Küppers: *Physik der Geschichte? Zur Annäherung von Natur- und Geisteswissenschaften*. Paderborner Universitätsreden. Paderborn 1991.
- B.-O. Küppers: *Wohin führen die Wissenschaften?* In: Jahrbuch 1991 des Wissenschaftszentrums Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf 1992a.
- B.-O. Küppers: *Understanding Complexity*. In: *Emergence or Reduction?* hrsg. von A. Beckermann, H. Flohr und J. Kim. Berlin 1992b.
- B.-O. Küppers: *Chaos und Geschichte. Läßt sich das Weltgeschehen in Formeln fassen?* In: *Der Flügelschlag des Schmetterlings*, hrsg. von R. Breuer. Stuttgart 1994.
- H. Poincaré: *Les Méthodes Nouvelles de la Mécanique Céleste* III. Paris 1899.
- H. Rickert: *Kulturwissenschaft und Naturwissenschaft*. Tübingen 1926.
- C. P. Snow: *Die zwei Kulturen*. Stuttgart 1967.
- W. Stegmüller: *Verstehen – Erklären – Begründen*. Heidelberg 1983.
- C.F. von Weizsäcker: *Die Einheit der Natur*. München 1971.
- W. Windelband: *Geschichte und Naturwissenschaft*. In: ders.: *Präludien, Aufsätze und Reden zur Philosophie und ihrer Geschichte*. Tübingen 1919.