

Gregor Schiemann

Wer beeinflusste wen? Die Kausalitätskritik der Physik im Kontext der Weimarer Kultur.

In der Zeit zwischen den beiden Weltkriegen wurde die Physik von einer ihrer bedeutendsten wissenschaftlichen Revolutionen erschüttert. Nach dem Scheitern etlicher Versuche, bereits bekannte atomare Phänomene theoretisch einheitlich zu erfassen, gelang in den Jahren 1925 bis 1928 mit der Ausarbeitung der Quantenmechanik der Durchbruch. Die in der Physik bald schon weithin akzeptierte neue Theorie des Submikroskopischen ließ sich von bisherigen physikalischen Theorien radikal durch ihren statistischen Charakter unterscheiden. Atomare Phänomene können in ihr als Resultat einer großen Anzahl von zufälligen Einzelereignissen aufgefaßt werden. Kausalität im Sinne einer gesetzmäßigen Verknüpfung von Einzelereignissen schien damit im Bereich des Submikroskopischen keine Geltung mehr zu haben.

Daß diese wissenschaftliche Revolution nicht ohne Wirkung auf die Kultur von Weimar war, ist bereits der regen intellektuellen Tätigkeit renommierter Physiker zu entnehmen, die bei weitem nicht nur mit der Lösung ihrer spezialwissenschaftlichen Probleme beschäftigt waren. In zahllosen öffentlichen Ansprachen und allgemeinverständlichen Artikeln berichteten sie über die neuesten Entwicklungen in ihrer Disziplin. Meist beschränkten sie sich dabei nicht auf den Versuch, physikalische Sachgehalte darzustellen, sondern fühlten sich überdies als Weltbildstifter berufen. Unter den Bedingungen eines zunehmenden Verfalls traditioneller Sinnggebung in der wissenschaftlich-technischen Zivilisation legten sie dem breiten Publikum auseinander, woraus die Natur im Innersten bestehe und was sie zusammenhalte. Ausgehend von einer durch die Physik bestimmten Naturauffassung glaubten sie sich darüber hinaus befugt, zu allgemeinen erkenntnis- und handlungstheoretischen Fragen Stellung

zu nehmen. Ihre zentralen Themen waren Kausalität, Zufall, Relativität und freier Wille.¹

So sehr man annehmen kann, daß die durch die Physik inspirierten Weltbilder einen festen Bestandteil des kulturellen Lebens von Weimar bildeten, so wenig wird man zunächst vermuten, daß die atomphysikalische Revolution umgekehrt in irgend einer Weise durch die Weimarer Kultur bedingt -gewesen sei. Die Physik der damaligen Zeit war als spezialwissenschaftliches Subsystem bereits weitestgehend ausdifferenziert. Aus internen Problementwicklungen hervorgegangen waren ihre Fragestellungen in einer technischen Sprache formuliert, die sich nur noch bruchstückhaft in nichtphysikalische Sprachen übersetzen ließ. Außerdem hatte sich die Physik längst als internationale Disziplin herausgebildet. An den verschiedensten Orten in Europa und Nordamerika wurden vergleichbare Experimente durchgeführt und mit Hilfe identischer Theorien ausgewertet.²

Allerdings befand sich die Atomphysik am Ende des ersten und zu Beginn des zweiten Jahrzehntes in einer tiefen Krise, die sie für externe Einflüsse äußerst empfänglich machte. Einerseits standen neue Vorstellungen des Submikroskopischen, insbesondere seiner quantisierten Struktur, in Widerspruch zu den Prinzipien der klassischen Physik. Andererseits zeigte sich immer deutlicher, daß die von Niels Bohr 1913 begründete Atomdynamik keine ausreichende theoretische Grundlage zur

¹ Stellvertretend für viele andere sind: Wien 1921, Mises 1922a, Nernst 1922, Schrödinger 1922, Planck 1923, Weyl 1924, Bohr 1930, Heisenberg 1931, Einstein 1959.

² Die Ausdifferenzierung der Physik wie der Erfahrungswissenschaften überhaupt reflektiert sich in den Darstellungen der Kultur von Weimar, die entweder auf die damalige Entwicklung der Erfahrungswissenschaften in Deutschland erst gar nicht eingehen (Gay 1970 und Hermand/Trommler 1978) oder sie in gesonderten Abschnitten behandeln und dabei Wechselwirkungen mit dem kulturellen Milieu ausdrücklich bestreiten (Laqueur 1976). Auf diesen Umstand weist auch Hendry 1980, Anm. 22, hin.

Berechnung experimenteller Resultate darstellte.³ Rückblickend hat man den Eindruck, daß die Physik in dieser Zeit auch deshalb noch nicht zu einer neuen Theorie des Submikroskopischen vorstoßen konnte, weil sie noch zu sehr in traditionellen Prinzipien ihrer Forschung verhaftet war.

Was der theoretischen Entwicklung an Tradition im Wege stand, war aber keinesfalls nur für die Atomphysik spezifisch. Neben engeren physikalischen Vorgaben, wie beispielsweise der Unvereinbarkeit von Wellen- und Teilchenvorstellung oder dem Verbot von Verstößen gegen die Energieerhaltung, gab es allgemeinere Prinzipien der Naturforschung, die in der Physik ebenso wie in anderen naturwissenschaftlichen Disziplinen Anwendung fanden und deren bisherige Geltung im Bereich des Submikroskopischen durch die quantenmechanische Formulierung ebenfalls aufgehoben wurde. Hierzu gehören die strikte Trennung zwischen Subjekt und Objekt, die Voraussetzung streng kontinuierlich ablaufender Naturvorgänge, die Zulässigkeit von Identitätsannahmen für elementare Objekte und schließlich auch die Annahme einer die gesamte Natur bestimmenden Kausalität. Der Allgemeinheit dieser Prinzipien, die zumeist genuin philosophische Themen betreffen, war es geschuldet, daß sie teilweise auch ohne Bezug auf atomphysikalische Forschungen und bereits weit vor der Entstehung der Quantenmechanik thematisiert und in Frage gestellt wurden. Um nur zwei Beispiele zu nennen, sei verwiesen auf die frühe Kausalitätskritik des Empirismus, die schon im 19. Jahrhundert zur Relativierung der Kausalitätsannahmen in der Physik beigetragen hatte, und auf die Betonung von Diskontinuitäten im Werk Sören Kierkegaards, dessen Philosophie für die Entwicklung von Bohrs Atomvorstellungen, wie M. Jammer und G. Holton gezeigt haben, bedeutsam war.⁴

³ Zur Krise der Atomphysik am Ende des ersten und zu Beginn des zweiten Jahrzehntes vgl. einschlägige Darstellungen der Geschichte der Quantenmechanik wie z. B. Hund 1984, S. 114ff.

⁴ Die auf David Hume zurückgehende Kausalitätskritik des englischen Empirismus wurde von John Stuart Mill, dessen Wissenschaftstheorie in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts in

In Bezug auf die Kausalitätskritik hat man nun einigen Grund zur Vermutung, daß auch bestimmte Strömungen der Weimarer Kultur die innerphysikalischen Diskurse beeinflußt haben. Vor allem von der existentialistischen Lebensphilosophie, die die intellektuellen Diskurse der Zwischenkriegszeit aufs nachhaltigste prägte, wurde Kausalität als Inbegriff abendländischer Rationalität und Naturforschung angegriffen. Diese Zurückweisung des kausalen Denkens zeigt auffallende Parallelen zu einer von Physikern der zwanziger Jahre in Deutschland öffentlich vorgetragenen Ablehnung der Kausalität als Voraussetzung ausnahmsloser Naturgesetzlichkeit.

Es ist diese bemerkenswerte historische Konstellation, nicht aber eine systematische Beziehung zwischen der Kausalitätsthematik und der Quantenmechanik, die mich dazu führt, die physikalische Kausalitätskritik im Kontext der Weimarer Kultur zu betrachten. Der Stellenwert der Kausalitätsthematik in der Vorgeschichte der Quantenmechanik wird von Wissenschaftshistorikern unterschiedlich beurteilt und muß hier nicht erörtert werden.⁵ Zweifellos gehört Kausalität zu jenen Prinzipien, deren ausnahmslose Geltung von der neuzeitlichen Naturforschung besonders hervorgehoben wurde - zuerst in Abgrenzung gegenüber der aristotelischen Ursachenlehre und später in Abgrenzung gegenüber den vitalistischen Naturerklärungsversuchen.⁶ Die Rationalität der neuzeitlichen Naturforschung wird deshalb zutreffend durch eine forschungsbeherr-

Deutschland maßgeblich zur Problematisierung der idealistischen Kausalitätsannahmen (z. B. bei Hermann von Helmholtz, vgl. Anm 12) beitrug, fortgeführt. Ernst Mach ersetzt bereits in Mach 1872 die Verursachungsrelation durch eine logische Funktionsbeziehung. Zum Einfluß von Kierkegaards Philosophie auf Bohr vgl. Jammer 1966, S. 172ff., und Holton 1981, S. 178ff.

⁵ Während beispielsweise Jammer 1966, S. 166ff., der frühen Kausalitätskritik im Rahmen des "philosophischen Hintergrundes der nichtklassischen Interpretationen" besondere Beachtung schenkt, glaubt Hendry 1984, S. 35, daß die Kausalitätsthematik in der Vorgeschichte insgesamt nur eine sekundäre Rolle gespielt habe.

⁶ Zur Entwicklung der Kausalitätsvorstellungen im Zusammenhang der Naturforschung vgl. Wallace 1972ff. und speziell für die Physik Kuhn 1977.

schende Kausalvorstellung charakterisiert. Insofern Kausalität, wie zu-
meist in der Physik der zwanziger Jahre, mit einer allgemeinen Gesetz-
lichkeit der Natur gleichgesetzt wird, schließt sie (im Gegensatz zur stati-
stischen Naturauffassung) die Anerkennung von ursachelosen Ereignis-
sen aus. Zufälle werden als Phänomene behandelt, deren eindeutig de-
terminierende Ursachen sich der Forschung bloß (noch) entziehen.
Zweifellos ist die Anerkennung des statistischen Charakters der Quan-
tenmechanik durch die Kritik dieser Kausalitätsvorstellung begünstigt
worden. Für eine detaillierte Betrachtung der erkenntnistheoretischen
Implikationen der Quantenmechanik, auf die hier nicht einzugehen ist,
könnte von anderen Bedeutungen der Kausalität (darunter der Annahme
von letzten Ursachen aller Naturvorgänge und der Annahme der Realität
als Ursache der Erscheinungen) und von näheren Bestimmungen der
Verursachungsrelation nicht abgesehen werden. Hier sei lediglich noch
darauf hingewiesen, daß der statistische Charakter der Quantenmechanik
eine kausale Auffassung des Submikroskopischen logisch nicht aus-
schließt. Ebenfalls in den 20er Jahren entstandene Ansätze für kausale
atomphysikalische Theorien stellen bis heute diskutabile Alternativen zur
vorherrschenden Wahrscheinlichkeitsauffassung dar.⁷ Daß sie sich nicht
durchsetzen konnten und über ihr Schicksal schon bald nach 1928 ent-
schieden war, kann aus physikalischen Gründen allein nicht erklärt wer-
den.⁸ Dies gibt der Frage, ob das Zusammentreffen der physikalischen
und der lebensphilosophischen Kausalitätskritik als Ausdruck eines Ab-
hängigkeitsverhältnisses zu werten ist, besondere Brisanz.

⁷ Eine Übersicht über die bedeutendsten kausalen Theorieansätze des Submikroskopischen
gibt Belinfante 1973.

⁸ So sucht Bonk 1994 das Scheitern von de Broglies kausalem Ansatz Ende der 20er Jahre
durch Anwendung einer Theorie des "Logischen Lernens" auf die Auseinandersetzungen
zwischen theoretischen Physikern zu erklären.

Statt eine Übersicht über die lebensphilosophische und verwandte kulturkritische Infragestellung des kausalen Denkens zu geben,⁹ möchte ich hier ein Beispiel herausgreifen: den repräsentativen und auch von vielen Physikern gelesenen Autor der lebensphilosophischen Weltanschauungsliteratur Oswald Spengler.¹⁰ In seinem zwischen 1918 und 1922 erstmals erschienenen und bald schon zum Kultbuch avancierten "Untergang des Abendlandes" sieht er das "Wesen des Kausalen", das er ähnlich wie in der damaligen Physik üblich als Naturgesetzlichkeit auffaßt, (Spengler 1923, Bd. 1, S. 501) in "physikalische(n) und erkenntnistheoretische(n) System(en)", in "Zahlen" und "begriffliche(r) Zergliederung" am deutlichsten hervortreten. Es sei zerstörerisch und könne keine Beziehung zur Schöpfung und zum Leben herstellen. (Spengler 1923, Bd. 1, S. 153) Der kausalen Naturauffassung setzt er "die Welt des Zufalls", "der einmalig-wirklichen Tatsachen" entgegen. (Spengler 1923, Bd. 1, S. 184) Während das kausale Denken in der Physik ganz zwangsläufig zur Atomlehre geführt habe, (Spengler 1923, Bd. 1, S. 491) herrsche an der "Oberfläche des Weltgeschehens - das Unvorhergesehene". Zufällig sei das Wesen aller Kultur in seiner Unerklärlichkeit und inneren Notwendigkeit. (Spengler 1923, Bd. 1, S. 181)

Die wichtigsten Hinweise für eine Wirkung der lebensphilosophisch orientierten Kausalitätskritik auf die Diskussionen innerhalb der Physik stammen von dem nordamerikanischen Wissenschaftshistoriker Paul Forman. Mit einer schon klassisch zu nennenden Untersuchung hat er 1971 erst-

⁹ Ein eindrückliches Zeugnis über die umfassende Wirkung der nach dem Ende des 1. Weltkrieges aufkommenden lebensphilosophischen Strömung gibt Troeltsch 1925. Als "philosophische Modeströmung" der 20er Jahre wird die Lebensphilosophie von Rickert 1922, S. 3ff., charakterisiert. Die "moderne Lebensphilosophie", der Spengler ebenfalls zuzurechnen sei, wolle "mit dem Begriff des Lebens selbst und mit ihm allein, die gesamte Welt- und Lebensanschauung aufbauen." (Rickert 1922, S. 5) Zu ihren irrationalen Elementen vgl. Sonthelmer 1968, S. 56ff., und Lukács 1962, S. 415ff., zu ihrem Einfluß auf die Geisteswissenschaften vgl. Ringer 1969, S. 301ff., und zu Ihrer Stellung zur Technik Herf 1984, S. 26ff.

¹⁰ Zur Spenglerlektüre von Physikern vgl. Forman 1971, S. 56.

mals versucht, erkenntnistheoretische Elemente der hochspezialisierten atomphysikalischen Forschung auf ein kulturelles Milieu zurückzuführen.¹¹ Ich werde mich im folgenden mit seiner Untersuchung, die für eine Verortung der Naturwissenschaften in den intellektuellen Diskursen von Weimar nach wie vor beispielhaft ist, kritisch auseinandersetzen.

Forman hat zurecht festgestellt, daß in der Physik die Ablehnung der Kausalität als Voraussetzung einer uneingeschränkten Gesetzlichkeit der Naturvorgänge erst ab 1919 auffällig wird. Zwar läßt sich die Kausalitätskritik in der Physik bis weit ins 19. Jahrhundert zurückverfolgen. Doch frühere Kritiken bezweifelten zumeist nicht die Gesetzlichkeit submikroskopischer Vorgänge und traten nie so gehäuft auf wie zwischen 1919 und 1924.¹² Zu dieser Zeit beginnen namhafte Physiker, die oftmals noch zu Beginn ihrer Karriere abgelegten Bekenntnisse zum kausalen Denken aufgrund physikalischer und erkenntnistheoretischer Erwägungen zu relativieren oder gar zu revidieren (Franz Exner (1919), Hermann Weyl (1920), Walter Schottky (1921), Walter Nernst (1922), Richard von Mises (1922), Erwin Schrödinger (1922), Albrecht Senffleben (1924), Niels Bohr (1924), Hans Reichenbach (1925)).¹³ 1923 muß Max Planck - auch im Hinblick auf die Situation innerhalb der Physik - bereits feststellen, daß "seit langem über die Bedeutung des Kausalgesetzes in der Natur- und Geisteswelt, über Sinnliches und Übersinnliches, über Willensfreiheit und Willensgebundenheit nicht so heftig gestritten worden (ist) wie in unseren Tagen, und man kann sagen, daß über diese Dinge in weiten Kreisen

¹¹ Forman 1971. Brush 1980 knüpft an Formans Untersuchung an, Hendry 1980 und Kraft/Kroes 1984 setzen sich kritisch mit ihr auseinander.

¹² Frühe Kritiken, wie die von H. v. Helmholtz oder G. Kirchhoff, betrafen vor allem die Annahme elementarer Ursachen (Atome und grundlegende Kräfte). Helmholtz betonte dabei gerade den Bedeutungsgehalt der Gesetzlichkeit, den er in Abkehr von der idealistischen Tradition empiristisch auffaßte. (Helmholtz 1878) Auch Mach 1872 ließ die Voraussetzung der Gesetzlichkeit unberührt.

¹³ Die Jahreszahlen geben die Daten der Erstveröffentlichungen an: Exner 1919, Weyl 1920, Schottky 1921, Nernst 1922, Mises 1922b, Schrödinger 1922, Senffleben 1924, Bohr/Kramers/ Slater 1924, Reichenbach 1925. Vgl. Forman 1971, S. 74ff.

gegenwärtig eine höchst unerfreuliche Unklarheit besteht." (Planck 1923, S. 140)

Mit Planck geht Forman irrtümlicherweise davon aus, daß es damals keine hinreichenden innerphysikalischen Gründe für die Infragestellung der Kausalität gegeben habe. Forman sucht deshalb nach außerphysikalischen Ursprüngen der Kausalitätskritik und findet sie in der lebensphilosophischen Zeitströmung, an die sich repräsentative Physiker, darunter auch einige Kausalitätskritiker, in der Zeit nach dem Krieg intellektuell angepaßt hätten. Einige (Wilhelm Wien (ab 1919), Richard Courant (1928), Hans Reichenbach (1929)) hätten sich in ihrer Wissenschaftsauffassung der lebensphilosophischen Position angenähert, andere (Hermann Weyl (ab 1918), Arnold Sommerfeld (ab 1919), Richard von Mises (ab 1920), Gustav Doetsch (1922), Max Dehn (1928)) gar vor dem Spenglerismus "kapituliert", und eine beträchtliche Anzahl (außer Hermann Weyl, Richard von Mises auch: Albert Einstein, Johannes Stark, Joseph Petzoldt und Max Born) hätte die lebensphilosophisch infizierte Redeweise von der Krise der Wissenschaft übernommen.¹⁴

Nicht nur der Umfang dieser Namensliste, sondern auch die zeitliche Nähe mit dem Hervortreten der Kausalitätskritik in der Physik ist bemerkenswert. Forman führt darüber hinaus ein überzeugendes Motiv an, warum Physiker sich Elemente einer Wissenschaftsauffassung zu eigen machen sollten, die ihrer Disziplin durchaus kritisch gegenüberstanden: Sie fürchteten nach dem Krieg, den sie mit nationalem Eifer unterstützt hatten, einen Prestigeverlust. Daß sich die lebensphilosophische Kausalitätskritik nicht nur allgemein gegen abendländische Rationalität, sondern speziell gegen die Physik richtete, kann man bereits Spenglers Buch entnehmen.¹⁵ Spengler folgte damit einer nach dem ersten Weltkrieg in

¹⁴ Forman 1971, S. 38ff. wo die genannten Physiker in drei Gruppen eingeteilt werden. Die Jahreszahlen stehen für die wichtigsten der von Forman angeführten Veröffentlichungen dieser Physiker.

¹⁵ Vgl. die bereits w. o. angeführten Stellen sowie außerdem: Spengler 1923, Bd. 1, S. 535ff.

Deutschland verbreiteten skeptischen bis ablehnenden öffentlichen Haltung gegenüber Physik und Mathematik. Nachdem man während des Krieges große Hoffnungen auf den Einsatz wissenschaftlich entwickelter Kriegstechnologie gesetzt hatte, schlug die Stimmung nach der Niederlage um. Nach eigenem Bekunden sahen sich Physiker und Mathematiker dem wachsenden Druck einer kritischen Öffentlichkeit ausgesetzt. Die Physik drohte auf geradezu dramatische Weise ihr seit der Romantik wiedergewonnenes und beständig gestiegenes Ansehen zu verlieren.¹⁶ In dieser Situation kam die von Physikern vorgetragene öffentliche Relativierung uneingeschränkter Naturgesetzlichkeit der naturwissenschaftskritischen Stimmung entgegen. Man kann nicht ausschließen, daß dabei Anpassungen vorkamen, die über öffentliche Lippenbekenntnisse nicht hinausgingen und für den aktuellen physikalischen Forschungsbetrieb nur von geringer Relevanz waren.¹⁷ Einer solchen doppelten Moral steht allerdings entgegen, daß alle der genannten Physiker ihre Kritik an der Kausalität - ich komme darauf zurück - mit Hinweisen auf Ergebnisse der physikalischen Forschung begründeten. Nur selten wurde ausgesprochen, was offensichtlich der Fall war: Daß sich diese Resultate glücklicherweise mit einer allenthalben lautgewordenen Ablehnung kausalen Denkens trafen.

¹⁶ Forman 1971, S. 8ff. Es liegt allerdings die Frage nahe, warum sich die Physiker angesichts dieser Situation nicht von dem ihnen feindlich gesonnenen Milieu abwandten. (vgl. Hendry 1980, S. 157f.) Auch Forman wirft diese Frage auf, beantwortet sie aber nur mit dem Hinweis auf die gegenwärtige Physik in den USA, die ebenfalls auf öffentliche Kritik durch Anpassung reagiere. (Forman 1971, S. 5) Das Ausmaß derartiger Annäherungen wird jedoch von weiteren Umständen, die Forman selbst an anderen Stellen für die Weimarer Zeit erörtert, abhängen. So wird die nach dem Krieg organisierte großzügige finanzielle Unterstützung der Physik (vgl. Forman 1974) Anpassungstendenzen entgegengewirkt haben. Außerdem kann man davon ausgehen, daß die intellektuelle Milieuresistenz der Physik durch ihre Einbindung in das internationale Wissenschaftssystem erhöht wurde. Viele deutsche Physiker hielten während dem ersten Weltkrieg ihre internationalen Verbindungen aufrecht und intensivierten sie in der Nachkriegszeit. (vgl. Forman 1973 und Jungnickel/McCormach 1986, Bd. 2, S. 355)

¹⁷ Diese Möglichkeit erörtern Kraft/Kroes 1984, S. 84ff.

Einer der wenigen, die ihrer Erleichterung zwar nur beiläufig, aber doch unmittelbar Ausdruck verliehen, war Walter Nernst. In (der umgearbeiteten Fassung) seiner Berliner Rektoratsrede "Zum Gültigkeitsbereich der Naturgesetze" von 1922 vertrat er die bereits vorher von Franz Exner entwickelte Auffassung, daß "nur statistische Mittelwerte des Geschehens unserer naturwissenschaftlichen Erkenntnis zugänglich" seien. (Nernst 1922, S. 495) Seine Rede schloß er mit der Bemerkung:

"Vielleicht ist zuzugeben, daß die bisher übliche Fassung des Kausalitätsprinzips als eines absolut strengen Naturgesetzes wie spanische Stiefel den Geist einschnürte, und es ist daher wohl gegenwärtig Pflicht der Naturforschung, diese Fesseln soweit zu lockern, daß der freie Schritt des philosophischen Denkens nicht mehr behindert wird." Wenn denn seine Auffassung richtig sei, fügte er in einer Anmerkung hinzu, "so würde in der Tat ein gewiß auffallender, bisher kaum vorausgesehener Parallelismus zwischen theologischer und physikalischer Auffassung zu konstatieren sein." (Nernst 1922, S. 495)

In seinem Bezug auf das lebensphilosophische Milieu blieb Nernst zurückhaltend und unterließ es tunlichst, einen entsprechenden Autor zu erwähnen. Eine uneingeschränkt positive, wenngleich von Ironie nicht freie Stellungnahme zu Spengler, die mit dem unvermittelten Auftreten einer eigenen Kausalitätskritik einhergeht, findet sich nur bei Richard von Mises. In Zusätzen zu einer akademischen Rede aus dem Jahr 1921 blickte Mises dem kommenden Untergang offenen Auges und wohlgenut entgegen:

"Hohe Wahrscheinlichkeit spricht zumindest dafür, daß der seit fünf Jahrhunderten aufgetürmte Bau einer ganz auf Erkenntnis und Leistung gestellten abendländischen Kultur in den nächsten Jahrhunderten zum Abbruch kommt. ... Wenn es auch allmählich

Abend wird, bleibt noch auf Generationen hinaus genug Raum zum Schaffen." (Mises 1921, S. 32)

Daß der vermutete Anpassungsprozeß sich meist nicht, wie bei Nernst und Mises, in öffentlichen Stellungnahmen direkt niederschlug und im Einzelfall rekonstruktiv aus dem Vergleich von aufeinanderfolgenden Reden eines Autors, aus privater Korrespondenz und aus biographischen Daten erschlossen werden muß,¹⁸ erklärt sich aus den Bedingungen und der Natur des Prozesses selbst: Die Anpassung konnte glaubwürdig nur erfolgen, wenn sie als Ergebnis der speziellen physikalischen Forschung ausgegeben wurde. Bei seinen Rekonstruktionsbemühungen geht Forman allerdings von einem zu weit gefaßten Begriff der Lebensphilosophie aus, mit dem er glaubt, "das allgemeine Bild des intellektuellen Weimarer Milieus" insgesamt als wissenschaftsfeindlich charakterisieren zu können. Er ordnet ihr alle Strömungen unter, in denen das "'Leben', die Intuition, die unreflektierte und unanalyzierte Erfahrung mit einer unmittelbaren Auffassung von Werten" verherrlicht werde. (Forman 1971, S. 16) Diese Strömungen werden von ihm so dominant bewertet, daß Gegenbewegungen (der massenhafte Amerikanismus, das idealistische Pathos des Expressionismus, die der Technik gegenüber aufgeschlossene "Neue Sachlichkeit", die Propagierung wissenschaftlicher Weltauffassungen durch den Wiener Kreis und die Berliner Gesellschaft für empirische Philosophie und das "Bauhaus") nicht mehr in den Blick kommen oder als Ausnahmeerscheinungen behandelt werden, die für die Weimarer Kultur nicht bezeichnend gewesen seien. (Vgl. Forman 1971, S. 15 ff.) Neben der antimodernistischen Kultur- und Zivilisationskritik kennt Forman nur noch ein weiteres Charakteristikum der Weimarer Kultur, das er als "allgemeine Krisenstimmung (generalized sense of crisis)" bezeichnet und zwangsläufig in die Nähe der alles umfassenden Lebensphilosophie rückt. (Vgl. Forman 1971, S. 26 ff.) Diese einseitige

¹⁸ Daß Forman die private Korrespondenz von Physikern nur ungenügend berücksichtigt habe, wird von Hendry 1980, S. 159, bemerkt.

Kennzeichnung eines intellektuellen Milieus erleichtert den rekonstruktiven Nachweis, daß sich Physiker opportunistisch an dieses angepaßt hätten, auf unzulässige Weise. Auch die bei Wilhelm Wien und Hans Reichenbach nachweisbare Ablehnung von Relevanzgesichtspunkten zur Legitimation der Naturforschung wird so zu einer "lebensphilosophisch gefärbten Ideologie (ideology tinged with Lebensphilosophie)". (Forman 1971, S. 45)

Die Hauptschwäche von Formans Untersuchung liegt aber weniger in der undifferenzierten Beurteilung der Weimarer Kultur und der teilweise leichtfertigen Zuordnung einzelner Physiker zu der vermeintlich vorherrschenden Geistesverfassung. Schwerwiegender ist die irtümliche Unterstellung, daß die von den Physikern genannten Forschungsergebnisse keine hinreichenden Gründe für die Kausalitätskritik dargestellt hätten. (Vgl. Forman 1971, S. 62, S. 86, S. 100 et passim) Forman unterliegt dabei dem gleichen Mißverständnis, von dem auch Proponenten der siegreichen Quantenmechanik ausgingen und welches besagt, daß sich die Kritik am Kausalgesetz notwendig erst aus dem statistischen Charakter der Theorie des Submikroskopischen ergebe.¹⁹

Das durchgängig in allen Stellungnahmen präsenste physikalische Forschungsergebnis wird paradigmatisch bereits in der ersten Stellungnahme von Franz Exner erörtert. Es ist die erfolgreiche Anwendung statistischer Methoden zur Erklärung von Phänomenen, deren Zustandekommen auf eine große Anzahl zufälliger Ereignisse zurückführbar ist.²⁰ Wahrschein-

¹⁹ So folgt für Heisenberg aus der Quantenmechanik unmittelbar die Unanwendbarkeit des Kausalgesetzes, dem er die deterministische Formulierung gibt: "Wenn wir die Gegenwart genau kennen, können wir die Zukunft berechnen." Da die Quantenmechanik zeige, daß man "die Gegenwart in allen Bestimmungsstücken prinzipiell nicht kennenlernen" könne, schließt er: Die Quantenmechanik hat die "Ungültigkeit des Kausalgesetzes definitiv festgestellt" (Heisenberg 1927b, S. 78).

²⁰ Statistik wird bereits in der Ueberschrift von Weyl 1920 angesprochen. Ferner: Schottky 1921, S. 494ff. ; Mises 1922b, 28f. ; Nernst 1922, S. 492ff. ; Schrödinger 1922, S. 10ff. ; Senfleben 1924, S. 129ff. ; Bohr/Kramers/ Slater 1924, S. 791; Reichenbach 1925, S. 134ff.

lichkeitsannahmen hatten in der Physik schon im 19. Jahrhundert bei der mechanischen Erklärung thermodynamischer Zustandsveränderungen eine große Rolle gespielt. Auch die erste Quantentheorie, mit der Max Planck 1900 die elektromagnetische Hohlraumstrahlung erklärte, war eine statistische Theorie. Schließlich ließ sich der im ersten Jahrzehnt intensiv untersuchte Zerfall radioaktiver Substanzen nur mit Wahrscheinlichkeitsannahmen berechnen.

Während Planck repräsentativ für jenen Großteil der Physiker steht, der die Voraussetzung einer kausalen Struktur der Natur durch die Anwendung statistischer Methoden nicht widerlegt sieht, weist Exner auf die problematischen Geltungsbedingungen dieser Voraussetzung hin. Seine Auffassung, mit der er den entscheidenden und auch in kulturhistorischer Hinsicht bedeutendsten Punkt der physikalischen Kausalitätskritik der frühen 20 Jahre benennt, faßt Exner wie folgt zusammen:

"Ob Ereignisse als zufällig (im Sinne der Glücksspiele) zu betrachten sind, das können wir ... niemals ... bei dem einzelnen Ereignis (entscheiden). ... Aus einer Vielheit von Ereignissen ... können Gesetze abgeleitet werden, die für den Durchschnittszustand dieser Vielheit ... gelten, während das Einzelereignis ... unbestimmt bleibt. In diesem Sinne gilt für alle makroskopischen Vorgänge das Kausalitätsprinzip, ohne daß es deshalb für den Mikrokosmos zu gelten braucht. Es folgt weiter daraus, daß die Gesetze des Makrokosmos nicht absolute, sondern Wahrscheinlichkeitsgesetze sind; ob sie immer und überall gelten, bleibt fraglich" (Exner 1919, S. 705)

Exner wendet sich gegen den dogmatischen Charakter der Kausalitätsvoraussetzung. Kausalität kann bei der Betrachtung von Einzelereignissen keine Anwendung finden und wird dem falliblen Status der Naturgesetze nur näherungsweise gerecht. Sie behält ein Recht als nützliche Hypothese im Bereich des Makroskopischen, ist aber nicht mehr die einzige mögliche Form der Ereignisverknüpfung. Mit dieser Geltungsrelati-

vierung wird das kausale Denken nicht durch eine statistische Naturauffassung (mit der Exner gleichwohl liebäugelt) ersetzt, sondern dieser als prinzipiell gleichberechtigte zur Seite gestellt. Die sich eröffnende Pluralität von Betrachtungsweisen geht dabei mit der Erkenntnis einher, daß der Gewißheit von naturgesetzlichen Aussagen grundsätzliche Grenzen gesetzt sind. Ohne zu sehr den Unterschied zur lebensphilosophisch motivierten Kausalitätskritik zu betonen, ist doch darauf hinzuweisen, daß die Relativierung der Kausalität hier fernab von organischen Prozessen vorgenommen wird.

Unter den Kausalitätskritikern ist Exner derjenige, bei dem ein lebensphilosophischer Einfluß am ehesten vollständig auszuschließen ist. Seine Ausführungen, in denen die seit langem bekannten Theorien der statistischen Thermodynamik die größte Rolle spielen, machen beispielhaft deutlich, daß es in der Physik nicht erst seit den ersten beiden Jahrzehnten dieses Jahrhunderts eine Reihe von Gründen für die Kritik der Kausalitätsvorstellung gab.²¹ Man kann deshalb durch Bezug auf die physikalische Forschung zwar den Inhalt der Kausalitätskritik, nicht aber den signifikanten Zeitpunkt ihres Auftretens verständlich machen.

Dem Einfluß lebensphilosophischer Strömungen der Weimarer Kultur auf die physikalische Kausalitätskritik kommt vermutlich eine auslösende Funktion zu. Sie begünstigten das Hervortreten einer bereits latenten Kausalitätskritik in der Physik. Die Physiker übernahmen weniger, wie Forman meint, eine Kritik ihres kulturellen Umfeldes, als daß sie ihre eigene formulierten und damit auf Resonanz außerhalb ihrer Disziplin stießen. Charakteristisch für ihre Kritik ist der Bezug auf die unorganische Natur und die Zurückweisung des uneingeschränkten Geltungsanspruches, mit dem die Kausalität traditionell in der Physik verbunden war.

²¹ Dementsprechend kann sich Exner auch auf Stellungnahmen von Physikern aus dem 19. Jahrhundert (darunter Helmholtz und Mach, vgl. die Anm. 4 und 12) beziehen.

Diese Relativierungstendenz ist in der Physik der 20er und 30er Jahre nicht ohne Gegenbewegungen geblieben. Es wurde nicht nur die absolute Geltung der Naturgesetzlichkeit verteidigt, sondern auch der Versuch unternommen, ihre Unanwendbarkeit im Submikroskopischen wissenschaftlich zu beweisen, um einer statistischen Naturauffassung den Weg zu ebnen. Dem Sendungsbewußtsein der Physiker ist es zu danken, daß die Verteidiger der Kausalität nicht weniger als die Kritiker ihre Auffassung in wissenschaftliche Weltbilder kleideten und die öffentliche Meinung zu beeinflussen suchten.²²

²² Planck 1923 wurde beispielsweise gleich im Separatdruck bei Springer veröffentlicht. Heisenberg wendete sich sogar noch vor seiner Fachveröffentlichung (Heisenberg 1927b) an das breitere Publikum, um die "definitiv festgestellt(e)" "Gegenstandslosigkeit des Kausalgesetzes" zu verkünden. (Heisenberg 1927a, S. 83).

Der von Kari Meyenn herausgegebene und eingeleitete Band „Quantenmechanik und Weimarer Republik“ (Braunschweig/Wiesbaden 1994) lag bei der Fertigstellung des Beitrages noch nicht vor. Er enthält die deutsche Übersetzung von Formann 1971 und Hendry 1980 und bietet eine umfassende Bibliographie von Primär- und Sekundärtexten zu den Entstehungsbedingungen der Quantenmechanik.

Literaturverzeichnis:

- Belinfante, F.J.: A Survey of Hidden-Variables Theories, Oxford etc. 1973**
- Bohr, N. / Hendrik A. Kramers/ John Clarke Slater: The Quantum Theory of Radiation, in: Philosophical Magazine, XLVII (1924), 785-802**
- Bohr, N.: Die Atomtheorie und die Prinzipien der Naturbeschreibung, in: Naturwissenschaften 18 (1930), 73-78**
- Bonk, T.: Why has de Broglie's Theory been Rejected, in: Stud. Hist. Phil. 25 (1994), 375-96**
- Brush, St. G.: The Chimerical Cat: Philosophy of Quantum Mechanics in Historical Perspective, in: Social Studies of Science, 10 (1980), 393-447**
- Einstein, A.: Mein Weltbild, Frankfurt 1959**
- Exner, F.: Vorlesungen über die physikalischen Grundlagen der Naturwissenschaften (1. Auflage 1919), Wien 1922**
- Forman, P.: Weimar Culture, Causality, and Quantum Theory, 1918 - 1927: Adaptation by German Physicists and Mathematicians to a Hostile Intellectual Environment, in: Historical Studies in the Physical Sciences 3 (1971), 1-115**
- Forman, P.: Scientific Internationalism and the Weimar Physicists: The Ideology and Its Manipulation in Germany after World War I, in: Isis 64 (1973), 151 - 180**
- Forman, P.: The Financial Support and Political Alignment of Physicists in Weimar Germany, in: Minerva 12 (1974), 36 - 66**
- Gay, P.: Die Republik der Außenseiter. Geist und Kultur in der Weimarer Zeit. 1918 - 1933, Frankfurt 1970**
- Heisenberg, W.: Ueber die Grundprinzipien der "Quantenmechanik", in: Forschungen und Fortschritte 3 (1927a), S. 83. Zitiert nach dem Reprint in: Ders., Gesammelte Werke, Abteilung C, Bd. 1, München/Zürich 1984, S. 21**
- Heisenberg, W.: Ueber den anschaulichen Inhalt der quantenmechanischen Kinematik und Mechanik, in: Zeitschrift der Physik 43**

- (1927b), 172 - 198. Zitiert nach dem Reprint in: Kurt Baumann und Roman U. Sexl: Die Deutungen der Quantentheorie, Braunschweig/Wiesbaden 1984
- Heisenberg, W.: Kausalgesetz und Quantenmechanik, in: Erkenntnis zugleich Annalen der Philosophie, 2 (1931), 172 - 182.
- Helmholtz, H. von: Die Thatsachen in der Wahrnehmung (1878), in: Ders., Vorträge und Reden, Bd. 2, Braunschweig 1903, S. 213ff.
- Hendry, J.: Weimar Culture and Quantum Causality, in: Hist. Sci. 18 (1980), 155 - 180
- Hendry, J.: The Creation of Quantum Mechanics and the Bohr-Pauli-Dialogue. Dordrecht/Boston/Lancaster 1984
- Herf, J.: Reactionary Modernism. Technology, Culture, and Politics in Weimar in the Third Reich, Cambridge etc. 1984
- Hermann, J., und F. Trommler: Die Kultur der Weimarer Republik, München 1978
- Holton, G.: Thematische Analyse der Wissenschaft, Frankfurt 1981
- Hund, F.: Geschichte der Quantentheorie, Mannheim/Wien/Zürich 1984
- Jammer, M.: The Conceptual Development of Quantum Mechanics, New York 1966
- Jungnickel, Ch., and McCormach R.: Intellectual Mastery of Nature. Theoretical Physics from Ohm to Einstein, 2 Vols, Chicago and London 1986
- Kraft, P., und Kroes, P.: Adaptation of Scientific Knowledge to an Intellectual Environment. Paul Forman's Analysis and Criticism, in: Centaurus 27 (1984), 76 - 99
- Kuhn, Th. S.: Verschiedene Begriffe der Ursache in der Entwicklung der Physik, in: Ders., Die Entstehung des Neuen. Frankfurt 1977
- Laqueur, W.: Weimar. Die Kultur der Republik, Frankfurt 1976
- Lukács, G.: Die Zerstörung der Vernunft. Der Weg des Irrationalismus von Schelling zu Hitler, in: Ders., Werke, Bd. 9, Neuwied am Rhein/Berlin 1962
- Mach, E.: Die Geschichte und die Wurzel des Satzes von der Erhaltung der Arbeit, Prag 1872

- Mises, R. von: Naturwissenschaft und Technik der Gegenwart. Abhandlungen und Vorträge aus dem Gebiet der Mathematik, Naturwissenschaft und Technik, Heft 8, Leipzig/Berlin 1922a
- Mises, R. von: Über die gegenwärtige Krise der Mechanik, in: Die Naturwissenschaften 10 (1922b), 25ff.
- Nemst, W.: Zum Gültigkeitsbereich der Naturgesetze, in: Die Naturwissenschaften 10 (1922), 489ff.
- Planck, M.: Kausalgesetz und Willensfreiheit (1923), in: Ders., Vorträge und Erinnerungen, Darmstadt 1970, S. 139ff.
- Reichenbach, H.: Die Kausalstruktur der Welt und der Unterschied von Vergangenheit und Zukunft. Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung der Bayerischen Akademie der Wissenschaften zu München, 1925, S. 133 - 175
- Rickert, H.: Die Philosophie des Lebens. Darstellung und Kritik der Philosophischen Modeströmung unserer Zeit, Tübingen 1922
- Ringer, F. K.: The Decline of the German Mandarins. The German Academic Community 1890 - 1933, Cambridge (Mass.) 1969
- Schottky, W.: Das Kausalproblem der Quantentheorie als eine Grundfrage der modernen Naturforschung, in: Die Naturwissenschaften 9 (1921), 492ff. und 506ff.
- Schrödinger, E.: Was ist ein Naturgesetz? (1922), in: Ders., Was ist ein Naturgesetz? Beiträge zum naturwissenschaftlichen Weltbild, München/Wien 1962
- Senffleben, H. A.: Zur Grundlegung der "Quantentheorie", in: Zeitschrift für Physik 22 (1924), 127 - 156
- Sontheimer, K.: Antidemokratisches Denken in der Weimarer Republik, München 1968
- Spengler, O.: Der Untergang des Abendlandes (72. und 73. Auflage), 2 Bde., München 1923
- Troeltsch, E.: Die Revolution in der Wissenschaft, in: Ders., Gesammelte Schriften, Bd. 4., Tübingen 1925, S. 653 - 677
- Wallace, W. A.: Causality and Scientific Explanation, 2 Vol's, Ann Arbor 1972 und 1974

Weyl, H.: Das Verhältnis der kausalen zur statistischen Betrachtungsweise in der Physik (1920), in: Ders., Gesammelte Abhandlungen, Band 2, Berlin etc 1968, S. 113-122

Weyl, H.: Was ist Materie? Berlin 1924

Wien, W.: Über die Beziehungen der Physik zu anderen Wissenschaften, in: Ders., Aus der Welt der Wissenschaft. Vorträge und Aufsätze, Leipzig 1921, S. 16ff.

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

**Intellektuelle in der Weimarer Republik / Wolfgang Bialas ;
Georg G. Iggers (Hg.). - Frankfurt am Main ; Berlin ; Bern ;
New York ; Paris ; Wien : Lang, 1996**

**(Schriftenreihe zur politischen Kultur der Weimarer
Republik ; Bd. 1)**

ISBN 3-631-48423-2

NE: Bialas, Wolfgang [Hrsg.]; GT