

# Das Substanzproblem bei Schlick und Cassirer<sup>1</sup>

## Einige Aspekte einer physikalisch motivierten Auseinandersetzung

Tobias Fox, 4. März 2007

### 1. Einleitung

Den beiden Philosophen des frühen 20. Jahrhunderts Moritz Schlick (1882–1936) und Ernst Cassirer (1874–1945) ist es gemein, wesentliche Erkenntnisfortschritte in der Physik bezeugt und sich dafür auch philosophisch interessiert zu haben. Einer dieser Erkenntnisfortschritte bestand während einer Phase von etwa 1913 bis 1927 in der Entwicklung der *Quantenmechanik* zur Beschreibung atomarer Vorgänge. Ohne auf physikalische Besonderheiten in diesem Zusammenhang einzugehen sei bemerkt, daß die Quantenmechanik ihren Erfolg daraus gewinnt, die beschriebenen Atome und ihre Teile wie beispielsweise Elektronen nicht mehr nur als kleine Materiekörnchen aufzufassen. Manche Phänomene der Quantenwelt lassen sich nur so deuten, daß atomare Teilchen sich fortbewegen wie ausgedehnte Wellen. Zudem zerbricht zusehens die Vorstellung von Teilchen als isolierbare Objekte, die sich untersuchen lassen, wie Zellen unter dem Mikroskop. Das alles ist für die Physik keine Erschütterung gewesen, sondern diese Veränderungen bewirkten gerade die gesuchten Erkenntnisfortschritte. Einzig die Philosophie, und hier im besonderen die Erkenntnistheorie und die Naturphilosophie, welche Aussagen über die Beschaffenheit von Materie und Kräften treffen möchten, sind zu einer Reaktion aufgerufen.

Die Reaktionen kamen dann auch, und zwar gefärbt je nach Gesinnung des betreffenden Philosophen. Schlick zeigte sich hier als Empirist, der der Erfahrungswissenschaft ›Physik‹ großen Erklärungsspielraum beimißt. Sein unausgesprochenes Diktum lautet daher in etwa: Die Philosophie muß die Erkenntnisse der Physik annehmen und ihr Weltbild danach ausrichten. Cassirer

---

<sup>1</sup>Diese Untersuchung ist Teil des Projektes »Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie des frühen 20. Jahrhunderts: Der Wiener Kreis in seiner Opposition zur traditionellen Philosophie«, gefördert vom Deutschen Akademischen Austauschdienst (DAAD). An dieser Stelle sei dem DAAD für die Förderung des Projektes herzlich gedankt.

dagegen argumentiert aus einer entgegengesetzten Haltung heraus. Als Vertreter des Marburger Neukantianismus mit deutlichem Streben nach einer rationalistischen und apriorischen Erkenntnistheorie fragt er zwar auch, was die Physik für neue Entdeckungen tätigt und der Philosophie als Aufgabe vorgibt; jedoch sucht er nach erkenntnisleitenden Vorgaben, die in der Quantenphysik angewendet werden und damit ihr vorangehen, nicht aber überprüft werden.

Es gibt viele Aspekte, unter denen man die Bemühungen Schlicks und Cassirers vergleichen könnte. Einer davon ist der Substanzbegriff. Obwohl es sich um eine traditionell philosophische Konzeption handelt, scheint er unmittelbar von der Quantenmechanik betroffen zu sein: Aus was für einer Substanz bestehen Elektronen und Atomkerne, wenn sie nicht mehr als kleine Kügelchen aufgefaßt werden können? Ist der Substanzbegriff noch irgendwie angemessen? Im folgenden sollen Cassirers und Schlicks Denkansätze vorgestellt werden. Die Meinungen beider Philosophen sollen außerdem mit Ansätzen von Hermann Weyl (1885–1955) ergänzt werden. Weyl, ursprünglich Mathematiker und dann Physiker, räumt den Naturwissenschaften größtmögliches Potential zur Beantwortung philosophischer Fragen ein und kann damit als Naturalist betrachtet werden; seine Stellungnahmen können deswegen von Interesse sein, weil er die Bedeutung des konzeptionellen Schritts von der Quantenmechanik zu den *Quantenfeldtheorien* hinsichtlich des Substanzbegriff schon in den 20er Jahren, und offenbar ohne Kenntnis der Cassirerischen Philosophie, vorhersieht.<sup>2</sup> Mit Weyl kommen also auch die Nachfolgertheorien zur Quantenmechanik ins Spiel, die einen weiteren Erkenntnisfortschritt in der Teilchenphysik markieren. Sie wurden von Schlick und Cassirer nicht mehr kommentiert (was zwar möglich, aber nicht unbedingt erforderlich von hauptsächlich philosophisch arbeitenden Forschern wäre). Daher bieten sich Quantenfeldtheorien an, als Prüfstein für ihre zunächst an der Quantenmechanik orientierten Auffassungen hergenommen zu werden.

---

<sup>2</sup>Eine Übereinstimmung in den Urteilen von Cassirer und Schlick bis zu einem gewissen Punkt zu entdecken, ist alles andere als neu. Thomas Ryckman und Barry Gower haben bereits darauf hingewiesen, wenn auch hinsichtlich eines Realismus, den man heute als strukturellen Realismus bezeichnen würde und der sowohl bei Cassirer, als auch bei Schlick zu finden ist. (Thomas Ryckman, »Conditio sine qua non? Zuordnung in the early epistemologies of Cassirer and Schlick«, *Synthese* 88 (1991), 57–95; Barry Gower, »Cassirer, Schlick and ›Structural‹ Realism: The Philosophy of the Exact Sciences in the Background to Early Logical Empiricism«, *British Journal for the History of Philosophy* 8/1 (2000), 71–106.)

## 2. Zur quantenmechanisch motivierten Substanzkritik

Cassirer zeichnet in seinem *Substanzbegriff und Funktionsbegriff* von 1910 einen Bogen von den Ursprüngen des Atombegriffs in der Antike bis zu den physikalischen Atomkonzeptionen seiner Gegenwart.<sup>3</sup> Das Recht des Atombegriffs wurzele in seiner Fähigkeit, die physische, sinnlich wahrnehmbare Welt abstrakt darzustellen.<sup>4</sup> Dabei wäre der Grad der Abstraktion in der Antike nicht weit fortgeschritten, da die Atome als ausgedehnte Körperchen mit Haken und Ösen und einer gewissen (unendlichen) Festigkeit noch viele sinnliche Bestimmungen aufgewiesen hätten, die erst später sukzessive aufgelöst wurden. Durch theoretische Umkonstruktionen, erfordert durch verschiedene Problemkreise wie die des elastischen Stoßes zwischen Atomen (Leibniz und Huygens), ihrer Trägheit (Galilei) und des Kraftaustausches (Kant und Bosovich), hätte der Atombegriff jeweils neue, substanzfernere Bedeutungen gefunden. Vorerst gelange man zu materiellen, punktförmigen Kraftzentren, die das Problem der absoluten Härte nicht mehr aufwürfen, dafür aber die physische Objektivität der dreidimensionalen Ausdehnung abgestreift und, an seiner statt, den Kraftbegriff aufgenommen hätten. (Man beachte, daß bisher eine Art Materie-Kraft-Dichotomie bestanden hat, eine Kraft aber als auf Materie wirkend einer anderen Kategorie als diese angehören muß.) Aus dem Fokus gerate nach Cassirer damit einhergehend die Teilbarkeitsproblematik, insbesondere was aktuelle, physische Teilungsschritte betreffe:

Demnach handelt es sich in erster Linie nicht um die Herauslösung letzter *Grundbestandteile* der Dinge, sondern um die Festlegung bestimmter einfacher *Grundprozesse*, aus denen die Mannigfaltigkeit des Geschehens abgeleitet werden soll.<sup>5</sup>

Zum sinnesfernen Konzept des Materiepunktes träten dann die Idealisierung wie beispielsweise das Trägheitsgesetz von Galilei, das, obwohl anwendbar auf Naturvorgänge, doch diese nicht direkt abbilde.<sup>6</sup> Wieder ein Schritt, in dem die Anschaulichkeit der mathematischen, geometrischen oder arithmetischen Abstraktion geopfert wird, um ein besseres Verständnis der anschaulichen Naturvorgänge zu gewinnen.

Nach der Deutung Cassirers liegt in dieser Entwicklung nicht eine Ansammlung von historischen Zufälligkeiten, sondern die immer konsequentere Umsetzung des rationalistischen Programms von Demokrit. Schon in dessen Atomistik sei mit der Notwendigkeit des leeren Raumes als sinnlich nicht

---

<sup>3</sup>Ernst Cassirer, *Substanzbegriff und Funktionsbegriff*, Darmstadt 1980 (Erstausgabe Berlin 1910).

<sup>4</sup>ibid., 207.

<sup>5</sup>ibid., 213.

<sup>6</sup>ibid., 223.

wahrnehmbarem Ding ein antisubstantielles Element eingeführt. Auch die Verneinung der elementaren Eigenschaften der Wärme, Kälte, Feuchte, des Trockenen, Dichten, Dünnen, Hellen und Dunklen sei nun als schlüssiger Anfang einer langen Abstraktionskette anzusehen. Die Ausarbeitung des Atombegriffs bestehe also in einer Abkehr vom Substanzbegriff.

Die diesbezüglichen Neuerungen der Quantentheorie interpretiert Cassirer in *Determinismus und Indeterminismus in der modernen Physik* analog.<sup>7</sup> Die Substanzminderung bestehe nun darin, daß uns die Folgerungen aus der Heisenbergschen Unbestimmtheitsrelation dazu veranlaßten, von einer »durchgehenden Bestimmung« der betreffenden Quantenobjekte abzusehen.<sup>8</sup> Zur Substantialität eines Objektes gehöre die kontinuierliche Beschreibung aller seiner Prädikate; und da Ort und Impuls eines Einzelobjektes nun nicht mehr gleichzeitig in seinen Zustand eingehen könnten, sei von der »Wirklichkeit« eines Dinges abzusehen. Cassirer geht folglich weiter und schließt aus der Unsubstantialität sogar darauf, daß Quantenobjekte das Kriterium der Wirklichkeit und Existenz im Sinne Kants nicht mehr erfüllten. Somit liegt uns hier auch eine der frühen Wurzeln der heutigen Realismusdebatte vor.

Schon jetzt fällt auf, daß sich mit den Quantenfeldtheorien, die Cassirer noch nicht bedacht hat, eine weitere Aufhebung substantieller Reste in der Physik verbinden. Der klassische Begriff des Kraftfeldes, der in der *Quantenmechanik* noch vorkommt, geht von einer zwischen den Teilchen wechselseitigen Kraft-»Wirkung« aus, wenn auch ›Wirkung‹ hier in zwei Bedeutungen auftritt. Ein Materiepunkt bewirkt Dasein und Stärke des ihn umgebenden Zentralkraftfeldes – sowohl als massebehaftetes, als auch als elektrisch geladenes Teilchen. In anderer Richtung und in einer anderen Bedeutung bewirkt ein vorhandenes Kraftfeld eine Änderung in der Bewegung eines Masse- oder Ladungspunktes. Hier konfrontiert sich noch das substantiell gedachte Stoffteilchen mit dem in dieser Hinsicht mysteriösen Feld, was sich sehr schön in der (auch formal) unvermeidbaren Widersprüchlichkeit zeigt, ein geladenes Teilchen würde von seinem eigenen Kraftfeld beeinflußt (das physikalische Problem der *Selbstwechselwirkung*). Der Feldbegriff der *Quantenfeldtheorien* dagegen ersieht in dem Korpuskel nur noch einen Anregungszustand des Feldes. Darin besteht einer der wesentlichen Veränderungen gegenüber der Quantenmechanik. Daß dieser Umstand mit unserer Sinnenwelt nichts mehr gemein hat, ist in der Cassirerischen Deutung nicht Problem sondern Erklärungsbestandteil der physikalischen Entwicklung: nun ist ein weiterer substantieller Bestimmungsgrund der Elementarteilchen niedergelegt worden. Daher ist es auch billig, wenn das mathematisch-formale Problem der Selbstwechselwir-

---

<sup>7</sup>Cassirer, »Determinismus und Indeterminismus in der modernen Physik« in: ders., *Zur modernen Physik*, Oxford 1957, 127–397; Erstausgabe Göteborg 1937.

<sup>8</sup>ibid., 346 f.

kung, wie es in den Quantenfeldtheorien immer noch besteht, entweder unanschaulich, das heißt substanzlos, oder in einer Idealisierung gelöst wird, die wieder einmal den Naturvorgang nicht *abbildet*.

Moritz Schlick äußert eine Substanzkritik hinsichtlich des physikalischen Atomismus seiner Zeit nicht nur als erkenntnistheoretischer Empirist, der den Kantschen Substanzbegriff angreift, sondern auch als naturphilosophischer Empirist, der mit dem Handeln der Physik argumentiert. Die Naturwissenschaften, so Schlick, suchten nach Naturgesetzen; Gesetze aber verknüpften nur Eigenschaften und dienten der Vorhersage von Ereignissen. Damit seien Gegenstände noch nicht in die Naturbetrachtung eingeführt.

Das Urteil, ›An diesem Orte befindet sich ein Wasserstoffatom‹ heißt weiter nichts als: ›An diesem Orte spielen sich bestimmte Prozesse ab‹. Die Natur besteht eben in letzter Linie aus Vorgängen, Ereignissen, Prozessen, nicht aus qualitätsbegabten Substanzen.<sup>9</sup>

Das Beharrliche trete zwar in den Naturgesetzen auf, dann aber in Form von Erhaltungssätzen. Das Erhaltene, wie zum Beispiel die Ladung oder die Masse unter gewissen Umständen, weise nur ein »Konstantbleiben«, nicht aber ein »Mit-sich-identisch-Bleiben« auf.<sup>10</sup>

Die Aussage: »Hier befindet sich ein Elektron« hat daher für die Physik nur den Sinn: »Hier besteht eine ganz bestimmte Gesetzmäßigkeit elektrischer Kräfte«. . . . So tritt also auch hier an die Stelle einer mit sich selbst identisch bleibenden Substanz eine gewisse Gesetzmäßigkeit zwischen veränderlichen, nicht-substantiellen Größen.<sup>11</sup>

Das Ergebnis gleicht damit der Cassirerischen Vorgabe, der Substanzbegriff trete hinter den Funktionsbegriff zurück. Schlicks eigener Zugang zu diesem Standpunkt besteht nun nicht in einer historischen Interpretation, die im entbehrlichen Substanzbegriff ihre weitere Bestätigung findet, sondern in einer

---

<sup>9</sup>Moritz Schlick, »Naturphilosophische Betrachtungen über das Kausalprinzip«, *Die Naturwissenschaften* 8 (1920), 461–474, 472. Siehe auch ders., *Allgemeine Erkenntnislehre*, 2. Auflage, Berlin 1925 (im weiteren als Schlick 1925a), 179: »Natürlich soll mit dem Worte Ding nicht angedeutet sein, daß das an sich Existierende irgendwie dinghaft, substantiell gedacht werden müsse. Es kann vielmehr z. B. ebensogut den Charakter eines Prozesses, eines Geschehens tragen.« Und dann deutlicher auf Seite 260: »Ein Atom, ein Elektron ist also aufzufassen als ein Verband von Qualitäten, die durch bestimmte Gesetze miteinander verknüpft sind – nicht als ein substantielles *Ding*, welches seine Qualitäten als Eigenschaften trüge und von ihnen, eben als ihr Träger, unterschieden werden könne.«

<sup>10</sup>Moritz Schlick, »Naturphilosophie«, in M. Dessoir (Hrsg.), *Die Philosophie in ihren Einzelgebieten*, Berlin 1925 (im weiteren als Schlick 1925b), 393–492, 422 ff.

<sup>11</sup>*ibid.*, 423 f.

empiristischen Naturphilosophie, die den Humeschen Zweifel an der Wahrnehmbarkeit einer Substanz in die physikalische Tätigkeit aufnehmen will. Die Physik muß daher genauso wie die Erkenntnistheorie des Alltags den Substanzbegriff höchstens als Hilfsmittel ansehen, um Phänomene zu ordnen, und soll sich stets darüber bewußt sein, daß nur die Phänomene das wahrnehmbar Gegebene sind. Es besteht daher kein Widerspruch, wenn Schlick an anderer Stelle in denselben Schriften so prägnant zur Wirklichkeit von Atomen sagt:

Nun ist es völlig zweifellos, daß alle letzten Elemente, welche die Wissenschaft annehmen muß, um den Aufbau der Natur verständlich zu machen, in ganz demselben Sinne und Grade als wirklich zu betrachten sind wie die wahrgenommenen Naturgegenstände selber.<sup>12</sup>

An diesem Punkt scheiden sich die Deutungen von Cassirer und Schlick. Während die Schlicksche Philosophie spätestens angesichts der Natur von Elementarteilchen, wie sie spezifisch nur in den Quantenfeldtheorien vorkommen (Quarks und virtuelle Teilchen etwa) nicht mehr von einer Gleichartigkeit der »letzten Elemente« mit »wahrgenommenen Naturgegenständen« sprechen kann, würde ein Cassirerischer Vertreter einmal mehr eine Auflösung des Substanzbegriffes zugunsten des Funktionsbegriffes feststellen. Die Schlicksche Substanzkritik bedürfte dort einer Ausdifferenzierung, wo die Cassirerische ihr Programm ungeändert fortführen kann.

Hermann Weyl identifiziert die traditionelle Substanzidee ebenfalls umgehend mit dem Materiebegriff der Physik und begründet dann in nonchalanter Weise, weshalb sie nur atomistisch gedacht werden kann.<sup>13</sup> In knapper Folge werden drei Gründe für eine atomistisch gefaßte Materie genannt: (a) der Raum könne nicht lückenlos gefüllt sein und gleichzeitig materielle Körper von verschieden Dichte. Ein einheitlicher Substanzteil würde eine einheitliche Dichte alles Materiellen vorgeben. Erst die Annahme eines Vakuums mit darin mehr oder weniger dicht gedrängten Einheitsgewichten namens Atome könnten Dichteunterschiede der makroskopischen Welt erklären; (b) alles Zusammengesetzte, sei es ein chemischer Stoff oder ein größeres System, löst sich leichter auf, als es sich bildet, darum müsse ohne Atome die Materie längst zerfallen sein. Dies ist der klassische *Verödungseinwand*. (c) Weyl fragt, wie man ohne

---

<sup>12</sup>Schlick 1925b, 427. Oder auch Schlick 1925a, 178 f., und besonders 200: »Die Eigenschaften und Beziehungen dieser Gegenstände [wie Körper, Atome, elektrisches Feld usw.] werden niemals unmittelbar gegeben, sondern stets erschlossen, und das gilt nun in genau demselben Sinne und Grade von *allen* derartigen Gegenständen, vom Elektron des Physikers so gut wie von dem Brot auf unserem Tisch.«

<sup>13</sup>Hermann Weyl, »Was ist Materie?«, *Die Naturwissenschaften* 12 (1924), 561–568, 563.

Atomannahm einen »Substanzpunkt« in einer homogenen qualitätslosen Substanz in der Zeit wiedererkennen wolle.

Alle drei Punkt sind durchaus kritisierbar, was hier aber nicht geschehen kann. Wichtig sind diese Gründe, um Weyl Fundament für eine folgende Atomkritik zu verstehen. Er fährt dann nämlich fort: Wenn man nun die physikalischen Atome oder auch Elektronen mit der Vorstellung kleiner stofflicher Kügelchen vergleiche, und man immer noch am Substanzdenken festhalte, wäre das »eigentlich eine groteske Naivität«. <sup>14</sup> Und zwar unter anderem aus zwei Gründen. Die Masse verschiedener chemischer Elemente sei keineswegs dem Volumen proportional, so daß Atome nicht aus demselben »Substanzteil« bestehen könnten. <sup>15</sup> Heute würde die Physik zwar das Masse-Volumen-Verhältnis von physikalischen Atomen erklären können – nämlich mithilfe von Subteilchen und deren Wechselwirkungen –, doch selbst für die gegenwärtigen Elementarteilchen gibt es ein Massenspektrum. Nur wird heute deswegen nicht problematisiert, weshalb offenbar diese Teilchen nicht aus demselben Stoff gemacht sind, weil sie entweder für absolut punktförmig gehalten werden, oder ihre Ausdehnung nur einer rechnerischen Zuordnung entstammt, die keinen realistischen, um nicht zu sagen stofflichen und substantiellen Gehalt mehr hat. Eine Betrachtung der Eigenschaften von virtuellen Teilchen, die rechnerisch in den Quantenfeldtheorien Wechselwirkungen moderieren sollen, zeigt analoge Zuordnungsvorgänge. Wenn man aber sagte, das Massenspektrum von Quarks beispielsweise (als elementare Materiepartikel und genuin quantenfeldtheoretische Entitäten) wäre deshalb unproblematisch, weil sie aus dem Urstoff »Energie« gemacht wären, dann läge auch darin einer der Cassirerischen Schritte: während Weyl noch einen Urstoff kritisiert, den er mit einer Dichte denkt, die sich auf die daraus aufgebauten Atome überträgt, dachte man bei der Energie an eine abstraktere Entität, die der sinnlichen Welt nur insofern entnommen ist, als sie nur *an etwas* (Bewegung von oder Hitze an Objekten) oder *in Form von etwas* (Masse) angenommen wird.

Der zweite Grund ist die sonderbare Konstitution von Elektronen, insofern sie kugelförmig gedacht würden. Ihre Ladung wäre dann auf so engem Raum verdichtet, daß sie nicht durch Starrheit einer mechanischen Kugel zusammengehalten werden könne; Elektronen würden explodieren. <sup>16</sup> Die physikalische Antwort sei eine schlichte Setzung der Stabilität von Elektronen. Gerade also nachdem die elektrische Ladung ins naturwissenschaftliche Denken Einzug gefunden hat und als des Fließens fähiger Strom oder als wörtliche Ladung auf substratähnlichen Trägern sehr substantiell vorgestellt wird, wird ihr gequantelter Zusammenhalt so postuliert wie einst die absolute Härte der anti-

---

<sup>14</sup>ibid., 568.

<sup>15</sup>ibid., 567.

<sup>16</sup>ibid., 567.

ken Atome – nur diesmal abgeleitet aus den Bedingungen der Methodik der exakten Physik.

Hermann Weyl diskutiert auch den neuen Feldbegriff in der Physik. Um das Jahr 1928, dem Erscheinungsdatum von Weyls *Philosophie der Mathematik und Naturwissenschaft*, war zwar noch keine Quantenfeldtheorie vorhanden, aber die Wellennatur der Materie gab bereits Anlaß, eine Feldtheorie der Materie anzustreben. Auf diese Anfänge bezieht sich Weyls Kommentar. In der Beschreibung eines Materiefeldes zieht er die Konsequenz, die heute noch ihre Gültigkeit besitzt und hier mehrmals verwendet wurde: Teilchen sind nur noch Anregungszustände ihres Feldes wie Wasserwellen nur Zustände des Meerwassers sind.

Man kann dieses Weltbild kaum als ein dynamisches mehr bezeichnen, weil hier das Feld weder von einem dem Felde gegenüberstehenden Agens erzeugt wird noch auf ein solches wirkt, sondern lediglich, seiner Eigengesetzlichkeit folgend, in einem stillen kontinuierlichen Fließen begriffen ist. ... An Stelle der Bewegungsgesetze der Substanz aber treten (einfach gebaute) Differentialgleichungen.<sup>17</sup>

Bemerkenswert ist an diesem Zitat, wie bereitwillig Weyl zunächst von dem substanzhaften Agens absieht und es durch eine Funktion – die »Eigengesetzlichkeit« – ersetzt. Dann aber, gleich im folgenden Nebensatz, verbindet er damit das Bild des kontinuierlichen Fließens, was wiederum der stofflich strukturierten Sinnenwelt entnommen ist. *Was fließt denn da?*, könnte man fragen, woraufhin sich Weyl zu korrigieren hätte: Nichts fließt, der Erklärungsfortschritt besteht gerade darin, hier nur noch eine Gesetzlichkeit herrschend anzunehmen.

Nun ist es auffällig, daß man in der qualitativen Beschreibungsweise von Teilchen in den Quantenfeldtheorien zusehens auf die Verwendung von Metaphern zurückgreift. Virtuelle Teilchen, so heißt es oft, hätte eine Reichweite, würden emittiert und absorbiert. Bei Quarks tritt etwas ähnliches auf: Sie könnten sich nur innerhalb des Nukleus frei bewegen, sie empfangen und senden virtuelle Teilchen aus, etc. Die Konzeptionen dieser Entitäten möchten, sofern ein Erkenntnisfortschritt in der Physik angestrebt wird, gerade weitere Bestimmungsstücke des Substanzhaften abstreifen. Wenn dennoch von der Reichweite und der Lebensdauer von virtuellen Teilchen die Rede ist, von ihrer Emission und Absorption und schließlich von ihrer Kopplung an reelle Teilchen, als wenn es sich um Eisenbahnwaggons handeln würde, dann ist das für die Physik, das heißt für die Berechnung von Meßgrößen der Quantenfeldtheorien, beispielsweise Wirkungsquerschnitte und erlaubte oder verbote-

---

<sup>17</sup>Hermann Weyl, *Philosophie der Mathematik und Naturwissenschaft*, München 1966 (Erstausgabe München 1928), 218 und 220.



ne Zerfallskanäle, irrelevant. Die abstrakte Mathematik ist »anwendbar« auf die betreffenden Phänomene, aber sie »bildet« sie nicht »ab«, um die Begriffe von Cassirer (zitierend und wörtlich gemeint) zu verwenden. Der Wunsch nach Abbildung ist nur zu verständlich und führt daher zur Verwendung von Metaphern. Es fehlt allerdings die physikalische Handhabe und überhaupt ein Anlaß, die damit intendierten substantiellen Vorgänge nachzuweisen.

### 3. Die Begegnung Schlick und Cassirer

Nach Exkursen zu Hermann Weyl und zu Teilchen der Quantenfeldtheorien nun noch ein paar Worte zum Verhältnis, in dem die Argumentationen von Schlick und Cassirer standen. Die Wege dieser Philosophen kreuzten sich erstmals, als der Student Schlick Vorlesungen bei Cassirer in Berlin besuchte (ca. 1910). Das große Thema, unter dem sie später sachlich aneinandergerieten, war nicht etwa die Atomfrage oder das Substanzproblem, sondern die philosophische Bewertung der speziellen und der allgemeinen Relativitätstheorie. Cassirer verfaßte einen neukantianischen Kommentar in Buchform, Schlick bewertete diesen in einem Aufsatz.<sup>18</sup> Aus diesem kurzen veröffentlichten Wechselspiel sowie aus dem Briefwechsel zwischen Cassirer und Schlick geht hervor, daß es beiden letztlich im Kern um eine angemessene Deutung und Verwendung synthetisch-apriorischer Urteile im Sinne Kants geht. Beide bekräftigen, wie sehr sie in der hohen Einschätzung der modernen Physik und auch gedanklicher Vorarbeiten Kants übereinstimmen. Cassirer an Schlick:

Ich empfinde, so wenig ich diesen Gegensatz [zwischen Empirismus und Kritizismus] abschwächen will, daß nichtsdestoweniger zwischen *Ihrer* Fassung des Empirismus und meiner Ansicht von der kritischen Methode starke Zusammenhänge bestehen u[nd] daß beide eine große Strecke weit mit einander gehen können.<sup>19</sup>

Die zu entdeckende Höflichkeit zwischen beiden verdeckt doch nicht, daß sie zwei unversöhnlichen Lagern angehören. Während es Cassirers Ziel ist, eine an Kant orientierte Neufassung oder Einschrumpfung synthetischer Urteile apriori zu entwickeln, arbeitet Schlick kontinuierlich in seiner gesamten philosophisch schöpferischen Phase an einer empiristischen Widerlegung jeder einzelnen dieser von Kant vorgegebenen Urteile.<sup>20</sup> Als besondere Fallstudie

---

<sup>18</sup>Ernst Cassirer, *Zur Einsteinschen Relativitätstheorie*, Berlin 1921; Moritz Schlick, »Kritizistische oder Empiristische Deutung der neuen Physik?«, *Kant-Studien* 26 (1921), 96–111.

<sup>19</sup>Cassirer an Schlick, 23.10.1920.

<sup>20</sup>Siehe zum Beispiel Schlick 1921, 106 f.; Schlick 1925a, 320–353; 1925b, 400–405; zuletzt dann die eindeutigen Bekenntnisse aus der Zeit des Wiener logischen Empirismus. Cassirer zu seinem Programm an Schlick: »Der Differenzpunkt zwischen uns liegt, soweit ich sehe, schon im

sehen Schlick und Cassirer dann die Raum- und Zeitbegriff der Einsteinschen Relativitätstheorie vor sich. Es geht ihnen dabei um die Apriorizität der Anschauung von Raum und Zeit, die durch die Erkenntnisse der Physik – also aus empirischen Beweggründen heraus – anscheinend zu verändern sind.

Daher ist der Wettstreit zwischen Cassirer und Schlick in betreff des Substanzbegriffes auf interpretative Übertragungen angewiesen. Dies erscheint jedoch möglich, ja sogar formal recht einfach zu sein, weil es sich in analoger Weise um Bewertungen apriorischer Kategorien Kants handelt. Das, was Schlick und Cassirer zu den Kategorien von Raum und Zeit zu sagen haben, hätten sie aller Wahrscheinlichkeit nach ebenso zur Kategorie der Substanz geäußert. Sie hätten es sogar tun müssen, um konsistent in ihrer Gesinnung und ihrer Wertschätzung gegenüber Kants System zu bleiben.

Das differenzierte Bild beider Philosophen, wie es bis hierhin entstanden sein sollte, zeigt nun auf beiden Seiten ein ›Ja-Aber‹, auf dessen genaue Einschätzung es ankommt. Cassirers Prädikat, ein Neukantianer zu sein, enthält die Komponente, in entscheidender Weise von Kant abzuweichen. Die Funktionalität oder umgänglicher: die Gesetzmäßigkeit stellen für Cassirer eine apriorische Form der Anschauung dar. Sie ist möglicherweise empirisch inspiriert, jedoch vor aller Erfahrung eine notwendige Voraussetzung *für* Erfahrung. Weil es überhaupt ein Apriori bei Cassirer noch gibt, ist seine Philosophie kantisch einzuschätzen.

Moritz Schlicks Prädikat, ein Empirist zu sein, enthält nun die Komponente, in einer besonderen Weise auf Kant zuzugehen. Sie besteht darin, nach Voraussetzungen für die Möglichkeit empirischer Erkenntnis in der Physik zu suchen. Dennoch ist Schlick eindeutigerweise nicht als kantianisch einzuschätzen, weil er die gesuchten (und später auch gefundenen) Voraussetzungen immer von der Empirie als abrufbar kategorisiert. Damit gibt es für Schlick, den bekennenden Humeaner, kein Apriori:

Die wichtigste Folgerung aus der eben entwickelten Ansicht ist, daß ein Denker, der die Unentbehrlichkeit konstitutiver Prinzipien zur wissenschaftlichen Erfahrung überhaupt einsieht, deswegen noch nicht als Kritizist bezeichnet werden darf. Ein Empirist kann z. B. sehr wohl das Vorhandensein solcher Prinzipien anerkennen; er wird nur leugnen, daß sie synthetisch und a priori im oben bezeichneten Sinne sind.<sup>21</sup>

---

*Begriff* des Apriori, den ich etwas anders als Sie fasse: nämlich nicht als einen konstanten, ein für alle Mal festliegenden Bestand an materialen »Anschauungen« oder Begriffen, sondern als eine Funktion, die gesetzlich bestimmt ist und die daher in ihrer Richtung und Form mit sich identisch bleibt, die aber im Fortschritt der Erkenntnis inhaltlich die verschiedensten Ausprägungen erfahren kann.« (Cassirer an Schlick 23.10.1920

<sup>21</sup>Schlick 1921, 98.

Schlick stellt in seinem Cassirer-kritischen Aufsatz ein These und eine Anweisung auf, die ein Kantianer, sei es ein Neu-, Alt- oder Kernkantianer, nicht mittragen kann. Cassirer in seiner spezifischen Philosophie kann es aber nicht gelingen, an dieser Stelle einzuhaken, und dem Empiristen Schlick eine Fehlauslegung nachweisen. Es geht dabei um die Variabilität synthetischer Urteile apriori, die ja bei Cassirer bereits vorkommt. Dadurch fehlt im die Autorität, das Beharrliche in der Lehre Kants gegenüber Schlick zu verteidigen. Schlicks Forderung lautet:

In jedem Falle kann die Existenz eines »reinen Raumes« und einer »reinen Zeit« überhaupt nur dadurch erwiesen werden, daß man das System der dazugehörigen synthetisch-apriorischen Grundsätze tatsächlich aufzeigt oder wenigstens eine eindeutige Anweisung gibt, wie es zu finden ist. Es kann nicht genug betont werden, daß ein Anhänger der kritischen Philosophie sich nur durch Verweisung eines solchen Urteilssystems legitimieren kann.<sup>22</sup>

Es dürfte verständlich sein, daß Cassirer rhetorische Schwierigkeiten haben würde, zunächst die seiner Ansicht nach veralteten Kategorien über eine reine Raumzeit durch seine Kategorie der Funktionalität zu ersetzen, um diese dann als wahren apriorischen Grundsatz zu verteidigen. Ohne an dieser Stelle weiter in die Tiefe gehen zu können, sollte ausreichend angedeutet sein, daß – zurückkehrend zum Substanzproblem – ein neukantianisches Erkenntniskonzept ein ernstzunehmender und vielleicht überlegender Gegner zum Schlickschen Empirismus ist, daß aber nicht wunder nimmt, wenn Schlick in der Diskussion mit Cassirer durch andere Begleiterscheinungen nicht überzeugt werden konnte.

#### **4. Zusammenfassung**

Mit Schlick und Cassirer standen sich ein Empirist und ein Neukantianer gegenüber. Die spätere Geschichte hat erwiesen, daß zumindest von der quantitativen Anteilnahme der Empirismus die prominentere Position geworden ist. In der Frühzeit des logischen Empirismus trafen die Ansichten Schlicks auf eine mehrfach weiterentwickelte Kantlehre, sozusagen auf einen Spätkantianismus. Den expliziten Reibungspunkt bildete eine Diskussion um Kants synthetisch-apriorische Urteile über die Struktur von Raum und Zeit, motiviert durch die zu Zeiten Schlicks und Cassirers neuen Errungenschaften der Relativitätstheorie. Bezogen auf die Erkenntniskategorie der Substanz lassen sich sowohl bei Schlick als auch bei Cassirer ähnlich physikalisch inspirierte Überlegungen finden, die gleichwohl nicht direkt zwischen ihnen verhandelt

---

<sup>22</sup>ibid., 100.

wurden. Es zeigt sich nun, daß ihre Konzeptionen – kontrastiert mit den Überlegungen Hermann Weyls – angewandt auf die später gefolgten Quantenfeldtheorien von unterschiedlicher Zuverlässigkeit sind. Hier hätte Cassirer einen umfassenderen Interpretationsvorschlag unterbreiten können, als es ihm rhetorisch in den 1920er Jahren mit seiner Neufassung der Kantschen Lehre gelungen war.

## Literatur

- Cassirer, E., *Substanzbegriff und Funktionsbegriff*, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt 1980; Erstausgabe bei Bruno Cassirer, Berlin 1910.
- , »Zur Einsteinschen Relativitätstheorie« in: ders., *Zur modernen Physik*, Bruno Cassirer, Oxford 1957, 1–125; Erstausgabe bei Bruno Cassirer, Berlin 1921.
- , Brief an Moritz Schlick vom 23.10.1920.
- , Brief an Moritz Schlick vom 4.4.1927.
- , »Determinismus und Indeterminismus in der modernen Physik« in: ders., *Zur modernen Physik*, Bruno Cassirer, Oxford 1957, 127–397; Erstausgabe bei Elander, Göteborg 1937.
- Gower, B., »Cassirer, Schlick and ›Structural‹ Realism: The Philosophy of the Exact Sciences in the Background to Early Logical Empiricism«, *British Journal for the History of Philosophy* 8/1 (2000), 71–106.
- Ryckman, T. A., »Conditio sine qua non? Zuordnung in the early epistemologies of Cassirer and Schlick«, *Synthese* 88 (1991), 57–95.
- Schlick, M., »Naturphilosophische Betrachtungen über das Kausalprinzip«, *Die Naturwissenschaften* 8 (1920), 461–474.
- , »Kritizistische oder Empiristische Deutung der neuen Physik?«, *Kant-Studien* 26 (1921), 96–111.
- (1925a), *Allgemeine Erkenntnislehre*, 2. Auflage, Julius Springer, Berlin 1925.
- (1925b), »Naturphilosophie«, in M. Dessoir (Hrsg.), *Die Philosophie in ihren Einzelgebieten*, Ullstein, Berlin 1925, 393–492.
- , Brief an Ernst Cassirer vom 30.3.1927.
- Weyl, H., »Was ist Materie?«, *Die Naturwissenschaften* 12 (1924), 561–568; auch in ders., *Gesammelte Abhandlungen*, Springer, Berlin 1968, Bd. 2, 486–493.
- , *Philosophie der Mathematik und Naturwissenschaft*, 3. ergänzte und erweiterte Auflage, Oldenbourg, München 1966; Erstausgabe daselbst 1928.

cassirerschlick.tex  
Palatino 11pt  
4. März 2007