

**Reprint of:**

Ulrich Kühne (1999): "Wissenschaftstheorie". In: Hans Jörg Sandkühler (ed.): *Enzyklopädie Philosophie*. Hamburg (Germany): Felix Meiner Verlag 1999. pp.1778-1791 (Vol. 2: O-Z).

**Title:**

Philosophy of Science

**Abstract:**

This article from the biggest German encyclopædia of philosophy in recent years gives a survey on the philosophy of science as a whole. It comprises of the history of the discipline, the major branches and schools, and research topics. It slightly emphasises on analytical philosophy of science in the tradition of the Vienna Circle and on contemporary German research in this field. Not included is a sub-section on the "philosophy of social-science" by an other author.

**Author:**

Ulrich J. Kuehne, KUHNE@UNI-BREMEN.DE

**Wissenschaftstheorie – 1. Zum Begriff.** Die Wissenschaftstheorie (Wth.) ist eine Teildisziplin der theoretischen Philosophie, die sich mit den Erkenntnisansprüchen und Methoden, den Voraussetzungen und den Interpretationskonsequenzen der ↑Wissenschaft auseinandersetzt. Im Unterschied zur traditionellen ↑Erkenntnistheorie reflektiert die Wth. also nicht die gewöhnliche Erkenntnisleistung des Menschen, sondern das methodisch gewonnene, in Theorien formulierte *wissenschaftliche* Wissen. Man unterscheidet zwischen allgemeiner Wth., die alle Wissenschaftsdisziplinen übergreifende Probleme und Fragen behandelt, und spezieller Wth., die sich mit den Problemen beschäftigt, die sich aus besonderen Methoden einzelner Wissenschaftsdisziplinen oder problematischen Konsequenzen einzelner Theorien ergeben. Forschungsschwerpunkte in der speziellen Wth. sind traditionell die Wth. der Quantenmechanik, Relativitätstheorie und Evolutionstheorie. Verstärktes Interesse finden seit einiger Zeit auch die Theorien komplexer Systeme, insbesondere in Neurowissenschaften und Ökonomie, und die methodischen und theoretischen Besonderheiten von Disziplinen wie Archäologie, Psychiatrie oder Chemie. Mit solchen Spezialuntersuchungen sollen außerdem die Behauptungen der allgemeinen Wth. auf Allgemeinheit überprüft werden. Nach dem Selbstverständnis einiger Sozialwissenschaftler hat sich die allgemeine Wth. zu sehr an den ↑Naturwissenschaften orientiert und damit die Anwendbarkeit auf Sozialwissenschaften eingebüßt. Durch eigene Diskussionsforen und Themen ist es zur Abtrennung einer Wissenschaftstheorie der Sozialwissenschaft (s.u. 4) gekommen, die größere Gemeinsamkeiten mit der Wth. der Geisteswissenschaften aufweist. Die Wth. der ↑Geisteswissenschaften wird meist unter anderen Titeln verhandelt (↑Hermeneutik). Viele Sozialwissenschaftler betonen hiergegen jedoch die vorhandenen Übereinstimmungen mit der Wth. und untersuchen den wechselseitigen Einfluß der Methoden verschiedener wissenschaftlicher Disziplinen.

## 2. Disziplingeschichte, Grundpositionen und Selbstverständnis der Wissenschaftstheorie

Mit ⟨Wth.⟩ soll hier die Disziplin behandelt werden, die im Englischen den Namen *philosophy of science* trägt. Nur selten findet sich auch dort der Name *theory of science*. Der weit überwiegende Teil der Forschungsergebnisse und Diskussionen in der Wth. wird heute in englischer Sprache veröffentlicht. Dies hat dazu geführt, daß auch im dt. Sprachraum ↑Wissenschaftsphilosophie mittlerweile zu einem neutralen Namen für die philosophische Beschäftigung mit Wissenschaft wurde, der sich von seiner Beschränkung auf kontinentaleuropäische Philosophietraditionen emanzipiert hat und heute weitgehend synonym mit ⟨Wth.⟩ gebraucht wird.

Mit dem neuen Namen «Wth.» war im dt. Sprachraum eine Abgrenzung gegen die Wissenschaftsphilosophie des 19. Jh. beabsichtigt. Die Wissenschaftsphilosophien dieser Zeit (↑Naturphilosophie, Wissenschaftslehre, Wissenschaftskunde, Epistemologie) schienen nicht geeignet, der rasanten Entwicklung der ↑Naturwissenschaft gerecht zu werden: Entweder wurden die neueren Theorien der Naturwissenschaft als irrelevant für das philosophische Naturverständnis ignoriert, oder es wurde versucht, mit vermeintlich vorrangigen philosophischen Theorien der naturwissenschaftlichen Interpretation der Phänomene Vorschriften zu geben, die sich in den empirischen Wissenschaften nicht durchsetzen konnten. Beispielsweise hatte eine dogmatische Interpretation der Positionen aus Kants *Metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft* (1786) dazu geführt, daß die etablierte Philosophie überwiegend mit Unverständnis auf die Entwicklung nichteuklidischer Geometrien (Lobatschewski, Bolyai, Gauß, Riemann), die Entdeckung des Elektromagnetismus (Ørsted, Faraday, Maxwell), der sich nicht auf Radialkräfte reduzieren läßt und kein mechanisches Modell erlaubt, oder die Erfolge der atomistischen Chemie (Dalton, Mendelejeff) reagierte. Exemplarisch für diese Feindschaft gegen die etablierte Wissenschaftsphilosophie (insbesondere Fichtes *Wissenschaftslehre*) steht Dührings *Logik und Wissenschaftstheorie* (1878), die auch den Namen «Wth.» einführt, aber ansonsten (entgegen dem, was der Titel nahelegt) wenig mit der Wth. im modernen Sinn zu tun hat und auch keinen Einfluß auf die weitere Entwicklung hatte. Vielmehr waren es zunehmend Naturwissenschaftler selbst, die dem Defizit der etablierten Wissenschaftsphilosophie mit Entwürfen |<sup>1779</sup> einer der modernen Wissenschaft angepaßten philosophischen Reflexion zu begegnen suchten; John Herschel, von Liebig, von Helmholtz, Hertz, Mach, Poincaré und Duhem sind hier prominente Beispiele. In ihren Werken bildete sich die neue Disziplin Wth. heraus, als Versuch, *für die philosophischen Fragen von den Wissenschaften zu lernen* und nicht ihnen vorgefertigte philosophische Theorien vorzuschreiben. Ein eigenständiger philosophischer Zugang von außen zur wissenschaftlichen Erkenntnis wird verneint; soweit sich überhaupt sinnvolle Fragen stellen lassen, müssen sie von den wissenschaftlichen Theorien selbst ausgehend beantwortet werden.

In ihrem heutigen Selbstverständnis hat die Wth. lediglich die ursprüngliche Bedeutung von Philosophie wiederbelebt und keine neue Philosophierichtung gegründet. In der allgemeinen Bedeutung von «Wth.» als jeder Versuch, auf der Höhe des wissenschaftlichen Wissens der Zeit Philosophie zu betreiben, hat die Wth. somit einen prominenten Teil der Philosophiegeschichte in ihre Disziplingeschichte vereinnahmt: Platons idealistische Modelle von Wirklichkeit aus dem *Timaios* und Buch VII der *Politeia*, Aristoteles' Begründung wis-

senschaftlicher Erkenntnis in den Büchern des *Organon*, insbesondere der *zweiten Analytik*, seine Schriften zur *Physik*, *Metaphysik* und Naturkunde (insbes. *De caelo*), die epikureische Naturphilosophie in Lukrez' *De rerum natura*, die Bereicherung der aristotelischen Wissenschaftsmethode mit neuen induktiven und experimentellen Verfahrensarten in der Scholastik bei Roger Bacon, Grosseteste, Ockham; schließlich Francis Bacons Neubegründung der Naturwissenschaft als systemisch organisierte, methodisch arbeitende Erfahrungswissenschaft im *Novum organum scientiarum* (1620) und Galileis erfolgreiche Demonstration der wissenschaftlichen Argumentation und Experimentalmethode in *Dialogo* (1632) und *Discorsi* (1638).

In diesen und vielen anderen Schriften wurde ein Grundbestand an Positionen entwickelt, die mit ihren modernen Fassungen jederzeit in der Wth. diskutiert werden. Nach dieser allgemeinen Definition von Wth. sind ihre Beiträge pluralistisch und setzen keine einheitliche, disziplinstituierende  $\uparrow$ Weltanschauung voraus. So finden sich heute mehr als früher in der Wth. auch Beiträge, die beispielsweise auf der  $\uparrow$ Transzendentalphilosophie Kants oder  $\uparrow$ Phänomenologie Husserls aufbauen – Positionen, die lange im Verdacht standen, zu keinem angemessenen Verständnis von Wissenschaft zu führen.

Die Wth. als *philosophy of science* läßt ihre *moderne* Geschichte üblicherweise mit John Herschels *Preliminary Discourse on Natural Philosophy* (1830), Whewells *Philosophy of the Inductive Sciences* (1840) und Mills *A System of Logic* (1843) beginnen. In diesen Werken wurden zentrale Themen der Wth. systematisch eingeführt: In welchem Verhältnis steht eine mathematische Theorie zu den beobachtbaren  $\uparrow$ Tatsachen und zur Wirklichkeit? Wann muß eine  $\uparrow$ Theorie aufgegeben werden und wie findet man eine bessere? Die in der Wth. wesentliche Unterscheidung zwischen den  $\uparrow$ Methoden der Entdeckung einer wissenschaftlichen Theorie (auch: *ars inveniendi*, Heuristik,  $\uparrow$ Induktion, *context of discovery*) und den Methoden ihrer Rechtfertigung (auch:  $\uparrow$ Logik,  $\uparrow$ Deduktion, *context of justification*) wurde bei Herschel entwickelt. Die Bedeutung der  $\uparrow$ Wissenschaftsgeschichte für das Verständnis von Naturtheorien, insbesondere die auch heute zentrale Frage der Wth., wie sich die Entstehung neuer Theorien im wissenschaftlichen Fortschritt mittels rationaler Kriterien logisch rekonstruieren läßt, geht auf Whewell zurück. Er hat hierbei erkannt, daß sich Naturtheorien und ihr historischer Wandel nur zum Teil auf empirische Daten begründen; den anderen Teil findet er in Ideen, die ein Naturwissenschaftler beim Formulieren einer Naturtheorie als notwendige Wahrheiten voraussetzt. Dem stellte Mill einen radikalen  $\uparrow$ Empirismus entgegen: selbst mathematische Sätze sind für ihn keine Notwendigkeiten a priori, sondern werden – wie  $\uparrow$ Naturgesetze – induktiv aus der Erfahrung geschlossen. In

seinem Werk entwickelt Mill detaillierte formale Regeln des induktiven Schließens.

### 2.1 Der logische Empirismus

In einem engeren Sinn ist die Entstehung der Wth. mit der Philosophie des ↑logischen Empirismus oder ↑Neopositivismus insbesondere im *Wiener Kreis* verbunden. Durch Philosophen dieser Gruppe (Schlick, Carnap, Feigl, Neurath, Waismann u.a.), aber auch anderenorts (z.B. Philipp Frank, Reichenbach), wurden Grundlagen und Themenumfang der neuen Wth. bestimmt. Wichtige Veröffentlichungen sind hier: Schlicks *Allgemeine Erkenntnislehre* (1918), Carnaps *Der Logische Aufbau der Welt* (1928) und *Logische Syntax der Sprache* (1934), sowie Reichenbachs Beiträge zur Wth. der modernen Physik: zur Relativitätstheorie in *Philosophie der Raum-Zeit Lehre* (1928) und Quantenmechanik in *Philosophical Foundations of Quantum Mechanics* (1944). 1929 veröffentlicht der Wiener Kreis seine Programmschrift *Wissenschaftliche Weltauffassung*; 1930 gründen Carnap und Reichenbach die Zeitschrift *Erkenntnis*. Die Philosophie und <sup>1780</sup> das Selbstverständnis der Wth. dieser neuen Philosophie-richtung läßt sich in folgenden Grundzügen beschreiben:

(a) Radikaler Modernismus und Metaphysikfeindlichkeit: Allein die wissenschaftlichen Erkenntnisse sind von Bedeutung und werden unvoreingenommen akzeptiert. Alle früheren Versuche, mit den Mitteln einer ↑*Ersten Philosophie* zu sinnvollen Erkenntnissen zu kommen, wurden für unwiederbringlich gescheitert angesehen. Aber darüber hinaus sah man auch in vielen weiteren Themen, mit denen sich die Philosophie bisher beschäftigt hatte, bloße ↑*Scheinprobleme*, d.h. Chimären nebulöser Sprachgewohnheiten. Man zog sich auf die Position eines ↑*Positivismus* zurück: Die Philosophie hat alle Aussagen zu vermeiden, die über die Feststellung von Tatsachen und logisch begründeter Sätze hinausgehen, so z.B. über Normen oder Prinzipien. Die allgemeinen Gesetzesaussagen werden als bloße Kurzschrift für Mengen von Beobachtungen angesehen, die solange Gültigkeit hat, wie sie sich in der Erfahrung bewährt.

(b) Diese philosophische Abstinenz erklärt sich aus der Wahrnehmung eines fundamentalen Versagens der Philosophie angesichts der neuen Physik von *Quantenmechanik* (Planck, Einstein, Bohr, Heisenberg, Schrödinger) und *Relativitätstheorie* (Einstein): Mit diesen Theorien wurde die Newtonische Physik gestürzt, die über Jh.e als Vorbild für gesichertes Wissen galt und in der Philosophen Vernunftnotwendigkeiten zu entdecken glaubten. Die Neuerungen der Physik haben das wissenschaftliche Wissen nicht bloß erweitert, sondern Begriffen wie ↑*Kausalität*, ↑*Raum* und ↑*Zeit* eine neue Bedeutung gegeben und frühere Philosophien darüber entwertet.

(c) Allerdings erkannte man in der neuen  $\uparrow$ Logik (Boole, Frege), *Mengenlehre* (Cantor, Zermelo, Fraenkel) und *axiomatischen Mathematik* (Hilbert, Peano, Russell und Whitehead) und der auf diesen Grundlagen entwickelten modernen  $\uparrow$ Sprachphilosophie (Frege, Russell, Wittgenstein, Ramsey, Tarski) die Werkzeuge, um trotz der skeptischen, positivistischen Grundhaltung eine neue, sinnvolle Philosophie aufzubauen. Das Ziel ist die *Einheitswissenschaft*, d.h. die alle Wissensgebiete umfassende Fundierung von Wissen. Hierzu versuchte man mit den neugefundenen formalen Werkzeugen (die eine grundlegende Abkehr von der früher beherrschenden Aristotelischen Logik bedeuten) die  $\uparrow$ rationale Rekonstruktion von Theorien und Theorienübergängen: Die Philosophie klärt die Bedeutung des wissenschaftlichen Wissens, indem sie die  $\uparrow$ Referenz der theoretischen Begriffe auf die Erfahrungswelt aufzeigt; und den Fortschritt des Wissens, indem sie diejenigen Elemente der Erfahrung individuiert, die zur Aufgabe einer Theorie und Entwicklung einer neuen geführt haben. Dafür ist eine *Rekonstruktion* der wissenschaftlichen Theorien in einer idealen, einheitlichen Wissenschaftssprache nötig, da die vorliegenden Theorien nicht selbst das semantische und syntaktische Instrumentarium ihrer eigenen Interpretation bereitstellen. Diese Rekonstruktion ist *rational*, weil sie sich auf die Gewißheit der logischen Hilfsmittel stützt und alle kontingenten historischen Faktoren ignorieren kann, die bei der Entstehung und Revision von wissenschaftlichen Theorien eine Rolle gespielt haben mögen. Für die Ergebnisse zum Ziel der Einheitswissenschaft gab man ab 1938 die Schriftenreihe *International Encyclopedia of Unified Science* heraus, die bis 1962 (Kuhn: *The Structure of Scientific Revolutions*) fortgeführt wurde.

Es wurden verschiedene Entwürfe formaler Rekonstruktionen vorgeschlagen und diskutiert. Als nicht mehr hinterfragte Grundlage höherer Stufen des Wissens sah man die elementaren Wahrnehmungen des Subjekts an, die als  $\langle$ Elementarerlebnisse $\rangle$  vorliegen und in Form atomarer Aussagen ( $\uparrow$ logischer Atomismus,  $\uparrow$ Protokollsätze,  $\uparrow$ Sinnesdaten) gefaßt wurden. Aus diesen versuchte Carnap in einem *Konstitutionsystem* ( $\uparrow$ Konstitution) komplexere Aussagen bis hin zu den wissenschaftlichen Theorien zu konstruieren, also induktiv zu begründen. In der Reformulierung eines Naturgesetzes als *Ramsey-Satz* läßt sich seine Erklärungs- und Vorhersagekraft bewahren, ohne auf Postulate oder uninterpretierte theoretische Begriffe zurückgreifen zu müssen: Die Fragen nach dem  $\uparrow$ Realismus, ob die von den wissenschaftlichen Theorien in ihrer üblichen Formulierung vorausgesetzten Entitäten (z.B. Elektronen, Magnetfeld, Kraft, Trägheit) wirklich existieren, stellt sich nicht mehr, weil theoretische Entitäten in der Formulierung der Gesetze als Ramsey-Sätze nicht mehr vorkommen; sie wurden aufgelöst in ihre bloße Funktion bei der Klassifikation von Erfahrung. Dieser  $\uparrow$ *Instrumentalismus* – das ist die Behauptung

tung, daß Theorien nur soweit sinnvoll sind, wie sie nutzen, sich in der Welt zurechtzufinden, nicht aber als Abbilder der Wirklichkeit selbst – hat viele Vorläufer in der Philosophiegeschichte. Prominentes Beispiel ist Osianders Vorwort zu Kopernikus' *De revolutionibus* (posthum 1543). Hierin behauptet Osiander, Kopernikus' neue Theorie über das Sonnensystem stünde nicht in Widerspruch zur kirchlichen Lehre von der Erde als Mittelpunkt des Weltalls, da sie lediglich eine bequeme Rechen-<sup>1781</sup> methode zur Vorhersage der Himmelserscheinungen sei und nicht das heliozentrische Weltbild impliziere. Zunehmend beschäftigten sich die Philosophen des Wiener Kreises auch mit allgemeineren Fragen zu den Grenzen und Möglichkeiten von Wissenschaft und ihrer Rolle in der Gesellschaft, z.B. Philipp Frank und Neurath. Vom Nationalsozialismus in die Emigration getrieben, fanden die Philosophen des Wiener Kreises an angloamerikanischen Universitäten neue Wirkungsstätten, wo sie maßgeblich an der modernen Ausbildung der *analytischen Philosophie* beteiligt waren, die heute in den internationalen Philosophiedebatten insgesamt und insbesondere in der Wth. eine dominante Rolle spielt. Diese Vormachtstellung erreichte die analytische Philosophie (die ihren Widerpart in der *continental philosophy* sieht) allerdings auch durch eine weitgehende Flexibilität ihrer inhaltlichen Positionen. Die analytische Philosophie definiert sich wesentlich aus der Forderung nach Klarheit, Transparenz und logischer Strenge der *Argumentation* und nicht mehr zwingend durch das inhaltliche Programm des logischen Empirismus. Wer immer die Fragen „Was meinst Du damit?“ und „Woher weißt Du das?“ (Hempel) zuläßt und selbst stellt, d.h. Begriffsklärung und Begründung von Wissen verlangt, kann zur analytischen Tradition gezählt werden. Hierin liegt allerdings ein neues Selbstverständnis von Philosophie, die nicht mehr zu Wesens- und Sinnfragen in transzendenter oder lebensweltlicher Bedeutung beitragen möchte, sondern zur klar argumentierenden, verständlichen, undogmatischen Aufklärung komplizierter Zusammenhänge. Wichtige Vertreter der Wth. als Teil der analytischen Philosophie der ersten Nachkriegszeit waren Hempel, Hesse, Ernest Nagel, Oppenheim, Salmon. Ihre Beiträge behandeln Themen wie die Rolle von *Modellen* und *Analogien* in der Wissenschaft, die Bedeutung von Begriffen wie *Zufall* und *Wahrscheinlichkeit*, die Frage nach der Struktur wissenschaftlicher Erklärungen und der Reichweite von Reduktionsbeziehungen zwischen Theorien.

## 2.2 Schulen und Richtungen

Die Wth. des deutschsprachigen Raums der Nachkriegszeit hat sich in einige *Schulen* gruppiert. Der Begriffsbestandteil *Theorie* in *Wth.* wird so verstanden, daß das wissenschaftstheoretische Wissen *über* das wissenschaftliche

Wissen in Organisationsform, Methodengebrauch und Grad der Gewißheit dem Wissen der einzelnen Wissenschaftsdisziplinen gleichzustellen sei, also den Rang einer wissenschaftlichen Theorie hat. So soll die *Einheit der Wissenschaften* erreicht werden. Viele Richtungen verbinden den Gedanken der Einheit der Wissenschaften mit dem Ziel der  $\uparrow$ Begründung von Wissenschaft bis hin zu einer Letztbegündung. Hierin liegt dann eine Abkehr von der positivistischen Grundhaltung des Wiener Kreises. Die Unterschiede der Schulen liegen in der jeweiligen Verortung der einheitsstiftenden Theorie:

(a) Dem Programm des Wiener Kreises am nächsten liegt hier der *Strukturalismus* (ohne Beziehung zum französischen  $\uparrow$ Strukturalismus). Er entwickelte sich aus neuen mengentheoretischen Ansätzen (Suppes) bei der Formalisierung der Mathematik und empirischer Theorien, wurde maßgeblich von Sneed und Stegmüller geprägt und von Stegmüllers Schule (z.B. Balzer, Gähde, Moulines) in München weitergeführt. In der einheitlichen formalen Sprache der Strukturen erkannte man die Grundlage, in der theoretisches Wissen entwickelt und sein Bezug zur Wirklichkeit geklärt werden. In vielen Spezialuntersuchungen werden gegenwärtige und frühere wissenschaftliche Theorien in der Strukturtheorie rekonstruiert, um Tragfähigkeit und Universalität des Ansatzes (auch bei der Erklärung von Wissensrevisionen und wissenschaftlichem Fortschritt) zu zeigen.

(b) Mit der empirischen Umsetzbarkeit, d.h. in der Ebene der  $\uparrow$ Handlung, will die *konstruktive Wth.* ( $\uparrow$ Konstruktivismus) Wissen begründen. So versuchte man insbesondere der Grundlagenkrise der axiomatischen Mathematik zu begegnen, die durch die Entdeckung einiger formaler Unmöglichkeitssbeweise (Gödel, Church, Turing) ausgelöst wurde. Die Ursprünge des konstruktiven Begründungsprogramms finden sich im *Operationalismus* von Bridgman und der *Methodischen Philosophie* von Dingler. Der Operationalismus sah die Bedeutung von sinnvollen Begriffen ausschließlich in Handlungsanweisungen, insbesondere Meßmethoden, und läßt sich als Weiterführung des Verifikationsprinzips ( $\uparrow$ Verifikation) des Wiener Kreises verstehen. Dingler stellte die Begründungsnorm auf, daß die elementaren menschlichen Handlungsfähigkeiten die Grundlage für einen methodisch gesicherten Aufbau der Wissenschaft bilden müsse. In der *Logischen Propädeutik* (1967) entwickeln Wilhelm Kamlah und Lorenzen die Regeln der Logik aus der alltäglichen Kommunikations- und Handlungsfähigkeit des Menschen (etwa zum «deiktischen Gegenstandsbezug» oder zur «dialogischen Definition»). Hiermit konstituierte sich die *Erlanger Schule* der konstruktiven Wth., die in vielen weiteren Untersuchungen versuchte, nicht nur Logik<sup>1782</sup> und Mathematik, sondern auch einige Theorien der Physik, Chemie und anderer Disziplinen durch die methodische Konstruktion aus der Handlungsebene heraus zu begründen.



Eine Gesamtdarstellung gibt Lorenzen (1987). Die Erlanger Schule hat sich in einige neue Spielarten (↑Protophysik, Kulturalismus) weiterentwickelt; abgeschwächte Formen des Konstruktivismus werden in verschiedenen Ansätzen weiterverfolgt (z.B. Kuno Lorenz, Thiel).

(c) Ein zentraler Teil der internationalen Forschung in der Wth. hat in der *Physik* ihren Ausgangspunkt. Neben v.a. methodologischen Ansätzen sucht man in der Weiterentwicklung und geeigneten Interpretation der physikalischen Theorien die Grundlage für ein einheitliches Weltverständnis. Ein Thema sind hier die Möglichkeiten und Grenzen des ↑*Physikalismus*, d.h. der Vorstellung, daß die Physik als Wissenschaft von den elementaren Teilen und der Ganzheit des Universums letztendlich alle übrigen Wissensgebiete in sich aufnehmen wird. Abgeschwächt spricht man vom ↑*Naturalismus*, der verlangt, daß alle Wissensansprüche naturwissenschaftlich begründet werden müssen, was angesichts der Vielfalt und Unvollständigkeit naturwissenschaftlicher Theorien hauptsächlich die methodische Fundierung in der Empirie und die bloße Verträglichkeit mit anerkannten naturwissenschaftlichen Theorien impliziert. (Der Naturalismus umfaßt auch einige der in den anderen Punkten genannten Positionen der Wth.) Sieht man in der Physik eine wesentliche Grundlage von Wissen, stellen sich zwei zentrale Aufgaben: Zum einen müssen die Ableitungsbeziehungen des Wissens anderer Disziplinen (Chemie, Biologie, Psychologie, Soziologie) zur Physik und der Vielfalt der physikalischen Theorien (Kosmologie, Elementarteilchenphysik, Festkörperphysik, Thermodynamik) untereinander geklärt werden, d.h. Fragen der ↑*Reduktion*; zum anderen geht es um die inhaltliche Ausgestaltung eines im Wissen der Physik begründeten Weltbilds, d.h. die philosophische Reflexion der Grundlagen der Physik und ihrer angestrebten Vereinigung in einer universellen Theorie. Diese Richtung der von der Physik geprägten Wth., die in einer großen Vielfalt von Ansätzen und Schwerpunkten arbeitet, steht im engen Zusammenhang mit der aktuellen Forschung in der theoretischen Physik; im deutschsprachigen Raum sind hierzu u.a. Ludwig, Scheibe, Mittelstaedt, Kanitscheider, Mühlhölzer, Stöckler, Carrier, Bartels zu nennen. Einige Popularität erreichen regelmäßig die Versuche von naturmetaphysischen Begründungen der Quantenmechanik und Relativitätstheorie, z.B. von Weizsäckers Entwürfe eines Gesamtverständnisses der Physik, das auf dem Begriff der ↑*Information* aufbaut und sich ausdrücklich in die Tradition der Naturphilosophie von den Vorsokratikern bis Kant stellt, sowie Drieschners Versuche, diesen Ansatz in einem Axiomensystem zu formulieren. Die Suche nach einer gemeinsamen Theorie für die Bereiche, die gegenwärtig vom Standardmodell der quantenfeldtheoretischen Beschreibung der Elementarteilchen und von der allgemeinen Relativitätstheorie als Beschreibung des Kosmos getrennt

behandelt werden, ist eine Hauptaufgabe der theoretischen Physik, die in kurzen Abständen neue Vorschläge präsentiert. Von einem aussichtsreichen Kandidaten einer solchen fundamentalen physikalischen Theorie (*Theory of everything/TOE*) wird nicht nur die Übereinstimmung mit den empirischen Daten verlangt, sondern auch mit einer Reihe von formalen Randbedingungen, die aus philosophischen Reflexionen erwachsen sind (die zur Vermutung führen, daß ein Mißachten dieser Randbedingungen zwangsläufig zum Scheitern in der Empirie führen würde), so z.B. die Forderungen nach Lorentz-Kovarianz, Eichinvarianz und Renormierbarkeit der mathematischen Beschreibung. In der Wth. überwiegt die Überzeugung, daß zunächst noch viel Klärungsbedarf an solchen, aus epistemischen und ontologischen Überlegungen begründeten Randbedingungen und Begriffen der Physik besteht – etwa zu Themen wie Symmetrie, Kohärenz, Kontingenz, Lokalität, Kausalität –, bevor sich weitreichende naturphilosophische Schlüsse ziehen ließen, die sich auch als neue Empfehlung an die theoretische Physik bei der Suche nach neuen vereinheitlichten Theorien richten könnten.

(d) Vielfältige neue Ansätze der Wth. sehen in der *Evolutionstheorie*, oder allgemeiner in den Beschreibungssystemen des Organischen, die Grundlage für ein einheitliches Verständnis von Wissenschaft. Die ursprüngliche Evolutionstheorie von Darwin (1859) erklärt die Entstehung und Ausprägung biologischer Arten aus dem Zusammenspiel von spontaner, ungerichteter Mutation und anschließender Selektion. Ein traditionelles Forschungsfeld betrachtet diese Theorie im Rahmen des Physikalismus (s.o.) und versucht die Evolutionstheorie in eine physikalisch begründete Entwicklungsgeschichte (↑Entwicklung) einzubetten, die unsere Welt mit einem Urknall beginnen läßt und über die Zwischenstufen der Materiebildung, Sternformung, chemischen, biologischen und sozialen ↑Evolution ihre heutige Ausgestaltung naturgesetzlich ableitet. Die Ansätze der evolutionären Wth. hingegen sehen in der Biologie, speziell der Evolutionstheorie, selbst die <sup>1783</sup> Grundlage für eine dem Physikalismus überlegene Erklärung; gewissermaßen kehren sie die Begründungsrichtung um: Einer in genetischen Gesetzen entwickelten Entstehungsgeschichte wird der Vorzug vor einer ontologischen Mikrofundierung durch die Physik gegeben; auch die Gesetze der Physik werden als Resultate eines Entwicklungsprozesses verstanden. Man kann hierin eine Neubesinnung auf Aristoteles sehen. Es gibt viele unterschiedliche Richtungen; häufig begegnet man der Auffassung, daß die Physik eine Grenze ihrer Fähigkeit, die Welt zu erklären, erreicht habe und jetzt von der Biologie als Leitwissenschaft der Wth. abgelöst werden müsse. In Mach und Whitehead lassen sich Vorläufer für zwei unterschiedliche Ansätze finden: Mach begründet unser Wissen *epistemisch* mit dem Anpassungsprozeß der „Gedanken an die Tatsachen und

aneinander“ (z.B. in *Erkenntnis und Irrtum*, 1905); die Naturgesetze versteht er als ökonomische Organisation unserer im Laufe einer Evolution gebildeten Erwartungshaltungen an die Umwelt. In der weiteren Ausgestaltung hat dieser Ansatz u.a. zur *evolutionären* (Konrad Lorenz, Vollmer) und *genetischen* (Piaget) Erkenntnistheorie geführt. In *Process and Reality* (1929) entwickelt Whitehead eine neue Ontologie, die als metaphysischer Gegenentwurf zur traditionellen Gegenstandsontologie gedacht ist. Nicht die Gegenstände der Physik sind die letzten Entitäten, aus denen die Welt aufgebaut ist und mit deren Gesetzen sie erklärt werden muß, sondern Wahrnehmungs-, Abgrenzungs- und Entwicklungsprozesse. Zentrale Begriffe hierbei sind z.B. «Kreativität», «Organismus», «Organisation»; die traditionellen Ansätze der Ontologie und Erkenntnistheorie sollen hierin eingebettet werden. Durch die naturwissenschaftliche Theoriebildung zu Phänomenen wie der Selbstorganisation bei Lebensphänomenen haben die Versuche, die Begründung der Wissenschaften in einer biologisch geprägten Wissenschaftssprache und Ontologie durchzuführen, neuen Aufschwung genommen. So kam es z.B. zu Überlegungen in Richtung einer Rehabilitation teleologischer Erklärungen (Teleologie), die wegen der Erfolge der mechanistischen Naturbeschreibung in der neuzeitlichen Naturwissenschaft meist für ausgestorben gehalten wurden, oder auch zu Versuchen, mit einem «Anthropischen Prinzip» die physikalische Kosmologie zu begründen, d.h. die kontingenten Elemente der gegenwärtigen physikalischen Theorien (z.B. Naturkonstanten) damit zu erklären, daß nur mit den empirisch vorgefundenen Werten die Naturgesetze einen Kosmos entwickeln lassen, in dem es Menschen geben kann, die wiederum diesen Kosmos erkennen können. Die Frage nach der wechselseitigen Beziehungen eines in der Biologie begründeten Weltverständnisses zum Reduktionismus des Physikalismus stellt sich auch bei der Interpretation einer Vielzahl neuer Theorien, die z.T. von der traditionellen, von Galilei geprägten Wissenschaftsmethode und Theorienstruktur abweichen, so z.B. die Kybernetik (Wiener), Synergetik (Haken), Systemtheorie (von Bertalanffy) oder auch die Versuche, Intentionalität von Sprache und Denken (Ruth Millikan) und Normen (Wilson) durch Evolutionsprozesse zu begründen.

(e) Der kritische Rationalismus, schließlich, stellt Normen zur rationalen Begründung wissenschaftlicher Theorien auf. Es geht hierbei nicht um die Suche nach einer einheitlichen Grundlage für die Wissensinhalte der verschiedenen Gebiete, sondern um die einheitlichen Maßstäbe, die das menschliche Erkenntnisprojekt der Wissenschaften zu einem rationalen machen. Ein wichtiges Motiv hierfür ist die Abgrenzung (*demarcation*) von Wissenschaft gegen Pseudowissenschaft (wozu insbesondere Astrologie, Psychoanalyse und Marxismus gerechnet werden). Der kritische Rationalismus wurde von

Popper, der sich kritisch dem Wiener Kreis verbunden sah, begründet und in verschiedene Richtungen z.B. von Lakatos und Albert weiterentwickelt. Ausgangspunkt ist die Kritik an der Voraussetzung der induktiven Begründung von Wissenschaft im Wiener Kreis. Als Antwort auf das logische Problem des «Münchhausen-Trilemma», daß jede Begründung entweder zu einem infiniten Regreß oder zu einem Zirkelschluß oder zu einem willkürlichen Abbruch bei einer unbegründeten Behauptung führt (und damit nur eine dogmatische Begründung von Erkenntnis möglich scheint), stellte man ein «Offenbarungsmodell in der Erkenntnislehre» auf: Theorien lassen sich nicht induktiv, sondern nur in einem nicht hinterfragbaren Akt der Phantasie aufstellen; über ihren Wert entscheidet allein ihr empirischer Gehalt, d.h. die Fähigkeit, im Nachhinein durch neue Erfahrungen falsifiziert werden zu können (↑Falsifikationismus). Vorausgesetzt wird hier (wie zuvor bei Carnap) eine klare Trennung zwischen der Theorie- und Beobachtungssprache; letztere erlaube die von Interpretationsfragen unberührte Darstellung der objektiven empirischen Tatsachen. Durch die Offenheit der Theorien gegen ihre empirische Widerlegung würde eine Entwicklung zu einer zunehmenden Wahrheitsähnlichkeit (*verisimilitude*) der Theorien stattfinden. Der kritische Rationalismus verteidigt also den Fortschritt der Wissenschaften hin zu einem zunehmend besseren Verständnis der ↑Realität. |<sup>1784</sup>

### 2.3 Neuere Entwicklungen

Poppers Thesen haben einerseits zu einer großen Popularität der Wth. auch außerhalb der akademischen Philosophie beigetragen, andererseits gaben sie Angriffspunkte für zwei wesentliche Neuentwicklungen der Wth., die zu einer weitgehenden Abkehr vom bis dahin vorherrschenden ↑logischen Empirismus in der Wth. der frühen Nachkriegszeit geführt haben:

(a) Mit Quines *Two Dogmas of Empiricism* (1951) wurde die scharfe Trennung zwischen empirischen Tatsachen und den damit begründeten Theoriesätzen in Frage gestellt. Die Wirklichkeit ist uns nicht einfach so gegeben, daß wir sie mit Beobachtungssätzen objektiv abbilden können, sondern muß mit unserem vorhandenen Hintergrundwissen interpretierend erschlossen werden. Prinzipiell (d.h. ohne logischen Widerspruch) ließe sich jede theoretische Behauptung mit jeder Beobachtung in Einklang bringen – man müßte dafür nur *ad hoc* geeignete Hilfsannahmen heranziehen, d.h. Korrekturen an einer beliebigen Stelle im unseparierbaren Gesamtgefüge aus Theorien, Beobachtungen, Meßmethoden, Hilfsannahmen etc. vornehmen. Ähnliche Gedanken finden sich in vielen Klassikern der Wth.; in der scharfen Formulierung als *Dubem-Quine These* hatte dieser Einwand großen Einfluß auf die Entwicklung der Wth. der Nachkriegszeit. Poppers Falsifikationismus ist damit nicht halt-

bar. Auch die Trennung zwischen analytischen und synthetischen Sätzen, die Vorstellungen, einem Begriff durch Definition eine eindeutige Bedeutung zuweisen und Wissen streng hierarchisch deduktiv organisieren zu können, ist mit der Duhem-Quine These nicht verträglich. Es setzte ein Umdenken in Richtung eines  $\uparrow$ Holismus ein. Wissenschaftliche Theorien bewähren sich nicht an einzelnen Beobachtungen, sondern durch ihre Gesamtleistung;  $\langle$ Kohärenz $\rangle$  wird ein wichtigerer Begriff bei der Bewertung von Naturwissenschaft als  $\langle$ Konsistenz $\rangle$ . In der Diskussion dieser Punkte hat insbesondere der *linguistic turn* in der  $\uparrow$ Sprachphilosophie Einfluß auf die Wth. genommen.

(b) Ein weiterer, verwandter Angriff, der unter dem Namen einer historischen Wende in der Wth. bekannt geworden ist, erfolgte durch und in der Folge von Kuhns *Structure of Scientific Revolutions* (1962). Hiermit sind mehrere Probleme und Behauptungen verbunden: Kuhn stellte fest, daß die tatsächliche  $\uparrow$ Wissenschaftsgeschichte im Gegensatz zu ihrer rationalen Rekonstruktion äußerst robust auf empirische Widerlegungen einer Theorie reagiert. In ihrer normalen Entwicklung arbeitet die Wissenschaft innerhalb eines  $\uparrow$ Paradigmas, das offene Fragestellungen der Wissenschaft in einem klaren Rahmen definiert, Problemlösungsstrategien bereitstellt, aber auch prinzipielle Probleme und empirische Anomalien einer Theorie aus dem Gesichtsfeld der Forscher drängt. Es sind dann keine logischen Widerlegungen oder empirischen Falsifikationen, die schließlich zur Aufgabe eines Paradigmas führen, sondern  $\uparrow$ wissenschaftliche Revolutionen. Kuhns Bezeichnung  $\langle$ Paradigma $\rangle$  für die Hintergrundannahmen der Wissenschaftler wurde so verstanden, daß er Versuche, die Theoriebildung in einer logischen Struktur und mit methodischer Strenge zu fassen, für gescheitert hält: Nicht-rationale Faktoren hätten wesentlichen Einfluß auf die herrschende Überzeugung der Wissenschaftler. Verschärft wird diese historische Diagnose von Wissenschaft durch Kuhns These der  $\uparrow$ Inkommensurabilität zwischen den Begriffen der Theorien von verschiedenen Paradigmen. Diese These besagt, daß sich die Bedeutung von Begriffen bei einer wissenschaftlichen Revolution in einer solchen Radikalität ändert, daß keine objektive Übersetzung des alten Begriffs im neuen Paradigma möglich wäre. Damit würden sich weder die Theorien von früher und heute mit logischen Mitteln vergleichen lassen, noch könnten frühere Beobachtungsdaten in neue Theorie eingebunden werden, weil sie in einer für die neue Theorie unverständlichen Sprache niedergeschrieben sind. Als Beispiel nannte Kuhn die Beobachtungen und Theorien der Alchemisten über das  $\langle$ Phlogiston $\rangle$ , einen damals für real und beobachtbar gehaltenen Wärmestoff, der in der modernen Chemie keine Entsprechung habe. Als Konsequenz einer Inkommensurabilität ihrer Begriffe ergibt sich, daß die sich in der Wissenschaftsgeschichte ablösenden Theorien zu unvergleichbaren und unver-

bundenen Weltanschauungen werden. In der üblichen Bedeutung könnte man dann nicht mehr von Fortschritt der Wissenschaft sprechen, sondern müßte das einen irrationalen Modenwechsel nennen. Poppers Idee, daß kontinuierlich akkumuliertes Beobachtungswissen zu Theorien mit zunehmender Wahrheitsähnlichkeit führt, wäre gescheitert. (Kuhn selbst hatte jedoch den Irrationalismus der Wissenschaft als Konsequenz seiner wissenschaftshistorischen Ergebnisse abgelehnt.)

Diese Thesen haben den vorherrschenden Glauben an die ↑Rationalität und den Fortschritt der Wissenschaften herausgefordert. Einen Eindruck der heftigen Diskussionen dieser Zeit gibt der Sammelband von Lakatos und Musgrave (1970). Die weitere Entwicklung ist von einem breiten Spektrum von Reaktionen und Positionen bestimmt: Eine überwiegende Anzahl moderater <sup>1785</sup> Ansätze versucht, die Kernbedeutung von Rationalität und Fortschritt in neuen, verbesserten Formen zu bewahren; hingegen sehen einige radikale Antworten die Wth. als eine Beschäftigung mit den immanenten Standards und Inhalten der Wissenschaft für gescheitert an und konzentrieren sich statt dessen auf die Außenperspektive, betreiben also im wesentlichen Wissenschaftssoziologie. Die moderaten Ansätze beschreiben die wissenschaftliche Entwicklung als Evolution ohne fundamentale Revolutionen, z.B. Lakatos mit dem Begriff der «Wissenschaftlichen Forschungsprogramme», Toulmin mit einer rationalen Dynamik der wissenschaftlichen Hintergrundannahmen (Ideale der Naturordnung), Laudan mit einem Wettbewerb von Problemlösungsstrategien, Holton aus der Perspektive «thematischer Prinzipien». Mit *Against Method* (1975) hat Feyerabend die Versuche der Wth., methodologische Normen und rationale Maßstäbe an die Wissenschaft anzulegen, prinzipiell kritisiert und ist für eine völlige Freiheit der Wissenschaft eingetreten; eine Abgrenzung zur sogenannten Pseudowissenschaft sei unmöglich und sogar schädlich. Bemerkenswert ist hier auch der Versuch von Latour und Woolgar, mit den Methoden der Ethnologie die Arbeit der Elementarteilchenphysiker zu beschreiben und ihre Überzeugungen zu erklären (*Laboratory Life: The Social Construction of Scientific Facts*, 1979). In *How the Laws of Physics Lie* (1983) wendet sich Cartwright gegen den in der Wth. verbreiteten Universalismus, d.h. gegen das Ideal eines hierarchischen Aufbaus von Theorien zunehmender Allgemeinheit. Die großen vereinheitlichenden, universalen Theorien der Wissenschaft hätten keinen Bezug mehr zur Realität; die Beschreibung der Realität müsse auf der Ebene von phänomenologischen Gesetzen und Modellen, einzelnen Dispositionen und kausalen Mechanismen stattfinden, die keinen höheren Organisationsgrad erlauben, als bei einem Flickenteppich (*patchwork*). Zu den vieldiskutierten Werken jüngerer Zeit zählt auch van Fraassens *The Scientific Image* (1980), das den realistischen Positionen

in der Wth. einen konstruktiven Empirismus entgegenstellt. Mit Hackings *Representing and Intervening* (1983) und Shapin und Schaffers *Leviathan and the Air-Pump* (1985) entstand ein neues Interesse in der Wth. an der Untersuchung der Rolle von Meßinstrumenten und experimentellen Verfahrensarten für die Entstehung der vorherrschenden wissenschaftlichen Theorien.

Diese Darstellung darf nicht darüber hinwegtäuschen, daß der Einfluß von Schulen und Moden in der Wth. eher gering ist. Die überwiegende Zahl der Beiträge sowohl zur allgemeinen als auch speziellen Wth. behandelt konkrete, spezielle Fragestellungen, bei deren Lösung die großen Entwicklungslinien und Grundpositionen der Wth. nur wenig Einfluß haben.

Die aktuelle Forschungsdiskussion in der Wth. wird in Zeitschriften kommuniziert, insbesondere: *Philosophy of Science*, *Studies in History and Philosophy of Science*, *Philosophia naturalis*, *Foundations of Science*, *International Studies in the Philosophy of Science*, *Synthese*, *The British Journal for the Philosophy of Science*, *Zeitschrift für allgemeine Wissenschaftstheorie*, *Erkenntnis*. Wichtige Kongresse der Wth. sind die zweijährlichen *Meetings of the Philosophy of Science Association* und der vierjährliche *International Congress of Logic, Methodology and Philosophy of Science*. Es gibt zahlreiche Sammelbände, die klassische Aufsätze und wichtige Debatten der Wth. thematisch geordnet versammeln, z.B. Curd/Cover (1998), Sarkar (6 Bde., 1996), Boyd/Gaspar/Trout (1991), Brody/Grandy (21989), Kurany (1987); aber auch Krüger (1970) ist noch nützlich. Von den Lexika sind insbesondere Specks *Handbuch wissenschaftstheoretischer Begriffe* (3 Bde., 1980) und Mittelstraß' *Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie* (4 Bde., 1980ff.) zu erwähnen. Einen kurzen, trotzdem präzisen Überblick der historischen Entwicklung der wissenschaftstheoretischen Probleme und Positionen von Aristoteles bis heute gibt Losee (31993).

### 3.1 Allgemeine Wissenschaftstheorie

Die allgemeine Wth. versteht sich als eine Metawissenschaft der Wissenschaft. Sie behandelt Fragen, die sich auf das Projekt der Wissenschaften als Ganzes beziehen; die Untersuchung einzelner Disziplinen und Theorien dient hierzu nur als Anschauungs- und Belegmaterial. Zur verständlichen Einführung in die wichtigsten Themen der allgemeinen Wth. eignen sich insbesondere Lambert/Brittan (31987), Laudan (1989), und Harré (21985); die aktuellen Diskussionen der Wth. werden von Klee (1997), Vollmer (1993), Kosso (1992) und (immer noch) Newton-Smith (1981) anschaulich dargestellt. Mittlerweile klassische Einführungstexte sind Nagel (1961), Carnap (1966), Hempel (1966), und Toulmin (1953 und 1961). Hier sollen einige Hauptthemen der allgemeinen Wth. im Zusammenhang genannt werden:

(a) *Struktur wissenschaftlicher Erklärungen* (↑Erklärung, ↑Erklären/Verstehen):

Das Ziel wissenschaftlicher Arbeit ist die Entwicklung von Theorien und Modellen, die neben der Fähigkeit zum Klassifizieren und Vorhersagen von Phänomenen |<sup>1786</sup> auch zu ihrer Erklärung geeignet sind. Was macht eine gute Erklärung aus? Zu einem zentralen Thema der Wth. wurde diese Frage durch das Postulat einer allgemeingültigen Struktur wissenschaftlicher Erklärungen, die Erklärungen von Fragen der individualpsychologischen Bedingungen des Verstehens entkoppelte; nun ließen sich Erklärungen mit formaler Strenge untersuchen. Mit dem deduktiv-nomologischen (D-N) Erklärungsmodell (Hempel, Oppenheim) wird eine strukturelle Identität zwischen Erklärungen und Vorhersagen (Deduktion des Explanandums aus gegebenen Randbedingungen und Naturgesetzen) behauptet. Dieses Modell wurde anhand von Adäquatheitskriterien sowohl weiterentwickelt, als auch durch Gegenentwürfe kritisiert. So verlangt man von einer adäquaten Explikation einer Erklärungsstruktur, daß sie sich auf eine große Menge von Beispielen, die nach dem Alltagsbegriff angemessene Erklärungen darstellen, anwenden läßt; insbesondere soll eine Erklärung relevant und asymmetrisch sein. Wichtige Diskussionen gibt es um die Frage, inwiefern z.B. die Geschichtswissenschaft oder die Evolutionstheorie – auch ohne Vorhersagefähigkeit zu haben – wissenschaftliche Erklärungen liefern. Das D-N Modell wurde später auf probabilistische Erklärungen erweitert (Railton); von den Gegenentwürfen sehen einige den Kern einer wissenschaftlichen Erklärung in ihrer Leistung, das Explanandum in das Hintergrundwissen kohärent ( $\uparrow$ Kohärenz) einzubetten (Braithwaite, Kitcher), andere in der Angabe von Kausalursachen (Salmon, Lipton). Van Fraassen stellte ein pragmatisches Erklärungsmodell auf, das Erklärungen als angemessene Antworten auf die Warum-Fragen des Erklärungssuchenden kontextualisiert. Einen Überblick zum Problem der Erklärung in der Wth. gibt der Sammelband von Schurz (1988).

(b) *Bestätigung wissenschaftlicher Hypothesen; Methodenfragen.* Wie finden wir wissenschaftliche  $\uparrow$ Hypothesen, warum sollen wir einer Hypothese glauben und wodurch unterscheidet sich eine glaubwürdigere Hypothese von einer weniger glaubwürdigen? Zur heuristischen Frage, wie man neue Theorien entdeckt, gibt es einen traditionellen Konflikt zwischen *hypothetisch-deduktiven* und *induktivistischen* Ansätzen. Erstere leugnen einen methodisch strengen Weg von den Beobachtungen zu den Theorien ( $\uparrow$ Theorie und Erfahrung); nur in umgekehrter Richtung läßt sich über die Glaubwürdigkeit jeder willkürlich gefundenen Hypothese urteilen. Begründet wird diese Auffassung durch die prinzipielle Unterbestimmtheit (*underdetermination*) jeder Theorie durch die Erfahrung: auf der Basis der uns Menschen nur in endlicher Menge zugänglichen Beobachtungen lassen sich beliebig viele verschiedene, gültige Theorien konstruieren. Der Induktivismus ( $\uparrow$ Induktion) hingegen behauptet, daß wis-



senschaftliche Hypothesen durch induktive Verallgemeinerung von empirischen Befunden gewonnen werden und an Glaubwürdigkeit gewinnen, je mehr Einzeltatsachen sich erfolgreich unter die Hypothese subsumieren lassen. Hierfür sucht man formale Regeln des Schließens von den empirischen Daten zu vernünftigen Hypothesen; neben den (insbesondere von Mill vorgeführten) Induktionsregeln, gibt es viele Versuche zu Regeln der  $\uparrow$ Abstraktion,  $\uparrow$ Abduktion und neuerdings insbesondere zu Regeln für den  $\langle$ Schluß auf die beste Erklärung *(inference to the best explanation)*. Viel diskutiert wird die Frage, ob und wie sich für die Glaubwürdigkeit einer Theorie ein Grad finden läßt; man sucht eine Formel und ein Meßverfahren, die es ermöglichen, auf der Grundlage der bekannten Fakten auszurechnen, wie stark der Glaube an eine Hypothese im Vergleich zu alternativen Hypothesen begründet ist. Ausgangspunkt hierzu ist üblicherweise die Formel über die  $\langle$ bedingte Wahrscheinlichkeit von Bayes (1763). Eine Weiterentwicklung ist Glymours Verfahren des *bootstrapping* (benannt in ironischer Anlehnung an die Anekdote von Münchhausen, nach der er sich an den eigenen Stiefelstrippen aus dem Sumpf gezogen hat), mit dem sich Theorien wechselseitig sollen bestätigen können (*Theory and Evidence*, 1980). Neben diesen formalen Ansätzen liegt ein wichtiges Thema in der historischen Untersuchung der Wissenschaftsmethode. Durch eine möglichst genaue Darstellung der Methoden, die zu wichtigen Entdeckungen geführt haben, versucht man das  $\langle$ Erfolgsgeheimnis der modernen Naturwissenschaft offenzulegen. Wie funktioniert Galileis  $\langle$ Experimentalmethode  $\rangle$  genau? Welche Rolle spielen die Meßinstrumente und experimentellen Apparate? Warum und wie machen Wissenschaftler  $\uparrow$ Gedankenexperimente? Zur Einführung in das Thema  $\langle$ Wissenschaftsmethode  $\rangle$  eignet sich Gower (1997).

(c) *Struktur und Realitätsbezug wissenschaftlicher Theorien; Bedeutung wissenschaftlicher Begriffe*: Wieweit ist unser  $\uparrow$ Wissen sprachabhängig und wieweit erfassen wir damit die Welt? Wie ließe sich der  $\langle$ reale  $\rangle$  Gehalt unserer besten wissenschaftlichen Theorien von ihrer konventionellen Mitteilungsform abtrennen? Gibt es Elektronen wirklich, oder sind sie nur ein theoretisches Konstrukt zur Vorhersage von Meßergebnissen? Eine vieldiskutierte Neuerung der Wth. spricht von einem Übergang von  $\langle$ syntaktischen  $\rangle$  Theorien vorstellungen bei den Philosophen des Wiener Kreises zur heutigen  $\langle$ semantischen  $\rangle$  Theoriekonzeption. Damit ist gemeint, daß man früher eine Theorie als Aussagenmenge interpretierte, die ein formales System in einer idealen Wissenschaftssprache bildet, dessen theoretisches Vokabular durch  $\langle$ Brückengesetze  $\rangle$  mit den Beobachtungsdaten verbunden ist. Heute versucht man Theorien nicht mehr als sprachliches Objekt, sondern  $\langle$ semantisch  $\rangle$  über den Anwendungsbereich, d.h. über die von ihr beschriebenen Objekte als Menge ihrer

↑Modelle, zu charakterisieren. So soll das logische Problem der theoriegeladenen Beobachtungssprache umgangen werden; von einem theoretischen Modell wird nur eine strukturelle Ähnlichkeit mit der Wirklichkeit verlangt, die u.a. über Analogien, Idealisierungen, aber auch über das Handlungswissen von experimentellen Verfahrensarten beschrieben wird. Ein zentrales, aber auch weit in die Philosophie außerhalb der Wth. hineinführendes Thema ist der Konflikt zwischen Richtungen des ↑Realismus und Antirealismus, die in vielen Formulierungen vorliegen. Mit Antirealismus ist nicht gemeint, daß man die Existenz der Außenwelt leugnet, sondern lediglich, daß diese von unserem Beschreibungs- und Interpretationsapparat unabhängig sei. Wichtige (überlappende) Grundpositionen finden sich im ↑Realismus, ↑Empirismus, ↑Konventionalismus, ↑Instrumentalismus, ↑Fiktionalismus. Ein neuerer Vorschlag in der Realismusdebatte ist *Fines Natural Ontological Attitude* (⟨NOA⟩): Innerhalb der konkreten wissenschaftlichen Forschung sei die realistische Interpretation theoretischer Entitäten eine notwendige Arbeitsvoraussetzung; für die globalen Fragen zum Realismus würden sich aus der Wissenschaft jedoch weit weniger Konsequenzen ergeben, als von Befürwortern und Gegnern des Realismus gleichermaßen behauptet wurde. Einen Querschnitt prominenter Diskussionsbeiträge versammelt Lepin (1984).

(d) *Verhältnis wissenschaftlicher Theorien zueinander*: In welchem Verhältnis stehen verschiedene gleichzeitig akzeptierte Theorien, z.B. die Theorien der gegenwärtigen Biologie, Chemie und Physik, oder die Theorie der klassischen Thermodynamik zur klassischen Mechanik? Das zentrale Interesse gilt hier der Frage nach der Reichweite und Struktur von Reduktionsbeziehungen: Läßt sich das naturwissenschaftliche Wissen hierarchisch organisieren? Gibt es eine einheitliche wissenschaftliche Weltsicht, die alle Teilbereiche umfaßt? Oder hat z.B. die Biologie genuine, ⟨emergente⟩ Wissensinhalte (↑Emergenz), die nicht schon in der organischen Chemie angelegt sind, und wie müßte man diese formulieren? Der traditionelle Konflikt zwischen dem Reduktionismus und dem Antireduktionismus wird in vielen Spielarten zum ↑Naturalismus, ↑Physikalismus, Szientismus, ↑Materialismus, Vitalismus, Emergentismus, Epiphänomenalismus diskutiert. Einige Autoren versuchen die Beziehung zwischen zwei Theorien nicht mit Reduktion, sondern mit verschiedenen Entwürfen abgeschwächter Konzepte wie ↑Kohärenz oder Supervenienz zu beschreiben. Häufig werden diese Diskussionen auch über den Rahmen der gegenwärtig vorliegenden Theorien erweitert zur Frage nach der Reichweite und den Möglichkeiten wissenschaftlicher Theorien überhaupt. Besonderes Interesse findet hier die von manchen Beiträgen behauptete fundamentale Grenze der Wissenschaft bei der Betrachtung der menschlichen Subjekte (↑Bewußtsein, ↑Leib/Seele, ↑Philosophie des Geistes). Ein weiteres Thema

ist die diachrone Ablösung von Theorien in der Wissenschaftsgeschichte: In welchem Verhältnis stehen Keplers Gesetze der Planetenbewegung zur Newtonischen Gravitationstheorie und diese wiederum zur Einsteinschen Relativitätstheorie? In welchem Sinn ist diese Entwicklungslinie von immer neueren Theorien ein Fortschritt? Lassen sich die früheren Theorien als Spezialfälle der heutigen, umfassenderen Theorien verstehen? Konvergiert die Theorienentwicklung zu einem einheitlichen Gesamtverständnis? Auch bei diesen Fragen spricht man von «Reduktion» der Vorläufer- auf die Nachfolgertheorie. Wenn diese (entgegen der Behauptung der ↑Inkommensurabilität) gelingt, klärt dies die Bedeutung des wissenschaftlichen Fortschritts. Ein wichtiger, allerdings voraussetzungsreicher Beitrag zur gegenwärtigen Reduktionsdebatte ist Scheibe (1997 und 1999).

(e) *Außenperspektive; Rolle, Abgrenzung und Wert von Wissenschaft*: Was macht die Wissenschaft aus? Warum sollten wir Wissenschaft betreiben? In welchem Verhältnis steht die Wissenschaft zu den übrigen Interessen und Tätigkeiten des Menschen? Wie weit spielen soziale Faktoren und Herrschaftsverhältnisse eine Rolle bei den jeweils akzeptierten Theorien? Darf alles erforscht werden und mit allen Mitteln? Gibt es eine ↑Verantwortung des Wissenschaftlers für seine Entdeckungen? Aber auch die praktischen Fragen, etwa welches Forschungsprojekt bei der Verteilung knapper Ressourcen bevorzugt werden soll, gehören zu diesem Thema. Der offensichtliche Eindruck, daß die modernen Naturwissenschaften (in einer klärungsbedürftigen Weise) erfolgreich mythologische und religiöse Interpretationsmuster zurückgedrängt und sich in immer weitere |<sup>1788</sup> Bereiche der Lebenswelt ausgebreitet haben, verlangt nach einer Neubestimmung der Aufgaben von nicht-naturwissenschaftlichen Weltbeschreibungen. Ein vieldiskutierter Beitrag zum Verhältnis von Natur- und Geisteswissenschaft war Snows These über die zunehmende Entfremdung dieser beiden Kulturen (1959).

### 3.2 *Spezielle Wissenschaftstheorien*

Mit dem Entstehen der Naturwissenschaft in der Neuzeit (Kopernikus, Kepler, Stevin, Galilei, Newton) hat die Philosophie nicht nur einen Teil ihres traditionellen Arbeitsbereichs verloren, sondern auch ein völlig neues Forschungsgebiet hinzu gewonnen.

Die Konkurrenz der mathematisch formulierten Naturtheorien hat die Philosophie (und auch die Theologie) aus einer ihrer traditionellen Aufgaben, die *Phänomene der Natur zu erklären*, verdrängt. Die Erklärung des Regenbogens, der regelmäßigen Wiederkehr von Ebbe und Flut oder des unregelmäßigen Auftauchens von Kometen am Nachthimmel – all das waren Themen vieler Untersuchungen von Philosophen seit den Vorsokratikern. Den philosophi-

schen Erklärungen stellten die Naturwissenschaftler *Naturgesetze* entgegen, mit denen sich Phänomene auch quantitativ klassifizieren und vorhersagen ließen, und deren Voraussetzungen man einer unabhängigen experimentellen Überprüfung unterziehen konnte. Nach der ersten umfassenden naturwissenschaftlichen Theorie, Newtons Mechanik und allgemeiner Gravitationstheorie, versuchten nur noch wenige Autoren, der Naturwissenschaft genuin philosophische Erklärungen von Naturphänomenen entgegenzustellen. (Ein solcher Versuch findet sich aber z.B. in Goethes Theorie der Farben, die in bewußter ästhetischer Ablehnung der naturwissenschaftlichen Methoden und Erkenntnisansprüche steht.)

In den ausformulierten Theorien der empirischen Wissenschaft findet man ein neues, fruchtbares Forschungsgebiet und einen neuen Zugang zur Behandlung philosophischer Fragen. Hierbei steht nicht mehr zur Diskussion, welche Probleme die Wissenschaft insgesamt aufwirft, d.h. die Fragen der allgemeinen Wth., sondern welche Schlüsse sich aus den konkreten, vorliegenden wissenschaftlichen Theorien ziehen lassen und welche Probleme sich mit diesen ergeben. Insbesondere zwei Herangehensweisen lassen sich unterscheiden:

- (a) Zum einen versuchen die speziellen Wth. die jeweiligen Theorien kritisch zu erklären, die Bedeutung von Begriffen aufzuzeigen, logische Strukturen und Hintergrundannahmen offenzulegen, aber auch verborgene Probleme aufzudecken und Anregungen für ihre Auflösung zu geben. Dies sind die vornehmlichen Themen der Teildisziplinen der speziellen Wth.: der *Philosophie der Physik*, *Philosophie der Biologie*, etc. Singulär in der Philosophie haben solche Untersuchungen einen gelegentlich nachweisbaren Einfluß auf die Arbeit von Nichtphilosophen: Die großen Fortschritte der Wissenschaft sind ohne die genaue Klärung ihrer begrifflichen und theoretischen Grundlagen nicht vorstellbar. Prominent ist z.B. Machs Einfluß auf die Entstehung der Relativitätstheorie durch seine Kritik an Newtons Vorstellungen von Raum und Zeit.
- (b) In einem weiteren Sinne sucht man darüber hinaus aber auch nach einem allgemeinen Verständnis, das mit den vorliegenden Theorien der Naturwissenschaft verträglich ist oder sogar auf diese gegründet werden kann; d.h. nach Konsequenzen bei den traditionellen Themen der Philosophie. Hierbei übernehmen die wissenschaftlichen Theorien die Funktion, die in früheren philosophischen Reflexionen die Phänomene selbst eingenommen hatten. Fragen etwa wie die, ob die Welt sich aus kleinsten Teilen zusammensetzt oder ins unendlich Kleine als Kontinuum geformt ist, versuchte z.B. Lukrez durch die Betrachtung von Phänomenen wie dem Wind, der Geruchswahrnehmung etc. zu beantworten. Heute muß man hierzu die Quantenfeldtheorie untersuchen. Aber auch zu Themen der Philosophie, die man vorher allein

durch spekulative Methoden ohne Bezug auf die Empirie zu bearbeiten suchte, lassen sich jetzt empirisch fundierte Antworten geben: Wesentliche, neue Erkenntnisse über die Bedeutung von ↑Kosmos, ↑Willensfreiheit, ↑Materie, ↑Raum und Zeit, ↑Zufall, ↑Kausalität, ↑Moral, etc. gewinnt man aus der Analyse wissenschaftlicher Theorien. Es ist nicht so, daß die bloße Untersuchung der besten wissenschaftlichen Theorien definitive Antworten auf philosophische Fragen gäbe, aber Antworten, die das wissenschaftliche Wissen ignorieren oder diesem sogar widersprechen, genügen den Ansprüchen der Wth. nicht. Es ist heute nicht mehr vorstellbar, daß jemand einen substantiellen Beitrag zur Kosmologie liefert, ohne die allgemeine Relativitätstheorie zu berücksichtigen, oder zur Willensfreiheit, ohne die aktuellen Ergebnisse der Neurowissenschaften zu kennen.

Da die spezielle Wth. einer Wissenschaftsdisziplin die Kenntnis ihrer Theorien voraussetzt, sind allgemeinverständliche Einführungen hierzu generell problematisch. Einen anschaulichen Überblick etwa zur Wth. der modernen Physik, der keine Vorkenntnisse voraussetzt, gibt Leggett <sup>|1789</sup> (1987); zur Einführung in die Wth. der Biologie eignet sich Hull/Ruse (1998).

Ulrich Kühne

#### 4. *Wissenschaftstheorie der Sozialwissenschaft*

[ Section not included ]

<sup>|1790</sup> Albert, H., 1991, *Traktat über kritische Vernunft*, Tübingen. – Bacon, F., 1620, *Novum organum scientiarum*, London; dt.: *Neues Organon*, 2 Bde., Hamburg 1990. – Bayes, T., 1763, *An Essay Towards Solving a Problem in the Doctrine of Chances*. In: *Phil. Trans.* 53. – Boyd, R./P. Gaspar/J. Trout (Hg.), 1991, *The Philosophy of Science*, Cambridge (MA). – Brody, B./R. Grandy (Hg.), <sup>2</sup>1989, *Readings in the Philosophy of Science*, Englewood Cliffs. – Carnap, R., 1928, *Der logische Aufbau der Welt*, Berlin. – Carnap, R., 1966, *Philosophical Foundations of Physics*, NY; dt.: *Einführung in die Philosophie der Naturwissenschaft*, Fft./M./Berlin 1986. – Carnap, R., <sup>2</sup>1968 (1934), *Logische Syntax der Sprache*, Wien. – Cartwright, N., 1983, *How the Laws of Physics Lie*, NY/Oxford. – Curd, M./J. A. Cover (Hg.), 1998, *Philosophy of Science*, NY/London. – Dühring, E., 1878, *Logik und Wissenschaftstheorie*, Leipzig. – Esser, H., 1996, *Soziologie*, Fft./M. – Feyerabend, P., 1975, *Against Method*, London; dt.: *Wider den Methodenzwang*, Fft./M. 1976. – Fine, A., 1986, *The Shaky Game*, Chicago. – Follesdal, D., 1994, *Hermeneutics and the Hypothetico-Deductive Method*. In: Martin, M./L. McIntyre (Hg.), *Readings in the Philosophy of Social Science*, Cambridge (MA). – Galilei, G., 1632, *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo [...]*, Florenz; dt.: *Dialog über die beiden hauptsächlichsten Weltsysteme [...]*, Stuttgart 1982. – Galilei, G., 1638, *Discorsi e dimonstrazioni matematiche, intorno a due nuove scienze, [...]*, Leiden; dt.: *Unterredungen und mathematische Demonstrationen über zwei neue Wissenszweige [...]*, Thun 1995. – Glymour, C., 1980, *Theory and Evidence*, Princeton. – Gower, B., 1997, *Scientific Method*, London/NY. – Habermas, J., 1983, *Moralbewußtsein und kommunikatives Handeln*, Fft./M. – Hacking, I., 1983, *Representing and Intervening*, Cambridge. – Harré, R., <sup>2</sup>1985, *The Philosophies of Science*, Oxford/NY. – Hempel, C.G., 1966, *Philosophy of Natural Science*, En-

gelwood Cliffs, dt.: Philosophie der Naturwissenschaften, München <sup>2</sup>1977. – Herschel, J.F.W., 1830, A Preliminary Discourse on the Study of Natural Philosophy, London; dt.: Ueber das Studium der Naturwissenschaft, Göttingen 1836 – Hollis, M., 1995, Soziales Handeln, Berlin. – Hull, D.L./M. Ruse (Hg.), 1998, The Philosophy of Biology, Oxford. – Kamlah, W./P. Lorenzen, 1967, Logische Propädeutik, Mannheim. – Keuth, H., 1989, Wissenschaft und Werturteil, Tübingen. – Klee, R., 1997, Introduction to the Philosophy of Science, NY/Oxford. – Kopernikus, N., 1543, De revolutionibus, Nürnberg; dt.: Das neue Weltbild, Hamburg 1997. – Kosso, P., 1992, Reading the Book of Nature, Cambridge. – Kourany, J. (Hg.), 1987, Scientific Knowledge, Belmont. – Krüger, L. (Hg.), 1970, Erkenntnisprobleme der Naturwissenschaften, Köln/Berlin. – Kuhn, <sup>1</sup>1971 T.S., 1962, The Structure of Scientific Revolutions, Chicago; erweitert <sup>2</sup>1970; dt.: Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen, Fft./M. 1973. – Lakatos, I./A. Musgrave (Hg.), 1970, Criticism and the Growth of Knowledge, London; dt.: Kritik und Erkenntnisfortschritt, Braunschweig 1974. – Lambert, K./G.G. Brittan, <sup>3</sup>1987, An Introduction to the Philosophy of Science, Engelwood Cliffs; dt.: Eine Einführung in die Wissenschaftsphilosophie, Berlin/Heidelberg/NY 1991. – Latour, B./S. Woolgar, 1979, Laboratory Life, Beverley Hills. – Laudan, L., 1989, An Introduction to the Philosophy of Science, Oxford/NY. – Leggett, A. J., 1987, The Problems of Physics, Oxford/NY; dt.: Physik: Probleme – Themen – Fragen, Basel 1989. – Leplin, J. (Hg.), 1984, Scientific Realism, Berkeley. – Lindenberg, S., 1977, Individuelle Effekte, kollektive Phänomene und das Problem der Transformation. In: Eichner, K./W. Habermehl (Hg.), Probleme der Erklärung sozialen Verhaltens, Meisenheim. – Lindenberg, S., 1991, Die Methode der abnehmenden Abstraktion. In: Esser, H./K. Troitzsch (Hg.), Modellierung sozialer Prozesse, Bonn. – Lorenzen, P., 1987, Lehrbuch der konstruktiven Wissenschaftstheorie, Mannheim. – Losee, J., <sup>3</sup>1993, A Historical Introduction to the Philosophy of Science, Oxford/NY; dt.: Wissenschaftstheorie: eine historische Einführung, München 1977. – Mach, E., 1905, Erkenntnis und Irrtum, Leipzig. – Mill, J.S., 1843, A System of Logic, 2 Bde., London; dt.: System der deduktiven und induktiven Logik, 3 Bde., Aalen 1968. – Mittelstraß, J. (Hg.), 1980ff., Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie, 4 Bde., Mannheim u. Stuttgart. – Nagel, E., 1961, The Structure of Science, London/NY. – Newton-Smith, W.H., 1981, The Rationality of Science, London/NY. – Opp, K.-D., 1995, Methodologie der Sozialwissenschaften, Opladen. – Quine, W.V.O., 1951, Two Dogmas of Empiricism. In: Philos. Rev. 60. – Reichenbach, H., 1928, Philosophie der Raum-Zeit Lehre, Berlin. – Reichenbach, H., 1944, Philosophical Foundations of Quantum Mechanics, Berkeley. – Sarkar, S. (Hg.), 1996, Science and Philosophy in the Twentieth Century, 6 Bde., NY/London. – Scheibe, E., 1997/1999, Die Reduktion physikalischer Theorien, 2 Bde., Berlin/Heidelberg/NY. – Schlick, M., 1918, Allgemeine Erkenntnislehre, Berlin. – Schmid, M., 1982, Theorie sozialen Wandels, Opladen. – Schurz, G. (Hg.), 1990, Erklären und Verstehen in der Wissenschaft, München. – Shapin, S./S. Schaffer, 1985, Leviathan and the Air-pump, Princeton. – Snow, Ch. P., 1967 (1959), Die zwei Kulturen, Stuttgart. – Speck, J. (Hg.), 1980, Handbuch wissenschaftstheoretischer Begriffe, 3 Bde., Göttingen. – Toulmin, S., 1953, The Philosophy of Science, London; dt.: Einführung in die Philosophie der Wissenschaft, Göttingen 1969. – Toulmin, S., 1961, Foresight and Understanding, London; dt.: Voraussicht und Verstehen, Fft./M. 1968. – Van Fraassen, B.C., 1980, The Scientific Image, NY/Oxford. – Vollmer, G., 1993, Wissenschaftstheorie im Einsatz, Stuttgart. – Whewell, W., 1840, The Philosophy of the Inductive Sciences, London. – Whitehead, A.N., 1929, Process and Reality, NY; dt.: Prozeß und Realität, Fft./M. 1987. – Wiener Kreis (Hg.), 1929, Wissenschaftliche Weltauffassung (verf. v. R. Carnap/H. Hahn/O. Neurath), Wien. – Winch, P., 1974, Die Idee der Sozialwissenschaft und ihr Verhältnis zur Philosophie, Fft./M.