

Determinismus und Indeterminismus in der modernen Physik. Historische und Systematische Studien zum Kausalproblem.

14.06.99

Vorrede

Mit diesem Buch knüpft Cassirer an „Substanz- und Funktionsbegriff an“, das die Probleme der mathematischen und naturwissenschaftlichen Begriffsbildung behandelte. Zur Zeit als Cassirer Substanz- und Funktionsbegriff schrieb (1919) galt die klassische Physik noch, da die Relativitätstheorie und Quantentheorie noch in ihren Anfängen steckte. In den darauffolgenden 25 Jahren fanden jedoch Veränderungen statt, die zu einer Umbildung der Grundlagen der Physik führten. (129) Nach einer Schrift von Cassirer aus dem Jahr 1920 mit dem Titel: „Zur Einsteinschen Relativitätstheorie, Erkenntnistheoretische Betrachtungen“ sollte es nunmehr Ziel dieser Schrift sein auch den von Max Planck so bezeichneten „Sprengkörper“ der Quantenmechanik und dessen historische Ursachen miteinzubeziehen. (130) Cassirer sieht es als die Aufgabe der Philosophie an, methodische Analysen und erkenntniskritische Grundlegungen zu erarbeiten und dies kann nur dann geschehen, wenn in diesen Arbeiten über die Grenzen der Einzelwissenschaften hinausgegangen wird, die es, wie z.B. die Physik, der Philosophie streitig machen auf ihre neuesten Entwicklungen eingehen zu dürfen. Cassirer meint, daß jene Schranken der Einzelwissenschaften, die in bezug auf die Erkenntnispraxis unerlässlich sind, in bezug auf die Theoriebildung hemmend wirken. Die Position von welcher aus, Cassirer diese neuesten Entwicklungen der Physik überdenken möchte, besteht in ihren Grundanschauungen seit seiner Schrift „Substanzbegriff und Funktionsbegriff“ seit 1910. (131) Darüber hinaus sieht Cassirer dieselben durch diese neuen Entwicklungen vor allem in ihrer allgemeinen Fragestellung bestätigt.

Bei der Veröffentlichung der Schrift „Zur Einsteinschen Relativitätstheorie“ gab es eine sehr wichtige Kritik, auf die Cassirer noch im Rahmen des Vorwortes zu seinem neuen Buch eingeht, da dieses in Gefahr gerät eben derselben Kritik in noch schärferem Maß ausgesetzt zu sein. Es stellte sich die Frage, wie Cassirer als Neukantianer eine solche Schrift mit ihren Schlußfolgerungen abfassen dürfe. Zu seiner Verteidigung zitiert Cassirer Natorp und schätzt dessen Verhältnis zu Kant auf eine Weise ein, die er für sich in seinem Bezug auf die Marburger Schule, auf H. Cohen und Natorp, ebenfalls für sich in Anspruch nimmt: „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“ geben dürfe.“ (132) Cassirer betont seine Verbundenheit mit der Marburger Schule, behält es sich aber vor, zu anderen Resultaten zu kommen als Cohen in „der Logik der reinen Erkenntnis“ von 1902 und Natorp in „Die logischen Grundlagen der exakten Wissenschaften“ (1910). (133)

1. Historische Betrachtungen

Der Laplacesche Geist

Laplace hat in der Einleitung zu seiner „Théorie analytique des probabilités“ das Bild eines allumfassenden Geistes beschrieben, 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.“ Die mathematische Analyse aller dieser Vorgänge könnte in ihrer Auswertung eine Weltformel ergeben, welche die Bewegung des kleinsten wie des größten Teils angeben können würde. Der menschliche Geist soll als ein schwaches Abbild dieses allumfassenden Geistes angesehen werden.

Cassirer setzt die Beschreibung des Laplaceschen Geistes an den Anfang seiner Überlegungen zu Determinismus und Indeterminismus in der modernen Physik, weil dieses Bild sowohl von Verteidigern als auch von Kritikern des Kausalproblems der klassischen Physik zum Ausgangspunkt ihrer Argumentationen gemacht wird. (134) Der Laplacesche Geist wird als Bild angesehen, um ein streng deterministisches Geschehen der Weltabläufe verdeutlichen zu können. Cassirer kann dem nicht zustimmen, kann weder ~~den~~ logisch noch psychologisch dieses Bild als besonders gelungen ansehen, und versucht daher auf dem Weg einer historischen Betrachtung die Bedeutung zu verstehen, welche die Laplacesche Weltformel in der Diskussion um den Kausalbegriff gewonnen hat. Bei Laplace bezeichnet das Bild des allumfassenden Geistes den Versuch den Unterschied zwischen dem Begriff der Wahrscheinlichkeit und dem Begriff der Gewißheit zu verdeutlichen. Erst durch Emil du Bois-Reymond in seiner Rede „über die Grenzen des Naturerkenntnis“ (1872) wurde die Laplacesche Formel zum Ausdruck eines allgemeinen erkenntnistheoretischen Prinzips, das jedoch dazu führte, so Cassirer bestimmte Probleme naturwissenschaftlicher Erkenntnis durch eine schnelle, endgültige und dogmatische Lösung zuzudecken. (135) Du Bois-Reymond geht davon aus ein für alle Mal eine dauernde Form von naturwissenschaftlicher Erkenntnis feststellen zu können, deren Erkenntnis-Status weit über ~~den von bloß~~ empirischer Schranken hinausgeht. So absolut die Möglichkeiten dieser Erkenntnisformen angesetzt sind, so allumfassend ihr Erkenntnisanspruch ist, so absolut ist ihr Scheitern an der Unwissenheit, weil diese als Grenze

2. Metaphysischer und kritischer Determinismus

Cassirer sieht das Laplacesche Gedankenexperiment als Ausdruck und „Zusammenfassung einer Weltansicht an, aus der die philosophischen Systeme des 17. Jahrhunderts, die Systeme des klassischen Rationalismus erwachsen sind.“ Lange vor Laplace hat Leibniz diesen Gedanken, den Laplacesche Geist ins Bild setzt, in seiner Schrift „Von dem Verhängnisse“ folgendermaßen formuliert: „Daß alles durch ein festgestelltes Verhängnis herfürgebracht werde ist ebenso gewiß, als daß drei mal drei neun ist. ...so entsteht aus der Zusammenwirkung ein gewisser onfehlbarer Effekt...nach dem Maß der Kräfte,...wenn nicht nur zwei oder 10 oder 1000, sondern gar unendlich viel Dinge zusammen wirken...Die Mathematik kann solche Dinge gar schön erläutern, denn alles ist in der Natur mit Zahl...gleichsam abgezirkelt.“ (143/44) Die Kette der Verhängnisse wird von Leibniz als mathematisch berechenbar gedacht und so macht er auch einen weiteren Schritt, der der Vorstellung von der Laplaceschen Weltformel sehr nahe kommt: „daß wenn einer eine genügsame Einsicht in die inneren Teile der Dinge haben könnte,..., um alle Umstände vorzunehmen und in Rechnung zu bringen, würde er ein Prophet sein...“ Für Cassirer ist Leibniz Konzeption des Kausalgesetzes und des Determinismus auf das engste mit dessen Realitätsbegriff verbunden, der sich dadurch kennzeichnet, daß darin Natur dieselbe Unfehlbarkeit zukommen muß wie den Regeln der Mathematik. Anderenfalls wäre es nach Leibniz nicht vorstellbar, wie Natur für mathematisches Denken erfassbar sein könnte. (144) In dieser Hinsicht spricht Cassirer eine Übereinstimmung für die Autoren des klassischen Rationalismus an, daß nämlich: „Die Kausalforderung von Kepler und Galilei, von Descartes und Leibniz nichts anderes ausdrückt als die Überzeugung der Identität von Mathematik und Natur.“ In diesem Gedanken kommt das Denken auf eine Weise mit dem Sein in Kontakt, daß es, indem die Mathematik mit der Natur identisch gesetzt wird, als vom Denken in einem Schöpfungsakt hervorbringbar zu werden scheint. Indem Mathematik und Natur identisch gesetzt werden, nähert sich der menschliche Verstand dem göttlichen an, der als mit dem Privileg versehen gedacht wird, Sein zu denken, das er selbst erschafft: „und eben dieser ursprüngliche Schöpfungsakt ist durch die Grundgedanken der Mathematik: durch Größe, Zahl und Maß bestimmt.“ Auch Keplers Lehre von der Weltharmonie beruht auf dieser Annahme, daß das Sein die mathematischen Begriffe als seine eigentlichen Archetypen voraussetzt. (145) Und Galilei betont, zur Rechtfertigung des Kopernikanischen Systems, daß im Hinblick auf den Grad der Gewißheit der mathematischen Erkenntnisse zwischen dem menschlichen und dem göttlichen Geist kein qualitativer Unterschied bestehe. Das ist auch deshalb so, weil eine weitere Steigerung der Genauigkeit und Strenge wie sie für mathematische Beweise gilt nicht denkbar ist, so Galilei.

Der Determinismus, so wie Leibniz ihn denkt, beruht aber nicht nur auf einer Metaphysik, die mathematisch gedacht wird, sondern auch auf einer Mathematik, deren Grund in der Metaphysik beruht: „denn jeder strenge mathematische Zusammenhang, den wir in den Phänomenen gewahr werden geht als abgeleitetes Ereignis auf die einfachen Substanzen, die Welt der Monaden zurück. Die Welt der Naturwissenschaft ist als etwas Relatives zu sehen, weil sie in der Welt der Monaden begründet liegt, sie ist ein phänomenon bene fundatum. (146) Jede dieser einfachen Substanzen verfügt über eine Vorstellungskraft, aus welcher heraus sie ihre Phänomene erzeugen und entwickeln kann, was mit der strengsten Notwendigkeit, der strengsten Kausalität geschieht: „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 beschreibt nach Leibniz ein Verhältnis, das in der einfachen Substanz selbst zwischen ihrer ursprünglichen Kraft und deren Ergebnissen anzunehmen ist.“ Die Identität der Substanz wird durch die Strenge der kausalen Kette der aus ihr entfalteten Wirkungen verbürgt. Das Sein der Substanz wird dynamisch gedacht, sich ständig verändernd, das sich nach dem einzig Beharrlichen, dem Gesetz des Übergangs, der Entfaltung entwickelt. „Die Substanz als primitive Kraft wird von Leibniz mit dem allgemeinen Glied bestimmter algebraischer Reihen verglichen, das die Regel angibt...Daß ein bestimmtes Gesetz beharrt, welches alle zukünftigen Zustände des Subjekts, das wir identisch denken, in sich schließt: das eben macht die Identität der Substanz aus...Wäre das Band der Kausalität an irgendeiner Stelle des Weltgeschehens gesprengt, so bräche auch die Realität und Substantialität in sich zusammen.“ (147) „Ein Geschehen, das nicht mehr durch das Gesetz der Reihe bestimmbar und aus ihr ableitbar wäre, fiel auch nicht mehr in die Reihe hinein-es könnte keinem bestimmten Subjekt mehr zugeschrieben werden und bliebe somit gleichsam im Leeren schweben. ...denn es gibt kein wahrhaftes Sein, es gibt keine objektive Realität, außer in der Form der Einheit.“ Auf der Vorstellung des deterministischen Zusammenhangs beruht, nach Leibniz, jede Aussage über das Sein und die Realität überhaupt.

Vor der Skepsis Humes lösen sich diese einfachen Substanzen auf, und vergebens wird in den Perzeptionen der Wirklichkeit nach einem Urbild für Kausalität gesucht. Vor der Humeschen Skepsis verwandelt sich die Idee der Kausalität in ein Produkt der Einbildungskraft. (148) Eine objektive Bedeutung des Kausalbegriffs auszumachen ist unmöglich, da ein Notwendigkeit außerhalb des Mathematischen, eine Notwendigkeit im Realen und vom Realen her unverstänlich bleiben muß. Der Glaube an die Kausalität entsteht aus „dem Zwang der Gewöhnung, der uns eine Form der Einsicht vortäuscht. Wenn beim elastischen Stoß, als dem Paradebeispiel für einen kausalen Zusammenhang, die beiden Kugeln im Augenblick des Zusammenpralls, statt ihre Bewegungsrichtung ihre Farben gegeneinander tauschen, so wäre das das letztere ebenso begreiflich wie das erste. „Wir können den Glauben an die Kausalität aber niemals aufgeben, denn ohne ihn gäbe es ..keine

praktische Orientierung. Aber wir überschreiten die Grenzen, die der menschlichen Erkenntnis gesteckt sind, sobald wir versuchen, diesem Glauben selbst irgendein objektives Fundament zu geben.“ So referiert Cassirer Humes Position. (149)

Kant bestätigt diese Kritik Humes, indem er jede Ableitung eines allgemeinen Kausalbegriffs aus bloßen Begriffen verwirft, er lehnt eine rational-metaphysische Begründung des Kausalprinzips ab: „Für alle solche Erkenntnis sind wir ein für allemal auf die empirischen Daten angewiesen, die uns immer nur darüber belehren, was geschieht, nicht aber warum es geschieht oder geschehen mußte.“ Es ist nach Kant nicht möglich a priori, also allgemein und notwendig Beziehungen der Kausalität zwischen Dingen anzunehmen, diese kausalen Beziehungen gelangen durch die Erfahrung in unser Wissen, und sind nicht bereits vorher in der Vernunft enthalten. „Was bleibt alsdann noch von der angeblichen Apriorität, was bleibt von der Allgemeinheit und Notwendigkeit des Kausalbegriffs übrig?“ (150) „Auf diese Einwände ließe sich keine Antwort finden: -es sei denn, daß wir den Ansatz der Frage von Grund aus verändern.“ Und diese veränderte Fragestellung wird mit Kants kritischer Wendung möglich, durch welche der psychologischen Analyse Humes die transzendente Analyse Kants vom Kausalbegriff gegenübergestellt wird. Die transzendentale Analyse bezieht sich jetzt nicht mehr auf die Dinge selbst, sondern auf die Form der menschlichen Erkenntnis und die Form des objektiven menschlichen Wissens. Nach Kant gilt der Kausalsatz nicht für die Dinge überhaupt, für jenes Sein, von dem die rationalistische Metaphysik und Ontologie handelt, was in den Widerspruch und die Unmöglichkeit führen würde eine Allgemeingültigkeit für den Kausalsatz zu behaupten, sondern er gilt nur für die Gegenstände möglicher Erfahrung. Die Kausalität gilt nach Kant also nur einer bestimmten Hinsicht: „Nur soweit es möglich ist, die Erscheinungen der Erfahrung in eine gesetzliche Ordnung, die Kausalität, einzufügen, ist es möglich, sie auf den Gegenstand der Erfahrung zu beziehen.“ Die Kausalität wird zur Bedingung der Möglichkeit der Gegenstandskonstruktion und entkommt somit den Widersprüchen des metaphysischen Rationalismus, wie der Lösung des Skeptizismus, indem „Erfahrungsurteile ihre objektive Gültigkeit niemals von der unmittelbaren Erkenntnis des Gegenstandes, sondern bloß von der Allgemeingültigkeit der empirischen Urteile entlehnen können.“ Nach Kant ist es nicht möglich das Prinzip der Kausalität oder den Satz vom zureichenden Grund dogmatisch, d.h. aus bloßen Begriffen, beweisen zu wollen, sondern der Verstand empfiehlt aufgrund seines Erfahrungsgebrauchs die Kausalität als reines Prinzip, das nichts über den Grund der Dinge und auch nicht unmittelbar über die empirischen Dinge etwas aussagt. 152/3 Kant sagt in seinem kritischen Determinismus lediglich aus, daß es sich bei der Kausalität um ein Prinzip der empirischen Begriffsbildung handelt, das Aussagen darüber macht, „wie wir unsere empirischen Begriffe fassen können, damit sie ihrer Aufgabe der Objektivierung der Phänomene gerecht werde.“ Gegen Hume hält Kant fest, daß eine bloß-subjektive Ableitung der Kausalität als bloßen Vorstellungsablauf annehmen würde, während sie tatsächlich ja doch versucht eine Behauptung über das Naturgeschehen auszustellen. Humes scheinbar psychologische These setzt eine transzendente These voraus, er muß zum mindesten eine objektive Regel im Spiel der Erkenntniskräfte annehmen. Um die psychologischen Allgemeinbegriffe der Gewohnheit, der Übung, des Gedächtnisses und der Einbildungskraft bilden zu können, so referiert Cassirer Kant, muß es eine Beständigkeit im psychischen Geschehen geben, die nach Regeln verfährt. (153) Nach Hume herrscht ein strenger Determinismus zumindest im Zwang der Gewohnheit, der auf die Einbildungskraft ausgeübt wird. Kants Kritik geht aber dahin zu sagen, daß Humes psychologische Determination eine objektive Determination bereits voraussetzt, indem keine Beständigkeit des inneren Geschehens ohne eine Beständigkeit des äußeren Geschehens verstehbar werden könne.

Cassirer zieht aus seinen Ausführungen die folgenden beiden Schlüsse:

1. Nach Hume und Kant ist es nicht länger möglich die Kausalitätsrelation als einfache Beziehung zwischen den Dingen aufzufassen, obwohl unserem praktischen Verkehr mit den Dingen der Natur und ihrer Veränderung genau diese Annahme unausgesprochen zu Grund liegt. (154/55) „Die Dinge des common sense verlieren ihren Anspruch zumeist, sobald die streng wissenschaftliche Erkenntnis sich ihnen zuwendet. So wird z.B. ein Ding der Erfahrung in der wissenschaftlichen Betrachtung ein komplexer Inbegriff von mehreren Bedingungen. Beide, Kant und Hume verwenden aber die Sprache des Alltags (155) und dabei sieht es manchmal so aus, als genüge es, um einen kausalen Zusammenhang zu definieren, verschiedene Zustände eines Dinges in ihrer einfachen Abfolge zueinander zu betrachten. Cassirer wendet dagegen ein, daß bei einer wissenschaftlichen Betrachtung, die von der Alltagssprache weggeführt, diese einfache Abfolge von Zuständen in die Vorstellungen von Kräften aufgelöst werden müssen, die auf allgemeinen Gesetzen basieren.“ „Diese Gesetze sind die eigentlichen Komponenten des angenommenen Kausalverhältnisses“, und um sie exakt zu formulieren bedarf die Physik einer eigenen symbolischen Sprache, die sich von der Sprache des Alltags entfernt.

2. Die Laplacesche Formel wird von einem Verwirrung auslösenden Einzelfall zu einem typischen Fall metaphysischer Begriffsbildung, die den empirischen Gebrauch eines bestimmten Begriffs festlegt, dann aber diesen Gebrauch ins Unbedingte steigert, ... indem sie ihn von allen Schranken der Empirie befreit. (156/57) Nach Kant handelt sich bei diesem Übergang zur Grenze des Erfahrbaren und bei den Widersprüchen, die sich daraus ergeben, wenn z.B. von Welt, Seele, Gott oder eben dem Laplaceschen Geist die Rede ist, um eine fast unvermeidliche Täuschung. Dieser Täuschung muß nach Kant eine Logik des Scheins entgegengesetzt werden, welche eine Kritik des Verstandes im Hinblick auf genau diesen „hyperphysischen Gebrauch“ ausübt. In diesem Sinn argumentiert Cassirer, wenn er betont, daß, wenn diese

keiner relativen Erweiterung/Veränderung unterliegt. ^{an fassen} Das Scheitern der Lösung des Kausalproblems durch den Laplaceschen Geist wird an der Kluft zwischen materiellem Sein und Bewußtsein deutlich: „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.“ In Bezug auf dieses Problem nimmt die Naturwissenschaft eine Haltung der Ignoranz ein, so Cassirer.

In den letzten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts wurde jedoch viel um die Problemstellung Du Bois-Reymonds diskutiert. (136) Auch für die Neukantische Bewegung und darin für Otto Liebmann z.B. wurde der Laplacesche Geist, bei der Analyse des Kausalproblems, zum gültigen Ausdruck dessen, was er ~~ist~~ als die Logik der Tatsachen (in der objektiven Weltvernunft) bezeichnete. Hieran wird deutlich, daß der Laplacesche Geist sowohl einer naturwissenschaftlichen als auch einer metaphysischen Deutung dienlich sein konnte. Die Rede Du Bois-Reymonds konnte auch deswegen eine so starke Wirkung entfalten, weil am Ende des 19. Jahrhunderts der Materialismus-Streit geführt wurde, der sich zwischen der Position, die das Geistige unter die Leitung des naturwissenschaftlichen Denkens, verbunden mit einer mechanistischen Weltauffassung, stellte, und der Position, die dem Geistigen eine eigene Sonderstellung einräumte, ausgetragen wurde. Du Bois-Reymonds Rede schien beiden Ansprüchen gerecht zu werden. (137) Dem Materialismus oder Mechanismus kam Du Bois-Reymond entgegen, indem er betonte, daß für das Erkennen das mechanische Prinzip zum alleinigen Maßstab würde, allen transzendenten Problemen gegenüber aber würde das physikalisch-mathematische Erkennen jenseits versagen, sodaß sich ein Raum jenseits der (natur-)wissenschaftlichen Erkenntnis für rein spekulative Lösungsversuche eröffnete, was den Spiritualisten gelegen kam.

In dieser historischen Analyse stellt Cassirer fest, daß: „die Antwort auf das Kausalproblem, die eine naturwissenschaftliche Erkenntnislehre uns gibt, niemals für sich allein steht, sondern daß sie stets auf einer bestimmten Annahme über den naturwissenschaftlichen Objektbegriff beruht.“ Dieser Zusammenhang zwischen der Formulierung des Kausalproblems und der Konzeption des Objektbegriffs gilt auch für die neue Diskussion um die moderne Quantenmechanik und die von ihr ausgelöste „Krise des Kausalbegriffs“, die Cassirer eher als eine durch eine Umbildung des Objektbegriffs hervorgerufene Problematik versteht. (138)

Zurück zu Du Bois-Reymonds Theorie der naturwissenschaftlichen Naturerkenntnis und der Beziehung des Kausalproblems zur Objektkonzeption darin: „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.“ Durch diese Einführung eines eigentlich transzendenten, nicht-materiellen allwissenden Geistes zur Verdeutlichung der Kausalität vermischen sich das Gebiet der Natur-Wissenschaft und das Gebiet des Geistigen, das mit der Unerkennbarkeit gekoppelt ist. Durch diesen Zusammenschluß werden gerade die Prinzipien naturwissenschaftlicher Erkenntnis zu etwas Unerkennbaren: „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...“ Diese seltsam anmutende Vermischung oder Schlußweise, so Cassirer, geschieht in allen Formen symbolischer Erkenntnis, denn selbst die abstrakteste Symbolbildung ist von ihrer Verbundenheit mit dem unmittelbar Bildhaften und zur Verdinglichung nur schwer zu befreien (139/40). „Des unmittelbar magischen Charakters werden die Symbole entkleidet, aber noch immer haften ihnen der Charakter des Geheimnisvollen, des Unbegreiflichen an.“ (140)

Die moderne Physik hat die Voraussetzungen, auf welchen der Laplacesche Geist sich entfalten konnte, nämlich die Behauptung alles physikalische Geschehen dadurch zu begreifen, daß es auf die Bewegung einfacher Massepunkte zurückzuführen ist, aufgegeben. Die Annahmen von Du Bois-Reymond, wie z.B. das Ignorabimus, werden ebenfalls zurückgewiesen: „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 Kreises und anderer ähnlicher Aufgabestellungen, die dadurch, daß man sie auf die richtige Form bringt, zugleich erledigt und annulliert werden.“ (141) Das Bild des Laplaceschen Geistes sorgt auch noch in anderen Hinsichten für Verwirrung und schwere Bedenken werden gegen es erhoben: „In dem Bilde des Laplaceschen 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 Besonderen geht...“ (142) Der Laplacesche Geist hat sich auch als Idealvorstellung, welche die naturwissenschaftliche Erkenntnis anleiten sollte nicht bewährt. („Die Grenze, der sich der menschliche Geist in seiner fortschreitenden Naturerkenntnis ständig annähern sollte, bewährt sich auch als Grenze nicht: es zeigt sich, daß schon ihre bloße hypothetische Setzung, streng genommen, zu einem unvollziehbaren Gedanken, zu einem Widerspruch hinführt.“) Cassirer fordert ein anderes Prinzip naturwissenschaftlicher Erkenntnis zu formulieren, das folgende Kriterien erfüllen kann: logisch und kohärent zu sein, empirisch brauchbar zu sein und auf die Begriffsbildung der wirklichen Physik anwendbar sein soll. ^{zu können}

metaphysischen Verwicklungen des Laplaceschen Geistes vermieden werden sollen, „das Kausalproblem als ein Problem des diskursiven, nicht des intuitiven, des endlichen und nicht des unendlichen Geistes gesehen werden muß. Der endliche Intellekt ist in einem positiven Sinn begrenzt (157/8), denn seine Grenze wird zur Bedingung der Möglichkeit seiner Erkenntnis. Die Formel des Laplaceschen Geistes hebt diese Grenze des kausalen Erkennens auf und verliert dadurch seinen Erkenntniswert, wird zu einem leeren Begriff, dem kein empirischer Gegenstand entspricht und der auch nicht als methodische Maxime für unsere Erkenntnis zu gebrauchen ist. (158) Die Leibnizsche Konzeption des Verhängnisses verliert hier ihre Anwendungsmöglichkeit und ihre Bedeutung, weil sie als eine unzulässige Hypostase eines Ideals der reinen Vernunft erkannt wird. Solche Hypostasen sind verlockend, weil sie eine Vollendung von Erkenntnis versprechen, wobei gerade diese Vollendung vorgeblich und Illusion bleiben muß.

Cassirers historische Betrachtungen sollen dazu dienen eine Richtschnur für die folgende Auseinandersetzung mit dem physikalischen Kausalitätsproblem zu geben. Für die Physik kann nur der kritische und nicht der metaphysische Determinismus den Ausgangspunkt bilden. Das Kausalproblem als eine Frage der physikalischen Methodenlehre, mit ihrem, gemäß dem Ideal empirisch-gegenständlichen Wissens, begrenzten Gebrauch zu verstehen, macht sich Cassirer zur Aufgabe. (159/60)