

Ernst Cassirer

Gesammelte Werke
Hamburger Ausgabe

Band 19

Determinismus und Indeterminismus
in der modernen Physik

Historische und systematische Studien
zum Kausalproblem



Meiner

ERNST CASSIRER
DETERMINISMUS UND
INDETERMINISMUS IN DER
MODERNEN PHYSIK
HISTORISCHE UND SYSTEMATISCHE
STUDIEN ZUM KAUSALPROBLEM

ERNST CASSIRER

GESAMMELTE WERKE
HAMBURGER AUSGABE

Herausgegeben von Birgit Recki

Band 19

FELIX MEINER VERLAG
HAMBURG

ERNST CASSIRER

DETERMINISMUS UND
INDETERMINISMUS IN DER
MODERNEN PHYSIK
HISTORISCHE UND SYSTEMATISCHE
STUDIEN ZUM KAUSALPROBLEM

Text und Anmerkungen
bearbeitet von
Claus Rosenkranz

FELIX MEINER VERLAG
HAMBURG

Diese Ausgabe ist das Ergebnis einer engen Zusammenarbeit des Felix Meiner Verlags mit der Universität Hamburg und der Wissenschaftlichen Buchgesellschaft, Darmstadt. Sie wird gefördert von der ZEIT-Stiftung Ebelin und Gerd Bucerius und der Aby-Warburg-Stiftung. Komplementär erscheint die Ausgabe »Ernst Cassirer, Nachgelassene Manuskripte und Texte« (Hamburg 1995 ff.).

Bibliographische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliographische Daten sind im Internet über <<http://dnb.ddb.de>> abrufbar.

ISBN 3-7873-1419-9

Zitiervorschlag: ECW 19

© Felix Meiner Verlag GmbH, Hamburg 2004. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe und der Übersetzung, vorbehalten. Dies betrifft auch die Vervielfältigung und Übertragung einzelner Textabschnitte durch alle Verfahren wie Speicherung und Übertragung auf Papier, Transparente, Filme, Bänder, Platte und andere Medien, soweit es nicht §§ 53 und 54 URG ausdrücklich gestatten. – Satz: KCS GmbH, Buchholz. Druck und Bindung: Druckhaus »Thomas Müntzer«, Bad Langensalza. Werkdruckpapier: alterungsbeständig nach ANSI-Norm resp. DIN-ISO 9706, hergestellt aus 100 % chlorfrei gebleichtem Zellstoff. Printed in Germany. ∞

www.meiner.de

INHALT

Vorrede.....	3
Erster Teil. Historische Vorbetrachtungen	9
KAPITEL I. Der »Laplacesche Geist«	9
KAPITEL II. Metaphysischer und kritischer Determinismus	19
Zweiter Teil. Das Kausalprinzip der klassischen Physik	37
KAPITEL I. Die Grundtypen physikalischer Aussagen – Die Maßaussagen	37
KAPITEL II. Die Gesetzesaussagen.....	47
KAPITEL III. Die Prinzipienaussagen.....	57
KAPITEL IV. Der allgemeine Kausalsatz	72
Dritter Teil. Kausalität und Wahrscheinlichkeit	89
KAPITEL I. Dynamische und statistische Gesetzmäßigkeit	89
1.	89
2.	97
KAPITEL II. Der logische Charakter statistischer Aussagen.....	108
Vierter Teil. Das Kausalproblem der Quantentheorie	131
KAPITEL I. Die Grundlagen der Quantentheorie und die Unbestimmtheitsrelationen	131
KAPITEL II. Zur Geschichte und Erkenntnistheorie des Atombegriffs.....	168
Fünfter Teil. Kausalität und Kontinuität	185
KAPITEL I. Das Kontinuitätsprinzip in der klassischen Physik	185
KAPITEL II. Zum Problem des »materiellen Punktes«	210

Schlußbetrachtungen und ethische Schlußfolgerungen	237
Editorischer Bericht	257
Abkürzungen	261
Schriftenregister.....	263
Personenregister	282

Malte Jacobsson
zugeeignet |

*Renouveler la notion de cause, c'est
transformer la pensée humaine.*

Taine

VORREDE

Die Vorrede zu einer Schrift hat nicht nur sachliche Probleme zu behandeln, sondern darf und soll auch ein persönliches Wort enthalten. Ich möchte daher die vorliegende Schrift mit dem Geständnis einleiten, daß es ein persönliches Motiv war, das mich zuerst zu ihrer Abfassung bestimmte. Immer dringender fühlte ich während der letzten Zeit den Wunsch und die Verpflichtung, die Fragen wieder aufzunehmen, von denen meine philosophische Arbeit ursprünglich ausgegangen war. Die erste systematische Schrift, die ich vor mehr als 25 Jahren veröffentlicht habe, behandelte unter dem Titel: »Substanzbegriff und Funktionsbegriff« das Problem der mathematischen und naturwissenschaftlichen Begriffsbildung. Sie suchte am systematischen Inhalt dieser Begriffsbildung und in ihrer Geschichte eine einheitliche methodische Tendenz aufzuweisen und deren erkenntnistheoretische Bedeutung festzustellen. Dabei wurde das »Faktum der Wissenschaft« in der Form zugrunde gelegt, wie es zu Beginn der Jahrhundertwende vorlag. Das System der klassischen Physik galt damals noch unbestritten. Die Relativitätstheorie wie die Quantentheorie standen noch in ihren ersten Anfängen; und es wäre gewagt gewesen, diese Anfänge als Ausgangspunkte einer rein erkenntnistheoretischen Analyse zu wählen. Aus diesem Gefühl heraus habe ich von ihrer Behandlung Abstand genommen und meine erkenntnistheoretische Grundthese unabhängig von ihnen zu entwickeln und zu begründen gesucht.

Aber die hier gewählte Einschränkung konnte auf die Dauer nicht festgehalten werden. Denn immer deutlicher verschob sich mit der neuen Entwicklung, die die theoretische Physik nahm, auch ihr erkenntnistheoretischer Schwerpunkt. Es zeigte sich mehr und mehr, daß auch die philosophische Betrachtung die Fragen, die sich hier von allen Seiten zudrängten, nicht von ihrer Schwelle verweisen konnte, wenngleich sie sich gewissen voreiligen »spekulativen« Schlußfolgerungen, die aus ihnen gezogen wurden, widersetzen mußte. Aus dieser Problemlage heraus sind die Studien entstanden, die ich unter dem Titel: »Zur Einstein'schen Relativitätstheorie. Erkenntnistheoretische Betrachtungen« im Jahre 1921 veröffentlicht habe. Aber auch sie galten nur der Um- und Neubildung, die die moderne Physik inzwischen durch die spezielle und allgemeine Relativitätstheorie erfahren hatte. Der gewaltige und gefährliche

»Sprengkörper«¹ der Quantentheorie, wie Planck ihn einmal genannt hat, ist in diesen Studien noch nicht berücksichtigt. Heute, wo die Wirkungen dieses Sprengkörpers immer deutlicher sichtbar werden und wo sie sich über das ganze Gebiet der Physik erstrecken, drängt sich immer stärker und gebieterischer die Forderung auf, ihren historischen Ursachen und ihren systematischen Gründen nachzugehen. Aus dem Wunsch, dieser Forderung zu genügen, sind die ersten Ansätze dieses Buches entstanden. Sie waren zunächst nicht zur Veröffentlichung bestimmt; sie sollten nur meiner eigenen Selbstbelehrung und der kritischen Nachprüfung der allgemeinen erkenntnistheoretischen Grundanschauungen dienen, von denen ich meinen Ausgang genommen hatte.

Ob der Zeitpunkt für die Veröffentlichung des Buches nunmehr gekommen ist – das wird man freilich, wie ich mir nicht verhehle, auch jetzt noch bezweifeln und mit gewichtigen Gründen bestreiten können. Auch auf die heutige Problemlage kann man mit einem gewissen Recht das Wort anwenden, das Schiller am Ausgang des 18. Jahrhunderts in bezug auf das Verhältnis von Naturforschung und Transzendentalphilosophie geprägt hat. »Feindschaft sei zwischen euch! noch kommt das Bündnis zu frühe: Wenn ihr im Suchen euch trennt, wird erst die Wahrheit erkannt.«² Mehr als je scheint diese Trennung in einem Zeitpunkt geboten zu sein, wo die neue Physik in theoretischer Hinsicht noch sozusagen in statu nascendi ist, wo sie noch beständig um ihre eigenen Grundbegriffe und die Fixierung ihrer Bedeutung zu ringen hat. In seinem bekannten Buch »The Nature of the Physical World« (1928) hat Eddington einmal gesagt, man müsse über der Eingangspforte zur neuen Physik eigentlich eine Tafel anbringen mit der Aufschrift: »Bauliche Veränderungen im Gange! – Unbefugten ist der Eintritt streng verboten!« Und dem Pförtner wäre noch besonders einzuschärfen, daß er »neugierige Philosophen« auf keinen Fall einlassen dürfe.³ Es gibt sicherlich auch heute viele Physiker, die in diese Mahnung und Warnung einstimmen werden. Aber es liegt nun einmal im Wesen und in der Aufgabe der Philosophie begründet, daß sie solchen Warnungen nicht auf die Dauer Gehör geben kann. Es ist nicht

¹ [Max Planck, Physikalische Gesetzmäßigkeit, in: ders., Wege zur physikalischen Erkenntnis. Reden und Vorträge, Leipzig 1933, S. 147–177: S. 170.]

² [Friedrich Schiller, Xenien (Nr. 153), in: Sämtliche Werke. Säkular-Ausgabe in 16 Bdn., in Verb. mit Richard Fester u. a. hrsg. v. Eduard von der Hellen, Stuttgart/Berlin 1904–1905, Bd. II, S. 94–128: S. 110.]

³ [Arthur Stanley Eddington, Das Weltbild der Physik und ein Versuch seiner philosophischen Deutung, übers. v. Marie Freifrau Rausch von Traubenberg u. Hermann Diesselhorst, Braunschweig 1931, S. 210.]

bloße Neugier, was sie dazu zwingt, sich immer wieder um das zu kümmern, was hinter | den Verschlüssen und Umzäunungen der Einzelwissenschaften vor sich geht. Ohne solche Blicke könnte sie ihrem eigenen Ideal: dem Ideal der methodischen Analyse und der erkenntniskritischen Grundlegung, nicht gerecht werden. So kommt es, daß sie sich immer wieder über die Grenzen hinwegsetzen muß, die zwischen den einzelnen Wissenschaften errichtet sind und die im Hinblick auf die Erkenntnispraxis, im Hinblick auf eine richtige und gesunde Arbeitsteilung unerläßlich sind. Für die Theorie als solche dürfen diese Grenzen nicht zu hemmenden Schranken werden. Sie muß sie überschreiten – auch auf die Gefahr hin, daß sich aus solcher Überschreitung Konflikte und Grenzstreitigkeiten ergeben. Ich wünschte, daß auch die Darlegungen dieses Buches in diesem Sinne verstanden und aufgenommen würden. Es handelte sich mir keineswegs darum, die Physik von außen her zu betrachten oder sie »von oben« her belehren zu wollen. Was ich erstrebt habe, ist zunächst einmal den Boden zu bereiten für eine gemeinsame Forschungsarbeit. Denn nur in solcher gemeinsamen Arbeit und in ständiger gegenseitiger sachlicher Kritik wird schließlich die Antwort auf bestimmte Grundfragen der neuen Physik gewonnen werden können, die heute, wie allgemein gefühlt und zugestanden wird, von ihrer endgültigen Lösung noch weit entfernt sind.

Was die Grundanschauung betrifft, gemäß der ich selbst diese Fragen zu behandeln suche, so hat sie sich gegenüber meiner Schrift »Substanzbegriff und Funktionsbegriff« (1910) in den eigentlich wesentlichen Zügen nicht geändert. Ich glaube auch heute noch, diese Anschauung aufrechterhalten zu können; ja ich glaube, sie auf Grund der Entwicklung der modernen Physik schärfer formulieren und besser begründen zu können, als es früher der Fall war. Daß ich mich nicht von der Absicht leiten ließ, gegenüber dieser Entwicklung meinen eigenen »Standpunkt« unter allen Umständen zu wahren, wird man, wie ich hoffe, den Darlegungen dieser Schrift entnehmen. Es handelte sich mir nicht darum, der neuen Physik gegenüber unbedingt »recht behalten« zu wollen; denn für die Erkenntniskritik, die sich immer wieder am Fortschritt der Wissenschaft neu zu orientieren hat, würde mir ein derartiges »Rechtbehalten« als ein sehr fragwürdiger Vorzug erscheinen. Der Bereicherung und Vertiefung, die die moderne theoretische Physik durch die neue und schärfere Fassung ihrer Grundbegriffe erfahren hat, kann und soll sich die Erkenntnistheorie nicht verschließen, und ihr muß sie durch die ständige Bereitschaft zur | Revision ihrer eigenen Voraussetzungen entgegenkommen. So gibt es sicherlich vieles in der früheren Untersuchung, was ich heute nicht

mehr im gleichen Sinne behaupten oder was ich zum mindesten anders begründen würde – nur an ihrer Grundtendenz, die sich, mehr als in den besonderen Antworten, in ihrer allgemeinen Fragestellung ausdrückt, glaube ich auch jetzt noch festhalten zu können.

Damit komme ich zu einem andern Punkt, auf den ich noch kurz eingehen möchte, um einem möglichen Einwand und einem möglichen Mißverständnis vorzubeugen. Als ich meine Schrift »Zur Einstein'schen Relativitätstheorie« veröffentlichte, fanden sich viele Kritiker, die mir in den Schlußfolgerungen, die ich aus der Entwicklung der neuen Physik gezogen hatte, zwar zustimmten, die aber an diese Zustimmung die Frage knüpften, ob ich, als »Neukantianer«, derartige Folgerungen hätte ziehen dürfen. Die vorliegende Schrift wird vielleicht in noch weit höherem Grade solchen Fragen und Zweifeln ausgesetzt sein. Aber ich glaube, daß derartige Einwände das Wesen und die historische Tendenz des »Neukantianismus«, wie er von den Begründern der »Marburger Schule«, von Hermann Cohen und Paul Natorp, verstanden worden ist, verkennen. Natorp hat in einem Aufsatz »Kant und die Marburger Schule« ausdrücklich erklärt, daß es niemals die Meinung der »Marburger Schule« gewesen sei, an den Lehrsätzen Kants unbedingt festhalten zu sollen oder zu wollen. »Die Rede von einem orthodoxen Kantianismus«, so betont er, »war niemals begründet; sie hat mit der Weiterentwicklung dieser Schule auch jeden fernsten Schein von Berechtigung verloren. [...] auf Kant [...] konnte [man] nur zurückgehen wollen, um in der Richtung der durch ihn unverlierbar der Philosophie gewonnenen Grunderkenntnis, in der reinen Konsequenz der durch ihn errungenen Vertiefung ihrer ewigen Fragen dann weiterzugehen. [...] Ein schlechter Schüler Kants, der es anders verstünde!«⁴ Wie man sieht, steht Natorp hier zu Kant nicht anders, als ein moderner Physiker zu Galilei oder Newton, zu Maxwell oder Helmholtz steht. Er lehnt jede Dogmatik ab – unter Berufung auf Kant selbst, der immer wieder betont, daß es in der Philosophie »keinen *klassischen Autor*«⁵ geben dürfe. So wird denn auch mein Zusammenhang mit den Begründern der »Marburger Schule« nicht gelockert und meine Dankesschuld gegen sie nicht gemindert, wenn es sich aus den folgenden Untersuchungen ergibt, daß ich in der

⁴ Paul Natorp, Kant und die Marburger Schule, in: Kant-Studien 17 (1912), S. 193–221: S. 193 f.

⁵ [Immanuel Kant, Über eine Entdeckung, nach der alle neue Kritik der reinen Vernunft durch eine ältere entbehrlich gemacht werden soll, in: Werke, in Gemeinschaft mit Hermann Cohen u. a. hrsg. v. Ernst Cassirer, 11 Bde., Berlin 1912–1921, Bd. VI, hrsg. v. Artur Buchenau, Ernst Cassirer u. Ben Zion Kellermann, S. 1–71: S. 36 Anm. (Akad.-Ausg. VIII, 219).]

erkenntniskritischen Deutung der modernen naturwissenschaftlichen Grundbe|griffe zu wesentlich anderen Resultaten gekommen bin, als sie in Cohens »Logik der reinen Erkenntnis« (1902) oder in Natorps Werk »Die logischen Grundlagen der exakten Wissenschaften« (1910) vorliegen.

Ich kann dieses Buch nicht hinausgehen lassen, ohne noch ein letztes persönliches Wort hinzuzufügen. Durch die Widmung des Buches an Malte Jacobsson wollte ich ihm meinen Dank bekunden für das Interesse, das er seit jeher an meiner philosophischen Arbeit genommen und für die echt freundschaftliche Weise, in der er mich im vorigen Jahr, bei meinem Eintritt in einen neuen Arbeits- und Wirkungskreis, aufgenommen und beraten hat. Den herzlichsten Dank schulde ich ferner der Leitung von Göteborgs Högskola, ihrem damaligen Rektor Prof. Dr. Bernhard Karlgren und dem Lärarerråd für die hohe Ehre, die sie mir durch ihre Berufung nach Göteborg erwiesen und für den Beweis persönlichen Vertrauens, den sie mir damit gegeben haben. Aber auch sonst ist dieses Buch vielen verpflichtet, deren Namen hier nicht im einzelnen aufgeführt werden können. Denn ohne den herzlichen Empfang, den ich an meiner neuen Arbeitsstätte gefunden habe, und ohne die Förderung, die mir von allen Seiten her gewährt wurde, hätte ich kaum die innere Muße und den Mut zum Abschluß dieser Schrift gefunden.

Dem Oberbibliothekar und den Mitarbeitern von Göteborgs Stadsbibliothek danke ich für die stete Bereitwilligkeit, mit der sie allen meinen Wünschen auf Beschaffung der notwendigen Literatur entgegengekommen sind. Ich möchte hierzu noch bemerken, daß das Manuskript dieser Schrift im April 1936 abgeschlossen war, so daß die später erschienene Literatur nicht mehr systematisch benutzt, sondern nur in gelegentlichen Hinweisen berücksichtigt werden konnte. Dr. Manfred Moritz danke ich herzlich für die freundliche Hilfe, die er mir bei der Durchsicht der Korrekturen gewährt hat.

Göteborg, im Dezember 1936

Ernst Cassirer

ERSTER TEIL. HISTORISCHE VORBETRACHTUNGEN |

KAPITEL I. Der »Laplacesche Geist«

»Rest, rest, perturbed spirit!«¹

In der Einleitung zu seiner »Théorie analytique des probabilités« hat Laplace jenes Bild eines allumfassenden Geistes gezeichnet, der die vollständige Kenntnis eines bestimmten Weltzustandes in einem gegebenen Augenblick besäße und für den damit zugleich die Welt als Ganzes, in jedem Einzelzug ihres Daseins und Ablaufs, vollständig bestimmt wäre. Ein solcher Geist, der alle Kräfte kennt, die in der Natur wirksam sind, und die genauen Lagen für alle Einzeldinge, aus denen die Welt besteht, brauchte diese Data nur der mathematischen Analyse zu unterwerfen, um damit zu einer Weltformel zu gelangen, die gleichzeitig die Bewegung der größten Weltkörper wie die des leichtesten Atoms in sich schließen würde. Für ihn wäre nichts ungewiß; Zukunft und Vergangenheit würden gleich deutlich vor seinem Blicke liegen. Der menschliche Verstand darf in der Vollendung, die er der Astronomie zu geben gewußt hat, als das schwache Abbild eines solchen Geistes angesehen werden, das aber freilich die Vollkommenheit des Urbildes niemals erreichen kann; bei allem Streben, sich ihm anzunähern, bleibt er stets unendlich weit hinter ihm zurück.

Ich beginne mit diesem Bilde des Laplaceschen Geistes – nicht weil ich diese Anknüpfung als logisch angemessen oder auch nur als psychologisch besonders glücklich ansehe, sondern aus dem genau entgegengesetzten Grunde. In all den Erörterungen über das allgemeine Kausalproblem, die durch die heutige Lage der Atomphysik hervorgerufen worden sind, hat das von Laplace geprägte Bild eine wichtige, ja entscheidende Rolle gespielt. Die Verteidiger wie die Angreifer des Kausalprinzips der »klassischen Physik« schienen sich zum mindesten darüber einig zu sein, daß dieses Bild als ein adäquater Ausdruck des Problems gelten dürfe – daß man unbedenklich von | ihm ausgehen dürfe, um sich an ihm die Eigenart einer streng »deterministi-

¹ William Shakespeare, Hamlet (Akt 1, Szene 5), in: The Works (The Cambridge Edition), hrsg. v. William Aldis Wright, Bd. VII, London/New York 1892, S. 379–612: S. 431.

schen« Auffassung des Weltgeschehens zu verdeutlichen. Die folgenden Erörterungen werden im einzelnen zu zeigen versuchen, daß und warum ich diese Ansicht nicht zu teilen vermag. Bevor ich jedoch in diese Erörterungen eintrete, scheint es mir nützlich, einen Blick auf die Geschichte des Problems zu werfen. Denn nur ein derartiger geschichtlicher Rückblick kann die Bedeutung erklären, die die Laplacesche »Weltformel« in der gegenwärtigen erkenntnistheoretischen und naturphilosophischen Diskussion des Kausalbegriffs gewonnen hat. Bei Laplace selbst war der Gedanke dieser Weltformel kaum mehr als eine geistreiche Metapher, durch die er den Unterschied zwischen dem Begriff der Wahrscheinlichkeit und dem der Gewißheit verdeutlichen und beleuchten wollte. Der Anspruch, dieser Metapher eine weitere Ausdehnung und Geltung zu geben – der Anspruch, sie zum Ausdruck eines allgemeinen erkenntnistheoretischen Prinzips zu machen, liegt ihm, soviel ich sehe, noch völlig fern. Diese Wendung vollzieht sich erst in einer weit späteren Epoche; und ihr Zeitpunkt läßt sich genau bezeichnen. In seiner berühmten Rede »Über die Grenzen des Naturerkennens« (1872) hat Emil DuBois-Reymond die Laplacesche Formel zuerst wieder ihrer langen Vergessenheit entrissen und sie in den eigentlichen Brennpunkt der erkenntnistheoretischen und naturphilosophischen Betrachtung gerückt. Diese Rede hat überall das größte Aufsehen erregt und die stärkste Wirkung getan. Noch ein halbes Jahrhundert später hat Walther Nernst in einem Aufsatz »Zum Gültigkeitsbereich der Naturgesetze« die »anmutige [...] Beredsamkeit« gerühmt, mit der DuBois-Reymond die praktische Leistungsfähigkeit der Laplaceschen Weltformel geschildert habe.² Aber diese Beredsamkeit enthielt freilich ihre schweren Gefahren. Unter ihrer leichten und schimmernden Hülle wurden bestimmte Grundprobleme der philosophischen und naturwissenschaftlichen Erkenntnis behandelt, nicht um analytisch geklärt, sondern um einer schnellen und endgültigen, aber freilich durchaus dogmatischen Entscheidung zugeführt zu werden.

Diese Entscheidung fiel zugleich im positiven und im negativen Sinne. Sie glaubte, ein für allemal die dauernde, unveränderliche und unumstößliche Form aller naturwissenschaftlichen Erkenntnis feststellen zu können; aber sie sah andererseits ebendiese Form zu|gleich als eine unübersteigliche Grenze an. DuBois-Reymond hebt die Naturerkenntnis weit über alle zufälligen, bloß empirischen Schranken hinaus; er verleiht ihr, innerhalb ihres eigenen Umkreises, eine Art

² Walther Nernst, Zum Gültigkeitsbereich der Naturgesetze, in: Die Naturwissenschaften 10 (1922), S. 489–495: S. 492.

von Allwissenheit. Aber diese Erhöhung ist nur der Vorbote ihres tiefen Falles. Von dem Gipfel des strengsten exaktesten Wissens wird sie hinabgestürzt in den Abgrund der Unwissenheit – einer Unwissenheit, vor der es keine Rettung gibt, weil sie nicht zeitweilig und relativ, sondern absolut und endgültig ist. Gelänge es der menschlichen Erkenntnis, sich zum Ideal des Laplace'schen Geistes zu erheben, so wäre ihr der Weltlauf mit all seinen Einzelheiten, in Vergangenheit und Zukunft, völlig durchsichtig. »Solchem Geiste wären die Haare auf unserem Haupte gezählt, und ohne sein Wissen fiel kein Sperling zur Erde. Ein vor- und rückwärts gewandter Prophet, wäre ihm [...] ›das Weltganze nur eine einzige Thatsache und Eine grosse Wahrheit.«³ Und doch würde diese eine Wahrheit nur einen beschränkten und kümmerlichen Teilaspekt des Seins in seiner Gesamtheit, der eigentlichen »Wirklichkeit« darbieten. Denn diese letztere enthält weite und wichtige Bezirke, die der hier geschilderten Form der naturwissenschaftlichen Erkenntnis prinzipiell und für immer unzugänglich bleiben müssen. Keine Steigerung und Verschärfung dieser Erkenntnis bringt uns den eigentlichen Mysterien des Seins auch nur um einen Schritt näher. Unser Wissen zergeht in nichts, sobald wir aus der Welt der materiellen Atome in die Welt des »Geistigen«, des Bewußtseins eintreten. Hier endet unser Verstehen: Denn auch bei vollständiger, bei »astronomisch genauer« Erkenntnis aller materiellen Systeme der Welt, einschließlich des Systems unseres Gehirns, wäre es uns unmöglich zu begreifen, wie das materielle Sein die rätselhafte Erscheinung des Bewußtseins aus sich hervorgehen lassen kann. Der Anspruch auf »Erklärung« kann somit an dieser Stelle nicht nur nicht befriedigt, er kann, strenggenommen, nicht einmal gestellt werden: Das »Ignorabimus« ist die einzige Antwort, die die Naturwissenschaft auf die Frage nach dem Wesen und Ursprung des Bewußtseins zu geben vermag.

Die Problemstellung DuBois-Reymonds hat gleich stark auf die Philosophie und auf die naturwissenschaftliche Prinzipienlehre in den letzten Jahrzehnten des neunzehnten Jahrhunderts gewirkt. Den radikalen Folgerungen, die hier gezogen worden waren, suchte man sich freilich zu entziehen; der apodiktisch-dogmatischen Entscheidung | der DuBois-Reymondschen Rede wollte man sich nicht gefangengeben. Aber daß hier eine wichtige und zutreffende Frage gestellt sei, um deren Lösung Erkenntnistheorie und Naturwissenschaft mit dem

³ [Emil DuBois-Reymond, Ueber die Grenzen des Naturerkennens, in: ders., Reden. Erste Folge: Litteratur, Philosophie, Zeitgeschichte, Leipzig 1886, S. 105–140: S. 107 f.]

Einsatz aller Kräfte zu ringen hätten – dies schien zunächst keinem Zweifel zu unterliegen. Selbst die neukantische Bewegung, die zu Beginn der siebziger Jahre, fast gleichzeitig mit DuBois-Reymonds Rede, einsetzte, brachte hier zunächst keine prinzipielle Änderung. Otto Liebmann – einer der ersten, der die »Rückkehr zu Kant« gefordert hat – bewegt sich in seiner Analyse des Kausalproblems ganz in den gleichen Bahnen. Auch für ihn wird die Laplacesche Formel zum vollständigen und vollgültigen Ausdruck dessen, was er als die »Logik der Thatsachen« zu bezeichnen liebt. Legt man »eine absolute Weltintelligenz hypothetisch zu Grunde«, so erklärt er, »dann wird dieser Intelligenz wirklich der ganze, für uns im unendlichen Raum [...] distrahierte, Weltproceß bis in seine minutiösesten Einzelheiten hinein als *zeitlose Weltlogik sub specie æternitatis* gegeben sein. Dies wäre denn *die vollendete Logik der Thatsachen in der objectiven Weltvernunft*; und *Spinoza* hätte Recht in einem Sinne, der ihm freilich nicht vollkommen klar sein konnte, weil er ein Jahrzehend vor der Publication von *Newton's Principia* und ein Jahrhundert vor der Herausgabe von *Laplace's Mécanique céleste* gestorben ist.«⁴ Man ersieht hieraus, daß die »Laplacesche Formel« gleich sehr einer naturwissenschaftlichen wie einer rein metaphysischen Auslegung fähig war – und gerade auf diesem ihrem Doppelcharakter beruht die starke Wirkung, die sie geübt hat. Diese Wirkung wird erst dann ganz verständlich, wenn man die geistesgeschichtliche Gesamtlage der Epoche betrachtet, in der DuBois-Reymonds Rede hervorgetreten ist. Es war die Zeit des Materialismusstreites: die Zeit, in der die Philosophie sich vor die Entscheidung gestellt sah, ob sie sich der Leitung des naturwissenschaftlichen Denkens anvertrauen wollte, die unvermeidlich zur Konsequenz einer streng mechanischen Naturauffassung weiterzuführen schien – oder ob sie, gegenüber der Naturwissenschaft, ihre eigene Position verteidigen und aufrechterhalten, ob sie dem »Geistigen« eine Sonder- und Ausnahmestellung einräumen solle. Hier griff die Rede DuBois-Reymonds ein, die als eine Klärung der Zweifel und als ein Ausweg aus | dem Dilemma gedeutet werden konnte. Denn sie schien beiden Ansprüchen gerecht zu werden; sie schien in gewissem Sinne ebensosehr den Forderungen des Materialismus wie denen des Spiritualismus zu genügen. Der Materialismus und Mechanismus konnte sich durch DuBois-Reymonds Definition der Naturerkenntnis zufriedengestellt finden: Denn für den Umkreis der letzteren war seine Grundmaxime nicht

⁴ Otto Liebmann, Zur Analysis der Wirklichkeit. Eine Erörterung der Grundprobleme der Philosophie, 2., beträchtl. verm. Aufl., Straßburg 1880, S.205.

nur anerkannt, sondern zum ausschließlichen und alleinigen Maßstab erhoben worden. »Es giebt für uns kein anderes Erkennen, als das mechanische«, so betont DuBois-Reymond, »ein wie kümmerliches Surrogat für wahres Erkennen es auch sei, und demgemäss nur Eine wahrhaft wissenschaftliche Denkform, die physikalisch-mathematische.«⁵ Aber auf der anderen Seite wurde diese Denkform verworfen, wenn es sich um die »eigentlich transzendenten« Probleme handelte. Diesen Problemen gegenüber hatte der Naturforscher ein für allemal zu resignieren: Und diese Resignation ließ für alle anderen, rein »spekulativen« Lösungsversuche die Bahn frei. So schienen die radikalen Verfechter des Materialismus wie seine schärfsten Gegner sich mit gleichem Recht auf DuBois-Reymonds Grundthese berufen zu können: die ersteren, weil sie in ihr die Identität zwischen wissenschaftlichem und materialistisch-mechanischem Denken ausgesprochen fanden, die letzteren, weil außerhalb desselben eine Realität angenommen war, die sich prinzipiell jeder naturwissenschaftlichen Erkenntnis entzog, die als ein dunkler und undurchdringlicher Rest stehen blieb.

Aber damit sehen wir uns zugleich auf eine Frage geführt, deren Bedeutung weit über die besondere Problemlage hinausgreift, aus der DuBois-Reymonds Rede erwachsen ist. Es zeigt sich schon hier ein systematischer Zusammenhang, der sich uns im Fortgang unserer Untersuchung immer von neuem bestätigen wird. Die Antwort auf das Kausalproblem, die eine naturwissenschaftliche Erkenntnislehre uns gibt, steht niemals für sich allein, sondern sie beruht stets auf einer bestimmten Annahme über den naturwissenschaftlichen Objektbegriff. Beide Momente greifen unmittelbar ineinander ein und bedingen sich wechselseitig. Wir können niemals den Kausalbegriff einer bestimmten Epoche oder einer bestimmten naturwissenschaftlichen Denkrichtung in seiner Bedeutung und Begründung verstehen, ohne den Hebel an dieser Stelle anzusetzen – ohne nach dem Begriff der physikalischen »Realität« zurückzufragen, der von ihr vorausgesetzt wird. Ich werde später zu zeigen versuchen, daß dieses Verhältnis auch für die moderne Quantenmechanik gilt – daß wir es in der »Krise des Kausalbegriffs«, der für sie kennzeichnend scheint, weit mehr mit einer kritischen Umbildung, einer neuen Fassung des Objektbegriffs zu tun haben. Für jetzt begnüge ich mich, dieses Verhältnis an der Beziehung zu verdeutlichen, die sich aus DuBois-Reymonds Theorie der naturwissenschaftlichen Erkenntnis ergibt.

⁵ [Emil DuBois-Reymond, Darwin versus Galiani, in: ders., Reden. Erste Folge, S. 211–239: S. 232.]

Indem in dieser Theorie die Kausalforderung über alle Grenzen der empirischen Anwendbarkeit hinausgehoben, indem sie in ihrer Aussprache und Definition an die Voraussetzung eines »unendlichen Geistes« geknüpft wird, rückt damit auch die Realität in eine unerreichbare Ferne. Sie ist jeder wirklichen Begreiflichkeit, jeder Erfassung durch die theoretischen Grundmittel unserer Erkenntnis entrückt. Mit all unserem Begreifen, mit aller Verfeinerung und Zuspitzung unserer physikalischen Erkenntnismittel rücken wir nicht einen Schritt weiter; wir spinnen uns damit vielmehr nur immer dichter in das Netz unserer eigenen Begriffe ein. Denn die Unerkennbarkeit beginnt nach DuBois-Reymond keineswegs erst dort, wo wir das Gebiet des Geistigen, des Bewußtseins betreten. Sie ist prinzipiell von gleicher Art, sobald wir die Wesensfrage, statt an das Bewußtsein, an die materielle Welt und an ihre Grundelemente, die Atome, richten. Der Laplacesche Geist, der über die vollkommene Kenntnis aller Massenpunkte und aller ihrer Lagen und Geschwindigkeiten verfügte, besäße durch diese Kenntnis nicht die geringste Handhabe, um das »Wesen« von Masse und Kraft zu begreifen. »Niemand, der etwas tiefer nachgedacht hat«, so erklärt DuBois-Reymond, »verkennt die transcendente Natur des Hindernisses [...] Alle Fortschritte der Naturwissenschaft haben nichts dawider vermocht, alle ferneren werden dawider nichts fruchten. Nie werden wir besser als heute wissen, was [...] ›hier‹, wo Materie ist, ›im Raume spukt‹. Denn sogar der Laplace'sche [...] Geist würde [hier] nicht klüger sein [...]«⁶

Deutlich und unverhüllt tritt hier die Schlußweise hervor, deren sich DuBois-Reymond in all seinen Deduktionen bedient. Sie ist auf den ersten Blick befremdlich, ja fast unverständlich: Denn was kann es Seltsameres geben als eine Betrachtungsweise, durch die gerade die Prinzipien und Elemente wissenschaftlicher Erkenntnis zu einem Unerkennbaren gestempelt – durch die Begriffe, wie Materie und Kraft, die ja nichts anderes als Instrumente des Naturbegreifens sind, zu etwas Geister- und Gespensterhaftem gemacht werden, das geheimnisvoll »im Raume spukt«? Und doch unterliegt die Naturwissenschaft in dieser seltsamen Schlußweise nur einem Schicksal, das sie mit allen Formen symbolischer Erkenntnis teilt. Auf einer weit vorgeschrittenen Stufe des Wissens, ja auf einem seiner wahrhaften Höhepunkte, wiederholt sich hier ein Prozeß, den wir bis in die ersten Anfänge des Weltbegreifens zurückverfolgen können. Wo immer wir versuchen, die verschiedenartigen Symbole zu analysieren, vermöge deren es zu einem »Begreifen« der Welt – der Natur sowohl wie der

⁶ Ders., Ueber die Grenzen des Naturerkennens, S. 113f.

»geistigen Wirklichkeit« – kommt, da stoßen wir auf diesen Dualismus in der Deutung der Grundmittel, auf denen dieses Begreifen beruht. Sprache und Bild sind die ersten Mittel, die der menschliche Geist für dieses Begreifen erschafft. Durch sie allein vermag er die »fließend immer gleiche Reihe«⁷ des Geschehens abzuteilen, zu unterscheiden, zu beherrschen. Aber es sind ebendiese Mittel der Beherrschung, die alsbald wieder ein eigenes Sein, eine eigene Wirklichkeit und Bedeutsamkeit erlangen, vermöge deren sie auf den menschlichen Geist zurückwirken und sich ihn unterwürfig machen. Das Instrument beginnt gleichsam ein eigenes Leben anzunehmen: Es wird hypostasiert, und es wird in dieser Hypostase zu einer selbständigen, eigentümlichen und eigenwilligen Kraft, die den Menschen in ihren Bann zieht. Je weiter wir in die Ursprünge von Sprache und Mythos zurückzudringen suchen, um so deutlicher tritt für uns dieser Grundcharakter der Sprach- und Bildsymbole hervor. Das Symbolische wird zum Magischen: Wort- und Bildzauber sind es, die die Grundlagen für alle magische Erkenntnis und alle magische Beherrschung der Wirklichkeit bilden.⁸ So merkwürdig und paradox es scheinen mag, so ist doch selbst die »abstrakteste« Symbolbildung von diesem Zwange zum unmittelbar Bildhaften, und damit von dem Zwange zur Verdinglichung, nicht frei. Auch sie hat ständig gegen die Gefahr der Substantialisierung und Hypostasierung zu streiten; und in dem Augenblick, wo sie dieser Gefahr unterliegt, erfährt der Erkenntnisprozeß einen eigentümlichen Rückschlag. Die Prinzipien, das »Erste« der Erkenntnis, werden zum »Letzten« – zu dem, was sie zu fassen sucht, was sich aber gleichsam mehr und mehr von ihr zurückzieht und was schließlich in eine unerreichbare Ferne zu rücken droht. Des unmittelbar »magischen« Charakters werden die Symbole entkleidet; aber noch immer haftet ihnen der Charakter des Geheimnisvollen, des »Unbegreiflichen« an. Noch schärfer und unverhohlener, als es in Emil DuBois-Reymonds Rede geschieht, ist diese Konsequenz in der Schrift seines Bruders, des Mathematikers Paul DuBois-Reymond, »Über die Grundlagen der Erkenntnis in den exakten Wissenschaft-

⁷ [Johann Wolfgang von Goethe, *Faust. Eine Tragödie. Erster Theil* (Werke, hrsg. im Auftrage der Großherzogin Sophie von Sachsen, 4 Abt., insges. 133 Bde. in 143 Bdn., Weimar 1887–1919, 1. Abt., Bd. XIV), S. 13.]

⁸ Zur näheren Begründung muß ich hier auf meine Schrift »Sprache und Mythos. Ein Beitrag zum Problem der Götternamen«, Leipzig/Berlin 1925 (Studien der Bibliothek Warburg, Bd. 6) [ECW 16, S. 227–311] sowie auf meine »Philosophie der symbolischen Formen«, Erster Teil: Die Sprache, Berlin 1923 [ECW 11], Zweiter Teil: Das mythische Denken, Berlin 1925 [ECW 12], Dritter Teil: Phänomenologie der Erkenntnis, Berlin 1929 [ECW 13] verweisen.

ten«, gezogen worden. Hier soll bewiesen werden, wie jeder Versuch der Physik, die Wirklichkeit zu erfassen und zu beschreiben, von vornherein zum Scheitern verurteilt ist. Jeder derartige Versuch belehrt uns nur aufs neue darüber, »wie undurchdringlich die Mauern unseres intraphänomenalen Gefängnisses sind«. »Unser Denken, das in nebelhaft gleichförmigem Vordringen sich abmüht, kommt dabei, wie gelähmt, nicht von der Stelle. [...] Wir sind [im] Gehäuse [unserer Wahrnehmungen] eingeschlossen, und für das, was ausserhalb ist, sind wir blindgeboren.⁹ Nicht einen Schimmer können wir davon haben; denn der Schimmer gleicht doch schon dem Licht, aber was entspricht im Wirklichen dem Lichte?«¹⁰

Die moderne Physik hat seit langem und mit immer stärkerem Nachdruck betont, daß und weshalb eine derartige Grundanschauung für sie nicht länger bindend und nicht länger möglich ist. Sie hat die Voraussetzungen aufgegeben, unter denen das Erkenntnisideal des Laplaceschen Geistes konzipiert war; sie bestreitet die Möglichkeit, alles physikalische Geschehen dadurch zu begreifen, daß es auf die Bewegung einfacher Massenpunkte zurückgeführt wird. Und noch entschiedener verwirft sie die weiteren Folgerungen, die von DuBois-Reymond an die Laplacesche Weltformel geknüpft worden waren. »*Sein Ignorabimus*«, so erklärt ein moderner Forscher, »*hat für uns keine andere Bedeutung als für den Mathematiker die nüchterne Erkenntnis von der Unmöglichkeit der Quadratur des Zirkels und anderer ähnlicher Aufgabestellungen, die dadurch, daß man sie auf die richtige Form bringt, zugleich erledigt und annulliert werden.*«¹¹ Um zu dieser rein erkenntniskritischen Einsicht zu gelangen, bedurfte es freilich nicht der neuen Begriffsbildungen der Quantenmechanik; sie konnte bereits auf dem Boden der klassischen Physik gewonnen und unter ihren Voraussetzungen bewiesen werden.¹² Allgemein läßt sich sagen, daß das Bild des Laplaceschen Geistes nicht nur vom Standpunkt der physikalischen Empirie, sondern schon vom Standpunkt der Logik und der erkenntnistheoretischen Analyse aus

⁹ [Cassirer: ist, wie blindgeboren]

¹⁰ Paul DuBois-Reymond, Über die Grundlagen der Erkenntnis in den exakten Wissenschaften. Nach einer hinterlassenen Handschrift (Abschn. 8), Tübingen 1890, S. 116 f. u. 121.

¹¹ Richard von Mises, Über das naturwissenschaftliche Weltbild der Gegenwart, in: Die Naturwissenschaften 18 (1930), S. 885–893: S. 892.

¹² Ich selbst habe, vom Standpunkt der »klassischen Physik« aus, diesen Beweis zu führen gesucht in meiner Schrift »Substanzbegriff und Funktionsbegriff. Untersuchungen über die Grundfragen der Erkenntniskritik«, Berlin 1910; vgl. bes. S. 162 ff. u. 219 ff. [ECW 6, S. 132 ff. u. 179 ff.].

zu schweren Bedenken Anlaß gibt. Prüft man dieses Bild schärfer, so zeigt sich, daß es aus disparaten Elementen aufgebaut ist. Denn wie wollen wir uns die Bedingung erfüllt denken, an die die Voraussicht des Laplace'schen Geistes gebunden ist; wie soll er sich die vollständige Kenntnis der Anfangslagen und Geschwindigkeiten aller einzelnen Massenteilchen verschafft haben? Ist er zu dieser Kenntnis auf menschlichem oder »übermenschlichem« Wege, auf empirische oder »transzendente« Weise gelangt? In dem ersten Falle wären auch für ihn die Bedingungen nicht aufgehoben, die für unser empirisches Erkennen gelten. Es müßten Messungen durchgeführt und es müßten für sie bestimmte physikalische Instrumente benutzt worden sein. Aber es ist nicht einzusehen, wie auf diese Weise eine andere als relative Erkenntnis erreicht und gesichert werden könnte. Die Maßgenauigkeit könnte nie über eine bestimmte Grenze hinaus gesteigert werden: Und ebenso würde die Anwendung physikalischer Apparate das Resultat von der Natur dieser Apparate abhängig und nur im Verhältnis zu ihr, nicht aber absolut bestimmbar machen. Dieser Schwierigkeit ist nur zu entgehen, wenn wir der Laplace'schen Intelligenz eine nicht nur mittelbare, sondern eine unmittelbare, eine »intuitive« Kenntnis der Anfangsbedingungen zusprechen. Aber mit dieser Entscheidung würde uns das ganze Problem, das hier gestellt ist, gewissermaßen unter den Händen entschwinden und sich zuletzt in nichts auflösen. Denn eine Intelligenz, die mit einer derartigen intuitiven Erkenntnis ausgerüstet wäre, wäre damit zugleich jeder Mühe der mittelbaren Schlußfolgerung, der Vorausberechnung enthoben. Sie brauchte nicht aus dem Gegenwärtigen auf das Vergangene oder Zukünftige zu »schließen«; sie besäße, in einem einzigen unteilbaren Akte, die vollständige Kenntnis, die unmittelbare Anschauung der gesamten Zeitreihe und ihrer Unendlichkeit. In dem Bilde des »Laplace'schen Geistes« verbinden und durchdringen sich somit zwei heterogene, miteinander unvereinbare Bestimmungen. In diesem Bilde ist, um es in Kantischen Begriffen auszudrücken, gleichzeitig die Vorstellung eines »diskursiven« und eines »intuitiven« Verstandes enthalten; eines diskursiven Verstandes, der an die Form des mittelbaren Begreifens, des »Berechnens« gebunden ist, und eines intuitiven Verstandes, der sich alles Berechnens ent schlagen kann, weil er vom »Synthetisch-Allgemeinen« (der Anschauung eines Ganzen als eines solchen) zum Besondern geht, d. i. vom Ganzen zu den Teilen. So löst sich bei schärferer erkenntniskritischer Analyse jenes Ideal der naturwissenschaftlichen Erkenntnis, das Laplace gezeichnet und das DuBois-Reymond weiter ausgeführt und ausgeschmückt hat, in ein Idol auf. Die Grenze, der sich der menschliche Geist in seiner fort-

schreitenden Naturerkenntnis ständig annähern sollte, bewährt sich auch als Grenze nicht: Es zeigt sich, daß schon ihre bloße hypothetische Setzung, strenggenommen, zu einem unvollziehbaren Gedanken, zu einem Widerspruch hinführt. Wir müssen das Ideal und Prinzip der naturwissenschaftlichen Erkenntnis anders und von einer neuen Seite her formulieren – wenn anders dieses Prinzip etwas logisch Kohärentes und etwas empirisch Brauchbares, etwas auf das Verfahren und die Begriffsbildung der »wirklichen« Physik Anwendbares besagen soll. |

KAPITEL II.

Metaphysischer und kritischer Determinismus

Mit unseren bisherigen Erörterungen sind wir jedoch noch keineswegs in den eigentlichen Kern des Problems vorgedrungen, das der Konzeption der Laplaceschen Weltformel zugrunde liegt. Bei Laplace selbst tritt diese Formel nur als ein gelegentliches geistreiches *Aperçu* auf; als ein Gedankenexperiment, das breit ausgemalt und in seine Folgen entwickelt wird, dessen eigentliche Gründe aber im Dunkel bleiben. Und doch ist die Laplacesche Formel weit mehr, als sie in diesem Zusammenhang erscheint. Sie ist nichts Geringeres als der Gesamtausdruck und die prägnante Zusammenfassung jener Weltanschauung, aus der die großen philosophischen Systeme des 17. Jahrhunderts: die Systeme des klassischen Rationalismus, erwachsen sind. Auf diese Grundlage müssen wir daher zurückgehen, wenn wir die Laplacesche Formel wirklich ernst nehmen, wenn wir ihrem Gehalt und ihren gedanklichen Motiven ganz gerecht werden wollen. Lange vor Laplace hatte Leibniz den Gedanken, der seinen Deduktionen zugrunde liegt, in aller Schärfe formuliert – ja er hatte auch bereits das charakteristische Symbol geschaffen, in das sich dieser Gedanke kleidet. »Daß alles durch ein festgestelltes Verhängniß herfürgebracht werde«, so heißt es in einem Aufsatz von Leibniz, »ist eben so gewiß, als daß drey mal drey neun ist. Denn das Verhängniß besteht darin, daß alles an einander hängen wie eine Kette, und eben so unfehlbar geschehen wird, ehe es geschehen, als unfehlbar es geschehen ist, wenn es geschehen. [...] Nemlichen jede Ursach hat ihre gewisse Würkung, die von ihr zuwege bracht würde, wenn sie allein wäre; weilen sie aber nicht allein, so entstehet aus der Zusammenwirkung ein gewisser ohnfehlbarer Effect [...] nach dem Maaß der Kräfte, und das ist wahr, wenn nicht nur zwey oder 10, oder 1000, sondern gar ohnendlich viel Dinge zusammen würken, wie dann wahrhaftig in der Welt geschicht. Die Mathematik [...] kann solche Dinge gar schön | erläutern, denn alles ist in der Natur mit Zahl, Maaß und Gewicht oder Kraft gleichsam abgezirkelt. Wenn zum Exempel eine Kugel auf eine andere Kugel in freier Luft trifft, und man weiß ihre Größe und ihre Lini und Lauf vor dem Zusammentreffen, so kann man vorhersagen und ausrechnen, wie sie von einander prallen, und was sie vor einen Lauf nach dem Anstoß nehmen werden. Welches gar schöne Regeln hat; so auch zutreffen, man nehme gleich der Kugeln so viel als man wolle, oder man nehme gleich andere Figuren, als Kugeln. Hieraus sieht man nun, daß alles mathematisch, das ist, ohnfehlbar zugehe in der ganzen weiten Welt, so gar, daß wenn einer eine gnugsame Insicht in die innern

Theile der Dinge haben könnte, und dabey Gedächtniß und Verstand genug hätte, umb alle Umstände vorzunehmen und in Rechnung zu bringen, würde er ein Prophet seyn, und in dem Gegenwärtigen das Zukünftige sehen, gleichsam als in einem Spiegel.«¹³

Wieder tritt hier aufs klarste hervor, daß die Formulierung des Kausalgesetzes und des Determinismus, die Leibniz gibt, aufs engste mit seinem Realitätsbegriff zusammenhängt, ja daß sie nichts anderes als eine bloße Umschreibung ebendieses Begriffs selbst ist. Leibniz' Realitätsbegriff ruht auf zwei verschiedenen Grundvoraussetzungen, die aber für ihn selbst eine untrennbare Einheit bilden, die sich völlig miteinander durchdrungen haben. Er ist ebensowohl mathematischer wie metaphysischer Natur, und er ist das eine, weil er das andere ist. Leibniz' Determinismus ist metaphysischer Mathematizismus. Der Natur muß dieselbe »Unfehlbarkeit« zukommen, die sich in den Regeln des mathematischen Denkens und Schließens ausdrückt; denn besäße sie diese Unfehlbarkeit nicht, so wäre sie für den mathematischen Gedanken undurchdringlich. In dieser Schlußfolgerung drückt sich das charakteristische subjektive »Pathos« aus, das die ersten Begründer und Vorkämpfer des klassischen Rationalismus beseelt. Philosophie und Naturwissenschaft fühlen sich in diesem Pathos eins: Kepler und Galilei sprechen hier dieselbe Sprache wie Descartes oder Leibniz. Es ist der erste überschwengliche Enthusiasmus, es ist gleichsam der Rausch der Neubegründeten und neugesicherten mathematischen Erkenntnis, der diese Sprache geprägt hat. Die Kausalforderung von Kepler und Galilei, von Des|cartes und Leibniz drückt nichts anderes aus als die Überzeugung der Identität von Mathematik und Natur. Wer mathematisch denkt und schließt, der treibt damit kein leeres Gedankenspiel; er bewegt sich nicht in einer engen Welt selbstgeschaffener Begriffe, sondern rührt an das Fundament der Wirklichkeit selbst. Hier stehen wir an dem Punkte, an dem Denken und Sein sich unmittelbar berühren und an dem demnach auch der Unterschied zwischen dem »endlichen« und dem »unendlichen« Verstand verschwindet. Denn das Privileg des unendlichen, des göttlichen Verstandes besteht darin, daß er die Dinge erkennt, nicht weil er sie von außen her betrachtet und beobachtet, sondern weil er ihr eigener Grund ist. Er denkt das Sein, weil und sofern er das Sein erschafft: Und ebendieser ursprüngliche Schöpfungsakt ist durch die Grundge-

¹³ Gottfried Wilhelm Leibniz, Von dem Verhängnisse, in: Hauptschriften zur Grundlegung der Philosophie, übers. v. Artur Buchenau, durchges. u. mit Einl. u. Erl. hrsg. v. Ernst Cassirer, 2 Bde., Leipzig 1904 u. 1906 (Philosophische Bibliothek, Bde. 107–108), Bd. II, S. 129–134; S. 129f.

danken der Mathematik: durch Größe, Zahl und Maß, bestimmt. Weit entfernt davon, bloße Abbilder der Wirklichkeit zu sein, sind diese Begriffe also die eigentlichen Urbilder, die ewigen und unveränderlichen »Archetypen« des Seins. Auf dieser Voraussetzung ruht Keplers Lehre von der »Weltharmonie«, die für ihn zum Ansporn und zum belebenden Prinzip seines gesamten astronomischen Denkens, seiner empirischen und mathematischen Forschung wird. Mathematik und Astronomie sind für Kepler die beiden »Flügel der Philosophie«. Kraft ihrer erhebt sich der menschliche Geist in eine Region, in der er erst seiner wahrhaften Gottähnlichkeit inne wird, weil er die göttlichen Schöpfungsgedanken nachzudenken vermag: »[...] Creator Deus mathematica ut archetypus secum ab aeterno habuit in abstractione simplicissima et divina, ab ipsis etiam quantitativis, materialiter consideratis.«¹⁴ Der gleiche Gedanke durchdringt Galileis Darstellung und Rechtfertigung des Kopernikanischen Systems. In seinen »Dialogen über die beiden Weltsysteme« betont Galilei, daß im Hinblick auf die mathematische Erkenntnis kein fundamentaler, kein qualitativer Unterschied zwischen dem menschlichen und göttlichen Geiste bestehe. In bezug auf den Umfang des Wissens ist freilich der letztere dem ersteren unendlich überlegen – aber der Grad der Gewißheit ist in der mathematischen Erkenntnis der gleiche für Gott und Mensch: Denn über jenes Maximum des Wissens hinaus, das wir im strengen mathematischen Beweis erlangen, ist eine weitere Steigerung nicht denkbar.¹⁵

Aber zu dieser Anschauung der Begründer der neuen mathematischen Naturwissenschaft gesellt sich bei Leibniz noch ein anderes Motiv, das seinem »Determinismus« erst die eigentliche charakteristische Prägung gibt. Wenn Leibniz einmal gesagt hat, seine gesamte Metaphysik sei mathematisch, so gilt auch die Umkehr dieses Satzes: Auch Leibniz' Konzeption der Mathematik ruht auf metaphysischen Gründen. Denn jener strenge mathematische Zusammenhang, den

¹⁴ Anmerkung Keplers zur zweiten Ausgabe seines »Mysterium Cosmographicum« (1621); Johannes Kepler, *Prodromus dissertationum cosmographicarum, continens mysterium cosmographicum de admirabili proportionibus orbium coelestium*, in: *Opera omnia*, hrsg. v. Christian Frisch, Bd. I, Frankfurt a. M./Erlangen 1858, S. 95–214: S. 136.

¹⁵ Galileo Galilei, *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, in: *Le opere*. Edizione nazionale, Bd. VII, Florenz 1897, S. 21–520: S. 129 (Näheres über diese auch historisch bedeutsame Stelle – sie hat im Prozeß gegen Galilei eine wichtige Rolle gespielt – s. in meiner Schrift »Individuum und Kosmos in der Philosophie der Renaissance«, Leipzig 1927 [Studien der Bibliothek Warburg, Bd. 10], S. 171 f. [ECW 14, S. VII–XI u. 1–220: S. 187 f.]).

wir in den Phänomenen gewahr werden und den die exakte Naturerkenntnis festzustellen sucht, ist für Leibniz selbst nur ein abgeleitetes Ergebnis. Um ihn wirklich zu begreifen, müssen wir auf die letzten Gründe des Seins, auf die einfachen Substanzen zurückgehen. In ihnen erfassen wir den eigentlichen Sinn und Ursprung der Determination des Naturgeschehens. Mathematik und Mechanik können sich damit begnügen, dem Zusammenhang zwischen Ursachen und Wirkungen innerhalb der Körperwelt, innerhalb der raumzeitlichen Ordnung nachzugehen. Aber dieses raumzeitliche Universum bietet uns immer nur »abgeleitete Kräfte«, die wir, um sie wirklich zu verstehen, auf ihren letzten Ursprung, auf »primitive Kräfte« zurückführen müssen. Diese primitiven Kräfte gehören nicht mehr der Erscheinungswelt, sondern der Welt der einfachen Substanzen, der Monaden an. Die Welt, von der die Naturwissenschaft spricht und für die sie ihre Begriffe von Ausdehnung und Bewegung, von Kraft und Masse ausprägt, ist nicht absolut, sondern relativ: Sie ist Phänomen; aber ein Phänomen, das nicht leerer Schein, sondern »in den Monaden gegründet« und somit ein »phaenomenon [...] bene fundatum«¹⁶ ist. So wird der eigentliche Determinismus von Leibniz in eine andere, weiter zurückliegende Schicht verlegt. Jede einfache Substanz ist mit einer ursprünglichen Vorstellungskraft begabt, d.h., sie besitzt die Kraft, das Ganze ihrer Phänomene aus sich selbst heraus zu erzeugen und fortschreitend zu entwickeln. In dieser Erzeugung und Entwicklung herrscht überall die strengste Notwendigkeit. Die Substanz ist für | Leibniz geradezu nichts anderes als dieses notwendige Gesetz der Selbstentfaltung – und hierauf allein muß der strenge Begriff der Kausalität beschränkt werden. Die Kausalität drückt keine Beziehung zwischen den einzelnen Substanzen aus – denn ein unmittelbarer Einfluß, ein »influxus physicus« von Monade zu Monade wird durch Leibniz' System ausgeschlossen –, sie besagt lediglich ein Verhältnis, das in der einfachen Substanz selbst zwischen ihrer ursprünglichen Kraft und deren Ergebnissen und Auswirkungen anzunehmen ist. Und daß hier keine Lücke bestehen, daß nirgends ein Bruch in der Kette von Ursache und Wirkung eintreten kann: das ergibt sich unmittelbar daraus, daß es mit diesem Bruch zugleich auch um die Identität der Substanz geschehen wäre. Was diese Identität verbürgt, ja, was sie eigentlich erst definiert, das ist die Strenge des kausalen Zusammenhanges. Das Sein der Substanz ist kein statisch ruhen-

¹⁶ [Gottfried Wilhelm Leibniz, Brief Nr. 33 an Burcher de Volder, in: Philosophische Schriften, hrsg. v. Carl Immanuel Gerhardt, 7 Bde., Berlin 1875–1890, Bd. II, S. 275–278: S. 276.]