

Weltbildveränderungen in der modernen Physik vor dem Ersten Weltkrieg

Michael Heidelberger

[Bibl. Nachweis am Ende des Artikels.]

Der Weltbildbegriff, wie er sich im 19. Jahrhundert herausgebildet hat, bezeichnet die zusammenfassende Darstellung der Welt gemäß den Ergebnissen der Naturwissenschaften. Mehr oder weniger untergründig ist damit aber noch mehr mitgemeint: eine aus der Wissenschaft fließende Weltdeutung, die sich an die Stelle der überkommenen Sinnorientierungen und deren Instanzen setzt. Die wissenschaftliche Forschung des späten 19. Jahrhunderts sah sich diesem Ziel der Weltdeutung aus Wissenschaft zum Greifen nahe. Die Generation jener Zeit lebte im Bewußtsein, wie es der Berliner Philosophieprofessor Friedrich Paulsen 1902 ausdrückte, daß die exakte Forschung „uns den Boden unter den Füßen sichern und uns ein treues Weltbild geben“ werde. Man erhoffte sich „eine allseitige und vollständig gesicherte Weltanschauung und eine in notwendigen Gedanken befestigte Lebensweisheit.“¹

Mit der Wende zum 20. Jahrhundert wächst das Bewußtsein von der Unerreichbarkeit dieses Ziels: „Aber die Wissenschaft leistet das nicht“, diagnostiziert Paulsen an derselben Stelle, „immer deutlicher wird es, sie führt nicht zu einer das Ganze umspannenden, die Phantasie und das Gemüt befriedigenden Weltansicht; sie bringt nur tausend fragmentarische Kenntnisse zu Wege, zum Teil leidlich gesichert, vor allem in den Naturwissenschaften, die wenigstens der Technik eine Grundlage geben, zum Teil ewig fragwürdige, ewig der Umwertung ausgesetzt, wie in den historischen Wissenschaften. Die Folge ist ein Gefühl der Enttäuschung: die Wissenschaft sättigt nicht den Hunger nach Erkenntnis.“²

Im folgenden möchte ich genauer untersuchen, wie sich die Weltbildveränderung in der Physik des beginnenden 20. Jahrhunderts ausnahm und welche Folgerungen sich für Physiker und Philosophen vor dem Ersten Weltkrieg daraus ergaben. Es zeigt sich, daß die in den 20er Jahren weltbildschaffenden und revolutionären Theorien der Physik, die Relativitäts- und Quantentheorie, in ihrer Entstehungszeit eher Teil eines Konsolidierungsprogramms waren, das die bisherige Art der Weltbildfunktion der Naturwissenschaften auf einer höheren Reflexionsebene sichern und vor äußeren Einmischungen in Schutz nehmen wollte. Die um 1910 virulent werdende lebensphilosophische Kritik an den Wissenschaften läßt eine wissenschaftsinterne Reform noch offen – eine Option, die nach dem Krieg kaum mehr gesehen wird.

- 1 Friedrich Paulsen, *Die deutschen Universitäten und das Universitätsstudium*, Berlin 1902, 81f. Zitiert nach Gregor Schiemann, *Wahrheitsgewissheitsverlust: Hermann von Helmholtz' Mechanismus im Anbruch der Moderne; eine Studie zum Übergang von klassischer zu moderner Naturphilosophie*, Darmstadt 1997, 151. S. 149–152 und 430–435 eine ausführliche Darstellung der Weltbild Diskussion im 19. Jahrhundert.
- 2 Ibid. – Zur Situation der Wissenschaften um 1900 vgl. auch: Lorraine Daston, „Die Angst vor dem Fortschritt – Die Wissenschaften um 1900“, *Nachrichtenblatt der Deutschen Gesellschaft für Geschichte der Medizin, Naturwissenschaft und Technik* 46/1996, H. 3, 126–142. Daston weist nach, daß sich damals nicht nur die Geschichts-, sondern auch erstmals die Naturwissenschaften „ewig der Umwertung ausgesetzt“ sahen.

I

Wenn man von der Veränderung des Weltbilds durch die moderne Physik im späten Kaiserreich sprechen will, muß man auf zwei verschiedene Entwicklungsstränge eingehen: einmal die Ausbildung des meist auf der Äthervorstellung beruhenden elektromagnetischen Weltbilds um die Wende zum 20. Jahrhundert, die mit der experimentellen Auffindung einer Serie von spektakulären Effekten einhergeht (Entdeckung der elektromagnetischen Wellen, der Röntgenstrahlen, der Radioaktivität und des Elektrons, des Zeeman-Effekts), und zweitens auf die Erschütterung sowohl des mechanistischen als auch des eben genannten elektromagnetischen Weltbilds durch das, was wir heute als Inbegriff der neuen Physik sehen: die Quantentheorie von Max Planck (1900) einerseits, die Lichtquantenhypothese und Theorie der Brownschen Bewegung von Albert Einstein und seine spezielle Relativitätstheorie (1905) andererseits. Mit dem Solvay-Kongreß von 1911 können die im zweiten Entwicklungsstrang genannten Theorien insofern als konsolidiert gelten, als die anfänglichen Kontroversen um sie zu einem ersten Abschluß kommen.³

Man darf sich nun keinesfalls dazu verführen lassen, die so erreichte Konsolidierung der modernen Physik auch schon mit einem *neuen Weltbild* gleichzusetzen (nicht in der ersten, oben diskutierten Bedeutung und schon gar nicht in der zweiten). So weist z. B. Einstein 1907 selbst darauf hin, daß die Physik noch kein vollständiges Weltbild besäße, das dem Relativitätsprinzip entspreche.⁴ Von solch einem Weltbild kann man frühestens mit der Fertigstellung der allgemeinen Relativitätstheorie sprechen, die Einstein um 1911 in Angriff nimmt und die erst während des Krieges einigermaßen zum Abschluß kommt.

Auch in Bezug auf die Quantentheorie wäre es ganz verfehlt, schon für die Kaiserzeit von einem aus ihr sich ergebenden neuen Weltbild zu reden. Ein solches entsteht erst in den späten 20er Jahren. Auch hierfür läßt sich Einstein mit einer Äußerung von 1911 zitieren, wonach es eine wahre Theorie der Quantenprozesse noch nicht gebe. Das gegenwärtige physikalische Weltbild, so Einstein, beruhe nach wie vor auf den fundamentalen Gleichungssystemen der Mechanik der Massenpunkte und der Maxwell'schen Gleichungen des elektrodynamischen Feldes, obwohl die neueren Entwicklungen gezeigt hätten, daß sie nicht allgemein gültig sein könnten.⁵ Auch noch drei Jahre später schrieb er, daß die Entwicklung von Plancks Strahlungstheorie zu „brauchbaren Formeln, nicht aber zum vollen theoretischen Verständnis geführt“ habe, und auch seinem Kollegen Wilhelm Wien blieb „ihre eigentliche physikalische Bedeutung unklar.“⁶

3 Christa Jungnickel, Russell McCormmach, *Intellectual Mastery of Nature: Theoretical Physics from Ohm to Einstein*, Bd. 2: *The Now Mighty Theoretical Physics 1870–1925*, Chicago 1990, 309, 321.

4 Ibid., 324.

5 Ibid., 308.

6 Albert Einstein, „Theoretische Atomistik“, Paul Hinneberg (Hg.), *Kultur der Gegenwart. Ihre Entwicklung und ihre Ziele*, Teil III, Abt. III,1: *Physik*, Emil Warburg (Hg.), Leipzig/Berlin 1915, 251–263, 263 und Wilhelm Wien, „Theorie der Wärmestrahlung“, Paul Hinneberg, ebd., 209–222, 222.

Die Physik der späteren Kaiserzeit hat also strenggenommen nur mit der elektromagnetischen Theorie ein neues Weltbild (oder besser gesagt, ein verschiedenartig ausfüllbares und ausgefülltes Weltbildschema) hervorgebracht, das jedoch nie die hohe Verbindlichkeit seines Vorgängers, des mechanistischen Weltbilds, erreichte. (Neben dem elektromagnetischen wurden noch andere Weltbilder vorgeschlagen und diskutiert, darunter vor allem das energetische von Wilhelm Ostwald und Georg Helm. Diese Vorschläge erreichten aber nicht die Bedeutung der elektromagnetischen Theorie und bleiben deshalb hier unberücksichtigt.) Allerdings sind natürlich die experimentellen Entwicklungen in der Physik seit den späten 90er Jahren des 19. Jahrhunderts insofern höchst weltbildrelevant, als sie die altbewährte mechanistische Weltsicht und im späteren Verlauf auch die elektromagnetische nachhaltig erschüttern. Die daraus entstehenden Zweifel einerseits und besonders die Unsicherheiten in der Entwicklung neuer, tragfähiger Auffassungen andererseits führten dazu, daß man von der „Krise der modernen Physik“ sprach.⁷

Um nun die entscheidenden Wendepunkte in der Veränderung des Weltbilds der Physik auffinden zu können, müssen wir uns erst einen groben Begriff darüber verschaffen, welchen allgemeinen, über die Physik im engeren Sinne hinausweisenden, Charakter die Herausbildung des elektromagnetischen Weltbilds und die neue Physik von Planck und Einstein in ihrer Entstehungszeit hatten. Das mechanistische Weltbild erforderte als Träger der Gesamtheit aller elektrischen, magnetischen und optischen Vorgänge einen festen, aber hoch elastischen und alles durchdringenden materiellen Stoff von äußerst niedriger Dichte, der unbeweglich bleibt – den lichttragenden Äther. Die ‚elektromagnetische Revolution‘ (wenn dieser Ausdruck für die Herausbildung des elektromagnetischen Weltbilds wirklich passend ist) entstand als Reaktion auf immer abstrusere und phantastischere mechanische Erklärungen des Äthers, die zur Einbeziehung des Elektromagnetismus in das mechanistische Weltbild nötig wurden. Die damit einhergehende Wendung gegen die Grundauffassungen der klassischen Mechanik hat sehr schnell auch stark weltanschauliche, vor allem antimaterialistische Züge bekommen.⁸ Besonders in Frankreich tauchen in diesem Zusammenhang schon viele der *Topoi* auf, die sich erst im Nachkriegsdeutschland mit der neuen Physik verbinden sollten: Kritik am Determinismus, der Kausalität, am Szientismus, an Rationalität und Intellektualismus. Ein Wissenschaftshistoriker unserer Zeit spricht daher sogar von einer „Analogie zwischen der Situation der französischen Naturwissenschaft im kulturellen Klima der Jahrhundertwende und der Situation der deutschen Naturwissenschaft in der frühen Weimarer Republik.“⁹

Grob gesprochen werden in der elektromagnetischen Weltsicht der Äther und das elektromagnetische Feld grundlegend. Anstatt wie bisher bewegte Atome und die

7 Henri Poincaré, *La Valeur de la science*, Paris 1904, Ch. 7 & 8 (deutsch: *Der Wert der Wissenschaft*, 2. Aufl., Leipzig/Berlin 1910; 1. Aufl. 1906). Siehe auch Abel Rey, *La Théorie physique chez les physiciens contemporains*, Paris 1907 (deutsch: *Die Theorie der Physik bei den modernen Physikern*, Leipzig 1908).

8 Siehe Helge Kragh, „The New Rays and the Failed Anti-Materialistic Revolution“, Dieter Hoffmann, Fabio Bevilacqua, Roger H. Stuewer (Hg.), *The Emergence of Modern Physics: Proceedings of a Conference Commemorating a Century of Physics. Berlin, 22–24 March 1995*, Pavia 1996, 61–77.

9 Ibid., 65f.

zwischen ihnen wirksamen Kräfte als die letzten Realitäten anzusehen, glaubte man nun Materie auf Nichtmaterielles zurückführen, sie als Epiphänomen einer tieferen als der materiellen Wirklichkeit auffassen und sie sozusagen „entmaterialisieren“ und „vergeistigen“ zu können. Neben dem Äther und dem elektromagnetischen Feld kamen für manche sogar neue Strahlen (so wie die kurz zuvor entdeckten Röntgenstrahlen), das Elektron oder die Radioaktivität als Kandidaten in Betracht. So hat z. B. Gustave LeBon in einem Buch über die *Evolution de la matière*, das 44.000 Exemplare verkaufte, die Materie als instabile Strahlungsquelle aufgefaßt, die sich zum nichtmateriell verstandenen Äther zurückentwickelt, von dem sie einst ihren Ausgang genommen hat. Auch der Hauptkonkurrent der elektromagnetischen Weltansicht um die beste Alternative zur kinetisch-mechanistischen Auffassung, die schon genannte Energetik, war voll antimaterialistischen Sendungsbewußtseins: Ostwald überschrieb sein energetisches Manifest von 1895 sogar mit dem Titel: „Die Überwindung des wissenschaftlichen Materialismus.“¹⁰

Das wichtigste Problem für eine neue physikalische Weltansicht bestand darin, das von J. J. Thomson 1897 experimentell nachgewiesene Elektron, den ‚elektrischen Stoff‘, widerspruchsfrei in die Faraday-Maxwellsche Theorie einzubauen. Dies gelang dem niederländischen Physiker Hendrik Antoon Lorentz in den frühen 90er Jahren. Im Laufe der Weiterentwicklung verlor das Elektron dann sozusagen seine Substantialität und wurde immer mehr zu einer Art stabilem ‚Knoten‘ im kosmischen Weltäther, analog zu einer Welle oder einem Strudel auf einer Wasseroberfläche. Es wurden Möglichkeiten gefunden, den Massenbegriff der Mechanik elektromagnetisch zu fundieren und damit den absoluten Raum Newtons mit dem Äther zu identifizieren. Das Bestreben ging insgesamt dahin, die Dualität von Materie und elektromagnetischem Feld in der nichtmateriellen Einheit einer beiden zugrundeliegenden ätherischen Flüssigkeit aufzulösen. „Das Atom entmaterialisiert sich, die Materie verschwindet“, schrieb ein französischer Wissenschaftler 1908 über diese Entwicklung der Physik.¹¹

Allerdings war das elektromagnetische Weltbild kurzlebig, da es schon um 1911 immer mehr in die Defensive geriet, obwohl es sich noch bis in die 20er Jahre halten konnte. Es stellte sich nach und nach heraus, daß man dem Ätherbegriff einfach zu viel aufbürdete und daß eine einigermaßen konsistente Theorie mit zu vielen kontraintuitiven Begriffsbildungen erkaufte war. Dies verstärkte natürlich die genannte Krise der Physik nur noch mehr oder ließ sie erst so richtig zum Ausbruch kommen. Die Folge war, daß man von der Annahme eines substanziellen Äthers immer mehr abrückte und stattdessen nach einer abstrakten Auffassung des elektromagnetischen Feldes suchte, die zu keinen fragwürdigen ontologischen Annahmen theoretischer Entitäten – wie eben dem Äther – verpflichtete. Man sprach in diesem Zusammenhang auch von der „Physik der Prinzipien“ in der Art von Heinrich Hertz¹² – einer

10 Leipzig 1895 (Zuerst: *Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft der Naturforscher und Ärzte* 67/1895, 155–168). Über die Auswirkungen der ‚Entmaterialisierung‘ in Kunst und Literatur vgl. Christoph Asendorf, *Ströme und Strahlen. Das langsame Verschwinden der Materie um 1900*, Gießen 1989.

11 L. Houllevigue, *L'Évolution des sciences*, Paris 1908, 63, 87f. (Zit. nach W. I. Lenin, *Materialismus und Empirio-kritizismus* [1908], Moskau 1947, 273).

12 Poincaré, *Der Wert der Wissenschaft*, wie Anm. 7, 131–134.

Physik, die über die Beschaffenheit der einzelnen wirksamen Bestandteile keine Hypothesen mehr aufstellt, sondern sie auf ihre beobachtbaren Relationen reduziert.

Die unbestimmte Lage der Physik wurde zuerst und vor allem von Naturwissenschaftlern selbst philosophisch verarbeitet. Das Resultat war, daß die Ausbildung von Alternativen zum mechanistischen Weltbild auf eine höhere und allgemeinere Reflexionsstufe gehoben wurde. Nachdem wenigstens eine Rückkehr zum Mechanismus auf jeden Fall ausgeschlossen war, wollte man nun die Frage klären, was denn dann überhaupt eine naturwissenschaftliche Theorie sei und welches die Prinzipien wissenschaftlichen Wandels sind, wenn die Kriterien hierfür nicht mehr dem Mechanismus entnommen werden können. Anstatt weiter für oder gegen ein Weltbild zu argumentieren oder Strategien zur Ausbildung eines neuen Weltbilds zu entwerfen, wurden neue Konzeptionen des Phänomens Naturwissenschaft ausgedacht, die eine Auseinandersetzung um grundlegende theoretische Bausteine der Welt überflüssig machten. Die Suche nach einer „hypothesenfreien“ Physik bekam also auch von dieser Seite Unterstützung.

Hauptsächlich aus dieser Diskussion im späten Kaiserreich ist dasjenige Fach entstanden, das wir heute als „Wissenschaftstheorie“ oder „Wissenschaftsphilosophie“ kennen. Der Kontext der Zeit erklärt auch, warum es anfänglich positivistisch, das heißt hier: antirealistisch, ausfallen mußte.¹³ Es sei nur an die Namen Ernst Mach, Heinrich Hertz, Ludwig Boltzmann, Pierre Duhem, Henri Poincaré, Karl Pearson, gleichfalls Wilhelm Ostwald, und natürlich auch Max Planck und Albert Einstein erinnert, deren philosophische Schriften oft bis heute klassischen Rang für die Wissenschaftsphilosophie besitzen. In mancher Hinsicht gilt das sogar schon für Hermann von Helmholtz, der häufig nur als Vollender der klassischen Physik dargestellt wird, obwohl er wie kein zweiter schon früh die neuen Vorstellungen Faradays und Maxwells zum Elektromagnetismus ernst nahm und wissenschaftsphilosophisch zu verarbeiten suchte.¹⁴ Von der jüngeren Generation sollte man Hans Reichenbach, Moritz Schlick und Philipp Frank nicht vergessen, die ihre philosophische Prägung noch in dieser Zeit vor dem Ersten Weltkrieg erfahren haben und nach dem Krieg zum Logischen Empirismus und Positivismus ausbauten.¹⁵

Wie steht es nun im Lichte dieser Überlegungen mit den Veränderungen der Physik der Kaiserzeit, die mit den Namen Einstein und Planck verbunden sind und die wir heute mit der „Sprengung“ von traditionellen Weltbildern und der Revolution der modernen Physik verbinden? Im Vergleich zu der vorausgehenden Umwälzung und der damit einhergehenden Krise erschienen sie von ihrer ursprünglichen Intention her

13 Heilbron identifiziert dies in seiner Übersicht als „descriptionism“: John L. Heilbron, „*Fin de Siècle Physics*“, Carl Gustaf Bernhard et al. (Hg.), *Science, Technology and Society in the Time of Alfred Nobel: Nobel Symposium 52 held at Björkborn, Karlskoga, Sweden, 17–22 August 1981*, Oxford 1982, 51–73, 52ff.

14 Vgl. Michael Heidelberger, „Force, Law, and Experiment: The Evolution of Helmholtz’s Philosophy of Science“, David Cahan (Hg.), *Hermann von Helmholtz and the Foundations of Nineteenth-Century Science*, Berkeley/Los Angeles/London 1994, 461–497, dort 480–482.

15 Zu den Wurzeln der Philosophie des Wiener Kreises und Logischen Empirismus in der Zeit vor dem Ersten Weltkrieg vgl. Thomas E. Uebel, *Vernunftkritik und Wissenschaft. Otto Neurath und der Erste Wiener Kreis*, Wien 2000, Kap. 4–7, sowie Friedrich Stadler, *Studien zum Wiener Kreis. Ursprung, Entwicklung und Wirkung des Logischen Empirismus im Kontext*, Frankfurt a. M. 1997, 168–206.

keineswegs als revolutionär, sondern als stabilisierender, fast sogar rückwärtsge- wandter Versuch, anstelle der Einheit, die der Äther versprach, wieder zu einem Dualismus, nämlich demjenigen zwischen Materie und Energie, zurückzukehren. Freilich mußte man, was die Relativitätstheorie anging, für die Rückkehr zur ‚reineren‘ Lehre eine Modifikation der Zeitauffassung schlucken, die sich in der Tat als tiefgreifend und revolutionär erweisen sollte. Die spezielle Relativitätstheorie muß aber in erster Linie als Theorie gesehen werden, die gerade das überflüssig machte, was noch fünf Jahre zuvor der Physik liebstes Kind war: den Äther. Für Max Planck fiel daher 1910 der „erste Schritt zur Entdeckung des *Prinzips der Relativität*“ zusammen mit der Frage: „Welche Beziehungen müssen zwischen den Naturkräften bestehen, wenn es unmöglich sein soll, an dem Lichtäther irgendwelche stoffliche Eigenschaften nachzuweisen?“¹⁶ – das soll also heißen, wenn er überflüssig ist.

Daß viele lieber an ihrem Äther festhalten wollten, zeigt sich in einer Äußerung Emil Wiecherts von 1915, in der er bekennt, daß Einsteins Theorie zwar „manches Lockende an sich“ habe, „heuristischen Wert“ besäße und sich mit ihr der „reizvolle Ausblick einer Raumzeitanschauung“ auf tue, die „neue, tiefgründige Erklärungen über den Zusammenhang der Naturvorgänge“ biete. Dennoch erscheine ihm wie vielen seiner Kollegen „für das Verständnis der Erscheinungen die Ätherhypothese einfacher und naturgemäßer“ als das Einsteinsche Relativitätsprinzip.¹⁷ Einstein hielt dem entgegen, daß der Begriff des Äthers sogar widerspruchsvoll sei, da man ihm gleichzeitig Bewegung und Ruhe zuschreiben müsse.¹⁸

Die Rückkehr der Relativitätstheorie zum Dualismus von Materie und Energie bedeutet jedoch keine Rückkehr zum mechanistischen Weltbild, sondern umgekehrt gerade eine tiefgreifende Befreiung von ihm. Im eben zitierten Vortrag schrieb Planck auch, daß wer „die mechanische Naturanschauung als ein Postulat der physikalischen Denkweise ansieht, (...) sich mit der Relativitätstheorie nie [wird] befreunden können.“¹⁹ Insofern partizipiert also die Relativitätstheorie durchaus am Antimechanismus der Zeit. Das Relativitätsprinzip führt zu einer Vereinigung von Mechanik und Elektromagnetismus in einer einheitlichen Theorie auf höherer Ebene. Dieser Aspekt ist für die frühe Rezeption der Theorie wichtiger als die Modifikation von Raum und Zeit.²⁰ Von einer Wandlung der Raum-Zeit-Vorstellungen sprach das erste Mal (neben Einstein selbst) erst Hermann Minkowski im Jahre 1915: „Von der elektromagnetischen Lichttheorie ausgehend, scheint sich in der jüngsten Zeit eine vollkommene Wandlung unserer Vorstellungen von Raum und Zeit vollziehen zu wollen.“²¹

Wie die spezielle Relativitätstheorie sind auch die Quantentheorie, die Lichtquantenhypothese, Einsteins Theorie der Brownschen Bewegung und Rutherfords Theorie

16 Max Planck, „Die Stellung der neueren Physik zur mechanischen Naturanschauung“ [Vortrag in Königsberg 1910], ders., *Vorträge und Erinnerungen*, 8. Aufl., Darmstadt 1983, 52–68, 61.

17 Emil Wiechert, „Die Mechanik im Rahmen der allgemeinen Physik“, Paul Hinneberg, wie Anm. 6, 1–78, 47.

18 Albert Einstein, „Äther und Relativitäts-Theorie“ [Vortrag in Leiden 1920], Berlin 1920.

19 Wie Anm. 16.

20 Vgl. Tetu Hirose, „The Ether Problem, the Mechanistic Worldview, and the Origins of the Theory of Relativity“, *Historical Studies in the Physical Sciences* 7/1976, 3–82, dort 73–79.

21 Hermann Minkowski, „Das Relativitätsprinzip“, *Annalen der Physik* 47/1915, 927–938, 927.

der Radioaktivität als Ansätze empfunden worden, die gegen die elektromagnetische Revolution sprechen und die atomare, diskontinuierliche Struktur der Materie wieder ins Zentrum stellen.

II

Wie haben sich nun diese Veränderungen bei den Philosophen niedergeschlagen? Gibt es überhaupt so etwas wie eine Reaktion der Philosophie auf diese Entwicklungen? Es gab durchaus Philosophen, die direkt an die Schriften der genannten Physik-Philosophen anknüpften und deren Konzeptionen weiterführten. Diese sind hier weniger von Interesse. Wichtiger sind Stimmen, die sozusagen „von außerhalb“ die Physik- oder wenigstens die Naturwissenschaftsentwicklung allgemein kommentieren. Da schon so viel von 1911 die Rede war, erscheint es lohnend, nach einem Buch des heute vergessenen Philosophen Julius Goldstein (1873–1929) aus eben diesem Jahr zu greifen, das den vielversprechenden Titel trägt: *Wandlungen in der Philosophie der Gegenwart. Mit besonderer Berücksichtigung des Problems von Leben und Wissenschaft*. Hier liegt eines der wenigen Zeugnisse vor, die einen Rückschluß auf die Stimmung unter (nicht auf die Physik spezialisierten) Philosophen in Bezug auf die neue Physik erlauben.

Goldstein will, wie er schreibt, in seinem Buch den „Vereinigungspunkt“ finden, zu dem im Lebensgefühl seiner Zeit die verschiedenen neuen Bestrebungen führen und ihnen durch seine Formulierung „mit zum Durchbruch zu verhelfen. (...) Dieser Vereinigungspunkt“, so schreibt er, „liegt in der neuen Behandlung des Problems von Leben und Wissenschaft.“²² Die These ist, kurz gesagt, die, daß das Leben und die Philosophie nicht mehr nur von der Wissenschaft auszugehen haben, wie dies besonders im 19. Jahrhundert verkündet worden sei, sondern daß umgekehrt die Wissenschaft vom Leben ihren Ausgang nehmen muß. Der Versuch, der „Wissenschaft auch die letzten Fragen unseres Lebensschicksals in die Hand zu geben“, habe „mit einem Misserfolge“ geendet. Goldstein fährt fort: „In der zweiten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts hat die Wissenschaft eine Weltanschauung, den Naturalismus, entworfen, dem sich das Leben zur metaphysischen Bedeutungslosigkeit verflüchtigt hat. Anfangs zwar empfand man die Herrschaft der Wissenschaft über alle Probleme des Daseins als etwas Großes und Befreiendes. Je mehr sich aber die negativen Folgen dieses Scientismus herausstellten, je mehr der Siegesrausch über die scheinbare Allwissenheit und Allmacht der Wissenschaft angesichts neuer Probleme gedämpft wurde, um so mehr brach eine Enttäuschung an der Wissenschaft herein, um so mehr empörte sich das Leben gegen die Wissenschaft: ‚Wir sind am Besten des Daseins durch die Wissenschaft betrogen worden‘, das klingt als erschütternder Refrain durch Tolstojs ‚Meine Beichte‘. Das verhängnisvolle, mißleitende Schlagwort vom ‚Bankrott der Wissenschaft‘ wird von Brunetière ausgegeben. Hinter Nietzsches unruhe-

22 Julius Goldstein, *Wandlungen in der Philosophie der Gegenwart. Mit besonderer Berücksichtigung des Problems von Leben und Wissenschaft*, Leipzig 1911, 14.

vollem Schaffen liegt das ernste und wahrhaftige Ringen nach einer Weltanschauung, welche dem Leben Atemraum gibt gegenüber der Wissenschaft.“²³

Es ist nun interessant und sehr aufschlußreich, daß Goldstein diese Entwicklung nicht gegen die Physik wendet, sondern gerade die obengenannten Physikerphilosophen selbst als Kronzeugen für die Einsicht zitiert, daß die Wissenschaft sich in Bezug auf das Leben zu viel angemaßt habe: „In der Tat hat seit ungefähr zwei Jahrzehnten die Wissenschaft ihre Eindeutigkeit verloren. Eine weitgehende Strukturveränderung im Wesen der Wissenschaft hat die Stützpunkte für den Glauben des Rationalismus erschüttert. Ich nenne hier einstweilen die Namen Mach, Poincaré, Duhem, um die Richtung auf das Relative, Bedingte, historisch Zufällige anzudeuten, das nach diesen Männern auch den scheinbar ewigen Voraussetzungen der Wissenschaft zukommt. Die Wissenschaft hat die inneren Wesensschranken ihrer selbst erkannt, wie ein reifer Mensch in wahrhaftiger Selbstbesinnung aus den unbestimmten unendlichen Möglichkeiten der Jugend zur Erkenntnis der Schranken seines Wesens kommt.

Hinter der Wissenschaft wurde der Mensch, der irrende, tastende, wagende Mensch entdeckt; die wissenschaftsbildenden Potenzen wurden nicht länger in einer überpersönlichen freischwebenden Vernunft gefunden; man hob vielmehr die biologischen Untergründe ans Licht, um in diesen die Motive zur Wissenschaft aufzuzeigen. Das Irrationale lag nicht nur vor der Wissenschaft als ein Objekt der Bewältigung, es lag schon an ihrem Ausgangspunkte. (...)

Wie der Irrationalismus innerhalb der Prinzipien der Wissenschaft wuchs, so auch in ihren Gegenständen. Die fortschreitende Wissenschaft entdeckte überraschende Tatsachen, welche den Rahmen der mechanistischen Naturauffassung sprengten. Das biologische und das seelische Gebiet wiesen Tatbestände auf, die in ihrem Wesenscharakter für die Wissenschaft transzendent sind. Ins Unbestimmte und Unbestimmbare dringt das geschichtliche Leben, in Religion, Ethik und Kunst weit über alle Festsetzung der Begriffe hinaus; ein neues Lebensgefühl, getragen von dem Gedanken einer noch werdenden unfertigen Welt, verlangt nach einer Weltanschauung, in welcher auch die Forderungen des Lebens nach Freiheit und Ursprünglichkeit zur Geltung und Anerkennung kommen.“²⁴

Die Beantwortung der Frage, ob die Naturwissenschaft des neunzehnten Jahrhunderts die Zukunftserwartung der rationalistischen Naturauffassung erfüllt habe, gerät ihm zu einer Generalabrechnung mit dem „Monismus“, wie die naturwissenschaftlich-naturalistische Weltanschauungsbewegung um Ernst Haeckel und Wilhelm Ostwald hieß.²⁵ Die Entwicklung der Naturwissenschaften zeige immer mehr die Unmöglichkeit einer Reduktion der Biologie auf die Mechanik oder der Psychologie auf die Physiologie, wie es der Monismus behauptet habe. Auch liefere die gegenwärtige Naturwissenschaft weder Einheit noch allumfassende Gültigkeit in ihren Ge-

23 Ibid., 7. In ähnlicher Weise geht Goldstein dann auch noch auf Ernest Renans *L'Avenir de la science* (1849) ein. – Zu Ferdinand Brunetières „Bankrotterklärung“ der Wissenschaft vergleiche Harry Paul, „The Debate over the Bankruptcy of Science in 1895“, *French Historical Studies* 5/1968, 299–327.

24 Goldstein, wie Anm. 22, 12–14.

25 Man darf aber nicht Haeckel und Ostwald undifferenziert in einen Topf werfen. Haeckels darwinistisch-entwicklungsgeschichtlicher Monismus unterscheidet sich stark vom physikalisch-energetischen Monismus Ostwalds.

setzen. Stattdessen würden die zu berücksichtigenden Faktoren nur immer komplizierter und mannigfaltiger. Der Grundfehler habe darin gelegen, daß der Monismus von der Mechanik statt vom Leben seinen Ausgang nahm und dem Irrglauben anhing, als sei die Mathematik das Vorbild der Wissenschaft. Überhaupt habe der Monismus wider besseres Wissen so getan, als gebe es „innere Garantien“, daß wir uns mit und in der Wissenschaft auf dem rechten Weg befänden. Der Zusammenbruch des Rationalismus zeige sich besonders auch in der Technik: „Je mehr eine Epoche das Dasein technisch rationalisiert, desto größer wird die Summe der Irrationalitäten in der nächsten.“²⁶

Nach Meinung Goldsteins sind es vor allem drei Autoren, bei denen die geforderte neue Weltanschauung und die „prinzipiellen Wandlungen der gegenwärtigen Philosophie“ am deutlichsten zum Ausdruck kommen: William James, Henri Bergson und Rudolf Eucken. Bei James steht für Goldstein der „radikale Empirismus“ im Vordergrund – die Auffassung, daß alles, was Gegenstand menschlicher Erfahrung ist, besonders die Religion, auch als wirklich und eigenständig akzeptiert werden muß und nicht monistisch-naturalistisch umgedeutet oder wegerklärt werden darf. „Unsere Erfahrungen [haben] das Letzte und Bestimmende des Weltbildes zu sein. (...) Für den Monismus ist die Welt fertig, fest bestimmt nach allen Richtungen, alles was geschehen kann, ist bestimmt durch alles, was vorangegangen ist. Für den Pluralismus hingegen ist die Welt noch unfertig, werdend und bietet dem freien menschlichen Willen Unbestimmtheiten zur Entscheidung dar.“²⁷ Damit spielt Goldstein auf James' Versuch an, der Willensfreiheit und dem Indeterminismus einen vollgültigen Platz im Weltbild der modernen Naturwissenschaft anzuweisen.²⁸

Auch bei Bergson schätzt Goldstein vor allem die Ablehnung des Determinismus und die Idee eines schöpferischen und sich genuin entwickelnden Universums. Außerdem werden die Zurückweisung des rationalistischen Intellektualismus und die Intuition als philosophisches Erkenntnismittel gelobt. Mit dem Gedanken der „durée réelle“ treten ihm Psychologie und Biologie erstmals „in das gestaltende Zentrum der Metaphysik“, die sich dadurch grundsätzlich vom Idealismus und Naturalismus unterscheidet.

Wenn wir andere wissenschafts- und naturphilosophisch relevante Literatur der Zeit betrachten, wird Goldsteins Diagnose, daß die Naturwissenschaft „die inneren Wesensschranken ihrer selbst“ erkennt und ihre „biologischen Untergründe ans Licht“ hebt, bestätigt. Allerdings gibt es selten direkte Auseinandersetzungen mit der Entwicklung der Physik. Von Vaihinger erscheint 1911 die *Philosophie des Als Ob*, die zum Bestseller wurde und die Denkmodelle der Naturwissenschaft als hilfreiche, aber widerspruchsvolle Fiktionen ohne direkten Wirklichkeitscharakter zu erweisen suchte. 1905 kommt Machs *Erkenntnis und Irrtum* heraus, in dem die „Anpassung der Gedanken an die Tatsachen und aneinander“ als „biologisches Bedürfnis“ analysiert

26 Goldstein, wie Anm. 22, 48.

27 Ibid., 117.

28 Vgl. William James, „The Dilemma of Determinism“, ders., *The Will to Believe, and Other Essays in Popular Philosophy*, New York/London/Bombay 1876 (deutsch: *Der Wille zum Glauben und andere popular-philosophische Essays*, Stuttgart 1899). Bezeichnend ist, daß Max Frischeisen-Köhler diesen Aufsatz 1907 in sein philosophisches Lesebuch aufnimmt: *Moderne Philosophie. Ein Lesebuch zur Einführung in ihre Standpunkte und Probleme*, Stuttgart 1907, 305–323.

wird. 1911 erscheint erstmals auf Deutsch Emile Boutroux's *De la Contingence des lois de la nature* (1874), in dem auf dem Hintergrund einer Determinismuskritik die Strenge der Naturgesetze als illusorisch entlarvt wird.²⁹ Und schließlich werden wichtige Schriften von Bergson übersetzt, in denen die Intuition der menschlichen Freiheit, des schöpferischen Lebensimpulses zum Schlüssel der Erkenntnis der Natur des Universums wird.³⁰

Auch die Übersetzung der wichtigsten relevanten Schriften von William James fällt in die 1910er Jahre oder kurz davor.³¹ Selbst Ernst Cassirers *Substanzbegriff und Funktionsbegriff* von 1910 kann durch seine Behandlung der Auflösung des Begriffs der Substanz als eine Grenzziehung für empirische Wissenschaft verstanden werden. Eine Durchsicht des Berichts über den 3. internationalen Kongreß für Philosophie, der 1908 in Heidelberg stattfand, bestätigt das Bild: Daß Bergson nicht als Hauptredner auftrat, war nur einer Krankheit zuzuschreiben.³² Ansonsten wurde seine Philosophie von vielen Rednern ausgiebig behandelt. Als absoluter thematischer „Renner“ erwies sich aber der Pragmatismus von James. Seine Wahrheitstheorie wurde in einer stundenlangen Sondersitzung kontrovers diskutiert.³³ Hans Driesch sprach über den Vitalismus, Boutroux über die Philosophie in Frankreich seit 1867, und Wilhelm Jerusalem (Übersetzer von James' *Pragmatism* und Verbreiter von Jamesscher Philosophie) behandelte den Gegensatz von Apriorismus und Evolutionismus. Es überrascht, wie wenig der Neukantianismus und die Phänomenologie auf dem Kongreß in Erscheinung getreten sind, obwohl der Neukantianer Wilhelm Windelband als Präsident des Kongresses fungierte.

III

Bis jetzt habe ich vermieden, näher auf Nietzsche einzugehen, dessen Namen vorher schon einmal bei Goldstein gefallen ist und der, wie Max Scheler es formulierte, „über den modernen Versuchen [der Lebensphilosophie] wie ein verborgener Schutzgeist“ schwebt. Von Nietzsche sagt Scheler aber, daß er, bei aller Anregung, wegen mangelnden wissenschaftlich-biologischen Verständnisses selbst nicht wirklich eine

29 Vgl. Émile Boutroux, *William James*, Leipzig 1912.

30 Henri Bergson, *Einführung in die Metaphysik*, Jena 1909 (Übersetzung aus der *Revue de métaphysique et de morale* von 1903); ders., *Zeit und Freiheit*, Jena 1911 (Orig.: *Essai sur les données immédiates de la conscience*, Paris 1889); ders., *Die schöpferische Entwicklung*, Jena 1912 (Orig.: *L'Évolution créatrice*, Paris 1907); ders. *Materie und Gedächtnis*, Jena 1908 (Orig.: *Matière et mémoire: Essai sur la relation du corps à l'esprit*, Paris 1896).

31 William James, *Der Pragmatismus. Ein neuer Name für alte Denkmethode*, Leipzig 1908 (Orig.: *Pragmatism: A New Name for Old Ways of Thinking*, New York/London 1907); ders., *Die Prinzipien der Psychologie*, Leipzig 1909 (Orig.: *The Principles of Psychology*, 2 Bde., New York 1890); ders., *Die religiöse Erfahrung in ihrer Mannigfaltigkeit. Materialien und Studien zu einer Psychologie und Pathologie des religiösen Lebens*, Leipzig 1907 (Orig.: *The Varieties of Religious Experience: A Study in Human Nature*, New York 1902); ders., *Das pluralistische Universum*, Leipzig 1914 (Orig.: *The Pluralistic Universe*, New York 1909; übersetzt von Julius Goldstein!).

32 Theodor Elsenhans (Hg.), *Bericht über den III. Internationalen Kongress für Philosophie zu Heidelberg. 1. bis 5. September 1908*, Heidelberg 1909, 9.

33 Ibid., 729.

Philosophie des Lebens besessen habe. Erst Bergson sei es gelungen, die „neue methodische Einstellung“, die auf die „Tatbestände des unmittelbaren Erlebens“ zurückgeht, mit der „neuen materialen Problematik des biologischen Lebensproblems“ zu verschmelzen. „Was bei Nietzsche nur gelegentliches *Aperçu* war, wurde nun gestaltet.“ Erkenntnistheorie und Lebenstheorie fließen bei Bergson in eins zusammen und „müssen sich gegenseitig ins Unendliche vorwärtstreiben.“ Die volle Nutzung dieser „leisen Anfänge der *Umbildung der europäischen Weltanschauung* und *darum* auch des Weltbegriffs“, die bei Bergson sichtbar werden, verspricht sich Scheler aber von der neu entstehenden Phänomenologie.³⁴

Auch der Berliner Philosophieprofessor Alois Riehl, der 1897 das erste Buch über Nietzsche überhaupt geschrieben hat,³⁵ verband in einer Rede von 1913 die Unzufriedenheit mit der Wissenschaft mit dem Namen Nietzsche und datierte sie schon auf die Zeit vor der Jahrhundertwende: „Die junge Generation der neunziger Jahre zeigte, verglichen mit der ihr vorangegangenen, eine neue geistige Verfassung, eine veränderte Richtung ihres Denkens. Sie empfand Ungenügen an bloßer Wissenschaft. Nietzsche wird ihr Wortführer, Leben, gesteigertes Leben ihre Losung. (...) Die Wissenschaft, so hieß es dagegen jetzt, ist inhuman. Sie habe so gut wie nichts mit uns zu tun, so gut wie nichts mit den wahren Tendenzen unseres geistigen Lebens. Sie kann die Religion nicht ersetzen; sie kann die Kunst nicht ersetzen – der Naturalismus ist ein Irrweg; – sie denkt nur, sie handelt nicht; ihr Reich ist das Tote, das Lebendige erstarrt vor ihren Begriffen.“³⁶

Obwohl Riehl ein gewisses Verständnis für die Kritik dieser Generation aufbringt, so sieht er sie doch in der Gegenwart auf dem Weg in eine neue Einseitigkeit. „Wieder begann man *ohne* und *gegen* die Wissenschaft zu philosophieren. Wieder herrschte die Literatur über die Philosophie und höchstens als literarische Produkte kommen die hierher gehörigen Erzeugnisse in Betracht.“³⁷ Ich will und kann hier weder Riehls hieran anschließende Kritik an Nietzsche ausführen, noch auf Nietzsches Verhältnis zu den Naturwissenschaften eingehen, geschweige denn mich in die stürmische Wandlung der Nietzsche-Rezeption im behandelten Zeitraum vertiefen. Wichtig scheint mir aber zu sein, daß elf Jahre, nachdem sie gesprochen wurden, Heinrich Rickert in seinem Nachruf auf Alois Riehl diese Worte Riehls wieder aufgreift und sie auf seine eigene Gegenwart von 1924 anwendet: „Solche und ähnliche Sätze Riehls aus dem Jahre 1913 passen ohne Einschränkung auf die unmittelbare Gegenwart. Die Jahre nach dem Kriege trieben ja nur das, was schon vorher lebendig war, noch mehr auf die Spitze. Im Prinzip ist der ‚Zeitgeist‘ so geblieben, wie Riehl ihn vor mehr als einem Jahrzehnt dargestellt hat. Die kürzlich veröffentlichte Rede wirkt, als sei sie kürzlich erst gehalten.“³⁸

34 Max Scheler, „Versuche einer Philosophie des Lebens: Nietzsche – Dilthey – Bergson“ [1913], ders., *Gesammelte Werke*, Bd. 3, Manfred S. Frings (Hg.), *Vom Umsturz der Werte. Abhandlungen und Aufsätze*, 5. Aufl., Bern 1972, 311–339, dort 314, 315–317, 336f., 339.

35 Alois Riehl, *Friedrich Nietzsche. Der Künstler und der Denker* [1897], 8. Aufl., Stuttgart 1923.

36 Ders., „Der Beruf der Philosophie in der Gegenwart“ [Vortrag in Princeton 1913], ders., *Philosophische Studien aus vier Jahrzehnten*, Leipzig 1925, 304–312, 305.

37 *Ibid.*

38 Heinrich Rickert, „Alois Riehl geb. 27. IV. 1844 – gest. 21. XI. 1924“, *Logos* 13/1924/25, 162–185.

Wenn wir nun die These von Goldstein (und Riehl) gelten lassen wollen, daß die moderne Naturwissenschaft der Vorkriegszeit die Wissenschaft nach dem Leben ausrichten wollte und nicht mehr umgekehrt das Leben nach der Wissenschaft: Wie ist dann damit die weltanschauliche Bedeutung der Physik nach dem Ersten Weltkrieg zu vergleichen und einzustufen? Hat sich wirklich nur etwas auf die Spitze getrieben, aber nicht wirklich geändert, wie Rickert meint? Es läßt sich sagen, daß die Lebensphilosophie nach dem Krieg tatsächlich zur großen Gewinnerin wird, der es wenigstens zeitweilig gelingt, auch diejenigen weltanschaulichen Implikationen der neuen Physik zu besetzen, die nach dem Obengesagten ursprünglich eher konsolidierenden als umstürzenden Charakter trugen.³⁹ Hier berufe ich mich auf die Arbeiten von Paul Forman über den Zusammenhang der Weimarer Kultur mit der modernen Physik, vor allem der Quantentheorie.⁴⁰ Auch die Relativitätstheorie wurde mit lebensphilosophischen Motiven in Beziehung gebracht.⁴¹ Während aber noch Scheler und Goldstein in der Aufnahme der Lebensimpulse durch die Naturwissenschaft eine Möglichkeit für eine Befruchtung und Erneuerung der Wissenschaft von innen heraus sehen, und für Riehl die Philosophie das „geistige Leben“ liefert, das der Wissenschaft als Kunst der Lebensführung zur Seite zu stehen hat, wird in der Nachkriegszeit „Leben“ immer mehr und schroff *gegen* die Wissenschaft und Rationalität, ja den Geist insgesamt, ausgespielt.

Die Lebensphilosophie hat sich in der Zwischenzeit von ihrer früheren Ausrichtung an James, Bergson und Eucken wegbewegt und driftet (auch mit ihrer Nietzsche-Interpretation) voll in die Richtung der „konservativen Revolution“: Oswald Spengler und der Max Scheler seines Kriegsbuches von 1915 geben nun den Ton an.⁴² Die Kritik am Monismus und Naturalismus, die in der Vorkriegszeit noch ganz optimistisch in Bezug auf die Möglichkeit einer Reform der Wissenschaft durch Anknüpfung

39 Vgl. Martin Kusch, *Psychologism: A Case Study in the Sociology of Philosophical Knowledge*, London 1995, Kapitel 8: „Winner takes all: *Lebensphilosophie* and the triumph of phenomenology“, 211–271.

40 Vgl. Paul Forman, „Weimar Culture, Causality, and Quantum Theory, 1918–1927: Adaptation by German Physicists and Mathematicians to a Hostile Intellectual Environment“, *Historical Studies in the Physical Sciences* 3/1971, 1–115.

41 Vgl. den Avenarius-Schüler und Mach-Anhänger Joseph Petzoldt 1924: „Der Kampf der Relativitätstheorie ist ein Kampf der Sinnesphysiologie und biologischen Psychologie gegen eine totenhafte, seelenlose Naturansicht.“ – „Wir brauchen Einstein nicht auf jene höchsten Höhen zu folgen, um immer deutlicher zu erkennen, dass die Relativitätstheorie für die Entwicklung des menschlichen Denkens das vollständige Hinausgehen über mechanisch konstruierte Natur bedeutet.“ Joseph Petzoldt, *Die Stellung der Relativitätstheorie in der geistigen Entwicklung der Menschheit*, Dresden 1921, 5 und 111.

42 Oswald Spengler, *Der Untergang des Abendlandes. Umriss einer Morphologie der Weltgeschichte*, Bd. 1, Wien 1918, Bd. 2, München 1922; Max Scheler, *Der Genius des Krieges und der Deutsche Krieg* [1915], ders., *Gesammelte Werke*, Bd. 4: *Politisch-pädagogische Schriften*, hg. von Manfred S. Frings, Bern 1982, 7–250. Zum Wandel in der Einstellung der Philosophie in Deutschland gegenüber dem Pragmatismus und zur Rolle Schelers dabei vgl. Hans-Joachim Dahms, „Positivismus und Pragmatismus“, David Bell, Wilhelm Vossenkuhl (Hg.), *Wissenschaft und Subjektivität – Science and Subjectivity. Der Wiener Kreis und die Philosophie des 20. Jahrhunderts*, Berlin 1992, 239–257. Vgl. Ernst Cassirer, „Geist‘ und ‚Leben‘ in der Philosophie der Gegenwart“ [1930], ders., *Geist und Leben*, hg. von Ernst Wolfgang Orth, Leipzig 1993, 32–60 für eine Auseinandersetzung mit Schelers später Lebensphilosophie.

an neue biologische Ansätze war, mündet nun in der pessimistischen Verneinung der Wissenschaft als verderblicher positivistischer und technischer Rationalität schlechthin. Neukantianer, die es versäumen, auf den Zug der Zeit aufzuspringen und stattdessen, wie Heinrich Rickert, sogar die Lebensphilosophie attackieren, haben daher sehr schnell ausgespielt.

Zu den wenigen Bewegungen, die sich in der Philosophie der 20er Jahre gegen diese Entwicklung stemmen, gehört der Logische Empirismus mit dem Wiener Kreis und ähnliche Gruppen. Mit ihnen meldet sich eine Alternative zur Wissenschaftsverneinung zu Wort, die der „Neuen Sachlichkeit“ verwandt ist und ihr Heil in einem „logischen Aufbau der Welt“ sieht.⁴³ Dabei wird an die Schriften der Vorkriegs-Wissenschaftstheorie und den Geist der Prinzipien-Physik, wenn auch nicht an den Pragmatismus, wieder angeknüpft.

Dieser Artikel erschien in:

Wissenschaften und Wissenschaftspolitik. Bestandsaufnahmen zu Formationen, Brüchen und Kontinuitäten im Deutschland des 20. Jahrhunderts, hrsg. von Rüdiger vom Bruch und Brigitte Kaderas, Stuttgart: Steiner 2002, 84-96

43 Vgl. Rudolf Carnap, *Der logische Aufbau der Welt*, Berlin-Schlachtensee 1928, repr. Frankfurt a. M./Berlin/Wien 1979, bes. XX, sowie Peter Galison, „The Cultural Meaning of *Aufbau*“, Friedrich Stadler (Hg.), *Scientific Philosophy: Origins and Developments* (Vienna Circle Institute Yearbook 1), Dordrecht 1993, 75–94 und ders., „Constructing Modernism: The Cultural Location of *Aufbau*“, Ronald N. Giere, Alan W. Richardson (Hg.), *Origins of Logical Empiricism*, Minneapolis/London 1996, 17–44.