

Phantasie in der Forschung und Kriterien der Wissenschaftlichkeit

In der Wissenschaft ist Phantasie die am frühesten und am weitesten entwickelte Eigenschaft, deren Entwicklung zur großen Leistung darin besteht, dass sie – wie es Wilhelm Ostwald anhand von Untersuchungen der Arbeitsweise bedeutender Forscher formulierte – „auf Grund weiterer und tieferer Erfahrungen diszipliniert wird.“¹ Bildung sollte vor allem das Umgehen mit Wissen und seinen Veränderungen, Offenheit für Neues – und eben Phantasie fördern. So gehört seit dem Aufkommen von Universitäten die „Fähigkeit, vorhandenes Wissen auf neue Probleme anzuwenden,“ zur Bewertung ihrer Absolventen (auch der heutigen Bachelorabsolventen, obwohl deren „spezielles Fachwissen“ von Unternehmen „als weniger bedeutsam“ eingeschätzt wird).² Wissen ist ein Ausgangsstoff, der sich bei Gebrauch vermehrt. Für Forscher ist dabei Phantasie wichtiger als bisheriges Wissen. Unter Phantasie wird dabei die produktiv-schöpferische Fähigkeit des Bewußtseins verstanden, Elemente des Gedächtnisses sinnlich-anschaulich neu zu kombinieren beziehungsweise zu neuen Vorstellungen und Gedankenverknüpfungen weiterzuentwickeln. So bemerkte Max Planck im Sommer 1913 in dem ansonsten des Lobes übervollen Wahlvorschlag zur Aufnahme Albert Einsteins in die Preußische Akademie der Wissenschaften, „daß er in seinen Spekulationen auch einmal über das Ziel hinausgeschossen haben mag, wie z. B. in seiner Hypothese der Lichtquanten, wird man ihm nicht allzuschwer anrechnen dürfen; denn ohne einmal ein Risiko zu wagen, läßt sich auch in der exakten Naturwissenschaft keine wirkliche Neuerung einführen.“³ Wie es auch in diesem Fall war.

- 1 Ostwald, W., Große Männer. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft 1909. S. 47.
- 2 Konegen-Grenier, Ch. / Placke, B. / Stettes, O., Bewertung der Kompetenzen von Bachelorabsolventen und personalwirtschaftliche Konsequenzen der Unternehmen. – In: IW-Trends – Vierteljahresschrift zur empirischen Wirtschaftsforschung aus dem Institut der deutschen Wirtschaft Köln. 38(2011)3, S. 4 – 5.
- 3 Wahlvorschlag zur Aufnahme von A. Einstein in die Preußische Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Berlin, 12. Juni 1913, unterzeichnet Planck, Nernst, Rubens und Warburg, in der Handschrift Plancks. – In: Physiker über Physiker. Wahlvorschläge zur Aufnahme von Physikern in die Berliner Akademie 1870 bis 1929 von Hermann v. Helmholtz bis Erwin Schrödinger. Berlin: Akademie-Verlag 1975. S. 202.

1. *Entdeckung und Rechtfertigung des Neuen in der Wissenschaft*

Die Diskussion über das Neue in der Wissenschaft zwischen Hans Reichenbach von der Berliner Universität und Vertretern des Wiener Kreises ist bis heute von Interesse, haben sich doch seine Auffassungen in die moderne Wissenschaftsforschung einbringen können, was vom Programm des Wiener Kreises nicht behauptet werden kann.

Auf Wunsch von Albert Einstein wurde an seiner Fakultät an der Berliner Universität 1926 für Hans Reichenbach eine außerordentliche Professur für „Philosophie der Physik“ eingerichtet. „Einstein setzte sich besonders dafür ein, ihm diese Stellung zu verschaffen, denn es bestand ein recht starker Widerstand gegen diese Berufung von Seiten einflussreicher Mitglieder der Berliner Fakultät. Die hauptsächlichsten Hinterungsgründe schienen in Reichenbachs öffentlich geäußelter Verachtung traditioneller metaphysischer Systeme und in seiner Verfechtung radikaler Ideale während seiner Studentenzzeit zu liegen. Schließlich wurde er aber doch berufen, nachdem Einstein die Fakultät vor die Frage gestellt hatte: „Meine Herren, was würden Sie getan haben, wenn sich der junge Schiller hier um eine Stellung beworben hätte?“ Reichenbach behielt diese Professur in Einsteins naturwissenschaftlicher Fakultät bis zum Jahre 1933.“⁴

Ein grundlegendes Problem der Erkenntnistheorie ist es, die Kluft zwischen Bekanntem und Unbekanntem zu überwinden. In einer Diskussion darüber in den dreißiger Jahren des 20. Jahrhunderts stimmte Hans Reichenbach mit den Vertretern des Wiener Kreises um Moritz Schlick und Rudolf Carnap in der Ansicht überein, daß alle früheren Versuche, die Kluft zu überwinden, gescheitert sind. Aber Vertreter des Wiener Kreises gelangten nach Reichenbach, wie er im Jahre 1936 formulierte, „zu einer Bedeutungsanalyse, nach der jede wissenschaftliche Aussage nichts als eine Wiederholung von „Protokollsätzen“ enthält. [...] Daher konnte der tautologische Charakter des positivistischen Systems nicht den prognostischen Gehalt der Wissenschaft begründen. [...] Es konnte keine Theorie der Aussagen über die Zukunft entwickeln. Dies war genau der Grund, warum die Berliner Gruppe den Positivismus nicht akzeptieren konnte“.⁵ Reichenbach erfaßte damit eines der wichtigen Paradigmen des Wiener Kreises der späten zwanziger Jahre des vorigen Jahrhunderts und distanzierte seine An-

4 Salomon, W. C., Einleitung zur Gesamtausgabe Hans Reichenbachs Leben und die Tragweite seiner Philosophie. – In: Hans Reichenbach Gesammelte Werke in 9 Bänden. Hrsg. v. Andreas Kamlah u. Maria Reichenbach. Band 1: Der Aufstieg der wissenschaftlichen Philosophie. Braunschweig: Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft 1977. S. 9.

5 Reichenbach, H., „Logistic Empiricism in Germany and the Present State of its Problems“. – In: The Journal of Philosophy. 33(1936) S. 152.

sichten und die der in der Berliner Universität von 1926 bis 1933 tätigen Gruppe philosophierender Wissenschaftler davon. Zweck der Berliner Gruppe war die Zusammenarbeit zwischen Einzelwissenschaften und Philosophie. Sie suchte diesen zu erreichen durch Veranstaltung von Vorträgen über philosophisch bedeutsame Probleme der Einzelwissenschaften.⁶

Moritz Schlick hatte bereits im Jahre 1932 seine Übereinstimmung mit Hans Reichenbachs Auffassung ausgesprochen: „Der Übergang von wahren Aussagen zu neuen, deren Wahrheit nicht bekannt ist, aber erwartet wird, heißt Induktion. Alles, was ich darüber sagen möchte, ist, daß eine Induktion sicher kein logischer Prozeß ist. (Ihre) Gültigkeit kann nicht bewiesen werden. Es kann nicht einmal gezeigt werden, daß eine mit Hilfe der Induktion erschlossene Aussage wahrscheinlich wahr sein wird, was immer man für einen Grad der Wahrscheinlichkeit annehmen will. Logisches Schließen, wie wir es gesehen haben, ist eine Umformung eines Ausdrucks in einen äquivalenten anderer Gestalt, aber die neue Aussage, da sie wirklich etwas Neues enthält, ist sicher nicht nur eine Umformung der alten Aussage, von der sie mittels Induktion erschlossen worden ist.“⁷

Tatsächlich war die Kontroverse bezüglich des Neuen in der Wissenschaft vor allem die zwischen Hans Reichenbach und Rudolf Carnap. Die Diskussion zwischen beiden, die während der Prager Konferenz 1929 aufkam, ergab sich wie folgt und zeigte deutlich entgegengesetzte Positionen. In einer Replik auf Friedrich Waismanns Vortrag, in dem ungefähr die Induktionstheorie des *Tractatus Logico-Philosophicus* von Ludwig Wittgenstein⁸ entwickelt worden war, hatte Hans Reichenbach darauf hingewiesen, daß dieser Ansatz keine befriedigende Rechtfertigung für wissenschaftliche Voraussagen liefere. An dieser Stelle kam Rudolf Carnap Friedrich Waismann zu Hilfe, indem er wie folgt argumentierte: „Darf eine wissenschaftliche Aussage mehr sagen als wir schon wissen? Vermutlich wird hier Herr Reichenbach mit „nein“ antworten und hinzufügen, man müsse einen Unterschied machen zwischen dem, was wir unmittelbar aus der Erfahrung wissen, und dem, was wir erst mittelbar daraus erschließen. Daraufhin würde ich dann meine Frage dann so stellen: Können wir mit Hilfe irgendeines

6 Die von der Gruppe um Hans Reichenbach geführte „Gesellschaft für wissenschaftliche Philosophie“ organisierte jährlich an der Berliner Universität zehn bis zwanzig Vorträge, die in der Regel von 100 bis 300 Zuhörern besucht wurden.

7 Schlick, M., „Form and Content, an Introduction to Philosophical Thinking (Three lectures, delivered in the University of London in November 1932)“. – In: Moritz Schlick, *Gesammelte Aufsätze 1926-1936*. Wien: Gerold 1938, S. 227.

8 Wittgenstein, L., „*Tractatus Logico-Philosophicus*“, London: Routledge & Kegan Paul 1922. Neuauflage in L. Wittgenstein, *Schriften*, Band 1, Frankfurt: Suhrkamp 1960. S. 7 – 83.

Schlußverfahren aus dem, was wir wissen, auf etwas „Neues“ schließen, das in dem Gewußten nicht schon enthalten ist? Ein solches Schlußverfahren wäre offenbar Zauberei. Mir scheint, das müssen wir ablehnen.“⁹

Reichenbachs Antwort war wie folgt: „Vom Standpunkt der Klassischen Logik darf ich natürlich nicht auf etwas schließen, was mehr aussagt, als ich schon weiß. Aber wir kommen mit einem derartigen Verfahren weder in der Wissenschaft noch im täglichen Leben aus. Die Frage von Herrn Carnap, ob er etwas aussagen darf, was er nicht weiß, klingt so, als ob ihm von der Wahrscheinlichkeitstheorie etwas beinahe Unmoralisches zugemutet würde. Gewiß darf der Wissenschaftler nicht Beliebigen aussagen, was mit seinem Wissensbestand in keinerlei Zusammenhang steht; es liegt aber völlig anders, wenn er für das Hinausgehen über seinen Wissensbestand das Induktionsprinzip zugrundelegt. Meine Antwort auf Herrn Carnaps Frage lautet also: „Ja, aber es gibt bestimmte Prinzipien, nach denen dieses Hinausgehen über den Wissensbestand geregelt sein muß, wenn es erlaubt sein soll.“¹⁰

Ganz allgemein kann gesagt werden, daß Reichenbachs Abgrenzung von einem grundlegenden Paradigma des Wiener Kreises hinsichtlich der Entstehung des Neuen in der Wissenschaft ihm Auffassungen über die Aufgaben einer Erkenntnistheorie gestattete, die heute noch Geltung beanspruchen können und dies vor allem in ihrer Bedeutung für moderne Wissenschaftsforschung. So ist für Reichenbach die beschreibende Aufgabe der Erkenntnistheorie „eine Beschreibung der Erkenntnis zu liefern, wie sie wirklich ist.“¹¹ In diesem Sinne sollten Entdecker von Neuem in der Wissenschaft in ihren persönlichen Beschreibungen und im kollegialen Briefwechsel über ihren Erkenntnisprozess beachtet werden, wie nachfolgende Beispiele von Phantasie in der Variation beim Formulieren und methodischen Bearbeiten von Erkenntnisproblemen zeigen.

Daraus folgt für Reichenbach, „daß die Erkenntnistheorie in dieser Hinsicht Teil der Soziologie ist,“¹² aber es gibt Fragen, wie die nach den Voraussetzungen wissenschaftlicher Methoden, die – obwohl sie sich „tatsächlich auf das sozialwissenschaftliche Phänomen 'Wissenschaft' beziehen“¹³ – im Vergleich zu den Fra-

9 Zilsel, E., Dubislav, W., Härlen, H., Carnap, R., Reichenbach, H., Mises, R. v., Neurath, O., Tornier, K., Grelling, K., „Diskussion über Wahrscheinlichkeit“. – In: Erkenntnis. 1(1930), S. 269.

10 Ebenda, S.270.

11 Reichenbach, H., Experience and Prediction, Chicago: University of Chicago 1938. Deutsch: Reichenbach, H., Erfahrung und Prognose. Braunschweig/Wiesbaden: Friedrich Vieweg 1983, S. 1..

12 Ebenda.

13 Ebenda.

gen der sonst üblichen Sozialwissenschaft von ganz besonderer Art sind. Reichenbach weist auf die Art, „wie der Mathematiker einen neuen Beweis oder der Physiker seine logischen Überlegungen zu den Grundlagen einer neuen Theorie veröffentlicht“, und auf den Unterschied hin, „wie jemand einen Lehrsatz findet und wie er ihn einem Publikum vorführt.“¹⁴

Dafür führt Reichenbach die Ausdrücke „Entdeckungszusammenhang“ und „Rechtfertigungszusammenhang“ ein und versucht zu zeigen, „daß die rationale Nachhkonstruktion der Erkenntnis zu der beschreibenden Aufgabe der Erkenntnistheorie gehört.“¹⁵

Im Unterschied zu Reichenbachs mehr moderaten Haltung in der Frage, welche gedanklichen Gebilde etwa den Entdeckungszusammenhang vom Rechtfertigungszusammenhang trennen, hat bekanntlich Karl Popper 1935 wesentlich radikaler zwischen Bildung und Überprüfung von Hypothesen unterschieden und gemeint: „Die erste Hälfte dieser Tätigkeit, das Aufstellen der Theorien, scheint uns einer logischen Analyse weder fähig noch bedürftig zu sein.“¹⁶ Grundsätzlich kann dieser Position, daß die Aufstellung von Hypothesen unter keinem Aspekt erkenntnislogischer Analyse unterworfen werden kann, entgegengehalten werden, dass das Neue in der Wissenschaft bereits mit einem neuen Problem und nicht erst mit einer neuen Hypothese beginnt, denn der Forscher versucht mit einer Hypothese ein bestimmtes Problem zu lösen, und zwar methodisch. Forschung ist methodisches Problemlösen.

2. *Problem und Methode in der Forschung*

Probleme sind gedankliche Gebilde, die sich stets in unserem Bewusstsein bilden, wenn wir auf der Grundlage unseres bisherigen Wissens weiterführende Fragen stellen, die zwar auf der Grundlage des bisherigen Wissens plausibel gestellt aber auf der Grundlage dieses bisherigen Wissens nicht beantwortet werden können. Erkenntnisprobleme sind der ideelle Ausgangspunkt einer jeden Forschung. Beim wissenschaftlichen Problem sind die Fragen durch das vorhandene wissenschaftliche Wissen begründet, aber nicht beantwortet. Jedes Problem ist ein Wissen über Situationen in der Tätigkeit, in denen das verfügbare Wissen nicht genügt, Ziele erreichen zu können, und deshalb entsprechend zu erweitern ist. Im engeren Sinne wird die Kenntnis eines derartigen Wissensmangels nur

14 Ebenda, S. 3.

15 Ebenda.

16 Popper, K., *Logik der Forschung*. Wien: Julius Springer Verlag 1935, S. 4; zweite erweiterte Auflage (Tübingen: J. B. C. Mohr 1966), S. 6.

dann Problem genannt, wenn das fehlende Wissen nirgends verfügbar ist, sondern neu gewonnen werden muss. Ein Problem löst sich in dem Maße auf, wie neues Wissen als begründete Informationen die Fragen, die ein wissenschaftliches Problem repräsentieren, beantwortet.

Auch in neueren Lehrbüchern der Wissenschaftstheorie¹⁷ wird der Grundbegriff „Problem“ nach wie vor stiefmütterlich behandelt. Im Unterschied dazu ist das Problem bereits bei antiken Philosophen wie Plato¹⁸ und Aristoteles¹⁹ ein wichtiger Begriff, wo er ein Wissen über ein Nichtwissen bezeichnet. Nach Aristoteles müssen erst alle Schwierigkeiten im Problem in Betracht gezogen werden, weil man sonst nicht weiß, was man sucht und ob das Gesuchte jeweils schon gefunden wurde oder nicht. Aristoteles entwickelte dafür eigens eine Lehre von den Schwierigkeiten, eine Aporetik. In der neueren Philosophie haben sich unter anderen Descartes, Leibniz und Kant mit Problemtheorie beschäftigt. Descartes forderte wie Aristoteles, ein Problem selbst vollkommen einzusehen, wenngleich man seine Lösung noch nicht weiß; vor allem muss man sich hüten, nicht mehr oder nichts Bestimmteres, als gegeben ist, vorauszusetzen.²⁰ Leibniz zufolge sind technisches Erfinden und Gewinnen neuer Erkenntnisse analoge Seiten einer *ars inveniendi*; dem kombinierenden Teil, der die Probleme ausfindig macht und den Plan zu ihrer Lösung entwirft, folgt der analytische Teil, der die Lösung bringt.²¹ Unter einem Problem versteht Leibniz „die Fragen, die einen Teil des Satzes unausgefüllt lassen.“²² Für Kant sind „Probleme demonstrable, einer Weisung bedürftige Sätze, oder solche, die eine Handlung aussagen, deren Art der Ausführung nicht unmittelbar gewiß ist. Zum Problem gehört erstens die Quästition, die das enthält, was geleistet werden soll, zweitens die Resolution, die die Art und Weise enthält, wie das zu Leistende könne ausgeführt werden, und drittens die Demonstration, daß, wenn ich so werde verfahren haben, das Geforderte geschehen werde.“²³ Im 20. Jahrhundert sind verschiedene Ansätze einer Problemtheorie vorgestellt worden. Waren es bis in die fünfziger

17 Vgl. u. a. Balzer, W., *Die Wissenschaft und ihre Methoden. Grundsätze der Wissenschaftstheorie*. Ein Lehrbuch. Freiburg-München: Verlag Karl Alber 1997. S. 20-23.

18 Plato, *Dialog Politikos*. 291 St. Leipzig 1914, S. 81.

19 Aristoteles, *Metaphysik*. 982 b 17; 995 a 24-995 b 4. Berlin 1960. S. 21, 54.

20 Descartes, R., *Regeln zur Ausrichtung der Erkenntniskraft*. Berlin: Akademie-Verlag 1972.

21 Leibniz, G. W., *Dissertatio de arte combinatoria*. – In: Leibniz, G. W., *Sämtliche Schriften und Briefe*. Sechste Reihe: Philosophische Schriften. Erster Band 1663 – 1672. Berlin 1972. S. 163 – 230; Leibniz, G. W., *De arte inveniendi (1675(?))*. – In: Leibniz, G. W., *Sämtliche Schriften und Briefe*. Sechste Reihe: Philosophische Schriften. Dritter Band 1672 – 1676. Berlin 1980. S. 428-432.

22 Leibniz, G. W., *Neue Abhandlungen über den menschlichen Verstand*. Zweiter Band. Frankfurt am Main 1961. S. 255.

Jahre unter anderem Untersuchungen zum Problembewußtsein (vgl. N. Hartmann 1921²⁴; Wein 1937²⁵) und Analysen der Strukturformen der Probleme (vgl. Hartkopf 1958²⁶), so häufen sich seit den sechziger Jahren Arbeiten zu Struktur und Funktion des Problems in der Wissenschaft (vgl. Sharikow 1965²⁷; Bunge 1967²⁸; Parthey 1968²⁹; Popper 1972³⁰; Laudan 1977³¹; Weiß 1979³²; Nickles 1981³³; Kleiner 1985³⁴), in denen Forschung zunehmend als Erkennen von Problemsituationen und Bearbeiten sowie Lösen von Problemen methodologisch modelliert wird.

3. *Phantasie in der Variation beim Formulieren und methodischen Bearbeiten von Erkenntnisproblemen*

Phantasie in der Forschung bringt neues Formulieren und neues methodisches Bearbeiten von Erkenntnisproblemen hervor. Voraussetzung dafür ist die Fähigkeit, alte Denkgewohnheiten und bisherige Sichtweisen aufzugeben und neue Verknüpfungen herzustellen, vor allem neue Beziehungen zwischen gegebenen Daten aufzufinden. Bereits mehr oder weniger kleine Veränderungen des Zusam-

- 23 Kant, I., Logik. Ein Handbuch zu Vorlesungen. – In: Kant, I., Gesammelte Schriften. Bänd 9. Berlin-Leipzig 1923. S. 112.
- 24 Hartmann, N., Grundzüge einer Metaphysik der Erkenntnis. Berlin-Leipzig 1921. S. 70-72.
- 25 Wein, H., Untersuchungen über das Problembewußtsein. Berlin 1937.
- 26 Hartkopf, W., Die Strukturformen der Probleme. Berlin 1958.
- 27 Sharikow, J. S., Naucnaja problema. – In: Logica naucnogo issledovanija. Orveetsvennye redaktori: P. W. Kopnin / M. P. Popowitsch. Moskva 1965. S. 19 – 44. Deutsch: Sharikow, J. S., Das wissenschaftliche Problem. – In: Logik der wissenschaftlichen Forschung, Hrsg. v. P. W. Kopnin u. M. V. Popowitsch. Berlin 1969. S. 31-63.
- 28 Bunge, M., Scientific Research. Vol. I: The Search for System. Berlin-Heideelberg-New-York 1967.
- 29 Parthey, H., Das Problem als erkenntnistheoretische Kategorie. – In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie (Berlin). 16(1968) Sonderheft. S. 162 – 170. Vgl. Parthey, H., Problem/Problemlösen, I. Problemlösungstheorien. – In: Europäische Enzyklopädie zu Philosophie und Wissenschaften. Band 3 L – Q. Hrsg. v. Hans Jörg Sandkühler. Hamburg: Felix Meiner Verlag 1990. S. 878 – 879.
- 30 Popper, K. R., Objective Knowledge. Oxford 1972.
- 31 Laudan, L., Progress and Its Problems. Toward a Theory of Scientific Growth. Berkely-Los Angeles-London 1977.
- 32 Weiß, R., Die Leistungsfähigkeit kritisch-rationalistisch geleiteter Wissenschaft. Wissenschaft als Problemlösung und Problemproduktion. Freiburg 1979.
- 33 Nickles, Th., What is a Problem that we may solve it ? – In: Synthese (Dortrecht-Boston). 47(1981)3, S. 85 – 118.
- 34 Kleiner, S. A., Interrogatives, Problems an Scientific Inquiry. - In: Synthese (Dortrecht-Boston). 62(1985)3, S. 365 – 428.

menhangs von Problemfeldern und Methodengefügen können eine Instabilität bisheriger Forschungssituationen einleiten, die dann in einem weiteren Schritt mit einer Restabilisierung von nun neuen Forschungssituationen verbunden ist.³⁵

Beim wissenschaftlichen Problem sind die Fragen durch vorhandene Aussagen begründet formuliert, aber nicht beantwortet. Ein Problem löst sich in dem Maße auf, wie die im Problem gestellten Fragen durch neu gewonnene Aussagen beantwortet werden können.

In jedem Fall muss der kreative Wissenschaftler zwar ein Gefühl für die wirklich entscheidenden Fragen haben, aber er muss zugleich auch das richtige Gespür dafür haben, inwieweit es beim gegebenen Stand der Forschungstechnologie überhaupt möglich sein wird, die Probleme mit dem zur Verfügung stehenden oder zu entwickelnden Instrumentarium bewältigen zu können. Demnach können unter einer Forschungssituation solche Zusammenhänge zwischen Problemfeldern und Methodengefüge verstanden werden die es dem Wissenschaftler gestatten, die Problemfelder mittels tatsächlicher Verfügbarkeit an Wissen und Forschungstechnik methodisch zu bearbeiten.

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

3.1. Variation im methodischen Vorgehen – Entdeckung der Kernspaltung schwerer Atome im Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie (Nobelpreis für Chemie 1944)

Mehr oder weniger kleine oder große Variationen im methodischen Vorgehen sind bei der Bearbeitung von Forschungsproblemen üblich. Auch für Otto Hahn und Fritz Straßmann (Lise Meitner hatte im Juli 1938 Berlin verlassen müssen) gab es Veranlassung Ende 1938 die chemische Art der bei der Uran-Neutron-Reaktion entstehenden Beta-Strahler nochmals zu untersuchen und dabei die Art der Neutroneneinwirkung auf das Uran, Dauer und Geschwindigkeit der Neutronen zu variieren. Interessant ist dabei, dass der Grundversuch nicht nur für die Entdeckung der Uranspaltung sondern auch für Otto Hahns Eintritt in die wissenschaftliche Forschung im Jahr 1904³⁶ entscheidend war, wie Walther Gerlach beschreibt: „Bei der Auskristallisation einer Salzlösung fallen chemisch ähnliche

35 Vgl. Parthey, H., Selbstorganisation der Wissenschaft in Forschungsinstituten. – In: Selbstorganisation in Wissenschaft und Technik: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2008. Hrsg. v. Werner Ebeling u. Heinrich Parthey. Berlin: Wissenschaftlicher Verlag Berlin 2009. S. 55 – 80.

Elemente zusammen aus, zum Beispiel alle Erdalkalien oder im speziellen Fall mit dem Barium das nächst höhere Erdalkali Radium. Aber die Löslichkeit dieser beiden Salze ist nicht genau dieselbe; da die des Radiumsalzes ein wenig kleiner ist, scheidet sich bei Beginn der Auskristallisation mit viel Barium etwas mehr Radium ab als später. Wird diese frühzeitig unterbrochen, der zuerst sich bildende Niederschlag abfiltriert, wieder gelöst und erneut in gleicher Weise zur Kristallisation gebracht, so kann nach vielfacher Wiederholung dieser „Methode der fraktionierten Kristallisation“ das Radium im zunehmenden Maße angereichert werden. Die Methode ist auch durchführbar, wenn die gesuchte Substanz – hier das Radium – in kleinsten unwägbar Mengen in der Lösung enthalten ist. Da sich Radium in das leicht erkennbare gasförmige Element, die radioaktive Radium-Emanation umwandelt, ist deren (aus ihrer Strahlung meßbare) Menge ein Kriterium für die Radiumanreicherung.³⁷

Am Montag Abend 19. (Dezember 1938) schrieb Otto Hahn im Labor an Lise Meitner nach Stockholm: „Es ist nämlich etwas bei den Radium-Isotopen, was so merkwürdig ist, daß wir es vorerst nur Dir sagen ... Sie lassen sich von allen Elementen außer Barium trennen; alle Reaktionen stimmen. Nur eine nicht – wenn nicht höchst seltsame Vorgänge vorliegen: Die Fraktionierung funktioniert nicht. Unsere Radium-Isotope verhalten sich wie Barium. ... Wir wollen aber noch vor Institutsschluß etwas über die sogenannten Ra-Isotope für die „Naturwissenschaften“ schreiben, weil wir sehr schöne Kurven haben.“³⁸

Otto Hahn und Fritz Straßmann kommen in ihrer Publikation im ersten Januarheft 1939 der „Naturwissenschaften“ zum Schluß: „Unsere „Radiumisotope“ haben die Eigenschaften des Bariums; als Chemiker müßten wir eigentlich sagen, bei den neuen Körpern handelt es sich nicht um Radium, sondern um Barium; denn andere Elemente als Radium oder Barium kommen nicht in Frage.“³⁹ Für die Entdeckung der Kernspaltung erhielt Otto Hahn den Nobelpreis für Chemie 1944.⁴⁰

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

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

38 Siehe ebenda, S. 85.

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

3.2. *Variation beim Problemformulieren durch Modellieren – Modellierung der räumlichen Spiralstruktur der Desoxyribonucleinsäure im Cavendish Laboratory in Cambridge (England) unter Benutzung der durch Röntgenstrukturanalyse im King's College in London erhaltenen Daten (Nobelpreis für Physiologie und Medizin 1962)*

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

So waren sich zum Beispiel Francis Crick und James Watson – nach Meinung von Francis Crick – „überzeugt, daß die Desoxyribonucleinsäure (DNS) wichtig sei, aber ich glaube, uns war beiden nicht klar, als wie wichtig sie sich erweisen sollte. Ursprünglich war ich der Ansicht, das Problem der Röntgenbeugungsmuster sei die Angelegenheit von Maurice (Maurice Wilkins) und Rosalind (Rosalind Franklin) und ihren Kollegen am King's College in London, aber mit der Zeit wurden sowohl Jim als auch ich ungeduldig, weil sie bei ihrer Arbeit nur so langsam vorankamen und ihre Methoden so umständlich waren. ... Der Hauptunterschied, was den Ansatz betraf, war, daß Jim und ich sehr genau darüber Bescheid wußten, wie die Alpha-Helix entdeckt worden war. Uns war klar, welche Schwierigkeiten die bekannten interatomaren Abstände und Winkel darstellten, und daß die Forderung, die Struktur müsse eine regelmäßige Helix sein, die Anzahl der freien Parameter drastisch einschränkte. Die Wissenschaftler am King's College standen einem solchen Ansatz eher ablehnend gegenüber. Vor allem Rosalind wollte soweit als möglich ihre experimentellen Daten ausnutzen. Ich vermute, sie war der Ansicht, ein Erraten der Struktur, indem man verschiedene Modelle ausprobieren und nur ein Minimum an experimentellen Daten heranzog sei zu gewagt.“⁴¹

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

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

Francis Crick und James Watson haben ihr entgültiges Modell der Doppelhelix der DNS (oder zumindest einer DNS-Drehung) am Samstag, den 7. März 1953 fertiggestellt. James Watson schrieb an Max Delbrück am 12. März 1953: „Unser Modell (ein gemeinsames Projekt von Francis Crick und mir) steht in keinerlei Beziehung zu den ursprünglichen oder zu den abgeänderten Pauling-Corey-Shoemaker-Modellen: es ist ein seltsames Modell und weist mehrere ungewöhnliche Züge auf. Doch da die DNS ja eine ungewöhnliche Substanz ist, schrecken wir vor keiner Kühnheit zurück. ... Wir haben sicher noch einen langen Weg vor uns, bevor wir seine Richtigkeit beweisen können. Wir benötigen zu diesem Zweck die Mitarbeit der Gruppe vom King's College in London, die – neben ziemlich guten Aufnahmen einer parakristallinen Phase – ganz ausgezeichnete Aufnahmen einer kristallinen Phase besitzt. Unser Modell ist allerdings im Hinblick auf die parakristalline Form aufgestellt worden, und bislang haben wir noch keine klare Vorstellung darüber, wie sich diese Spiralen zusammenschließen könnten, um die kristalline Phase zu bilden. An einem der nächsten Tage wollen Crick und ich eine Mitteilung an Nature senden und unsere Struktur als ein mögliches Modell vorschlagen. Gleichzeitig wollen wir aber ihren provisorischen Charakter betonen und das Fehlen eines Beweises zu ihren Gunsten. Selbst wenn sie falsch sein sollte, halte ich sie für interessant; denn sie liefert uns ein konkretes Beispiel einer aus komplementären Ketten gebildeten Struktur. Ist sie aber zufälligerweise richtig, dann kommen wir, glaube ich, ein kleines Stückchen weiter hinsichtlich der Art und Weise, wie sich die DNS selbst reproduziert. Aus diesen Gründen (und etlichen anderen) ziehe ich diese Modellart dem Modell von Pauling vor, das, selbst wenn es richtig wäre, nichts weiter über die Natur der DNS-Reproduktion aussagen würde.“⁴²

Am 25. April 1953 veröffentlichten Francis Crick und James Watson einen Artikel in der Zeitschrift „Nature“ (zusammen mit zwei Abhandlungen, die am King's College in London ausgearbeitet waren, die erste war von Maurice Wilkins, Alec R. Stokes und Herbert Wilson verfaßt worden, die zweite von Rosalind Franklin und R. G. Gosling⁴³ mit dem Titel „Die Molekularstruktur der Nukleinsäure“, im dem zum Schluß formuliert wurde: „Es ist uns nicht entgangen, daß die spezifische Paarbildung, die wir postuliert haben, unmittelbar einen möglichen Kopiermechanismus für das genetische Material nahe legt).“⁴⁴

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

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

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

3.3. *Variation beim Problemformulieren und methodischen Vorgehen – Erforschung der Photosynthese im Max-Planck-Institut für Biochemie (Nobelpreis für Chemie 1988)*

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

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

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

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

Die Veröffentlichung über die Hartmut Michel gelungene Kristallisation von Protein-Membranen in einem Sammelband „Enzymes, Receptors and Carriers of Biological Membranes“ 1984 teilt nur die Abteilung Membranbiochemie mit⁴⁵- zu einem Thema, mit dem sich Hartmut Michel auch 1986 an der Ludwig-Maximilian Universität habilitierte.⁴⁶

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

4. *Kriterien der Wissenschaftlichkeit beim methodischen Problemlösen*

Hinsichtlich der Entwicklung von Problemen in der Wissenschaft sind die in Hans Reichenbachs letztem Buch (aus dem Jahre 1951) enthaltenen Überlegungen von Interesse, denn danach werden Probleme „nicht mit Hilfe von spekulati-

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

46 Michel, H., Kristallisation von Membranproteinen. Habilitation an der Ludwig-Maximilian-Universität München 1986.

ven Verallgemeinerungen oder poetischen Beschreibungen der Beziehungen zwischen Mensch und Welt, sondern durch technische Arbeit gelöst."⁴⁷

Und „der Anteil an technischer Arbeit, der zur Lösung eines Problems nötig ist, geht über das Vermögen eines einzelnen Wissenschaftlers hinaus. Das bezieht sich nicht nur auf die langwierige Arbeit, die mit experimentellen Untersuchungen und ebenso mit reinen Naturbeobachtungen verbunden ist, sondern auch auf den logischen und mathematischen Aufbau einer Theorie."⁴⁸ Dabei ist das Ziel der Induktion für Hans Reichenbach, „Ereignisfolgen zu finden, bei denen die Häufigkeit des Eintreffens eines bestimmten Ereignisses einem Grenzwert zustrebt."⁴⁹

Forschungstheoretisch ist der Reichenbachsche Ansatz interessant, nach dem das wissenschaftliche Genie sich nicht darin offenbart, „daß es die induktiven Methoden verächtlich beiseite schiebt; im Gegenteil, es zeigt seine *denkerische Überlegenheit durch geschicktere Handhabung der Induktionsmethoden* (Hervorhebung vom Autor, H.P.), die immer die eigentlichen Methoden der wissenschaftlichen Entdeckung bleiben werden."⁵⁰ Damit ist ein Grundproblem wissenschaftlichen Erkennens angesprochen: Die Phantasie von Forschern muß Kriterien der Wissenschaftlichkeit genügen, wenn wissenschaftlicher Erkenntnisfortschritt erreicht werden soll. Dabei können Klassen von Kriterien der Wissenschaftlichkeit unterschieden werden.

4.1. Kriterien zur Feststellung der Wahrheit von Beschreibungen

Wahrheit kommt einer Behauptung zu, wenn der behauptete Sachverhalt existiert. Existiert der behauptete Sachverhalt nicht, dann ist die Behauptung auch nicht wahr sondern falsch. Diese Eigenschaft „wahr oder falsch“ aufgrund der Existenz oder Nichtexistenz behaupteter Sachverhalte kommt einer Behauptung objektiv zu, sobald sie aufgestellt worden ist. Charakteristisch für wissenschaftliche Aussagen ist, dass sie bei der Aufstellung und bei der Prüfung eines Systems von Aussagen verwendet und gewonnen werden, das in seiner Gesamtheit Gesetzmäßigkeiten eines Bereiches der Wirklichkeit erfasst.

Bei der Geburt der Wissenschaft wurden vor allem die bloße Beobachtungsmethode, die mathematische und die historische Methode verwendet, denn es wurde zwischen Epistemologischem und Technologischem so streng unterschieden,

47 Reichenbach, H., Der Aufstieg der wissenschaftlichen Philosophie. Braunschweig, 1977, S. 218.

48 Ebenda, S. 218.

49 Ebenda, S. 218.

50 Ebenda, S. 239 – 240.

dass das Experiment zur Wahrheitsfindung abgelehnt und nur die bloße Beobachtung ohne Experiment bevorzugt wurde. Das Experiment wurde in der Geburt der Wissenschaft mit dem Argument der Sicherung der wissenschaftlichen Integrität im methodischen Vorgehen der Forschung ausgeschlossen. Und das hat für die Wissenschaft zweijahrtausend Jahre gegolten. Erst mit Galileo Galilei kam der experimentell bedingten Beobachtung die Funktion zu, in all den Fällen, wo der behauptete Sachverhalt nicht direkt durch bloße Beobachtung festgestellt werden kann, zu versuchen, die hypothetisch behaupteten Sachverhalte durch Experimente hervorzurufen. Das bedeutete für Galilei die gesuchten Zusammenhänge durch experimentelle Anordnungen der Beobachtung stärker in Erscheinung treten zu lassen. Die Durchführung von Experimenten ist nur ein Schritt in der experimentellen Methode. Ihm geht voraus, dass Folgerungen aus der zu überprüfenden Hypothese gezogen werden, deren behauptete Sachverhalte im Experiment beobachtet werden können. Der Durchführung eines Experiments folgt die Deutung experimenteller Ergebnisse in Bezug auf die Hypothese nach. Deshalb können Experiment und experimentelle Methode nicht gleichgesetzt werden. Während die experimentelle Methode durch bestimmte Schritte und bestimmte logische Strukturen gekennzeichnet ist, sind dem Experiment bestimmte Merkmale eigen, und es kann in verschiedenen Arten auftreten.⁵¹

4.2. Kriterien zur Sicherung des Erklärens von Ereignissen

Beim wissenschaftlichen Erklären müssen die zu erklärenden Ereignisse bereits wahr beschrieben sein, sonst wüsste man nicht, was erklärt werden soll. Zur Erklärung eines wahr beschriebenen Ereignisses werden Aussagen über Ausgangs- und Randbedingungen des Ereignisses benötigt sowie mindestens eine Gesetzesaussage über den Wirklichkeitsbereich, in dem das zu erklärende Ereignis auftritt. Wenn es möglich ist, aus diesen genannten Aussagen die das zu erklärende Ereignis wahr beschreibenden Behauptungen aussagenlogisch zwingend abzuleiten, dann liegt eine wissenschaftliche Erklärung vor.⁵² Carl G. Hempel hat „spezifisch historischer Erklärungen untersucht und festgestellt, daß sie im wesentlichen dem einen oder anderen Basistyp wissenschaftlicher Erklärungen entsprechen. Das Ergebnis und die Argumente, die dazu beigetragen haben, implizieren in keiner Weise eine mechanische Deutung des Menschen, der Gesellschaft und historischer Prozesse, und sie leugnen natürlich auch nicht die Bedeutung von Ideen

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

52 Hempel, C. G. / Oppenheim, P., Studies in the Logic of Explanation. – In: Philosophy of Science (Baltimore). 15(1948)2, S. 135 – 175.

und Idealen für menschliche Entscheidungen und Handlungen. Was diese Überlegungen tatsächlich nahelegen, ist vielmehr, daß die Natur des Verständnisses, in dem Sinne, in dem Erklärungen uns ein Verständnis empirischer Phänomene ermöglichen, in allen Bereichen wissenschaftlicher Forschung dasselbe ist.⁵³ Analoges gilt auch für sozialwissenschaftliches Erklären.⁵⁴ Ergibt die Berücksichtigung aller bereits vorhandenen Gesetzes- und Bedingungsansagen, dass sie nicht ausreichen, um aus ihnen Aussagen abzuleiten, die den zu erklärenden Ereignis beschreiben, dann liegt ein Erklärungsproblem vor. Der Analyse des gestellten Erklärungsproblems, insbesondere der Charakterisierung der zur Lösung noch fehlenden Gesetzes- und Bedingungsansagen, deren Gesamtheit zur Erklärung als sogenanntes Explanans herangezogen werden kann, folgt das Konzipieren und Aufstellen der zur Auflösung des Erklärungsproblems fehlenden Aussagen. Auf diese Weise kann die Bildung erklärender Hypothesen als schöpferischer Vorgang mit konstruktivem Charakter aufgefasst werden, in dessen Verlauf sich der Übergang von einem Satzsystem von Aussagen und Fragen, das ein Problem bedeutet, zu einem Satzsystem von Aussagen, das eine Hypothese bedeutet, vollzieht. Beschreibung und Erklärung sind zwei grundlegende Ziele einer jeden Forschung, wobei die gewonnene Erklärungskraft einer Theorie von praktisch weitreichender Bedeutung ist.

4.3. Kriterien zur Sicherung der weiterführenden Problematisierung

Für Kant besteht der Erkenntnisfortschritt im wesentlichen in einem Fortschreiten von Problemen zu tieferen Problemen, denn „wir mögen es anfangen, wie wir wollen, eine jede nach Erfahrungsgrundsätzen gegebene Antwort immer eine neue Frage gebiert, die eben sowohl beantwortet sein will.“⁵⁵ In diesem Sinn gelten in der Wissenschaft Kriterien zur Sicherung der weiterführenden Problematisierung, nach denen sich vor allem die Frage stellt, ob eine vorgeschlagene Lösungsvariante gleichzeitig zu neuen Forschungsproblemen führt (progressive Problemverschiebung) oder ob eine Hypothese lediglich Probleme auflöst ohne weitere aufzuwerfen (degenerative Problemverschiebung).⁵⁶ Neben Beschreibungen und

53 Hempel, C. G., Wissenschaftliche und historische Erklärungen. - In: Theorie und Realität. Ausgewählte Aufsätze zur Wissenschaftslehre der Sozialwissenschaften. Hrsg. v. Hans Albert. Tübingen: J.C.B. Mohr (Paul Siebeck 1964, 2. veränderte Auflage 1972. S. 237 - 261, hier S. 261.

54 Vgl. Mayntz, R., Sozialwissenschaftliches Erklären. Probleme der Theoriebildung und Methodologie. Frankfurt am Main / New York: Campus Verlag 2009; Maurer, A. / Schmid, M., Erklärende Soziologie. Grundlagen, Vertreter und Anwendungsfelder eines soziologischen Forschungsprogramms. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften 2010.

55 Kant, I., Prolegomena zu einer jeden künftigen Metaphysik, die als Wissenschaft wird antreten können. Leipzig 1920. S. 123.

Erklärungen besteht ein weiteres Ziel der Forschung demnach auch in der Sicherung weiterer gedanklicher Ausgangspunkte zukünftiger Forschung, d. h. in der Entwicklung neuer Problemfelder der Forschung. Eine Unterschätzung dieser notwendigen Bedingung weiterer Forschung kann zu tiefgreifenden Deformationen in wissenschaftlichen Lehr- und Forschungseinrichtungen führen.

4.4. Angemessenheit klassifikatorischer, komparativer und messender Methoden zur Problembearbeitung

Methodisches Problembearbeiten verwendet in jeder der mathematischen, der historischen und der experimentellen Methode drei zur empirischen Unterscheidung von Sachverhalten wichtige Arten von Begriffen: klassifikatorische, komparative und metrische Begriffe.⁵⁷ Diese führen zur Konstituierung von drei weiteren – mit den erstgenannten drei kombinierten – Methoden der Klassifikation, der Komparation und der Messung. Solange eine Wissenschaft allein mit klassifikatorischen Begriffen auskommen will und doch genauer unterscheiden möchte, werden weitere klassifikatorische Begriffe eingeführt, was den Begriffsapparat aufbläht und mitunter unübersichtlich gestaltet. Abhilfe leisten bereits komparative Begriffe, mit denen sich der Wissenschaftler quantitativen Methoden zuwendet, die jedoch im wesentlichen erst mit metrischen Begriffen ihre volle Leistungsfähigkeit erreichen. Die Bedeutung der Metrisierung beruht letzten Endes auf den praktischen Ergebnissen, d. h. auf den numerischen Werten mit relevanter empirischer Interpretation, die eben durch verschiedene Messverfahren erreicht werden. Das primäre Kriterium der Messbarkeit mit Hilfe metrischer Skalen beruht auf einer im speziellen Wissenschaftsgebiet definierten und objektiv reproduzierbaren Maßeinheit. Das führt zur Herausbildung – wie es Albert Einstein am Beispiel der Physik formulierte – derjenigen „Gruppe von Erfahrungswissenschaften, die ihre Begriffe auf das Messen gründet, und deren Begriffe und Sätze sich mathematisch konstruieren lassen. Ihr Bereich ist also durch die Methode gegeben, als der Inbegriff der Erfahrungsinhalte, die sich mathematisch erfassen lassen.“⁵⁸ Die Angemessenheit messender Möglichkeiten zur methodischen Bearbeitung des gestellten Problems gehört zu einem Merkmal

56 Lakatos, I., Popper zum Abgrenzungs- und Induktionsproblem. – In: Neue Aspekte der Wissenschaftstheorie. Hrsg. v. Hans Lenk. Braunschweig 1971. S. 75 – 128.

57 Hempel, C., Grundzüge der Begriffsbildung in der empirischen Wissenschaft. Braunschweig 1974.

58 Einstein, A., Das Fundament der Physik. – In: Science (Washington). 24. Mai 1940; Deutsch wiederabgedruckt in: Einstein, A., Aus meinen späten Jahren. Stuttgart: Deutsche Verlagsanstalt. 1984. S. 107.

der wissenschaftlichen Integrität von Forschungssituationen. Der Grund für das historische Aufkommen solcher Merkmale der wissenschaftlichen Integrität von Forschungssituationen liegt darin, dass funktionale Abhängigkeiten, insbesondere diejenigen, die drei und mehr Variable enthalten, nur mit Hilfe metrischer Begriffe wiedergegeben werden können.

Kriterien der Metrisierung sind ohne Zweifel für das Formulieren von Forschungsproblemen von Bedeutung, denn ein gutformuliertes Forschungsproblem sollte für alle Bestandteile entweder nur klassifikatorische oder nur komparative oder nur metrische Ausdrücke verwenden.⁵⁹ Daraus ergibt sich vor allem die Forderung nach einer durch Messverfahren gesicherten Konsistenz metrischer Ausdrücke, denn die zur Definition der Begriffe einer Theorie verwendeten Messverfahren müssen auch bei ihrer Überprüfung Verwendung finden. Andernfalls besteht die Möglichkeit, dass die bei der Überprüfung angewandten Messverfahren zur Definition von metrischen Begriffen verwendet werden, die nicht mit denen der zu überprüfenden Hypothese übereinstimmen. Ein Scheinpluralismus metrisch formulierter Theorien wäre die Folge und würde dem nicht Rechnung tragen, dass die Bestätigung neugewonnener Theorien allein von der Feststellung der in ihnen behaupteter Sachverhalte abhängt und nicht durch eine Neudefinition ihrer Begriffe ersetzt werden kann, die den bei ihrer Überprüfung angewandten Messverfahren entsprechen. Die Forderung nach Konsistenz metrischer Ausdrücke sowohl bei der Formulierung von Forschungsproblemen als auch bei ihrer methodischen Bearbeitung, d. h. bei der Aufstellung und Überprüfung von Hypothesen zur Problemlösung, richtet sich gegen das Aufkommen eines solchen Scheinpluralismus von Theorien. In jedem Fall sollte eine Problemverschiebung im methodischen Problembearbeiten vermieden werden.

Seit langem werden in Forschungssituationen mathematische Methoden mit der experimentellen und historischen Methode kombiniert, und das vor allem über die genannte Einführung metrischer Begriffe in Problem und Methode der Forschung, gestatten doch fachlich korrekt eingeführte metrische Begriffe eine Verwendung der Ergebnisse der metrischen Mathematik zur weitreichenden Erfassung funktionaler Abhängigkeiten mit bedeutender Erkenntnis- und Gesellschaftsrelevanz. Bei der Problemformulierung, hauptsächlich in neuartig interessanten Forschungssituationen, wird die Eingrenzung des Gegenstandsbereiches oft nicht gegeben sein. Aus diesem Grund wird oft das Problem umformuliert, damit geklärt wird, mit welcher der genannten Begriffsklassen es möglich ist, den Kern des Problems zu formulieren. Durch diese Transformation, die sinngemäß

59 Parthey, H., Struktur von Erklärungsproblemen bei metrischer Beschreibung des zu erklärenden Sachverhaltes. – In: Zeitschrift für Psychologie (Berlin). 4(1974), S. 394 – 399.

der ursprünglichen Formulierung entsprechen muss, wird die Grundlage für die Entscheidung gegeben, ob das gestellte Problem in ein Messproblem umformuliert werden kann. Nur unter diesen Umständen ist es möglich, zu untersuchen, ob die Bedingungen der Metrisierung erfüllt sind. Für die Problemformulierung genügt es, die theoretischen und methodologischen Aspekte der Metrisierung als konzeptionelle Basis des Messens in Erwägung zu ziehen. Erst bei der Problembearbeitung zeigt sich die Bedeutung des Messens. Ohne praktisch durchführbare Messungen, die zu empirisch signifikanten, operationell realisierbaren und statistisch relevanten Messergebnissen führen, wäre eine Metrisierung der Problemformulierung mindestens fragwürdig. Eine Metrisierung der Problemformulierung, die sich nur als ein mathematisches Modellieren versteht, kann vom mathematischen Standpunkt interessant sein, ist aber vom Standpunkt der konkreten Wissenschaft weniger von Belang. Problemverschiebungen dieser Art sind in Forschungssituationen im Sinne ihrer wissenschaftlichen Integrität zu vermeiden.

4.5. *Disziplinierung der Interdisziplinarität von Problem und Methode*

Wissenschaftsdisziplinen unterscheiden sich durch ihre Art und Weise, nach weiteren Erkenntnissen zu fragen, Probleme zu stellen und Methoden zu ihrer Bearbeitung zu bevorzugen, die auf Grund disziplinärer Forschungssituationen als bewährt angesehen werden. In diesem Sinne ist eine Forschungssituation disziplinär, wenn sowohl Problem als auch Methode in bezug auf dieselbe Theorie formuliert bzw. begründet werden können. In allen anderen Fällen liegen disziplinübergreifende – in Kurzform als interdisziplinär bezeichnete – Forschungssituationen vor, die insgesamt wissenschaftlich schwerlich beherrschbar sind, letztlich erst wieder dann, wenn Problem und Methode durch Bezug auf erweiterte bzw. neu aufgestellte Theorien in genannter disziplinärer Forschungssituation formuliert und begründet werden können.⁶⁰

5. *Wissenschaft als publiziertes methodisches Problemlösen*

Wissenschaftliche Erkenntnisse ergeben sich, wenn die Phantasie von Forschern den Kriterien der Wissenschaftlichkeit genügt. Die Wissenschaft ist nun zur Objektivierung von Erkenntnis auf die Reproduktion ihrer Erstgewinnung angewiesen. Dies schließt aber auch die Wiederholbarkeit an anderen Ort und zu

60 Parthey, H., Kriterien und Indikatoren interdisziplinären Arbeitens. – In: Ökologie und Interdisziplinarität – eine Beziehung mit Zukunft? Wissenschaftsforschung zur Verbesserung der fachübergreifenden Zusammenarbeit. Hrsg. v. Ph. W. Balsinger, R. Defila u. A. Di Giulio. Basel-Boston-Berlin: Birkhäuser 1996. S. 99 – 112.

anderer Zeit durch andere wissenschaftlich Tätige ein, was schriftlicher Dokumente bedarf, deren Leser die Erkenntnisproduktion nachvollziehen können. Mit anderen Worten: Wissenschaft kommt ohne einen schriftlichen Bericht über die Entstehung von Neuem nicht aus.⁶¹

Wissenschaftliche Texte dienen nicht nur der wissenschaftlichen Kommunikation, sondern sind erforderlich zur Nachvollzieh- und Wiederholbarkeit der stets zuerst subjektiven Entdeckungen und Erfindungen durch andere wissenschaftlich Tätige. Wir möchten betonen, dass Publikationen in der Wissenschaft eine Funktion erhalten haben, die einmal herausgebildet, bestehen bleiben wird. Es geht dabei weniger um ein Angebot zum wissenschaftlichen Meinungsstreit, sondern vor allem um eine Darstellung von Problem und Methode erfolgreicher Forschung, die unabhängig von Ort und Zeit der Veröffentlichung eine Reproduzierbares gestattet, wodurch die Entpersonifizierung des Neuen in der Wissenschaft gesichert wird. Ohne auf ein schriftliches Dokument zurückgreifen zu können, das die Entstehung des Neuen nachvollziehbar beschreibt, hätten außer den Schöpfern des Neuen keine anderen Wissenschaftler je eine Chance, das Neue nachzuvollziehen und auf seine Wahrheit hin zu überprüfen. Jeder, der neues Wissen in methodischer Bearbeitung eines Problems erzeugt hat, steht bekanntlich vor der Schwierigkeit, seine kreative Leistung in einem auch für andere les- und verstehbaren Dokument so darzustellen, damit andere Wissenschaftler das vom Autor neu Gefundene auch methodisch nachvollziehen können. Darin besteht die grundsätzliche Funktion der Publikation in der Wissenschaft.

61 Parthey, H., Publikation und Bibliothek in der Wissenschaft. – In: Wissenschaft und Digitale Bibliothek: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 1998. Hrsg. v. Klaus Fuchs-Kittowski, Hubert Laitko, Heinrich Parthey u. Walther Umstätter. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2000. Zweite Auflage 2010 [Elektronische Ressource der Deutschen Nationalbibliothek]. S. 67 – 89.