

# Moderne Wissenschaftstheorie. Ein Überblick

## Teil II: Theorie der empirischen Wissenschaften\*

Wolfgang Stegmüller

Seminar für Philosophie, Logik und Wissenschaftstheorie, D-8000 München

This second part deals with the philosophy of the empirical sciences. It contains the following subjects: modern empiricism vs. old English empiricism, Popper's falsificationism, Carnap's inductive logic, some of the problems connected with statistical probability, the two-level conception of the language of science, and modern approaches to scientific explanation. In addition, I have included one section on the linguistic turn of the thirties (Wittgenstein, Carnap) and one on the historical turn of the sixties and seventies (T.S. Kuhn).

### 3. Das Empirismus-Problem

Bisher war nur von Logik und Mathematik die Rede. Die moderne Wissenschaftstheorie bezieht sich aber auch auf die gesamten *empirischen* Wissenschaften. Ja, das Wort wird bisweilen so gebraucht, daß „Wissenschaftstheorie“ und „Philosophie der empirischen Wissenschaften“ synonyme Ausdrücke werden. Hier ist vor allem der *moderne Empirismus* zu nennen, der die Grundideen des englischen Empirismus wieder aufgriff und diese in präziserer Gestalt zu formulieren suchte. Daß wir hier auf ein breites Spektrum an gedanklichen Bemühungen stoßen, zeigen bereits die folgenden, beispielhaft herausgegriffenen Namen von Vertretern dieser Richtung: Russell, Wittgenstein, der Wiener Kreis, Carnap, Reichenbach.

Schematisch kann man die Grundauffassung der englischen Empiristen auf zwei Thesen reduzieren. Die erste These beinhaltet, daß alle unsere *Begriffe* empirischen Ursprungs sind; ‚angeborene Ideen‘, wie sie von Descartes und anderen Rationalisten angenommen worden waren, gibt es nicht. Die zweite These besagt, daß alle synthetischen Sätze, also alle *Tatsachenbehauptungen*, keines logischen Beweises, sondern nur

empirischer Begründungen fähig sind. Das genaue ‚Wie‘ blieb in beiden Fällen weitgehend unbestimmt. In seinem Buch „Der logische Aufbau der Welt“ unternahm Carnap den großangelegten Versuch, unter starker Zuhilfenahme der Techniken der modernen Logik, in allen Einzelheiten den Nachweis dafür zu erbringen, daß alle Erfahrungsbegriffe definitiv auf eine sehr schmale Basis, ja auf einen einzigen empirischen Grundbegriff, zurückzuführen sind. Wie so oft, wurde auch hier Carnap später sein eigener schärfster Kritiker. Er konnte nachweisen, daß das Zurückführungsverfahren mit Hilfe von Definitionen, das er in diesem Buch eingeschlagen hatte, auf sog. Dispositionsbegriffe überhaupt nicht anwendbar ist. Dispositionen, wie „löslich in Wasser“, „magnetisch“, „säurehaltig“, „jähzornig“, sind *nicht definierbar*; eine weitreichende Einsicht, die sich als sehr folgeschwer erweisen sollte.

In bezug auf Tatsachenbehauptungen hielt man lange Zeit an der *Verifizierbarkeitsforderung* fest, teilweise gestützt auf die Bemerkung von Wittgenstein, daß den Sinn einer Aussage erst der verstanden habe, der die Methode ihrer Verifikation kenne (*Verifikationstheorie der Satzbedeutung*). Jedenfalls anerkannte man im Wiener Kreis ursprünglich nur zwei Klassen von wahren Sätzen: *Tautologien* (lies: logische Wahrheiten) und *empirisch verifizierbare Sätze*. Die Verifikationstheorie der Satzbedeutung bildete zudem die Grundlage für einen scharfen Angriff gegen die herkömmliche Metaphysik. Während Kant in seiner Kritik der reinen Vernunft nur darzulegen versucht hatte, daß die Spekulationen der rationalen Metaphysik unfundiert seien, wurde hier die viel radikalere These von der *Sinnlosigkeit der Metaphysik* vertreten. Die von Metaphysikern verwendeten Ausdrücke, wie „Gott“, „das Sein des Seienden“, „die Seele“, „das Nichts“, „das An-und-für-sich-Sein“, „die eigentliche Existenz“, sind kognitiv sinnlos; denn sie sind weder durch Definitionen auf bekannte empirische Begriffe

\* Teil I siehe Naturwissenschaften 66, 377 (1979)

zurückführbar noch lassen sich mit ihrer Hilfe empirisch verifizierbare Sätze formulieren.

#### 4. Die linguistische Wende

In allen vorangegangenen Punkten ist teilweise bereits dasjenige angeklungen, was der modernen analytischen Philosophie ihr eigentümliches Gepräge gab und was sie von allen anderen philosophischen Richtungen der Vergangenheit und Gegenwart abgrenzt. Man nennt es die *linguistische Wende* der dreißiger Jahre. Diese Wende betrifft nicht ein einziges Phänomen, sondern eine Fülle von Vorgängen und Tendenzen, die alle mit einer expliziten Hinwendung zum Sprachlichen, sei es zur *natürlichen Sprache*, sei es zu *formalen Sprachen*, zu tun haben.

Die beiden Philosophen Wittgenstein und Austin kann man als die Begründer der *Philosophie der natürlichen Sprache* ansehen. Für Wittgenstein ist das Sprechen ein Teil des menschlichen Handelns. Und das Verstehen der Bedeutungen sprachlicher Ausdrücke ist ein Beherrschen der Regeln für ihren Gebrauch. Austin ist der Begründer der *Sprechakt-Theorie*. Diese stützte sich auf die einfache Beobachtung, daß wir häufig mit sprachlichen Ausdrücken nicht etwas beschreiben, sondern Handlungen vollziehen. (Wenn ich z.B. zu jemandem aus gegebenem Anlaß sage: „entschuldigen Sie bitte!“, so vollziehe ich damit den Akt der Entschuldigung.) Die Untersuchungen dieser philosophischen Bewegung haben auf eine ganz neuartige Weise gezeigt, wie häufig wir uns beim Philosophieren in Unsinn verstricken, weil wir uns von bestimmten sprachlichen Wendungen ein ganz falsches Bild machen. In Wittgensteins Büchlein über Gewißheit wird dies an Ausdrücken wie „Wissen“, „Zweifel“ illustriert. Es gibt danach ungeheuer viel, an dem ich nicht zweifeln kann: z.B. nicht daran, wie ich heiße; wo ich wohne; daß ich deutsch spreche. Wenn Leute zu mir kommen und mich davon zu überzeugen versuchen, daß ich gar nicht in der BRD lebe – werde ich da schließlich an meinem tatsächlichen Wohnsitz zu zweifeln beginnen? Selbstverständlich nicht. Eine andere Frage wird sich allerdings schließlich aufdrängen, nämlich: „irgendwer muß hier wahnsinnig sein; sind diese Leute verrückt oder bin ich es?“ Am Beispiel des Cartesianischen Versuchs, an der Außenwelt zu zweifeln, läßt sich demonstrieren, wie ein philosophischer Ansatz nicht bloß in Widerspruch, sondern in sprachlichen Unsinn einmündet. Angenommen etwa, ich zweifle, Descartes folgend, ob ich jetzt träume. Dann muß ich auch daran zweifeln, ob diese drei Wörter: „ich träume jetzt“ ihren üblichen Sinn haben; ja noch mehr: ob sie überhaupt einen Sinn haben. Die Traumannahme mündet in unverständ-

liches Blabla ein. Wittgenstein erinnert uns daran, wie oft wir auf bloßen Glauben hin mit Sicherheit handeln und fügt hinzu: „Sollen wir uns dann wundern, daß wir an vielem nicht zweifeln können?“ Alles in allem warnt uns die Philosophie der natürlichen Sprache vor dem häufigen, aber *gedankenlosen Übergang vom alltäglichen Gebrauch bestimmter Worte zu nichtalltäglichem Gebrauch*, wie etwa von „Ursache dieses Verkehrsunfalls“ zu „Ursache des Universums“. Von den vielen Zusammenhängen zwischen Sprach- und Wissenschaftsphilosophie soll hier nur auf einen hingewiesen werden. Eine der Hauptaufgaben der Wissenschaftstheorie bestehe nach Carnap in der präzisen Explikation von Begriffen, wie „wahr“, „wahrscheinlich“, „Erklärung“. Der Explikation vorangehen muß eine *Klärung des Explikandums*, d.h. eine sorgfältige Untersuchung des tatsächlichen Sprachgebrauchs, in dem diese Wörter vorkommen. Nicht zu Unrecht wenden Vertreter des normalsprachlichen Vorgehens häufig gegen die Vertreter des formalsprachlichen Zuganges ein, daß bei den letzteren diese vorbereitenden Begriffsklärungen, d.h. die Analysen des tatsächlichen Gebrauches, zu knapp oder zu einseitig und undifferenziert ausfallen. Aus diesem Grund ist zu erwarten, daß in Zukunft die Verbindung von Wissenschaftstheorie und Philosophie der natürlichen Sprache enger werden wird, als er in der Vergangenheit der Fall war. Dabei ist zu bedenken, daß *in diesem Zusammenhang auch die Sprache der wissenschaftlichen Experten zur normalen Sprache zu rechnen ist*.

Von einigen *formalsprachlichen Trends*, die ebenfalls für die linguistische Wende charakteristisch sind, war bereits die Rede: der Unterscheidung zwischen künstlicher Objekt- und alltäglicher Metasprache, von logischer Syntax und Semantik sowie von dem linguistisch formulierten empiristischen Sinnkriterium.

Als von noch größerer Bedeutung erwiesen sich Carnaps Versuche, den *Begriff einer die empiristischen Forderungen erfüllenden Wissenschaftssprache* zu präzisieren. Die ursprüngliche Leitidee, als Grundprädikate nur solche zu wählen, die sich auf *Beobachtbares* beziehen, und alle anderen Prädikate durch Definitionsketten auf die Grundprädikate zurückzuführen, mußte wegen der bereits erwähnten undefinierbarkeit von Dispositionsbegriffen liberalisiert werden. Carnap versuchte, den naturwissenschaftlichen Einführungsverfahren für dispositionelle Prädikate dadurch gerecht zu werden, daß er zum Begriff der Definition den des *Reduktionssatzes*<sup>4</sup> hinzunahm. Spätere Untersuchungen haben zu erheblich komplizierteren Vorstellungen vom Aufbau der Wissenschaftssprache geführt. Wir werden in Abschnitt 8 darauf zurückkommen.

<sup>4</sup> Für eine kritische Diskussion dieser Methode vgl. [3], S. 123ff., und [9], S. 226ff.

## 5. Poppers negative Methodologie

Außer durch den Wiener Kreis mit seinem bedeutendsten Mitglied Carnap ist die moderne Wissenschaftstheorie maßgeblich durch Poppers *Logik der Forschung* beeinflusst worden, ein Werk, das bereits Mitte der dreißiger Jahre erschien, praktisch aber erst nach dem Kriege größere Beachtung fand<sup>5</sup>. In mancher Hinsicht, insbesondere bezüglich der wissenschaftlich-rationalen und kritischen Einstellung, stand Popper dem Wiener Kreis sehr nahe. Hinsichtlich bestimmter inhaltlicher Thesen wiederum stand er ihm äußerst fern. Dies gilt insbesondere bezüglich Poppers *negativer Methodologie*, wie Quine dies nennt. Wir wollen eine kurze Charakterisierung durch Untergliederung in vier Aspekte versuchen:

(1) Die Forderung nach Verifikation empirischer Aussagen ist nach Popper preiszugeben. Denn gerade die interessantesten erfahrungswissenschaftlichen Aussagen, naturwissenschaftliche *Gesetze* und *Theorien*, sind niemals verifizierbar. Dies ergibt sich unmittelbar aus einem Vergleich zwischen der logischen Struktur dieser Aussagen einerseits und der Art der uns zur Verfügung stehenden Erfahrungen andererseits. Gesetze sind strenge Allaussagen, die raum-zeitlich nicht beschränkt sind. Die Erfahrungsdaten, welche uns zur Prüfung von Gesetzen zur Verfügung stehen, sind dagegen stets außerordentlich begrenzt. Wollte jemand wirklich ein Naturgesetz verifizieren, so müßte er das Universum in seiner gesamten raum-zeitlichen Erstreckung (insbesondere auch in bezug auf seine gesamte Zukunft) untersuchen und dürfte höchstens erst nach Vollendung dieser Untersuchung, also wenn er dabei kein Gegenbeispiel fand, von einer Verifikation sprechen. Kein menschliches Wesen ist in der Lage, eine derartige Untersuchung durchzuführen.

(2) Die meisten Empiristen reagieren auf solche Kritik damit, daß sie die Forderung nach Verifikation abschwächen und nur die ‚gute induktive Bestätigung‘ von Gesetzen verlangen. Nun ist es nicht zu bestreiten, daß die empirischen Wissenschaften häufig auch als *induktive Wissenschaften* bezeichnet werden, weil sie sich im Gegensatz zur deduktiv verfahrenen Mathematik auf die Induktion stützen. Was steckt aber hinter dem Gerede von ‚Induktionsprinzip‘, ‚induktiven Methoden‘, ‚induktiven Begründungen‘ oder ‚induktiven Bestätigungen‘? Nach Popper *überhaupt nichts*. All diese zahllosen Varianten von angeblichen induktiven Forschungs-, Entdeckungs-, Begründungs-

Bestätigungsregeln, -methoden oder -prinzipien sind nichts weiter als Hirngespinnste, Produkte unklaren Denkens. So etwas wie eine Induktion gibt es nicht. Sie läßt sich nicht nur nicht rechtfertigen; man kann sie nicht einmal formulieren.

(3) Die Methode der empirischen Wissenschaften muß vollkommen anders charakterisiert werden. Auch die Vertreter des Induktivismus orientieren sich noch immer am überkommenen aristotelischen Wissenschaftsideal, wonach die Wissenschaft zum definitiven Wissen führen müsse: Wenn schon kein logisches Beweisverfahren angebar ist, so soll doch wenigstens ein „Induktion“ genanntes ‚*approximatives*‘ *Beweisverfahren* verfügbar sein. Von dieser Fiktion müssen wir uns nach Popper endlich befreien. Die logische Feststellung, auf die wir uns bei der Beurteilung von Gesetzen und Theorien zu stützen haben, ist die *Asymmetrie zwischen möglicher Verifikation und potentieller Falsifikation*. Wenn auch kein Naturgesetz empirisch verifiziert werden kann, so ist es doch möglicherweise empirisch widerlegbar: Ein einziges Gegenbeispiel mit anerkannter Beobachtungsbasis würde es umwerfen. Worauf es in den empirischen Wissenschaften ankommt, ist die Möglichkeit der *strengen Nachprüfung*. Strenge Prüfung aber ist *kein Beweisverfahren*, auch kein annäherndes Beweisverfahren, sondern ein *Widerlegungsverfahren*. Man leitet mittels eines Gesetzes eine Aussage ab und sieht zu, ob sie eintrifft oder nicht. Wenn nicht, so ist das Gesetz widerlegt; wenn ja, so hat es sich *bewährt*. Bewährung ist kein Beweis. Die Wendung „es hat sich bewährt“ ist nur eine Abkürzung für die Feststellung, daß wir bei dem Versuch, das Gesetz an der Erfahrung scheitern zu lassen, selbst gescheitert sind.

Auch Popper möchte die Wissenschaft von der Metaphysik abheben. Aber es geht ihm tatsächlich nur um eine *Abgrenzung* und nicht, wie den Positivisten, um einen ‚Nachweis der Sinnlosigkeit der Metaphysik‘. Außerdem war es etwas irreführend, daß Popper von Metaphysik sprach. Er dachte in seiner *Logik der Forschung* nicht an Hegel oder an Heidegger. Worum es ihm vielmehr ging, war die Abgrenzung zwischen *echter Wissenschaft* und *Pseudowissenschaft*. Als Tätigkeiten traten beide oft in Personalunion auf. Z.B. waren in früheren Zeiten viele große Astronomen auch Astrologen. Wissenschaftler waren sie *nur als* Astronomen. Denn nur als solche stellten sie streng nachprüfbar Behauptungen auf. Wenn dagegen astrologische Vorankündigungen nicht eintreffen, so hat der Astrologe immer zahllose Ausreden, was nichts anderes besagt, als daß in seine Tätigkeit eine *Immunitätsstrategie eingebaut* ist. Dies ist für Pseudowissenschaften überhaupt charakteristisch. Wir dürfen uns nicht der Illusion hingeben, als seien mit der Verdrängung der Astrologie von der wissenschaftlichen

<sup>5</sup> Karl Popper, *Logik der Forschung*, Tübingen 1971. Vgl. das Werk desselben Verfassers: *Objective Knowledge*, Oxford 1972. Umfassende Diskussionen der verschiedenen Teile der Popperschen Philosophie mit Antworten Poppers finden sich in: A. Schilpp, *The Philosophy of Karl Popper*, Open Court 1974

Bühne die Pseudowissenschaften ausgestorben. Solche gibt es auch heute noch. Typische Beispiele sind für Popper die Psychoanalyse und der Marxismus. Wenn jemand sich zum Marxismus bekennt, trotz der Tatsache, daß keine einzige marxistische Prognose eingetroffen ist, so dokumentiert er damit, daß er einer nichtwissenschaftlichen Weltanschauung huldigt. „Wissenschaftlicher Marxismus“ ist ein Widerspruch in sich.

(4) Poppers Einstellung zum Erkenntnisproblem unterscheidet sich von der der meisten Philosophen in einer grundsätzlichen Hinsicht. Man hat immer wieder nach Wegen oder Methoden gesucht, die uns zu richtigen Sätzen, zur Wahrheit, führen. Solche Wege gibt es nicht. Die Wissenschaft unterscheidet sich von der Metaphysik nicht dadurch, daß die erstere streng methodisch vorgeht, während die letztere spekuliert. Vielmehr sind sich nach Popper Wissenschaft und Metaphysik darin vollkommen einig, daß *beide spekulieren*. Nur durch Spekulationen gelangen wir zu möglichen allgemeinen Tatsachenwahrheiten. Denn alles sogenannte Tatsachenwissen besteht in *Hypothesen*. Wie sie zustande kommen, ist unwesentlich. Was zählt, ist allein, ob sie nachprüfbar sind oder nicht. Dies ist der Inhalt des Popperschen Fallibilismus: Alles, was Menschen ersinnen, kann falsch sein; und das meiste erweist sich auch bei strenger Prüfung als falsch. Effektiv falsifizierte Hypothesen sind zu verwerfen. Und Poppers methodologische Empfehlung bei der Suche nach Neuem lautet: Halte dich nicht vorsichtig an das Beobachtbare, sondern suche nach reichen, gehaltvollen, zu vielen Prognosen fähigen, also nicht nach ‚wahrscheinlichen‘, sondern nach möglichst ‚unwahrscheinlichen‘ Hypothesen. Wären die Wissenschaftler der Empfehlung der Induktivisten gefolgt und hätten sich stets möglichst eng ‚an die Tatsachen gehalten‘, so wäre keine einzige der großartigen Entdeckungen und Neuerungen von Kopernikus bis zur Quantenphysik zustande gekommen.

## 6. Carnaps induktive Logik

Im Jahre 1950 veröffentlichte Carnap den 1. Teil eines Werkes, in dem er ein neuartiges Riesenprojekt zu verwirklichen trachtete: *die Grundlegung einer induktiven Logik*<sup>6</sup>. Prima facie scheint Carnaps Grundintui-

<sup>6</sup> Rudolf Carnap, *Logical Foundations of Probability*, Chicago 1950. Vgl. auch das Buch desselben Verfassers: *The Continuum of Inductive Methods*, Chicago 1952. Ferner: Carnap-Stegmüller: *Induktive Logik und Wahrscheinlichkeit*, Wien 1959, sowie die zahlreichen Diskussionen der Carnapschen Philosophie mit Antworten des Autors in: A. Schilpp, *The Philosophy of Rudolf Carnap*, Open Court 1963

tion in Widerspruch zu Poppers Wissenschaftskonzept zu stehen. Nach Carnap ist dies aber nur ein Schein. Er stimmt mit Popper darin vollkommen überein, daß es keine induktiven Entdeckungsverfahren gibt. Worauf Carnap sich konzentriert, ist die einfache Tatsache, daß nur die wenigsten Schlüsse, die wir im Alltag – und zwar auch im wissenschaftlichen Alltag! – vollziehen, deduktive Schlüsse sind. Die weitaus größte Anzahl alltäglichen Schließens besteht aus *Wahrscheinlichkeitsschlüssen*. Die Natur dieser Wahrscheinlichkeitsschlüsse zu klären, macht er sich zur Aufgabe.

Popper hatte zwar zu zeigen versucht, daß auch die Heranziehung des Wahrscheinlichkeitsbegriffs zur ‚Begründung der Induktion‘ nicht taugt. Doch hatte er nach Carnap dabei den Fehler gemacht, sich auf den *objektiven* oder *statistischen* Begriff der Wahrscheinlichkeit zu beschränken. Nach Carnap muß man streng zwischen zwei Begriffen der Wahrscheinlichkeit unterscheiden: dem *statistischen* und dem *logischen*. Die statistische Wahrscheinlichkeit ist eine *Ereigniswahrscheinlichkeit*, über die wir in jedem konkreten Fall selbst nur Hypothesen aufstellen können. Die Gesetze des radioaktiven Zerfalls, oder allgemeiner die der Quantenmechanik, machen von diesem Begriff Gebrauch. Selbst die Aussage, daß die Wahrscheinlichkeit, mit einem bestimmten Würfel eine 6 zu werfen,  $\frac{1}{6}$  beträgt, ist eine empirische Hypothese. Die sog. Subjektivisten unter den Wahrscheinlichkeitstheoretikern verstanden dagegen unter der Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses für eine Person den *subjektiven Glaubensgrad* oder den ‚*Grad des vernünftigen Glaubens*‘ an dieses Ereignis. Mittels des Begriffs der fairen Wette und des fairen Wettquotienten läßt sich dieser Begriff quantitativ präzisieren.

Nach Carnap ist die ganze Diskussion darüber, welche dieser beiden Wahrscheinlichkeitsauffassungen ‚die richtige‘ ist, sinnlos. Denn die beiden Arten von Theorien handeln nach ihm von verschiedenen Gegenständen: die Theorie der statistischen Wahrscheinlichkeit von einer objektiven Eigenschaft physikalischer Systeme, die Theorie des vernünftigen Glaubensgrades von der logischen Wahrscheinlichkeit, d.h. einer bestimmten Verallgemeinerung des Begriffs der logischen Folge zu dem der *partiellen logischen Folge*. Allerdings tritt die letztere Theorie meist in einem psychologistischen Gewande auf. Diesen Psychologismus gilt es zu überwinden, ähnlich wie Frege und Husserl den Psychologismus in der deduktiven Logik, der noch bei J. St. Mill vorherrschte, überwinden. Dann wird deutlich, daß die logische Wahrscheinlichkeit ein Relationsbegriff ist, der ein bestimmtes Verhältnis zwischen einem Erfahrungsdatum *e* und einer Hypothese *h* beschreibt, nämlich *den Grad, in dem h durch e bestätigt wird*. Die Theorie der logischen

Wahrscheinlichkeit oder die induktive Logik kann daher auch als *Theorie des Bestätigungsgrades von Hypothesen relativ auf anerkanntes Erfahrungswissen* interpretiert werden.

Über die Berechtigung von Carnaps Konzept sowie auch über dessen Verträglichkeit oder Unverträglichkeit mit der Wissenschaftsauffassung Poppers gab es zahllose Diskussionen. Nach der Auffassung des Verfassers haben die Theorien von Popper und von Carnap überhaupt keinen Berührungspunkt, da Carnaps Theorie unter Zugrundelegung seiner späteren Überlegungen und Arbeiten als etwas gedeutet werden muß, das *nicht* das *theoretische Raisonieren*, sondern das *praktische Deliberieren* betrifft; Carnaps Theorie enthält eine *logische Grundlegung der Theorie rationaler Entscheidungen unter Risiko*<sup>7</sup>.

## 7. Holismus

Einige der in den Abschnitten 5 und 6 gemachten Andeutung könnten den Eindruck erwecken, als sei ein heutiger Wissenschaftsphilosoph gezwungen, sich entweder auf die Seite des *Deduktivismus*, also Poppers, oder auf die Seite des *Induktivismus*, also Carnaps, zu schlagen. Es gibt jedoch eine dritte Möglichkeit, die schon vor langer Zeit von P. Duhem formuliert worden ist und die heute mit besonderem Nachdruck Quine vertritt: die These des *Holismus*. Danach ist es gar nicht möglich, *isolierte* Hypothesen zum Gegenstand kritischer Prüfungen zu machen, sondern nur *das gesamte System der wissenschaftlichen Theorien einer Zeit*. Was nach Auffassung der Holisten gewöhnlich übersehen wird, ist die Tatsache, daß man bei der Verwendung eines jeden Gesetzes für Voraussage- und damit für Prüfungszwecke eine ganze Fülle von *Hilfshypothesen* benötigt, welche teils die *Anfangsbedingungen*, teils die während des Verlaufes bis zum Eintreten des vorausgesagten Ereignisses geltenden *Randbedingungen* betreffen. Die Annahme dieser Bedingungen ist aber nicht weniger hypothetisch als die des Gesetzes.

Man kann also nicht mehr verlangen, als daß unser wissenschaftliches System *als Ganzes* mit der Erfahrung in Einklang gebracht wird. Putnam bezeichnet diesen Einklang als die *äußere Kohärenz* der Theorie und unterscheidet davon als weitere Desiderata die Komponenten der *inneren Kohärenz*, zu der z.B. die Forderung nach möglichster Einfachheit, die nach intuitiver Plausibilität, schließlich auch die nach Eleganz und ästhetischer Schönheit gehören.

<sup>7</sup> Diese Interpretation wird unter Zugrundelegung späterer, teils unveröffentlichter Manuskripte Carnaps im Detail in [16] und [19] begründet und ausgeführt

## 8. Probleme der Deutung und Prüfung statistischer Hypothesen

Nur nebenher ist bei der Schilderung von Carnaps Projekt die *statistische Wahrscheinlichkeit* zur Sprache gekommen. Zu ihr müssen wir nochmals kurz zurückkehren. Unabhängig vom Grundlagenstreit in der Wahrscheinlichkeitstheorie hat nämlich die moderne Physik zu einer Revolution in der Deutung dieses Begriffs der statistischen Wahrscheinlichkeit geführt. In den Zeiten der klassischen Physik hatte man geglaubt, nur dann auf Wahrscheinlichkeiten zurückgreifen zu müssen, wenn die Formulierung der genauen Gesetze das menschliche Fassungsvermögen überschreitet, wie in der kinetischen Gastheorie. Die statistische Wahrscheinlichkeit wurde damit damals so etwas wie *ein modernes asylum ignorantiae*. Eine elementare Veranschaulichung dieser Einstellung lieferte die Meteorologie: Da man die genauen Konstellationen und Gesetzmäßigkeiten nicht kennt, muß man sich für Wettervorhersagen mit Wahrscheinlichkeitsprognosen begnügen.

Nach der Quantenphysik hingegen sind die Wahrscheinlichkeitsgesetze *irreduzible Grundgesetze*, ‚hinter‘ denen keine genauen deterministischen Gesetze stehen, welche sich wegen unserer subjektiven Unkenntnis bloß in unserem Geist probabilistisch widerspiegeln. Es ist daher durchaus unzulässig, die statistischen quantenphysikalischen Gesetzmäßigkeiten mit den Gesetzen eines Würfelspiels in Analogie zu setzen. Denn beim Würfelwurf ist es zumindest theoretisch denkbar, daß sich Bedingungen und relevante Gesetze haarscharf formulieren lassen und damit zu einer vollkommen korrekten Aussage über den Ausgang des Wurfes führen.

Auch in bezug auf die *Prüfung* stellen uns statistische Hypothesen vor neue Probleme. Es ist leicht zu erkennen, daß der Poppersche Falsifikationismus hier nicht anwendbar ist. Zwar sind auch statistische Hypothesen nicht verifizierbar. Leider aber sind sie nicht einmal falsifizierbar, da ein scheinbar der Hypothese widersprechendes Beobachtungsergebnis prinzipiell immer dadurch zustande gekommen sein kann, daß sich etwas Unwahrscheinliches ereignete<sup>8</sup>. Man kann den bei statistischen Hypothesen vorherrschenden, im Vergleich zu deterministischen Hypothesen komplizierteren Sachverhalt auch folgendermaßen ausdrücken: Während wir bei deterministischen Gesetzen nur der Gefahr ausgesetzt sind, irrtümlich falsche Gesetze für richtig zu halten, sind wir bei statistischen Gesetzmäßigkeiten nicht nur dieser, sondern außerdem der dazu dualen Gefahr ausgesetzt, richtige Hypothesen irrtümlich für falsch zu halten und zu verwerfen. Die

<sup>8</sup> Für eine genaue Analyse dieses Sachverhaltes vgl. [20] oder [21], S. 48 ff.

statistische Stützungs- und Testtheorie steht daher vor der Aufgabe, angesichts dieser beiden in entgegengesetzte Richtungen drängenden Irrtumsgefahren *optimale Strategien* zu entwickeln.

### 9. Das Zweistufenkonzept der Wissenschaftssprache

Die in Abschnitt 4 erwähnte Liberalisierung des Empirismus-Begriffs, d.h. genauer: der empirischen Wissenschaftssprache, reicht nicht aus. Carnap, Hempel und viele andere Wissenschaftsphilosophen gelangten zu der Einsicht, daß moderne naturwissenschaftliche Theorien Begriffe enthalten, die *weder* durch Definitionen *noch* durch Reduktionssätze in die Sprache der Wissenschaft eingeführt werden können. Man erkannte, daß ein grundsätzlicher Unterschied besteht zwischen einfachen *empirischen Generalisationen* und *Theorien i.e.S.*, wie etwa der Theorie Newtons, welche *theoretische Begriffe* enthalten, wie den Begriff der *Masse* oder der *Kraft*. Carnap hat dieser neuen Erkenntnis durch sein *Zweistufenkonzept der Wissenschaftssprache* Rechnung zu tragen versucht. Danach besteht eine Wissenschaftssprache aus zwei Teilen: Die Basis bildet die *Beobachtungssprache*, die alle Merkmale der in Abschnitt 4 erwähnten Sprache besitzt. Darüber erhebt sich als zweite Komponente die *theoretische Sprache*. Deren undefinierte Terme sind *theoretische Größen*, die nur sehr indirekt und lose mit den Termen der Beobachtungssprache verknüpft sind, nämlich durch sog. *Zuordnungs- oder Korrespondenzregeln*. Sie stellen für bestimmte Fälle einen Zusammenhang her zwischen empirischen und theoretischen Größen und verleihen den letzteren dadurch einen *partiellen* empirischen Gehalt. Die genaue Charakterisierung theoretischer Größen und ihrer Rolle in der modernen Naturwissenschaft ist bis zum heutigen Tage in der Wissenschaftstheorie kontrovers geblieben.

Weitgehende Einmütigkeit konnte dagegen im Bereich der *Begriffsformen* erzielt werden. Es handelte sich hier um die Frage, wie man von den ursprünglichen *qualitativen* (klassifikatorischen) Begriffen über *topologische* Begriffe zu *quantitativen* Begriffen gelangt. Die mit dieser Frage befaßte Theorie der Metrisierung hat sich zu einem der mathematisch präzisesten und erfolgreichsten Zweige der modernen Wissenschaftstheorie entwickelt. Als besonders fruchtbar hat sich hier eine von P. Suppes entwickelte axiomatische Behandlung des Metrisierungsproblems erwiesen.

### 10. Das Subsumtionsmodell der wissenschaftlichen Erklärung

Neben der inneren Struktur und der Bewährung wissenschaftlicher Hypothesen und Theorien interessiert

den Wissenschaftsphilosophen deren *Anwendung* für die Zwecke rationaler Erklärungen und Voraussagen. Die Grundlage aller modernen Untersuchungen zu diesem Thema bildet das bereits von J. St. Mill entwickelte *Subsumtionsmodell der wissenschaftlichen Erklärung*. Danach besteht eine wissenschaftliche Erklärung von Tatsachen in deren ‚Subsumtion‘ unter Naturgesetze. Wie dieser Gedanke genauer zu explizieren ist, ob es prinzipielle Unterschiede gibt zwischen der Erklärung von Naturtatsachen und der Erklärung menschlicher Handlungen, wodurch sich deterministische und statistische Erklärungen unterscheiden – dies und vieles mehr ist Gegenstand eines eigenen Forschungsgebietes geworden, welches auch deshalb das Interesse vieler Nichtexperten auf sich gezogen hat, weil es zahllose Berührungspunkte mit allen übrigen Gebieten der Wissenschaftstheorie aufweist und dadurch häufig zu einem vorläufigen Verständnis der Probleme und Lösungsvorschläge in diesen Gebieten führt<sup>9</sup>.

### 11. Die geschichtliche Wende

Von *Wissenschaftsgeschichte* und ihrem Verhältnis zur systematisch orientierten Wissenschaftstheorie war bislang nicht die Rede. Als letzter Punkt möge kurz die *Hinwendung zur Wissenschaftsgeschichte* erwähnt werden, die hauptsächlich durch die Analysen der Struktur wissenschaftlicher Revolutionen durch Thomas S. Kuhn verursacht worden ist. Kuhn kämpft in seinen Schriften gegen ein Bild vom Fortschritt der Wissenschaft an, welches nicht nur weit verbreitet ist, sondern geradezu die Ideologie des heutigen naturwissenschaftlichen Berufes bildet. Danach gibt es nur eine Weise wissenschaftlicher Erkenntnis, und diese schreitet im Verlauf der Geschichte ständig fort. Die Wissenszunahme besteht zum Teil in immer neuen empirischen Befunden und zum Teil in immer umfassenderen Theorien. Begleitet wird der Erkenntnisfortschritt von der Ausmerzungen unwissenschaftlichen Ballastes, der die Wissenschaft in ihren früheren Phasen hemmte.

Diesem Bild von der *linearen Akkumulation* des Wissens stellt Kuhn, gestützt auf viele historische Beispiele, ein anderes Bild entgegen<sup>10</sup>. Danach gibt es *verschiedene Arten von Wissenschaft*, die auf verschiedenartigen Glaubensvoraussetzungen beruhen. Es ist einseitig und unhistorisch, die heutige Art, Wissen-

<sup>9</sup> Eine systematische Darstellung dieses Themas findet sich in [3]. Speziell mit der Frage der Erklärung menschlicher Handlungen befaßt sich das Werk von Raimo Tuomela, *Human Action and its Explanation*, Dordrecht 1977

<sup>10</sup> Thomas S. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago 1970. Deutsche Übersetzung der ersten Auflage: *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen*, Frankfurt 1973

schaft zu betreiben, mit *der* Wissenschaft gleichzusetzen. Die aristotelische Physik, die ptolemäische Astronomie, die Phlogiston-Chemie z.B. waren andere, aber durchaus echte Weisen, Wissenschaft zu betreiben. In allen diesen und ähnlichen Fällen verhält es sich so, daß sich einzelne Forscher, die zunächst isoliert arbeiten („präparadigmatische Phase“), aufgrund allgemein anerkannter wissenschaftlicher Leistungen zu einer Gemeinschaft zusammenschließen, um bestimmte Fragen und Probleme, die von ihnen allen als noch offen und ungelöst betrachtet werden, einer gemeinsamen Lösung zuzuführen. Geleitet werden sie dabei von einem umfassenden Gesamtkonzept, dem *Paradigma*, in dessen Licht sie bestimmte Phänomene beschreiben und deuten. Ein Paradigma umfaßt viel mehr als eine in Sätzen formulierbare Theorie. Es gehört dazu eine bestimmte ‚Sichtweise‘ der Dinge, eine einheitliche Sprache, eine Unterscheidung in zulässige und unzulässige Fragen, ebenso ein Typ von zugelassenen Erklärungen.

Die Forscher, welche im Rahmen eines Paradigmas *wissenschaftliche Rätsel* zu lösen versuchen, sind die Träger des normalwissenschaftlichen Alltags. *Normale Wissenschaft* ist aber nur *eine* Form der Wissenschaft, nämlich jene, die innerhalb einer festen Tradition verbleibt. Daneben gibt es als traditionszerstörendes Gegenstück die *außerordentliche Forschung*. Ihr wenden sich einige, meist junge Leute immer dann zu, wenn die traditionsgebundene Forschung zunächst auf ein vereinzelt, später auf ein gehäuftes Vorkommen von *Anomalien* stößt, so daß das bisher gültige Paradigma in eine Krise gerät. Diejenigen, welche sich zu außerordentlicher Forschung entschlossen haben, sind die Träger *wissenschaftlicher Revolutionen*. Hier tritt der nichtkumulative Charakter der Wissenschaft besonders deutlich zutage. Das alte Paradigma wird preisgegeben, nicht weil es durch die Erfahrung falsifiziert wird, sondern weil es durch einen anderen Kandidaten, der schon bereit ist, seinen Platz einzunehmen, *verdrängt* wird. Das neue Paradigma wird in der Hauptsache nicht durch Argumente verbreitet, sondern durch Tätigkeiten, die mehr der Überredung und Propaganda gleichen. Und diejenigen, welche das neue Paradigma annehmen, machen in der Regel eine Art Bekehrungserlebnis in sich durch, nach welchem sie alles anders sehen als zuvor: Der Paradigmenwechsel führt zu einer Änderung der Welt selbst. Schließlich setzt sich das neue durch, da die hartnäckigen Verfechter des alten Paradigmas allmählich aussterben.

Dies ist, natürlich in vereinfachter und etwas vergrößerter Weise geschildert, das Bild, welches uns Kuhn vermittelt. Was die Wissenschaftsphilosophen, Empiristen wie kritische Rationalisten, daran so sehr störte, ist die Tatsache, daß es zwangsläufig einen *epistemolo-*

*gischen Relativismus* nach sich zu ziehen scheint<sup>11</sup>. Um dies etwas deutlicher zu machen, muß ein weiterer Begriff von Kuhns Wissenschaftsphilosophie geschildert werden, der in dieser Philosophie eine zentrale Bedeutung hat: die *Inkommensurabilität* der Paradigmen. Viele werden nämlich geneigt sein zu sagen: Wie immer das neue Paradigma entstanden sein und mit welchen Methoden es auch immer verbreitet worden sein mag, die Hauptsache ist doch wohl, daß es dem alten Paradigma *überlegen*, also *fortschrittlicher* ist als dieses. Eine solche Aussage setzt aber voraus, daß man verschiedene Paradigmen ohne weiteres miteinander vergleichen kann. Diese Voraussetzung ist nicht erfüllt. Vertreter verschiedener Paradigmen sprechen *verschiedene wissenschaftliche Sprachen* (wenn sie auch teilweise dieselben Ausdrücke verwenden). Auch dasjenige, was sie *wahrnehmen* und *beobachten*, ist verschieden; der Gedanke ‚neutraler Beobachtung‘ beruht auf einer Fiktion; denn Theorien schaffen ihre eigenen Beobachtungstatsachen. Ferner kommen noch *Unterschiede in der Bewertung* hinzu. Fragen, die vom Standpunkt des alten Paradigmas wichtig sind, werden vom neuen Paradigma für unwichtig erklärt oder treten sogar im neuen Paradigma überhaupt nicht mehr auf. Auch die Kriterien dafür, was als eine legitime wissenschaftliche Erklärung anzusehen ist, werden durch neue ersetzt. Als Illustration kann das Verhältnis von vorrelativistischer ‚klassischer‘ und relativistischer Mechanik dienen. Immer wieder wird uns das Märchen erzählt, daß die Newtonsche Dynamik als Grenzfall aus der relativistischen Dynamik ableitbar sei. Doch die beiden Wissenschaften verwenden verschiedene Sprachen, worüber nur eine teilweise Wortgleichheit hinwegtäuscht. *Masse* und *Energie* sind in beiden Paradigmen theoretische Größen, aber gänzlich verschiedene. Nur in der Relativitätstheorie z.B. gilt die Masse-Energie-Äquivalenz, zu der es in der Newtonschen Physik kein Analogon gibt. Der angebliche nachweisliche Erkenntnisfortschritt erweist sich selbst hier als ein Spezialfall von völliger Inkommensurabilität. Während der Großteil der Wissenschaftsphilosophen aus Furcht vor dem ‚Sumpf des Relativismus und Irrationalismus‘ gegenüber Kuhns Ideen und ähnlichen, von Feyerabend ausgedrückten Gedanken in polemischer Haltung verharret, gibt es einen Versuch, Kuhns Analysen zu verbessern, und einen anderen, diese Analysen mit der systematischen Wissenschaftsphilosophie in Einklang zu bringen. Ersteres ist enthalten in der *Theorie der Forschungsprogramme*

<sup>11</sup> Eine ausgezeichnete und ausführliche Rekonstruktion der Gründe für Kuhns Relativismus, zusammen mit einer Verteidigung dieser Gründe, liefert G. Doppelt in seinem Aufsatz: Kuhn's Epistemological Relativism: An Interpretation of and Defense, *Inquiry* 21, 33 (1978)

von Lakatos. Das zweite findet sich im *strukturalistischen Theorienkonzept*, daß von Sneed und dem Verfasser dieser Abhandlung zunächst skizziert und später weiterentwickelt worden ist. Eine genaue Schilderung muß einer eigenen Abhandlung vorbehalten bleiben. Nur soviel sei bereits hier angedeutet: Bei all diesen Trends, einschließlich den Bemühungen Kuhns, handelt es sich *um Versuche, zu einer nachpositivistischen Wissenschaftsphilosophie konstruktiv beizusteuern*.

*Wissenschaftstheoretische Werke des Verfassers*

1. Das Wahrheitsproblem und die Idee der Semantik. Wien: Springer 1968
2. Unvollständigkeit und Unentscheidbarkeit. Wien: Springer 1973
3. Wissenschaftliche Erklärung und Begründung (Bibliotheksband). Berlin-Heidelberg-New York: Springer 1974. Dieser Band ist auch in den folgenden fünf getrennt erhältlichen Studienausgaben erschienen:
4. Teil 1: Das ABC der modernen Logik und Semantik. Der Begriff der Erklärung und seine Spielarten
5. Teil 2: Erklärung, Voraussage, Retrodiktio. Diskrete Zustandssysteme. Das ontologische Problem der Erklärung. Naturgesetze und irrealen Konditionalsätze
6. Teil 3: Historische, psychologische und rationale Erklärung. Kausalitätsprobleme. Determinismus und Indeterminismus
7. Teil 4: Teleologie, Funktionalanalyse und Selbstregulation.
8. Teil 5: Statistische Erklärungen. Deduktiv-nomologische Erklärungen in präzisen Modellsprachen. Offene Probleme
9. Theorie und Erfahrung. 1. Halbband. Berlin-Heidelberg-New York: Springer 1974. Dieser Band ist auch in den folgenden drei getrennt erhältlichen Studienausgaben erschienen:

10. Teil A: Erfahrung, Festsetzung, Hypothese und Einfachheit in der wissenschaftlichen Begriffs- und Theorienbildung
11. Teil B: Wissenschaftssprache, Signifikanz und theoretische Begriffe
12. Teil C: Beobachtungssprache, theoretische Sprache und die partielle Deutung von Theorien
13. Theorie und Erfahrung. 2. Halbband: Theorienstrukturen und Theoriendynamik. Berlin-Heidelberg-New York: Springer 1973. Dieser Band ist auch in den folgenden zwei getrennt erhältlichen Studienausgaben erschienen:
14. Teil D: Logische Analyse der Struktur ausgereifter physikalischer Theorien. ‚Non-statement view‘ von Theorien
15. Teil E: Theoriendynamik. Normale Wissenschaft und wissenschaftliche Revolutionen. Methodologie der Forschungsprogramme oder epistemologische Anarchie?
16. Personelle und Statistische Wahrscheinlichkeit. 1. Halbband: Personelle Wahrscheinlichkeit und Rationale Entscheidung. Berlin-Heidelberg-New York: Springer 1973. Dieser Band ist auch in den folgenden drei getrennt erhältlichen Studienausgaben erschienen:
17. Teil A: Aufgaben und Ziele der Wissenschaftstheorie. Induktion. Das ABC der modernen Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik
18. Teil B: Entscheidungslogik (rationale Entscheidungstheorie)
19. Teil C: Carnap II: Normative Theorie des induktiven Rasonierens
20. Personelle und Statistische Wahrscheinlichkeit. 2. Halbband: Statistisches Schließen – Statistische Begründung – Statistische Analyse. Berlin-Heidelberg-New York: Springer 1973. Dieser Band ist auch in den folgenden zwei getrennt erhältlichen Studienausgaben erschienen:
21. Teil D: ‚Jenseits von Popper und Carnap‘: Die logischen Grundlagen des statistischen Schließens
22. Teil E: Statistische Begründung. Statistische Analyse. Das Repräsentationstheorem von de Finetti. Metrisierung qualitativer Wahrscheinlichkeitsfelder

Eingegangen am 14. November 1978