

2007

**PREPRINT 331**

Fynn Ole Engler

**Wissenschaftliche Philosophie und moderne  
Physik I**

Hans Reichenbach und Moritz Schlick über Natur-  
gesetzlichkeit, Kausalität und Wahrscheinlichkeit  
im Zusammenhang mit der Relativitäts- und der  
Quantentheorie



## Inhaltsverzeichnis

1. Hans Reichenbach, Moritz Schlick und die wissenschaftliche Philosophie . . . . .	5
2. Die Diskussionen Reichenbachs und Schlicks mit Cassirer über das Kantische Apriori im Zusammenhang mit der allgemeinen Relativitätstheorie . . . . .	10
3. Der Kantianer Reichenbach und seine Wandlungen . . . . .	21
i) Die Erlanger Dissertation . . . . .	21
ii) Die Wahrscheinlichkeitsartikel in den <i>Naturwissenschaften</i> . . . . .	27
iii) Relativitätstheorie und Erkenntnis apriori . . . . .	34
4. Schlicks unbeabsichtigte Auseinandersetzung mit Reichenbachs Artikeln zur Wahrscheinlichkeit und seiner Schrift zur Relativitätstheorie . . . . .	38
5. Reichenbach und Schlick über das Kantische Apriori im Zusammenhang mit der allgemeinen Relativitätstheorie . . . . .	51
6. Schlicks Empirismus mit gegenstandskonstitutiven Prinzipien und die Entstehung der Quantenmechanik . . . . .	57
Literatur . . . . .	63

## Abstrakt<sup>1</sup>

Als Moritz Schlick am Vormittag des 18. September 1922 in der überfüllten Alberthalle des Krystallpalastes zu Leipzig auf der Eröffnungsveranstaltung anlässlich der Einhundertjahrfeier der *Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte* seinen Empirismus zum Sieger in der wissenschaftsphilosophischen Auseinandersetzung um die moderne Physik erklärt, sind Werner Heisenberg und Wolfgang Pauli unter den Zuhörern. Schlick hatte in den Jahren zuvor mit freundschaftlicher Unterstützung Albert Einsteins intensive Debatten mit Vertretern Kantischer, neukantischer und sensualistisch-positivistischer Auffassungen geführt und sich schließlich mit seiner Position behauptet. Auf der Grundlage von veröffentlichten Texten und unveröffentlichten Materialien gibt dieser Aufsatz einen Überblick über die um das Jahr 1920 geführten wissenschaftsphilosophischen Debatten unter besonderer Berücksichtigung der Auseinandersetzungen zwischen Moritz Schlick, Hans Reichenbach und Ernst Cassirer und zeichnet nach, wie sich Schlick mit seinen Argumenten durchsetzen konnte. Schlicks Position, die als *Empirismus mit gegenstandskonstitutiven Prinzipien* bezeichnet werden kann, erweist sich dabei nicht nur als am besten vereinbar mit der Relativitätstheorie Einsteins, sondern ist daneben attraktiv genug, um von der aufstrebenden Generation junger Quantenphysiker als philosophische Leitidee für die Konstruktion ihrer Theorien akzeptiert zu werden.

---

<sup>1</sup> Dem nachfolgenden Text liegen zwei Vorträge zugrunde, die ich am 10. und 24. Mai 2007 am Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte in Berlin gehalten habe. Für Anregungen und kritische Kommentare möchte ich mich bedanken bei Tobias Breidenmoder, Dieter Hoffmann, Mathias Iven, Christian Joas, Bretislav Friedrich, Christine Kolczewski, Christoph Lehner, Felix Timmermann und Adrian Wüthrich

# Wissenschaftliche Philosophie und moderne Physik I

## Hans Reichenbach und Moritz Schlick über Naturgesetzlichkeit, Kausalität und Wahrscheinlichkeit im Zusammenhang mit der Relativitäts- und der Quantentheorie<sup>2</sup>

### 1. Hans Reichenbach, Moritz Schlick und die wissenschaftliche Philosophie

Die Behandlung von Hans Reichenbach (1891–1953)<sup>3</sup> und Moritz Schlick (1882–1936)<sup>4</sup> im Rahmen eines größeren Forschungsvorhabens, das sich mit dem Verhältnis zwischen wissenschaftlicher Philosophie<sup>5</sup> und moderner Physik in den ersten drei Dezennien des 20. Jahrhunderts unter besonderer Beachtung der Quantentheorie beschäftigt, ist angesichts der aktuellen Forschungssituation alles andere als selbstverständlich. Nicht nur haben Reichenbach und Schlick bislang im Zusammenhang mit den philosophischen Diskussionen zur Quantentheorie nur wenig Beachtung gefunden<sup>6</sup>, auch das in Frage stehende Verhältnis zwischen wissenschaftlicher Philosophie und Quantentheorie hat, wenn überhaupt, lediglich am Rande Eingang in die Diskussionen genommen.<sup>7</sup>

Dies ist umso erstaunlicher, weist doch gerade die wissenschaftliche Philosophie eine enge und fruchtbare Beziehung zur Relativitätstheorie auf, die neben der Quantentheorie die

---

<sup>2</sup> Die im Folgenden herangezogenen Nachlassstücke gehören zur Hans Reichenbach Sammlung der *Archives of Scientific Philosophy* der *University of Pittsburgh* (ASP) und zum Moritz Schlick Nachlass des *Wiener Kreis Archivs* am *Noord-Hollands Archief* in Haarlem. Für die Publikationsgenehmigungen möchte ich mich bedanken bei Brigitta Arden (Pittsburgh), Brigitte Parakenings (Konstanz) und George van de Velde-Schlick (Enschede).

<sup>3</sup> Zu Leben und Wirken Reichenbachs vgl. u.a. Wesley C. Salmon, „Einleitung zur Gesamtausgabe. Hans Reichenbachs Leben und die Tragweite seiner Philosophie“, in: *Hans Reichenbach. Gesammelte Werke in 9 Bänden*, hrsg. von Andreas Kamlah und Maria Reichenbach, Bd. 1, Braunschweig: Vieweg 1977, S. 5–81; Hartmut Hecht und Dieter Hoffmann, „Die Berufung Hans Reichenbachs an die Berliner Universität. Zur Einheit von Naturwissenschaft, Philosophie und Politik“, in: *Deutsche Zeitschrift für Philosophie*, Jg. 30, 1982, H. 5, S. 651–662 (nachfolg. Hecht/Hoffmann, *Berufung Hans Reichenbachs*); Rudolf Haller und Friedrich Stadler (Hrsg.), *Wien-Berlin-Prag. Der Aufstieg der wissenschaftlichen Philosophie*. Wien: Hölder-Pichler-Tempsky 1993 (nachfolg. Haller/Stadler, *Wien-Berlin-Prag*); Lutz Danneberg, Andreas Kamlah und Lothar Schäfer (Hrsg.), *Hans Reichenbach und die Berliner Gruppe*. Braunschweig: Vieweg 1994; Karin Gerner, *Hans Reichenbach. Sein Leben und Wirken. Eine wissenschaftliche Biographie*. Osnabrück: Phoeb-Autorenpress 1997 (nachfolg. Gerner, *Reichenbach*); Hans Poser und Ulrich Dirks (Hrsg.), *Hans Reichenbach. Philosophie im Umkreis der Physik*. Berlin: Akademie Verlag 1998 und Hannelore Bernhardt, „Hans Reichenbach in seinen Berliner Jahren im Lichte seines Briefwechsels und anderer Dokumente“, in: *Dahlemer Archivgespräche*, Bd. 3, 1998, S. 31–49.

<sup>4</sup> Einführendes zu Leben und Werk Schlicks findet sich in den Einleitungen und editorischen Berichten aller Bände der Abteilung I der *Moritz Schlick Gesamtausgabe* (hrsg. von Friedrich Stadler und Hans Jürgen Wendel, Wien/New York: Springer 2006 ff.). Für Schlicks Beziehung zur Physik siehe insbesondere *Über die Reflexion des Lichtes in einer inhomogenen Schicht/Raum und Zeit in der gegenwärtigen Physik*, in: *Moritz Schlick Gesamtausgabe*, Abt. I, Bd. 2, hrsg. von Fynn Ole Engler und Matthias Neuber, Wien/New York: Springer 2006.

<sup>5</sup> Ursprung und Entwicklung der wissenschaftlichen Philosophie werden u.a. diskutiert in: Haller/Stadler, *Wien-Berlin-Prag*. Siehe daneben auch Friedrich Stadler (Ed.), *Scientific Philosophy: Origins and Developments*. Dordrecht: Kluwer 1993 und v.a. auch Michael Friedman, *Dynamics of Reason. The 1999 Kant Lectures at Stanford University*. Stanford: CSLI Publications 2001, S. 3–24 (nachfolg. Friedman, *Dynamics of Reason*).

<sup>6</sup> Vgl. Manfred Stöckler, „Moritz Schlick über Kausalität, Gesetz und Ordnung in der Natur“, in: Rainer Hegselmann et.al. (Hrsg.), *Modelle sozialer Dynamiken. Ordnung, Chaos und Komplexität*. Wien: Hölder-Pichler-Tempsky 1996, S. 225–245; Tobias Fox, „Die letzte Gesetzlichkeit: Schlicks Kommentare zur Quantentheorie“, in: *Schlick-Studien*, Bd. 1, hrsg. von Friedrich Stadler und Hans Jürgen Wendel, Wien/New York: Springer (erscheint 2008) und v.a. Michael Stöltzner, *Causality, Realism and the Two Strands of Boltzmann's Legacy (1896-1936)*, Bielefeld 2003, Chapt. 7: Moritz Schlick at the causal turn (nachfolg. Stöltzner, *Causality*).

<sup>7</sup> So wurden der von Schlick zur Mitte der 1920er Jahre ins Leben gerufene Wiener Kreis des logischen Empirismus, aber auch die 1927 gegründete Berliner Gruppe der „Internationalen Gesellschaft für empirische/wissenschaftliche Philosophie“, zu deren führenden Köpfen Reichenbach zählte, in einer Anzahl von einschlägigen Darstellungen lediglich als eine Art ineffektiver philosophischer Hintergrund charakterisiert, der ohne größeren Einfluss auf die Entwicklung der Quantentheorie und ihre philosophische Interpretationen geblieben ist (siehe dazu u.a. Jagdish Mehra und Hans Reichenbach, *The Historical Development of Quantum Theory*, Vol. 1, Part 2, New York: Springer 2001, S. 378, Note 635; ebd., Vol. 3, S. 46).

zweite große Umwälzung des physikalischen Weltbildes am Anfang des 20. Jahrhunderts darstellt. Unbestritten ist dabei mittlerweile die bedeutende Rolle, die insbesondere Schlick und Reichenbach auf dem Wege zu einer tragfähigen philosophischen Interpretation der Relativitätstheorie spielten.<sup>8</sup> So gelten ihre Arbeiten, Schlicks *Raum und Zeit in der gegenwärtigen Physik*<sup>9</sup> (ursprünglich publiziert im Frühjahr 1917 als Aufsatz in den *Naturwissenschaften*<sup>10</sup>) sowie Reichenbachs *Relativitätstheorie und Erkenntnis a priori*<sup>11</sup> von 1920, aus heutiger Sicht zu Recht als wissenschaftsphilosophische Meilensteine in der Auseinandersetzung mit der Einsteinschen Lehre. Dabei sollte im Hinblick auf Schlick noch hervorgehoben werden, dass dieser vor der endgültigen Formulierung der allgemeinen Relativitätstheorie im November 1915, eine Auffassung zu Raum und Zeit entwickelt hatte, nach der diese nicht mehr als eigenständige Realitäten behandelt, sondern als abstrakte (unanschauliche) Ordnungsschemata fungieren, die den Kriterien der Einfachheit und Einheitlichkeit folgend *gemeinsam* mit den physikalischen Erklärungen empirischer Tatsachen gewählt werden. Wirkliches wird in den empirischen Wissenschaften als in derartige raum-zeitliche Systeme Eingeordnetes, d.h. *eindeutig* Messbares bestimmt. Diese erkenntnistheoretische Sichtweise, die Schlick in seinem Hauptwerk, der *Allgemeinen Erkenntnislehre*<sup>12</sup>, unter das Prinzip der raum-zeitlichen Koinzidenzen zusammenfasst, wird von Albert Einstein aufgegriffen und findet in der erfolgreichen Anwendung auf die allgemeine Relativitätstheorie eine überzeugende Bestätigung.<sup>13</sup>

Die Problematik der geschilderten Ausgangslage macht es zu Beginn dieses Unternehmens erforderlich, auf die besonderen Umstände einzugehen, die bewirkt haben, dass Schlick und Reichenbach in Verbindung mit der philosophischen Behandlung der Relativitätstheorie in den 1920er Jahren eine gegenüber anderen herausgehobene Stellung innerhalb der wissenschaftlichen Philosophie einnehmen konnten, die sie zweifellos besaßen. Dabei wird sich zeigen, dass diese ursächlichen Faktoren gleichfalls ausschlaggebend gewesen sind für die große Beachtung und weitreichende Wirksamkeit, welche die wissenschaftsphilosophischen Diskussionen Schlicks und Reichenbachs in Bezug auf die Quantentheorie in den 1920er und 1930er Jahren erfuhren, und die somit für ein umfassendes Verständnis und eine rationale Rekonstruktion jener unerlässlich sind. Im Einzelnen lassen sich drei Ursachen anführen:

<sup>8</sup> Neben Schlick und Reichenbach sind als Vertreter der wissenschaftlichen Philosophie, die sich kenntnisreich mit der Relativitätstheorie auseinandergesetzt haben, vor allem der von 1919 bis 1933 an der Universität Hamburg lehrende Ernst Cassirer und der an der TH Berlin-Charlottenburg tätige Joseph Petzoldt zu nennen. Siehe hierzu v.a.: Ernst Cassirer, *Zur Einsteinschen Relativitätstheorie. Erkenntnistheoretische Betrachtungen*. Berlin: Bruno Cassirer 1921 (nachfolg. Cassirer 1921, *Zur Einsteinschen Relativitätstheorie*) und Joseph Petzoldt, *Die Stellung der Relativitätstheorie in der geistigen Entwicklung der Menschheit*. Leipzig: Barth, 2. Aufl. 1923.

<sup>9</sup> Moritz Schlick, *Raum und Zeit in der gegenwärtigen Physik. Zur Einführung in das Verständnis der Relativitäts- und Gravitationstheorie*. Vierte vermehrte und verbesserte Auflage. Berlin: Springer 1922 (jetzt: *Moritz Schlick Gesamtausgabe*, Abt. I, Bd. 2, hrsg. von Fynn Ole Engler und Matthias Neuber; nachfolg. *MSG A I/2*).

<sup>10</sup> Erschienen in: *Die Naturwissenschaften*, Jg. 5, 1917, H. 11, S. 161–167 und H. 12, S. 177–186.

<sup>11</sup> Hans Reichenbach, *Relativitätstheorie und Erkenntnis a priori*. Berlin: Springer 1920 (nachfolg. Reichenbach 1920, *Relativitätstheorie*).

<sup>12</sup> Moritz Schlick, *Allgemeine Erkenntnislehre*. Berlin: Springer 1918, <sup>2</sup>1925 (jetzt: *Moritz Schlick Gesamtausgabe*, Abt. I, Bd. 1, hrsg. von Hans Jürgen Wendel und Fynn Ole Engler; nachfolg. *MSG A I/1*).

<sup>13</sup> Zu den Details vgl. Fynn Ole Engler, *Moritz Schlick und Albert Einstein*, Preprint 309, Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte Berlin 2006 (nachfolg. Engler, *Schlick und Einstein*). Siehe daneben aber auch: John Stachel, “Einstein’s Search for General Covariance, 1912–1915”, in: Don Howard et.al. (Eds.), *Einstein and the History of General Relativity (Einstein Studies, Vol. 1)* Boston: Birkhäuser 1989, S. 63–100; Don Howard und John Norton, “Out of the Labyrinth? Einstein, Hertz, and the Göttingen Response to the Hole Argument”, in: J. Earman et.al. (Eds.), *The Attraction of Gravitation: New Studies in the History of General Relativity (Einstein Studies, Vol. 5)*, Boston: Birkhäuser 1993, S. 30–62; Don Howard, “Point Coincidences and Pointer Coincidences: Einstein on the Invariant Content of Space-Time Theories”, in: Hubert Goenner et.al. (Eds.), *The Expanding Worlds of General Relativity (Einstein Studies, Vol. 7)* Boston: Birkhäuser 1999, S. 463–500 und Michel Janssen, “Of pots and holes: Einstein’s bumpy road to general relativity”, in: Jürgen Renn (Ed.), *Einstein’s Annalen Papers. The Complete Collection 1901–1922*. Weinheim: Wiley 2005, S. 58–85.

1) Schlick und Reichenbach waren ausgebildete Naturwissenschaftler. Schlick hatte an den Universitäten in Berlin, Heidelberg und Lausanne neben Philosophie und Chemie hauptsächlich Physik studiert und wurde 1904 bei Max Planck und Emil Warburg mit einer Arbeit zur klassischen Strahlenoptik *Über die Reflexion des Lichtes in einer inhomogenen Schicht* promoviert.<sup>14</sup> Reichenbach studierte zunächst Bauingenieurwissenschaft in Stuttgart, nahm jedoch bald das Studium der Philosophie, Mathematik und Physik in Berlin, München und Göttingen auf. In Erlangen dissertierte er schließlich im März 1915 bei dem bekannten Philosophen Paul Hensel, der auch die Erlanger Ortsgruppe der *Kant-Gesellschaft* leitete, und dem Mathematiker Max Noether mit der Abhandlung *Der Begriff der Wahrscheinlichkeit für die mathematische Darstellung der Wirklichkeit*.<sup>15</sup> Wichtig zu bemerken ist, dass Reichenbachs Dissertation als Ausgangspunkt für seine wissenschaftsphilosophischen Arbeiten angesehen werden muss und aus diesem Grunde im Folgenden eine ausführliche Behandlung erfährt, wohingegen die Dissertation Schlicks eher als eine der damals üblichen Qualifikationsarbeiten zu gelten hat, die im Hinblick auf seine spätere philosophische Positionierung kaum Aufschlüsse gewährt.

2) In den frühen 1910er Jahren besuchten beide, Reichenbach als eingeschriebener Student und Schlick als Gasthörer, an der *Königlichen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin* Lehrveranstaltungen bei Ernst Cassirer und Alois Riehl, zwei herausragenden Vertretern der einflussreichen Strömung des Neukantianismus.<sup>16</sup>

Schlick wohnte nach einem gescheiterten Habilitationsverfahren an der Hochschule Zürich und seiner Rückkehr ins Deutsche Reich über das Frühjahr und den Sommer 1910 bei den Eltern in Berlin, bevor er im Oktober mit seiner Familie nach Rostock übersiedelte. In der Folgezeit pendelte er häufig mit dem Zug zwischen Rostock und Berlin hin und her. Aus Eintragungen in ein Notizheft geht hervor, dass Schlick im Sommersemester 1910 an der Berliner Universität neben Veranstaltungen von Max Frischeisen-Köhler auch Cassirers Vorlesung „Die Philosophie der Griechen“ besuchte. Für das Sommersemester 1911 finden sich im selben Notizheft Verweise auf Riehls Lehrveranstaltungen zur „Logik der Naturwissenschaften“ und zur „Philosophie Friedrich Nietzsches“ sowie auf Cassirers Vorlesung zur „Allgemeinen Erkenntnistheorie“.<sup>17</sup> Daneben standen Schlick und Riehl in persönlichem Austausch.<sup>18</sup>

---

<sup>14</sup> Moritz Schlick, *Über die Reflexion des Lichtes in einer inhomogenen Schicht*. Berlin: Universitäts-Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke) 1904 (jetzt: *Moritz Schlick Gesamtausgabe*, Abt. I, Bd. 2, hrsg. von Fynn Ole Engler und Matthias Neuber).

<sup>15</sup> Hans Reichenbach, *Der Begriff der Wahrscheinlichkeit für die mathematische Darstellung der Wirklichkeit*, in: *Zeitschrift für Philosophie und philosophische Kritik*, Bd. 161, 1916, S. 209–239; Bd. 162, 1917, S. 98–112 und 222–239 sowie Bd. 163, 1917, S. 86–98 (nachfolg. Reichenbach 1916/17, *Wahrscheinlichkeit*). Die näheren Umstände der Doktorarbeit Reichenbachs sind dargestellt in Gerner, *Reichenbach*.

<sup>16</sup> Zu den Ursachen und Hintergründen der Entstehung des Neukantianismus sowie zu seiner Ausdifferenzierung in unterschiedliche Schulen siehe: Klaus Christian Köhnke, *Entstehung und Aufstieg des Neukantianismus: die deutsche Universitätsphilosophie zwischen Idealismus und Positivismus*. Frankfurt am Main: Suhrkamp 1993.

<sup>17</sup> Vgl. Notizheft 1, Schlick-Nachlass, Inv.-Nr. 180, A. 193, S. 66.

<sup>18</sup> Wie aus der Korrespondenz zwischen beiden hervorgeht, besuchte Schlick Riehl in Berlin mehrmals. In einer Postkarte Riehls an Schlick von Anfang 1910 heißt es: „Sehr geehrter Herr Doktor! Wollen Sie mich nicht Mittwoch d. 9. 1 Uhr besuchen? Wir könnten dann durch mündliche Besprechung Ihrer Abhandlung schneller zu einem Ergebnis gelangen. Meine Wohnung ist die oben angegebene, nicht Umlandstrasse, wohin Sie Ihre Zusendung gerichtet haben. Ihr A. Riehl.“ (Alois Riehl an Moritz Schlick, 6. März 1910, Schlick-Nachlass, Inv.-Nr. 114/Rie-1) Mit der angesprochenen Abhandlung ist die „Die Grenze der naturwissenschaftlichen und philosophischen Begriffsbildung“, erschienen in: *Vierteljahrsschrift für wissenschaftliche Philosophie und Soziologie*, Jg. 34, 1910, S. 121–142, gemeint. Daneben findet sich in einem Notizheft aus späterer Zeit ein Eintrag, der auf einen weiteren Besuch Schlicks bei Riehl hindeutet (vgl. Notizheft 2, Schlick-Nachlass, Inv.-Nr. 180, A. 194, S. 75). Zum Verhältnis zwischen Moritz Schlick und Alois Riehl siehe v.a.: Michael Heidelberger, „Kantianism and Realism: Alois Riehl (and Moritz Schlick)“, in: Michael Friedman und Alfred Nordmann (Eds.), *The Kantian Legacy in Nineteenth-Century Science*, Cambridge, Mass.: MIT Press 2006, S. 227–247.

Reichenbach verbrachte die Studienjahre 1911/12<sup>19</sup> und 1913/14<sup>20</sup> an der Berliner Universität. Im Sommersemester 1911 nahm er an zwei Veranstaltungen Riehls teil, zum einen an der auch von Schlick besuchten Vorlesung zur „Logik der Naturwissenschaften“, zum anderen an den „Seminaristischen Übungen über Kant: die Antinomie der reinen Vernunft“.

Gegenüber den Auffassungen des Neukantianismus haben Schlick und Reichenbach, wie sich im Weiteren noch zeigen wird, eine eher kritische Haltung eingenommen. Dennoch dürfte es vor allem auch auf den Einfluss von Cassirer (und Riehl) zurückzuführen sein, dass beide sich mit den Problemen der modernen Physik aus philosophischer Sicht beschäftigten.

3) Von großer Bedeutung sowohl für Reichenbach als auch für Schlick waren schließlich ihre engen persönlichen Kontakte zu einer ganzen Reihe der führenden theoretischen Physiker der damaligen Zeit. So standen beide in regem Gedankenaustausch mit Max Born, Max Planck, Erwin Schrödinger und Max von Laue. Schlick pflegte zudem Kontakte mit Werner Heisenberg, Wolfgang Pauli und Arnold Sommerfeld. Zuvorderst aber dürften es die Diskussionen mit Albert Einstein gewesen sein, die einen nachhaltigen Einfluss auf die Herausbildung der wissenschaftsphilosophischen Positionen von Reichenbach und Schlick hatten. Gleichfalls wirkte sich ihr gutes Verhältnis zu Einstein durchaus förderlich auf ihre akademischen Karrieren aus.<sup>21</sup>

Reichenbach lernte Einstein im Frühjahr 1919 kennen.<sup>22</sup> Zu dieser Zeit war Reichenbach in Berlin in der Rundfunkindustrie als Ingenieur tätig und besuchte daneben Lehrveranstaltungen an der Berliner Universität.<sup>23</sup> Schlick stand mit Einstein seit Dezember 1915 zu-

---

<sup>19</sup> Vgl. Abgangszeugnis Hans Reichenbachs vom 7. März 1912, Archiv der Humboldt-Universität zu Berlin, Philosophische Fakultät, Nr. 1857, 81. Reichenbach wurde unter der Nr. 4696 am 27. April 1911 immatrikuliert.

<sup>20</sup> Vgl. Abgangszeugnis Hans Reichenbachs vom 28. April 1914, Archiv der Humboldt-Universität zu Berlin, Philosophische Fakultät, Nr. 1960. Unter der Nr. 5049 wurde Reichenbach am 28. April 1913 immatrikuliert.

<sup>21</sup> So hat Einstein Schlick eine Reihe von Vorträgen und Artikeln über die Relativitätstheorie vermittelt. Schlick schreibt an ihn: „Mit innigem Danke möchte ich Ihnen wieder die Hand drücken. Denn von verschiedenen Seiten spüre ich, daß Sie inzwischen wieder fürsorglich meiner gedacht haben. Durch Ihre Empfehlung erhielt ich Aufforderungen, in Danzig und Harburg Vorträge zu halten, ferner für die Zeitschrift *The Monist* und für das Berliner Tageblatt Artikel zu schreiben.“ (Moritz Schlick an Albert Einstein, 9. Oktober 1920, Schlick-Nachlass, Inv.-Nr. 98/Ein-38; abgedruckt in: *The Collected Papers of Albert Einstein*, Vol. 10, Doc. 171). Gleichfalls setzte sich Einstein für Schlick ein, als es um die Neubesetzung des Ordinariates für Philosophie an der Universität Kiel ging. Schlick übernimmt dort zum Wintersemester 1921/22 seine Lehrtätigkeit. In der Vorschlagsliste der Kieler Universität vom 7. Mai 1921 an den Minister für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung lautet es „Schlick ist von der theoretischen Physik ausgegangen. In seinen Arbeiten hat er sich auf Logik und Erkenntnistheorie der Naturwissenschaften beschränkt. Auf diesem Gebiet aber ist er der fachwissenschaftlich bestunterrichtete Forscher der Gegenwart. Sein Hauptwerk, eine „Allgemeine Erkenntnislehre“ (1918), ist auch nach dem Urteil von *Planck* und *Einstein* ein mit vollkommener Beherrschung der modernen Physik verfaßtes philosophisches Werk. Schlick würde insbesondere der berufene Interpret der durch die Ereignisse der letzten Jahre so sehr in den Vordergrund des Interesses gerückten Wechselwirkungen sein, die zwischen den jüngsten Vorgängen in der theoretischen Physik und den modernen philosophischen Problemstellungen bestehen.“ (Geheimes Staatsarchiv Preuss. Kulturbesitz, Sign. Gsta PK, IHA Rsp 76 va Sekt. 9 Tit. IV Nr. 1 Bd. 18, Bl. 383) Reichenbach wurde von Einstein (und von Schlick) im Zusammenhang mit seinem problematischen Umhabilitationsverfahren an der Berliner Universität im Jahre 1925, das ihm dort schließlich eine Stelle gegen große Widerstände bescherte, unterstützt (vgl. dazu Albert Einstein an Moritz Schlick, 22. Januar 1926, Schlick-Nachlass, Inv.-Nr. 098/Ein-18 und Moritz Schlick an Max Planck, 23. Oktober 1925, Archiv der Humboldt-Universität zu Berlin, Phil. Fak. 1241, Bl. 321f. Siehe daneben auch Hecht/Hoffmann, *Berufung Hans Reichenbachs*).

<sup>22</sup> Das erste überlieferte Zeugnis ist eine Postkarte Einsteins an Reichenbach (Albert Einstein an Hans Reichenbach, 16. August 1919; abgedruckt in: *The Collected Papers of Albert Einstein*, Vol. 9, Doc. 89). Aus ihrem Inhalt geht hervor, dass Einstein kurz zuvor ein Empfehlungsschreiben an Georg Graf von Arco gerichtet hatte, in dem er sich für eine Anstellung Reichenbachs bei der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie mbH (Telefunken) einsetzt. Arco war zu diesem Zeitpunkt technischer Direktor bei Telefunken.

<sup>23</sup> Reichenbach hielt sich von September 1917 bis März 1920 in Berlin auf. Dort nahm er im Sommersemester 1919 (von Mai bis Juni) an Vorlesungen Einsteins zur allgemeinen Relativitätstheorie teil (Vorlesungsnotizen dazu sind abgedruckt in: *The Collected Papers of Albert Einstein*, Vol. 7, Doc. 19; vgl. dazu auch Reichenbachs Mitschriften der Vorlesung, ASP, HR 0-28-01, -03, -04). In den Erinnerungen seiner Frau heißt es dazu: „Hans lernte Einstein früh kennen. Er war mit vier anderen in der ersten [sic!] Vorlesung in Berlin über die Relativitäts-



nächst in brieflichem Austausch. Wenig später haben sich beide erstmals in Berlin getroffen.<sup>24</sup> Weitere Treffen zwischen beiden fanden in den nächsten Jahren sowohl in Rostock als auch in Berlin regelmäßig statt.

Mit Blick auf die Auseinandersetzung zwischen Schlick und Reichenbach, die im Herbst des Jahres 1920 einsetzt<sup>25</sup>, sollte Einstein eine gewisse Vermittlerrolle zuerkannt werden. In dieser Debatte stand wie in der parallel dazu geführten Diskussion zwischen Schlick und Cassirer zunächst die Frage im Mittelpunkt, ob die Erkenntnisprinzipien in den Wissenschaften (unter besonderer Berücksichtigung der allgemeinen Relativitätstheorie) von *synthetisch apriorischer* oder aber *konventionalistischer* Natur sind. Daneben muss Einstein, wie im Laufe dieser Arbeit gezeigt werden wird, eine entscheidende Rolle in Bezug auf die Debatte zwischen Schlick und Reichenbach über Naturgesetzmäßigkeit, Kausalität und Wahrscheinlichkeit zuerkannt werden, insofern er auch hierzu einen ersten Anstoß gegeben hat.

Insgesamt betrachtet sind es somit *zum einen* die Nähe Reichenbachs und Schlicks zu den drängenden philosophischen Fragen der modernen Physik – mit denen sie insbesondere auch durch die Werke der Neukantianer vertraut wurden, und die sie in direkter Auseinandersetzung mit diesen diskutierten – sowie *zum anderen* die persönlichen Kontakte zu den bedeutendsten Physikern ihrer Zeit, die beiden, Schlick zu Anfang und Reichenbach in der zweiten Hälfte der 1920er Jahre, einflussreiche Schlüsselpositionen in der wissenschaftlichen Philosophie verschafften.<sup>26</sup>

Ihren Ursprung hat die wissenschaftliche Philosophie allerdings schon in der Mitte des 19. Jahrhunderts und hier vor allem in den Schriften des Philosophen, Physikers und Sinnesphysiologen, Hermann von Helmholtz.<sup>27</sup> Als entscheidendes Merkmal der wissenschaftlichen Philosophie erweist sich seit von Helmholtz die Einbeziehung der Ergebnisse der empirischen Einzelwissenschaften, insofern Philosophen und Naturwissenschaftler in *gemeinsamer Arbeit* und auf dem gleichen Fundament stehend die Erkenntnisprinzipien der empirischen Wissenschaften auszeichnen. In diesem Sinne stellt auch der Herausgeber der *Vierteljahrsschrift für*

---

theorie, und da sie beide im selben [*sic!*] Vorort von Berlin wohnten, fuhren sie oft mit der Straßenbahn zusammen nach Hause und unterhielten sich dabei.“ (Maria Reichenbach, „Erinnerungen und Reflexionen“, in: Lutz Danneberg, Andreas Kamlah und Lothar Schäfer (Hrsg.), *Hans Reichenbach und die Berliner Gruppe*. Braunschweig/Wiesbaden: Vieweg 1994, S. 11) Anzumerken ist hier zunächst, daß Einsteins erste Berliner Vorlesung zur Relativitätstheorie bereits im Wintersemester 1914/15 stattgefunden hat (Vorlesungsnotizen dazu sind abgedruckt in: *The Collected Papers of Albert Einstein*, Vol. 6, Doc. 7). Festzuhalten ist ferner, daß Reichenbach im Berliner Stadtteil Lichterfelde (in der Ziethenstraße 2) wohnte, während Einsteins Wohnung seit dem 1. September 1917 in Berlin-Schöneberg (in der Haberlandstraße 5) lag (vgl. Dieter Hoffmann, *Einsteins Berlin. Auf den Spuren eines Genies*. Weinheim Wiley-VCH 2006, S. 19). Bemerkenswert ist zudem, dass sich Schlick von März 1917 bis November 1918 ebenfalls in Berlin aufhielt. Er verrichtete in diesem Zeitraum auf dem Flugplatz in Berlin-Adlershof seinen zivilen Kriegsdienst. Mehrere Treffen mit Einstein sind für diesen Zeitraum überliefert. Unbekannt ist aber, ob Schlick an Vorlesungen Einsteins teilnahm. Darüber hinaus ist es sehr unwahrscheinlich, dass sich Schlick und Reichenbach bereits zu dieser Zeit in Berlin getroffen haben.

<sup>24</sup> Zu den Hintergründen dieses wichtigen Treffens vgl. Engler, *Schlick und Einstein*, S. 29 f. Zum Briefwechsel zwischen Schlick und Einstein siehe zudem: Don Howard, „Realism and Conventionalism in Einstein’s Philosophy of Science: The Einstein-Schlick Correspondence“, in: *Philosophia Naturalis*, Bd. 21, 1984, S. 616 – 629; Klaus Hentschel, „Die Korrespondenz Einstein-Schlick: Zum Verhältnis der Physik zur Philosophie“, in: *Annals of Science*, Bd. 43, 1986, S. 475–488 und Fynn Ole Engler, „Albert Einstein als Physiker und Philosoph und sein Verhältnis zu Moritz Schlick“, in: *Traditio et Innovatio*, Jg. 10, H. 1, 2005, S. 38–43.

<sup>25</sup> Vgl. Alberto Coffa, *The semantic tradition from Kant to Carnap. To the Vienna Station*. Cambridge: University Press 1991, Chapt. 10, v. a. S. 201–204 (nachfolg. Coffa, *Semantic Tradition*). Siehe ferner Michael Friedman, *Reconsidering Logical Positivism*. Cambridge: University Press 1999, Chapt. 3 und Thomas Oberdan, „Geometry, Convention, and the Relativized Apriori: The Schlick-Reichenbach Correspondence“, in: *Schlick-Studien*, Bd. 1, hrsg. von Friedrich Stadler und Hans Jürgen Wendel, Wien und New York: Springer (im Erscheinen).

<sup>26</sup> Michael Friedman charakterisiert Moritz Schlick im Zusammenhang mit dessen Berufung auf den Lehrstuhl für induktive Wissenschaften an der Universität Wien zum Wintersemester 1922/23 als den ersten professionellen wissenschaftlichen Philosophen (vgl. dazu Friedman, *Dynamics of Reason*, S. 12).

<sup>27</sup> Vgl. in diesem Zusammenhang u.a. Hermann von Helmholtz, *Schriften zur Erkenntnistheorie*. Herausgegeben und erläutert von Paul Hertz und Moritz Schlick, Berlin: Springer 1921.

*wissenschaftliche Philosophie*, Richard Avenarius, in der Einführung zur ersten Ausgabe aus dem Jahre 1877 fest, „dass das Wesen der Wissenschaft, im Gegensatz zur Kunst, im Material liegt und dieses durch die Erfahrung gegeben sein muss. Das und nichts weiter bedeutet auch der Ausdruck „*wissenschaftliche Philosophie*“ – nämlich eine Philosophie, die nicht nur formal, sondern ihrem Wesen nach, d.h. durch den empirischen Charakter ihrer Objecte, *Wissenschaft* ist; da es wiederum das Wesen der Wissenschaft ist, empirisch fundamentirt zu sein.“<sup>28</sup> Die Schriften Schlicks und Reichenbachs lassen sich zweifellos in diese Tradition einordnen und stellen demnach keine isolierten Versuche einer Interpretation der empirischen Wissenschaften dar. Eingehende Beispiele für die wissenschaftliche Philosophie liefern daneben die Auseinandersetzungen zwischen Reichenbach, Schlick und Cassirer, die mit Blick auf die moderne Physik, die Relativitäts- und die Quantentheorie, um das Jahr 1920 geführt worden sind, und denen wir uns nun zuwenden. Einen Überblick über die zu behandelnden Positionen und wichtige Beeinflussungen gibt das Schema auf der gegenüberliegenden Seite wieder.

## **2. Die Diskussionen Reichenbachs und Schlicks mit Cassirer über das Kantische Apriori im Zusammenhang mit der allgemeinen Relativitätstheorie**

Es ist schon darauf hingewiesen worden, dass sowohl Reichenbach als auch Schlick mit dem Neukantianismus bereits über ihre Studien an der Berliner Universität in Verbindung kamen. An dieser Stelle muss nun festgehalten werden, dass beide, obwohl sie mit der grundlegenden wissenschaftsphilosophischen Einstellung seiner Vertreter, neben Cassirer und Riehl wären hier auch noch Hermann Cohen und Paul Natorp zu nennen, im Wesentlichen sympathisierten, sie diesen jedoch in Bezug auf die spezifischen Inhalte einer Theorie vom Naturerkennen auf der Grundlage einzelwissenschaftlicher Resultate kritisch gegenübertraten.<sup>29</sup> Besonders deutlich wird dies in den Diskussionen zum Kantischen Apriori, die zwischen Cassirer und Schlick auf der einen, aber auch zwischen Cassirer und Reichenbach auf der anderen Seite im Laufe des Jahres 1920 im Zusammenhang mit der allgemeinen Relativitätstheorie geführt worden sind. Beide Diskussionen sind im Zusammenhang zu sehen mit der Auseinandersetzung zwischen Reichenbach und Schlick über das Kantische Apriori vom Herbst 1920.

Reichenbach hat sein Forschungsprogramm bis Anfang der 1920er Jahre in der Hauptsache an den Gedanken Kants und dessen Konzept des Apriori ausgerichtet, wovon bereits die Dissertation zum Wahrscheinlichkeitsbegriff von 1915<sup>30</sup>, vor allem aber seine im März 1920 verfasste Abhandlung *Relativitätstheorie und Erkenntnis apriori*<sup>31</sup> zeugen, in der er gleichwohl eine einschneidende Änderung des Kantischen Begriffs vornimmt. In Bezug auf die Einschätzung der eigenen Position und das Bild, welches er zu dieser Zeit von den Neukantianern aber auch von Schlick besaß, sind die Ausführungen Reichenbachs in einem Brief an den Mitherausgeber der *Naturwissenschaften* Arnold Berliner sehr aufschlussreich. Dort heißt es:

„Wissen Sie, es kommt mir immer ganz merkwürdig vor, zu sehen, wie diese Philosophen immer noch nicht gemerkt haben, dass ihre Zeit vorbei ist. Jetzt wollen sie beweisen, dass ihre Weisheiten durch Einstein garnicht berührt worden wären. Sie merken garnicht, dass sie ihre Lehren dadurch nur völlig leer machen, denn wenn sie die Naturwissenschaft nichts angeht, sind ihre vielen Thesen inhaltslos.“

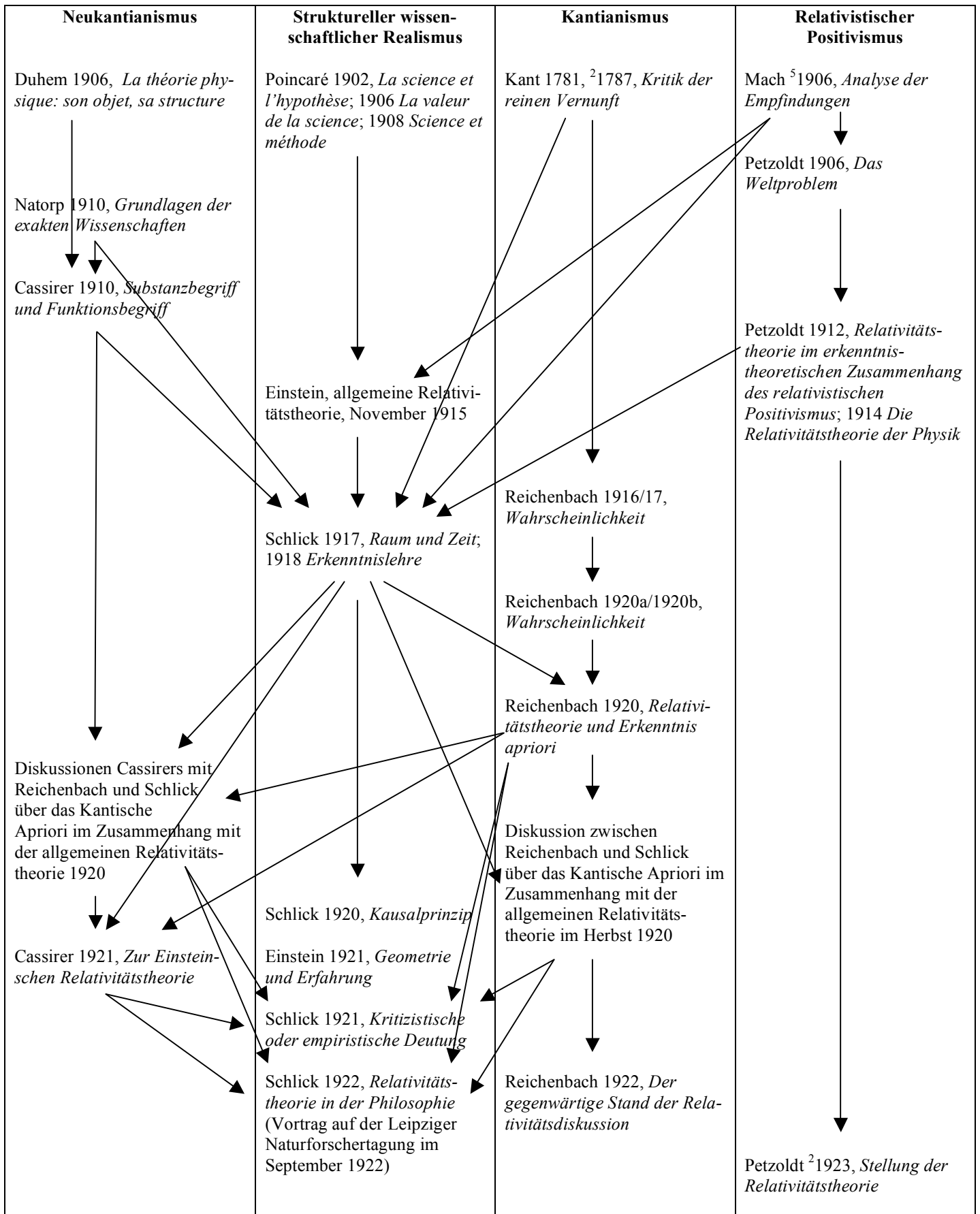
<sup>28</sup> Richard Avenarius, „Einführung“, in: *Vierteljahrsschrift für wissenschaftliche Philosophie*, Jg. 1, 1877, S. 6 f.

<sup>29</sup> Damit soll keinesfalls die Meinung vertreten werden, dass es nicht auch im Hinblick auf einige spezielle Fragen weitreichende Übereinstimmungen gab. So soll hier nur das Leib-Seele-Problem Erwähnung finden. Riehl und Schlick stimmten hinsichtlich seiner Lösung in der Form eines erkenntnistheoretischen psychophysischen Parallelismus in großen Teilen überein (zu den Details vgl. Michael Heidelberger, „The Mind-Body-Problem in the Origin of Logical Empiricism“, in: Paolo Parrini, Wesley C. Salmon und Merrilee H. Salmon (Eds.), *Logical Empiricism. Historical & Contemporary Perspectives*. Pittsburgh: University Press 2003, S. 233-262).

<sup>30</sup> Reichenbach 1916/17, *Wahrscheinlichkeit*.

<sup>31</sup> Reichenbach 1920, *Relativitätstheorie*.

Die Diskussionen Reichenbachs und Schlicks mit Cassirer über das Kantische Apriori



Zentrale Positionen der wissenschaftlichen Philosophie im Zusammenhang mit der allgemeinen Relativitätstheorie um 1920

Ich möchte mal sehen, wie der alte Kant sich dagegen wehren würde, dass sein Raum nicht der von Einstein wäre. Ja, was soll dann der apriorische Raum, wenn man ihn nicht zur Erkenntnis gebraucht? Ist der bloss zum Ansehen da? O Kant, wer rettet dich vor den Kantianern? Ich glaube Kant ginge heute lieber zu seinem grossen Gegner Schlick, als zu Ilse Schneider und Riehl und Sellien und zur Kantgesellschaft.<sup>32</sup>

Aus diesen Zeilen spricht einerseits Reichenbachs Unbehagen gegenüber den Neukantianern und andererseits die aus seiner Sicht bedeutende Rolle Schlicks als der im Gegensatz zu diesen – wohl gerade auch in den philosophischen Fragen der modernen Physik – einzig Ernst zu nehmende Gegner Kants. In einem Brief an Reichenbach bringt Cassirer den hauptsächlichsten Gegensatz zwischen seiner Position und derjenigen Reichenbachs zum Apriori treffend zum Ausdruck. Auf Reichenbachs Schrift zur Relativitätstheorie anspielend führt Cassirer aus:

„Wenn Ihre Arbeit in etwa 4–6 Wochen erscheint werde ich dann wenigstens am Schluß der meinigen noch auf sie hinweisen können. Meine Arbeit soll gleichfalls in nächster Zeit und zwar als besondere Schrift unter dem Titel „Zur Einsteinschen Relativitätstheorie. Erkenntnistheoretische Betrachtungen“ bei Bruno Cassirer in Berlin erscheinen [...]. Unsere Gesichtspunkte sind verwandt – decken sich aber, so viel ich bis jetzt ersehen kann, gerade nicht mit Bezug auf die Bestimmung des Begriffs der Apriorität und mit Bezug auf die Interpretation der Kantischen Lehre, die Sie meiner Ansicht nach zu psychologisch sehen u. daher in einen zu scharfen Gegensatz zu ihrer „wissenschaftsanalytischen“ Betrachtung rücken. Der streng „transzendental“ verstandene Kant steht dieser Auffassung glaube ich viel näher, als es bei Ihnen erscheint.“<sup>33</sup>

Worauf Cassirer hier kritisch anspielt, ist die von Reichenbach angenommene psychologische Existenz der Begriffe, insofern diese durch bestimmte geistige (und diesen entsprechende hirnhysiologische) Vorgänge repräsentiert werden. Reichenbach führt dazu in *Relativitätstheorie und Erkenntnis apriori* aus:

„Daß die Sinnesorgane die Vermittlung der Begriffe mit der Wirklichkeit übernehmen, ist in der Natur des Menschen begründet und durch gar keine Metaphysik hinweg zu interpretieren.“<sup>34</sup>

Dieser Ansicht widerspricht Cassirer entschieden, indem er an anderer Stelle schreibt:

„Der Verstand ist hier in keiner Weise im empirischen Sinne als die psychologische Denkkraft des Menschen, sondern im rein transzendentalen Sinne als das Ganze der geistigen Kultur zu verstehen. Er steht zunächst für jenen Inbegriff, den wir mit dem Namen Wissenschaft bezeichnen, und für seine axiomatischen Voraussetzungen, sodann aber in erweitertem Sinne, für alle jene Ordnungen intellektueller, ethischer oder ästhetischer Art, die in der Vernunft aufweisbar und durch sie vollziehbar sind.“<sup>35</sup>

Einen guten Monat später bestätigt Cassirer den Eingang eines Manuskripts. Er teilt Reichenbach mit:

„Ich möchte Ihnen heute nur kurz den Empfang Ihres Manuskripts bestätigen und Ihnen für die Zusendung bestens danken. Leider kommt es nun zu spät, um bei meiner Arbeit noch berücksichtigt zu werden, da diese sich jetzt bereits im Druck befindet. Ich hatte sie zuvor an Einstein gesandt, der noch während seines Leidener Aufenthalts die Freundlichkeit hatte, sie einer sehr eingehenden Durchsicht zu unterziehen. Seine Bemerkungen waren für mich sehr interessant und förderlich – nach der er-

---

<sup>32</sup> Hans Reichenbach an Arnold Berliner, 22. April 1921, ASP, HR 015-49-26.

<sup>33</sup> Ernst Cassirer an Hans Reichenbach, 7. Juni 1920, ASP, HR 015-50-09.

<sup>34</sup> Reichenbach 1920, *Relativitätstheorie*, S. 35. Möglicherweise sind aber auch die letzten Absätze in *Relativitätstheorie und Erkenntnis apriori*, in denen Reichenbach auf die psychologisch zu untersuchende Evidenz der euklidischen Geometrie eingeht, von Cassirer gemeint.

<sup>35</sup> Cassirer, *Kants Leben und Lehre*. Berlin: Bruno Cassirer, 2. Aufl. 1921, S. 166 (nachfolg. Cassirer, *Kant*).

kenntnistheoretischen Seite hin weicht seine Auffassung, was vorauszusehen war, von den Folgerungen, die ich gezogen, zwar vielfach ab, doch gibt mir sein Urteil wenigstens die Gewähr, daß der rein physikalische Inhalt der Theorie in meiner Arbeit zutreffend wiedergegeben worden ist. Über alles Weitere muss nun die Diskussion zwischen Physikern und Philosophen entscheiden, zu der meine Arbeit [...] eine erste Anregung geben will. Daß Ihr Aufsatz diese Diskussion wesentlich finden wird, ist mir schon jetzt, nach der ersten flüchtigen Durchsicht unzweifelhaft; ich hoffe aber bald zum eingehenden Studium derselben zu kommen u. dann wenigstens am Schluß meiner Arbeit noch auf sie hinweisen zu können.<sup>36</sup>

Schlick positioniert sich früh vor dem Hintergrund einer vor allem durch die Philosophie Henri Poincarés nachhaltig geprägten Position gegen den Neukantianismus. So lautet es in einem Schreibheft, das er um das Jahr 1915 führte, sehr pointiert:

„Der grosse Irrtum der Neukantianer: Nicht der Gegenstand, sondern das *Zeichensystem* für ihn wird immer genauer bestimmt, und zwar so, dass die Gesetze am einfachsten werden.“<sup>37</sup>

Daneben finden sich einige Belege für seine kritische Einstellung hinsichtlich des Neukantianismus in der *Allgemeinen Erkenntnislehre*<sup>38</sup>; hauptsächlich aber hat Schlick ähnlich Reichenbach Stellung bezogen gegenüber einer Interpretation der Relativitätstheorie aus neukantianischer Perspektive, wie sie insbesondere durch Cassirer in seinem im Frühjahr 1921 erschienenen Buch *Zur Einsteinschen Relativitätstheorie* glänzend vertreten worden ist.<sup>39</sup> Schlicks eingehende Besprechung des Cassirerschen Werkes in den *Kant-Studien*<sup>40</sup> belegt nachdrücklich, worin die Abweichung zwischen seiner Position und der der Neukantianer besteht.<sup>41</sup>

Diese liegt zuallererst darin begründet, dass der Neukantianismus in Bezug auf die empirischen Wissenschaften keine klare Trennung vollzieht zwischen der fiktiven Sphäre des Begrifflichen *einerseits* und dem über phänomenale Wahrnehmungserlebnisse zugänglichen Bereich des Wirklichen *andererseits*. Mit anderen Worten: Die konstruierte Form und der gegebene Inhalt der naturwissenschaftlichen Gesetze werden nicht deutlich voneinander geschieden.<sup>42</sup> Infolgedessen gelingt es der kritizistischen Erkenntnislehre nicht, so Schlick, im

<sup>36</sup> Ernst Cassirer an Hans Reichenbach, 2. Juli 1920, ASP, HR 015-50-10. Der Verweis auf Reichenbachs Arbeit findet sich tatsächlich ganz am Ende der Schrift. Aus dem Eintrag geht hervor, dass Reichenbach ursprünglich plante, die Arbeit unter dem Titel *Die Bedeutung der Relativitätstheorie für den physikalischen Erkenntnisbegriff* zu veröffentlichen (vgl. Cassirer 1921, *Zur Einsteinschen Relativitätstheorie*, S. 134).

<sup>37</sup> Erkenntnistheorie 3, Schlick-Nachlass, Inv.-Nr. 150, A. 93, S. 19. Im selben Stück lautet es überdies: „Dass die Neukantianer das Ding an sich ablehnen und das Wirkliche zum Product des Denkens machen, hat seinen verborgenen Grund schliesslich auch darin, dass sie mit einem Erkennen das blosses Bezeichnen sein soll, nicht zufrieden sind, sondern noch Weiteres wollen.“ (ebd., S. 14)

<sup>38</sup> Vgl. Schlick 1918/1925, *Erkenntnislehre*, in: *MSGA* I/1, A 171/B180 und A 307–310/B 332–334.

<sup>39</sup> Siehe Cassirer 1921, *Zur Einsteinschen Relativitätstheorie*. Große Teile dieser Schrift erschienen – ins englische übertragen – in einer Reihe von Aufsätzen als: Ernst Cassirer, „Einstein’s Theory of Relativity considered from the Epistemological Standpoint“, in: *The Monist*, Vol. XXXII, 1922, S. 89–134a, 248–303 und 412–448. Einschlägig ist ferner: Ernst Cassirer, „Philosophische Probleme der Relativitätstheorie“, in: *Die neue Rundschau*, Jg. XXXI, H. 7, Juli 1920, S. 1337–1357.

<sup>40</sup> Vgl. Moritz Schlick, „Kritizistische oder empiristische Deutung der neuen Physik? Bemerkungen zu Ernst Cassirers Buch *Zur Einsteinschen Relativitätstheorie*“, in: *Kant-Studien*, Bd. 26, 1921, S. 96–111 (nachfolgt Schlick 1921, *Kritizistische oder empiristische Deutung*). Für eine Diskussion der Schrift vgl. auch Thomas Ryckman, *The Reign of Relativity*. Oxford: University Press 2005, Chapt. 3. Daneben Coffa, *Semantic Tradition*, Chapt. 10, v.a. S. 197–201.

<sup>41</sup> Zuvor schon hatte Schlick im Zusammenhang mit der speziellen Relativitätstheorie eine Abgrenzung seines Standpunktes gegenüber dem Neukantianismus vollzogen. Siehe Moritz Schlick, „Die philosophische Bedeutung des Relativitätsprinzips“, in: *Zeitschrift für Philosophie und philosophische Kritik*, Bd. 159, 1915, S. 129–175.

<sup>42</sup> In anderem Zusammenhang schreibt Schlick dazu: „Welche Meinung man auch im einzelnen über das Wesen der Erkenntnis hegen mag, so herrscht doch darüber, daß man an einer Erkenntnis den *Stoff*, den sie enthält, unterscheiden kann von der *Form*, in der dieser Stoff gestaltet ist. Dementsprechend wirkt im psychologischen Erkenntnisakt zweierlei zusammen: die Aufnahme des Erkenntnismaterials durch die *Wahrnehmung*, und seine Verarbeitung durch das *Denken*. Auch wenn man vielleicht glaubt, beide Faktoren schließlich auf einen einzigen

Gegensatz zu der von ihm vertretenen empiristischen Position, ihre „Brauchbarkeit und Fruchtbarkeit [...] für die Physik der neuen Zeit darzutun“<sup>43</sup>; denn diese erwächst aus und wird allein an einer begriffsunabhängigen Erfahrung, d.h. neu entdeckten empirischen Tatsachen (Erlebnissen) überprüft, wie insbesondere auch Einstein (in Anlehnung an Mach) an einigen Stellen hervorgehoben hat.<sup>44</sup> Schlicks Abgrenzung gegenüber dem Neukantianismus ist somit aufs engste verbunden mit einer auf diese Weise ausgezeichneten empirischen Basis in den Wissenschaften. Sein Erfahrungsbegriff unterscheidet sich wesentlich von dem Cassirers, der stets von einer begriffsbestimmten bzw. gedankengeleiteten Erfahrung in den Wissenschaften ausgeht, ohne diese mit einem sicheren phänomenalen Fundament zu verbinden. So lautet es bei Cassirer:

„In dem Augenblick, in dem das Denken, seinen Ansprüchen und Forderungen gemäß, die *Form* der „einfachen“ Grund- und Maßverhältnisse verändert, stehen wir auch *inhaltlich* vor einem neuen „Weltbild“. Die früher gewonnenen und festgelegten Beziehungen der Erfahrung verlieren jetzt zwar nicht ihre Geltung, aber sie treten, indem sie in einer neuen Begriffssprache ausgedrückt werden, zugleich in einen neuen Bedeutungszusammenhang ein.“<sup>45</sup>

Vor dem Hintergrund dieser nicht hintergehbaren Verknüpfung von Inhalt und Form der Naturgesetze entwickelt Cassirer sein Konzept eines *historisch wandelbaren, konstruktiv-schöpferischen* und *relativierten synthetischen Apriorismus*. Im Laufe unserer Argumentation wird sich zeigen, dass auch Reichenbach bis zu seine Auseinandersetzung mit Schlick eine durchaus vergleichbare Auffassung zum Kantischen Apriori entwickelt hatte.

Im Zusammenhang mit dem Cassirerschen Apriori rückt der für die philosophische Interpretation der allgemeinen Relativitätstheorie maßgebliche Begriff der raum-zeitlichen Koinzidenzen in den Blickpunkt. Cassirer schreibt:

„In der Tat läßt sich der Punkt, an welchem die allgemeine Relativitätstheorie jene methodische Voraussetzung, die bei Kant den Namen der ‚reinen Anschauung‘ führt, implizit anerkennen muß, genau bezeichnen. Er liegt im Begriff der „Koinzidenz“, auf den sie den Inhalt und die Form aller Naturge-

---

zurückführen oder sonstwie vereinigen zu können, muß man die Scheidung wenigstens als eine vorläufige gelten lassen, und so zeigt sich die Erkenntnistheorie von zwei Seiten, es öffnen sich zwei Tore zu ihrem Tempel.“ (Moritz Schlick, „Helmholtz als Erkenntnistheoretiker“, in: *Helmholtz als Physiker, Physiologe und Philosoph*. Karlsruhe: Müllersche Hofbuchhandlung 1922, S. 31; nachfolgt Schlick, *Helmholtz*)

<sup>43</sup> Schlick 1921, *Kritizistische oder empiristische Deutung*, S. 96.

<sup>44</sup> Siehe dazu v.a. Albert Einstein, *Geometrie und Erfahrung. Erweiterte Fassung des Festvotrags gehalten an der Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin am 27. Januar 1921*. Berlin: Springer 1921; hierin: S. 5 f. „Andererseits ist es aber doch sicher, daß die Mathematik überhaupt und im speziellen auch die Geometrie ihre Entstehung dem Bedürfnis verdankt, etwas zu erfahren über das Verhalten wirklicher Dinge. [...] Um derartige Aussagen liefern zu können, muß die Geometrie dadurch ihres nur logisch-formalen Charakters entkleidet werden, daß den leeren Begriffsschemen der axiomatischen Geometrie erlebbare Gegenstände der Wirklichkeit (Erlebnisse) zugeordnet werden. Um dies zu bewerkstelligen, braucht man nur den Satz zuzufügen: Feste Körper verhalten sich bezüglich ihrer Lagerungsmöglichkeiten wie Körper der euklidischen Geometrie von drei Dimensionen; dann enthalten die Sätze der euklidischen Geometrie Aussagen über das Verhalten praktisch starrer Körper. Die so ergänzte Geometrie ist offenbar eine Naturwissenschaft; wir können sie geradezu als den ältesten Zweig der Physik betrachten. Ihre Aussagen beruhen im wesentlichen auf Induktion aus der Erfahrung, nicht aber nur auf logischen Schlüssen. Wir wollen die so ergänzte Geometrie ‚praktische Geometrie‘ nennen und sie im folgenden von der ‚rein axiomatischen Geometrie‘ unterscheiden. Die Frage, ob die praktische Geometrie der Welt eine euklidische sei oder nicht, hat einen deutlichen Sinn, und ihre Beantwortung kann nur durch die Erfahrung geliefert werden.“

<sup>45</sup> Cassirer 1921, *Zur Einsteinschen Relativitätstheorie*, S. 24 (meine Hervorhebungen). Im Unterschied zu Einstein und Schlick spricht Cassirer in diesem Zusammenhang auch nicht von der Entdeckung von Tatsachen, sondern „der Entdeckung immer neuer spezieller *Denkmittel*“ (vgl. ebd., S. 88 f.). Auf die an dieser Stelle naheliegende Verbindung zwischen Cassirers Standpunkt und den wissenschaftsphilosophischen Ansichten Pierre Duhems ist ausführlich eingegangen worden in: Massimo Ferrari, „Ernst Cassirer und Pierre Duhem“, in: Enno Rudolph und Bernd-Olaf Küppers (Hrsg.), *Kulturkritik nach Ernst Cassirer*, Cassirer-Forschungen, Bd. 1, Hamburg: Meiner 1995, S. 177–196.

setze zuletzt zurückführt. [...] Wir gelangen zur Konstruktion des physischen Raumes und der physischen Zeit lediglich auf diesem Wege: denn die Raum-Zeit-Mannigfaltigkeit ist eben nichts anderes, als ein Ganzes derartiger Zuordnungen. Hier liegt der Punkt, an dem die Wege des Physikers und die des Philosophen sich deutlich trennen – ohne daß sie sich darum widerstreiten müßten. Denn für den Physiker ist das, was er „Raum“ und „Zeit“ nennt, eine konkrete meßbare Mannigfaltigkeit, die er als *Ergebnis* der gesetzlichen Zuordnung der einzelnen Punkte gewinnt: für den Philosophen dagegen bedeuten Raum und Zeit nichts anderes, als die Formen und Modi, und somit die Voraussetzungen eben dieser Zuordnung selbst.“<sup>46</sup>

Festzuhalten bleibt hier, dass Cassirers relativierter synthetischer Apriorismus nicht durch eine einzelne beharrliche Form ausgezeichnet ist. Vielmehr kommt der Physik als einer bestimmten – nämlich der am weitesten mathematisierten – Einzelwissenschaft im Unterschied zu anderen Wissenschaften eine spezielle Form zu, deren gesetzmäßige (relationale) Zusammenhänge der Erfahrung als Bestandteile enthalten sind in der Mannigfaltigkeit aller Formen und Modi, die Cassirer in seiner Theorie der symbolischen Formen zu einem systematischen Ganzen zusammenbringt.<sup>47</sup>

Im Unterschied dazu beschreibt Schlick seine eigene Position hinsichtlich der raumzeitlichen Koinzidenzen in Bezug auf die allgemeine Relativitätstheorie. Diese stellen für ihn Wahrnehmungserlebnisse dar und gewährleisten so erst die Zuordnung von Begrifflichem zu Wirklichem. Schlick führt in seiner Besprechung der Cassirerschen Arbeit aus:

„Aber ich glaube, daß gerade diese „Koinzidenz“ sich gar nicht als bloßer Inbegriff und Knotenpunkt apriorischer Sätze auffassen läßt, sondern zunächst durchaus Repräsentant eines *psychologischen* Erlebnisses des Zusammenfallens ist, so wie etwa das Wort „gelb“ ein einfaches nicht mehr definierbares Farberlebnis bezeichnet. Nur so vermag sie die von der Theorie ihr zugewiesene Vermittlerrolle zwischen Realität und naturwissenschaftlich-begrifflicher Konstruktion zu spielen. Mit anderen Worten: wir haben eine *empirische* Anschauung vor uns.“<sup>48</sup>

Besonders nachdrücklich kommt an dieser Stelle Schlicks Eintreten für die Annahme einer begriffsunabhängigen Wirklichkeit zum Ausdruck, die über phänomenale Erlebnisse in der empirischen Anschauung gegeben ist. Das dabei auf psychologischem Wege zu beschreibende Zusammenfallen unterschiedlicher Qualitäten („Wahrnehmungskoinzidenzen“) an einem bestimmten Ort im Anschauungsraum stellt unseren unmittelbaren Zugang zum wirklich Gegebenen sicher, dem entsprechende wissenschaftliche Begriffe, unter der Maßgabe möglichst einfache und einheitliche Gesetze zu formulieren, *eindeutig zugeordnet* werden.

Neben der spezifischen inhaltlichen Bestimmung des Apriori anhand des Begriffs der raumzeitlichen Koinzidenzen sieht Cassirer dieses in der relativistischen Physik weiterhin

---

<sup>46</sup> Cassirer 1921, *Zur Einsteinschen Relativitätstheorie*, S. 84.

<sup>47</sup> Dazu schreibt Cassirer: „Die Symbole, die der Mathematiker und Physiker in seiner Schau des Äußeren und die der Psychologe in seiner Schau des Inneren zu Grunde legt, müssen sich beide *als Symbole* verstehen lernen. Solange diese nicht geschehen ist, ist die wahrhaft philosophische Anschauung, die Anschauung des *Ganzen*, nicht erreicht, sondern es ist nur eine bestimmte Teilerfahrung zum Ganzen hypostasiert.“ (ebd., S. 127 f.) Ausführliches zu Cassirers Wissenschaftsphilosophie findet sich u.a. in: Michael Friedman, *Carnap, Cassirer, Heidegger. Geteilte Wege*. Frankfurt am Main: Fischer 2004, S. 95–115 und Karl-Norbert Ihmig, *Grundzüge einer Philosophie der Wissenschaften bei Ernst Cassirer*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft 2001.

<sup>48</sup> Schlick 1921, *Kritizistische oder empiristische Deutung*, S. 101. Im Gegensatz dazu heißt es bei Cassirer: „Auch die Transszendentalphilosophie will und muß von den verschiedenen Formen der Gegenständlichkeit handeln; aber jede gegenständliche Form ist ihr erst durch die Vermittlung einer bestimmten Erkenntnisform faßbar und zugänglich. [...] Jetzt erst begreift man ganz das Kantische Wort, daß die Fackel der Vernunftkritik nicht die uns unbekanntes Gegenden jenseits der Sinnenwelt, sondern den dunklen Raum unseres eigenen Verstandes erleuchten solle. Der „Verstand“ ist hier in keiner Weise im empirischen Sinne als die psychologische Denkkraft des Menschen, sondern im rein transszendentalen Sinne als das Ganze der geistigen Kultur zu verstehen.“ (Cassirer, *Kant*, S. 165 f.)

ausgefüllt durch das allgemeine relativistische Wegelement.<sup>49</sup> Einer damit verbundenen kontinuierlichen Raumstruktur kann Schlick mit dem Hinweis auf die „moderne Quantentheorie“<sup>50</sup> entgegnen, die gerade eine diskontinuierliche Funktion des Raumes fordert.

Alles in allem birgt eine derartige Spezifizierung des Apriori, so Schlick, stets das Risiko, dem stetigen Fortschritt in der Physik zu unterliegen. Stattdessen sollte man besser zu einer möglichst allgemeinen Aussage gelangen. Und einer solchen scheint Cassirer schließlich auch entsprechen zu wollen. Anzunehmen ist, dass der tatsächliche Kern des Cassirerschen synthetischen Apriori in den empirischen Wissenschaften durch den konstruktiv-methodischen Grundsatz der funktionalen Abhängigkeit oder objektiven Gesetzlichkeit bestimmt ist, der in Bezug auf die allgemeine Relativitätstheorie mit dem Begriff der raum-zeitlichen Koinzidenzen verschmilzt, und der im Allgemeinen dem Naturerkennen als Ausdruck invarianter mathematisch-symbolischer Formen – im Falle der Allgemeinen Relativitätstheorie repräsentiert durch das Wegelement – zugrunde liegt. Cassirer führt dazu aus:

„In der Tat läßt sich zeigen, daß der allgemeine Gedanke der Invarianz und Eindeutigkeit bestimmter Werte, der von der Relativitätstheorie an die Spitze gestellt wird, in irgend einer Form in *jeder* Theorie der Natur wiederkehren muß, weil er zum logischen und erkenntnistheoretischen Grundbestand einer solchen Theorie gehört.“<sup>51</sup>

In einem Brief an Schlick vom 23. Oktober 1920 hatte Cassirer seinen Standpunkt zum Begriff des synthetischen Apriori treffend mit den Worten formuliert:

„Ich würde als „apriorisch“ im strengen Sinne eigentlich nur den Gedanken der „Einheit der Natur“ d.h. der Gesetzlichkeit der Erfahrung überhaupt, oder vielleicht kürzer; der „Eindeutigkeit der Zuordnung“ gelten lassen: wie aber dieser Gedanke sich nun zu den besonderen Prinzipien und Voraussetzungen spezifiziert: dies ergibt sich auch mir erst aus dem Fortschritt der wissenschaftlichen Erfahrung, wenn gleich ich auch hier – zwar nirgend starre Schemata, wohl aber gleichbleibende Grund *motive* des Erkennens, d.h. des Forschens und Fragens – zu erkennen glaube.“<sup>52</sup>

Angesichts eines in dieser Form relativierten synthetischen Apriorismus wendet Schlick ein, dass es so „nicht mehr möglich sein [dürfte], jemals eine physikalische Theorie als Bestätigung der kritizistischen Philosophie anzusprechen: diese müßte vielmehr mit *jeder* Theorie, sofern sie nur die Bedingungen der Wissenschaftlichkeit erfüllt, in gleicher Weise und ohne die Möglichkeit einer Selektion vereinbar sein.“<sup>53</sup> Mehr noch: Auch eine empiristische Wissenschaftslehre strebt für Schlick nach einer möglichst einheitlichen Naturbeschreibung unter eindeutigen objektiven Gesetzen, so dass lediglich auf der Basis dieser Bedingungen eine klare Unterscheidung zwischen Kritizismus und Empirismus, die auch Cassirer als ein Ergebnis seiner Untersuchung anstrebt, nicht möglich ist. Ferner lässt sich dann ebenfalls nicht entscheiden, welche von beiden Positionen einen Interpretationsvorteil in Bezug auf die moderne Physik besitzt. Der eigentlich ausschlaggebende Unterschied, der auch hinsichtlich einer Beurteilung der neueren Physik entscheidend ist, liegt stattdessen in der *erkenntnistheoretischen Relation der eindeutigen Zuordnung der wissenschaftlichen Begriffe (gesetzmäßigen Zusammenhänge) zu einer begriffsunabhängigen Wirklichkeit*.

Dabei können wir zunächst feststellen, dass mit dem Grundsatz der Eindeutigkeit der Zuordnung, so wie dieser von Cassirer in obigem Zitat angeführt wird, *gegenstandskonstitutive Prinzipien* verbunden sind, die sowohl vom Kritizismus als auch vom Empirismus zwingend zur Beschreibung raum-zeitlicher physikalischer Objekte und Ereignisse angenommen

---

<sup>49</sup> Siehe Cassirer 1921, *Zur Einsteinschen Relativitätstheorie*, S. 101.

<sup>50</sup> Schlick 1921, *Kritizistische oder empiristische Deutung*, S. 101.

<sup>51</sup> Vgl. Cassirer 1921, *Zur Einsteinschen Relativitätstheorie*, S. 45.

<sup>52</sup> Ernst Cassirer an Moritz Schlick, 23. Oktober 1920, Schlick-Nachlass, Inv.-Nr. 94/Cass/E-1.

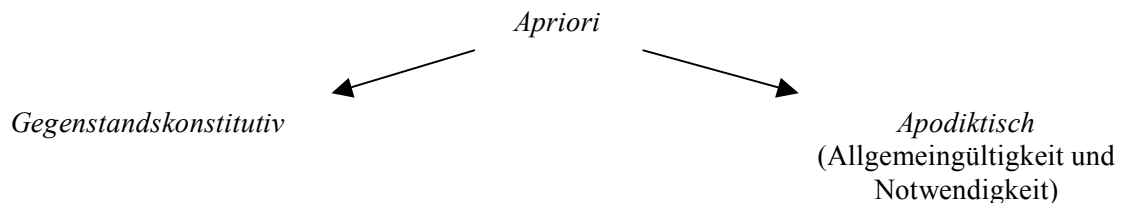
<sup>53</sup> Schlick 1921, *Kritizistische oder empiristische Deutung*, S. 102.



werden, wobei ersterer die Prinzipien als theorienspezifisch und synthetisch apriorisch (*erfahrungskonstitutiv*) auszeichnet, während letzterer diese obwohl zunächst ihrem Wesen nach von rein analytischer Natur (*begriffskonstitutiv*) als im Zusammenhang mit den theoretischen Erklärungen empirischer Tatsachen anwendbar auf die Wirklichkeit ansieht.<sup>54</sup> Damit verbunden kann die empiristische Position Schlicks auf eine begriffsunabhängige Erfahrung (phänomenale Basis) bei der Überprüfung wissenschaftlicher Theorien verweisen.

Blicken wir aber zunächst noch auf einen vermeintlich wesentlichen Punkt in der Diskussion zum Kantischen Apriorismus um 1920, der sich allerdings als ein rein terminologischer herausstellen wird. Schlicks Aussage, daß „zum Begriff des Apriori das Merkmal der *Apodiktizität* (der allgemein, notwendigen, unumgänglichen Geltung) unabtrennbar gehört“<sup>55</sup>, erweist sich nämlich keinesfalls als zwingend für eine systematische Auseinandersetzung mit der Position Cassirers. Denn dieser verbindet mit dem Begriff des Apriori neben einem gegenstandskonstitutiven Aspekt nicht auch noch einen allgemeingültigen und notwendigen Geltungsanspruch, insofern er die Möglichkeit eröffnet, dass im Laufe der Entwicklung der empirischen Wissenschaften die gegenstandskonstitutiven Prinzipien einschneidenden Veränderungen unterliegen können. Cassirer macht dies in dem obigen Zitat deutlich, in dem er die Existenz „starrer Schemata“ zurückweist und stattdessen im Sinne einer weitestgehende Verallgemeinerung nur noch von Grundmotiven spricht.<sup>56</sup>

Im Zusammenhang mit dem relativierten synthetischen Apriorismus Cassirers gibt Schlick daraufhin zu bedenken, dass mit der Zurückweisung der Apodiktizität die Behauptung problematisch wird, im Anschluss an Kant überhaupt noch vom Begriff des Apriori zu sprechen. Schlick sieht das Kantische Apriori wie folgt schematisch dargestellt:



Gegen Cassirer kann Schlick somit anführen, dass er streng genommen, indem er auf das eine der Merkmale des Apriori verzichtet, keinen Apriorismus mehr vertritt. So schreibt er in der Besprechung des Cassirerschen Werkes nun selbst auch die gegenstandskonstitutiven Prinzipien beim Erkenntnisprozess in den Mittelpunkt rückend:

„Alle exakte Wissenschaft deren philosophische Rechtfertigung unzweifelhaft das erste Ziel der von Kant begründeten Erkenntnislehre bildet, beruht auf Beobachtungen und Messungen. Bloße Empfindungen und Wahrnehmungen sind aber noch nicht Beobachtungen und Messungen, sondern sie werden es erst dadurch, daß sie geordnet und interpretiert werden. Die Bildung der physikalischen Gegenstandsbegriffe setzt also fraglos bestimmte Prinzipien der Ordnung und Interpretation voraus. Das Wesentliche des kritischen Gedankens sehe ich nun in der Behauptung, daß jene konstitutiven Prinzipien *synthetische Urteile a priori* seien, wobei zum Begriff des Apriori das Merkmal der *Apodiktizität* (der allgemein, notwendigen, unumgänglichen Geltung) unabtrennbar gehört. – Ich bin zwar überzeugt, mit dieser Erklärung Kants eigene Meinung richtig zu treffen, aber selbst wenn weder er noch seine Anhänger dieser Art von Kritizismus je gehuldigt hätten, bliebe ja die sachliche Richtigkeit

<sup>54</sup> Vgl. in diesem Zusammenhang Coffa, *Semantic tradition*, S. 204.

<sup>55</sup> Schlick 1921, *Kritizistische oder empiristische Deutung*, S. 98.

<sup>56</sup> An anderer Stelle führt er aus: „Wenn man an die Definition der analytischen und synthetischen Urteile, an den Begriff der Erfahrung und des Apriori [...], wie sie am Anfang der Kritik der reinen Vernunft auftreten, mit dem Gedanken herantritt, daß man hier geprägte Münzen vorfinde, deren Wert ein für allemal feststehe, so muß man im weiteren Fortgang notwendig verwirren.“ (Cassirer, *Kant*, S. 153)

oder Falschheit der folgenden Aufstellungen davon ganz unberührt, und auf diese allein kommt es bei einer Untersuchung an, die sich auf das Systematische, nicht auf das Historische richtet.“<sup>57</sup>

Schlick gibt uns am Ende dieser Passage einen wichtigen Hinweis, wie seine folgenden Ausführungen zu verstehen sind. Diese stellen demnach keine historisch terminologischen Untersuchungen zum Begriff des Apriori dar, sondern beanspruchen systematische Bedeutung. Ist dies der Fall, dann geht es Schlick aber gar nicht (oder zumindest nicht in erster Linie) um die seiner Meinung nach einzig historisch adäquate Verwendung des Begriffs des Kantischen Apriori, sondern vielmehr um die Aufklärung des Verhältnisses zwischen gegenstandskonstitutiven Prinzipien und der Erfahrung, das man kritizistisch aber auch empiristisch interpretieren kann. Er setzt nämlich in diesem Sinne unmittelbar fort:

„Die wichtigste Forderung 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>58</sup>

Was der Empirist somit bestreitet, ist, dass die gegenstandskonstitutiven Prinzipien *einerseits* synthetisch und *andererseits* mit einem allgemeingültigen und notwendigen Geltungsanspruch gemäß dem Kantischen Apriori belegt sind. Stimmt Cassirer mit Schlick darin überein, dass die Apodiktizität gegenstandskonstitutiver Prinzipien gerade auch durch die Entwicklungen in der modernen Physik unhaltbar geworden ist, so bleibt als Streitpunkt zwischen ihnen allein die Synthetizität bzw. Analytizität der gegenstandskonstitutiven Prinzipien bestehen. In Bezug darauf stellt Schlick fest:

„Die Frage, ob dem von Cassirer so tief durchdachten logischen Idealismus der Nachweis der Richtigkeit der Behauptung gelungen sei, daß nur auf dem Boden der kritizistischen Erkenntnislehre die Relativitätstheorie sich philosophisch begründen und rechtfertigen lasse – diese Frage vermögen wir nach dem Vorangehenden gerade in bezug auf den entscheidenden Punkt nicht zu bejahen: die Lehre von den synthetischen Urteilen a priori als den konstruktiven Prinzipien der exakten Naturwissenschaft erfährt durch die neue Theorie keine unzweideutige Bestätigung.“<sup>59</sup>

Das entscheidende Argument Schlicks gegenüber dem Kritizismus ist, dass auch der Empirismus – zumindest in der von ihm vertretenen Form – gegenstandskonstitutive Prinzipien anerkennt. Diese erweisen sich jedoch zunächst von rein analytischer Natur, indem sie die formalen Konzepte für die eindeutige Bestimmung von Gegenständen und Ereignissen auf möglichst wenigen Grundbegriffen basierend implizit definieren.<sup>60</sup> Gleichwohl werden diese Festsetzungen gemeinsam mit den theoretischen (physikalischen) Erklärungen empirischer Tatsachen auf die Wirklichkeit angewandt und lassen sich dabei anhand einer begriffsunabhängigen Erfahrung (letztlich handelt es sich hierbei um Wahrnehmungskoinzidenzen) überprüfen. Schlick führt dazu aus:

„Das Räumliche und Zeitliche erhalten also einen Sinn, in dem sie nicht mehr bloß als „Formen“ in der gewohnten Bedeutung angesehen werden dürfen, sondern sie gehören jetzt zu den physikalischen

---

<sup>57</sup> Schlick 1921, *Kritizistische oder empiristische Deutung*, S. 98.

<sup>58</sup> Ebd.

<sup>59</sup> Ebd., S. 103.

<sup>60</sup> Das auf David Hilbert zurückgehende Verfahren der impliziten Definition wird von Schlick ausführlich in seiner *Allgemeinen Erkenntnislehre* besprochen (vgl. *MSG A I/1*, §7.) Siehe dazu David Hilbert, *Grundlagen der Geometrie*. Vierte, durch Zusätze und Literaturhinweise von neuem vermehrte und mit sieben Anhängen versehene Auflage, Leipzig und Berlin: Verlag von B.G. Teubner 1913.

Bestimmungstücken der Körper; die Metrik bedeutet nicht etwa bloß eine mathematische Messung des physikalisch Realen, sondern drückt selbst dessen Vorhandensein aus.“<sup>61</sup>

Die hiermit zum Ausdruck gebrachte Union von Geometrie und Physik, die *allein* Wirkliches beschreibt, wird gemäß dem von Schlick einige Abschnitte später angeführten empiristischen Grundsatz gefordert. Dieser besagt, „daß *Unterschiede des Wirklichen nur dort angenommen werden dürfen, wo Unterschiede im prinzipiell Erfahrbaren vorliegen*.“<sup>62</sup> Ein Vergleich mit der neukantischen Position Cassirers zeigt nun sehr deutlich, dass dieser einer solchen Ausrichtung an der Erfahrung in jeder Hinsicht widerspricht. Er schreibt:

„So kann denn auch die Anwendbarkeit, die wir irgendwelchen Sätzen der Geometrie zugestehen, niemals darauf beruhen, daß die *Elemente* der ideell-geometrischen und der empirischen Mannigfaltigkeit in irgendeiner Weise zur unmittelbaren Deckung gebracht werden. An die Stelle einer derartigen sinnlich-anschaulichen Kongruenz muß vielmehr ein komplexer, durchaus vermittelter Relationszusammenhang treten. Für das, was die Punkte, die Geraden und Ebenen der reinen Geometrie bedeuten, kann es kein Abbild und keine Entsprechung innerhalb der Welt der sinnlichen Empfindung und Vorstellung geben.“<sup>63</sup>

Und weiter heißt es:

„Ins Gebiet des Konkreten dringt der Gedanke nicht vor, indem er die besonderen Erscheinungen gleich Bildern behandelt, die zu einem einzigen Mosaikbilde zu vereinen wären, sondern indem er, im Hinblick auf das *Empirische* und durch die Forderung seiner gesetzlichen Bestimmung geleitet, seine eigenen Bestimmungsmittel immer mehr verschärft und verfeinert. Wenn es für diesen logischen Sachverhalt noch eines Beweises bedurft hätte, so hätte die Entwicklung der Relativitätstheorie ihn erbracht.“<sup>64</sup>

Im Gegensatz dazu reklamiert Schlick die Deutungshoheit des von ihm vertretenen Empirismus in Bezug auf die Relativitätstheorie. Unterstützung findet er dabei vor allem auch bei Einstein, der Schlicks Kritik gegenüber Cassirer in einem Brief an diesen vom 5. Juni 1920 teilt. Dort schreibt Einstein, nachdem ihm Cassirer das Manuskript seiner Abhandlung *Zur Einsteinschen Relativitätstheorie* mit der Bitte um einen Kommentar zugesandt hatte:

„Ich habe ihre Abhandlung mit sehr viel Interesse gründlich studiert und vor allem bewundert, mit welcher Sicherheit Sie die Relativitäts-Theorie dem Geiste nach beherrschen. [...] Ihre idealistische Denkweise von Raum und Zeit kann ich verstehen und glaube auch, dass man so auf einen widerspruchsfreien Standpunkt gelangen kann. [...] Ich erkenne an, dass man mit irgend welchen begrifflichen Funktionen an die Erlebnisse herangehen muss, damit Wissenschaft möglich sei; aber ich glaube nicht, dass uns die Wahl jener Funktionen *vermöge der Natur unseres Intellekts* ein Zwang auferlegt ist. Die Begriffssysteme erscheinen mir leer, wenn die Art wie sie auf Erlebnisse zu beziehen sind, nicht festgelegt ist.“<sup>65</sup>

Die Wahl der raum-zeitlichen Bezugssysteme unterliegt für Einstein somit nicht irgendeinem Zwang des Verstandes, sondern es ist die Erfahrung, die uns als das ursprünglich Gegebene eine bestimmte Geometrie bei der physikalischen Erklärung empirischer Tatsachen nahe legt, ohne diese einzufordern. Eine entsprechende Wahl treffen wir unter der Maßgabe der Kriterien der größtmöglichen Einfachheit und Einheitlichkeit der Erklärung. Schlick hatte dies in seinem *Raum und Zeit in der gegenwärtigen Physik* bereits trefflich formuliert. Es heißt dort:

<sup>61</sup> Schlick 1921, *Kritizistische oder empiristische Deutung*, S. 105.

<sup>62</sup> Ebd., S. 107.

<sup>63</sup> Cassirer 1921, *Zur Einsteinschen Relativitätstheorie*, S. 102.

<sup>64</sup> Ebd., S. 114.

<sup>65</sup> Albert Einstein an Ernst Cassirer, 5. Juni 1920 (abgedruckt in: *The Collected Papers of Albert Einstein*, Vol. 10, Doc. 44).

„So sehen wir, daß uns die Erfahrung keineswegs zwingt, bei der physikalischen Naturbeschreibung eine bestimmte, etwa die Euklidische Geometrie zu benutzen; sondern sie lehrt uns nur, welche Geometrie wir verwenden müssen, wenn wir zu den einfachsten Formeln für die Naturgesetze gelangen wollen. Hieraus folgt sofort: es hat überhaupt keinen Sinn, von einer bestimmten Geometrie „des Raumes“ zu reden ohne Rücksicht auf die Physik, auf das Verhalten der Naturkörper, denn da die Erfahrung uns nur dadurch zur Wahl einer bestimmten Geometrie führt, daß sie uns zeigt, auf welche Weise das Verhalten der Körper am einfachsten formuliert werden kann, so ist es sinnlos, eine Entscheidung zu verlangen, wenn von Körpern überhaupt nicht die Rede sein soll.“<sup>66</sup>

Auf den Punkt gebracht orientiert sich Schlicks Programm an der Erfahrung, die obgleich durch gegenstandskonstitutive Prinzipien geordnet letztlich die entscheidende Basis für die Einschätzung liefert, welche Geometrie bei der physikalischen Beschreibung der Wirklichkeit herangezogen wird. Cassirers Kritizismus hingegen ist an der schöpferischen Tätigkeit des Verstandes ausgerichtet, der im Laufe der stetigen Entwicklung der Wissenschaften Veränderungen der Begriffssysteme in Bezug auf die Erfahrung bewirkt. In seinem Brief an Schlick vom 23. Oktober 1920 macht Cassirer dies nochmals deutlich,

„Was den erkenntnistheoretischen Gegensatz zwischen uns betrifft, so handelt es sich hierbei freilich um Dinge, von denen man nicht hoffen darf, daß man brieflich zu einer Verständigung über sie gelangen könnte. Aber auch ich empfinde, so wenig ich diesen Gegensatz abschwächen will, daß nichtsdestoweniger zwischen *Ihrer* Fassung des Empirismus und meiner Ansicht von der kritischen Methode starke Zusammenhänge bestehen u. daß beide eine große Strecke weit mit einander gehen können. Wenigstens weiß ich von mir, daß ich Ihre Kritik des Mach'schen Empirismus mit großem Interesse studiert habe und daß ich ihr in allen wesentlichen Folgerungen durchaus beistimme. Der Differenzpunkt zwischen uns liegt, soweit ich sehe, schon im *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. [...] Dabei gebe ich ohne weiteres zu, daß Kant zwischen dem allgemeinen Grundsatz und seiner besonderen konkreten Erfüllung nicht streng genug unterschieden hat und daß seine Lehre in dieser Hinsicht der Revision bedarf. Aber der Grundsatz der Eindeutigkeit selbst ist mir allerdings mehr als eine bloße „Konvention“ oder als eine „induktive Verallgemeinerung“: er ist mir ein Ausdruck der „Vernunft“, des Logos selbst.“<sup>67</sup>

Am Ende der Passage stellt Cassirer nicht klar heraus, dass für Schlick die (geometrischen) Konventionen und die induktiven (empirisch gesetzmäßigen) Verallgemeinerungen nur in einer Union auf einer phänomenalen Basis stehend die Eindeutigkeit der Zuordnung sichern. In Bezug auf den Apriorismus macht er nochmals deutlich, daß er diesen in einer relativierten Form begreift, der auf einen apodiktischen Geltungsanspruch zugunsten schöpferisch kreativer Wandlungen der Vernunft verzichtet. Im Unterschied zu Schlick fasst Cassirer die gegenstandskonstitutiven Prinzipien als theoriespezifisch und synthetisch auf, insofern sie „im Fortschritt der Erkenntnis inhaltlich die verschiedensten Ausprägungen erfahren [können]“. Für Cassirer gibt es keine begriffsunabhängige Erfahrung, die über die Richtigkeit oder Falschheit einer bestimmten Geometrie entscheiden kann. Das durch Hermann von Helmholtz initiierte Programm von der Raumlehre als Erfahrungswissenschaft stellt demnach das konkurrierende Unternehmen zum Cassirerschen dar. Was beide voneinander trennt ist die Antwort auf die von Schlick sogenannte Kardinalfrage zwischen Empirismus und Kritizismus<sup>68</sup>, nämlich ob die Geometrie an der Erfahrung überprüfbar ist oder nicht. Dies ist für Schlick nunmehr mit der allgemeinen Relativitätstheorie entschieden. Er schreibt:

---

<sup>66</sup> Schlick 1917, *Raum und Zeit*, in: *MSG A I/2*, A 17.

<sup>67</sup> Ernst Cassirer an Moritz Schlick, 23. Oktober 1920, Schlick-Nachlass, Inv.-Nr. 94/Cass/E-1.

<sup>68</sup> Vgl. Schlick, *Helmholtz*, S. 37.

„Was Helmholtz als möglich erklärte, ist heute als wirklich erkannt: die gegenwärtige Physik ist durch Einsteins allgemeine Relativitätstheorie in der Tat zu der Überzeugung gekommen, daß durch genaueste Beobachtung festgestellte Naturerscheinungen dazu nötigen, dem wirklichen Raume nicht-euklidische Eigenschaften zuzuschreiben. – Es ist für den Philosophen eine hohe Befriedigung, hier festzustellen, daß es auch in der Erkenntnistheorie so etwas gibt wie eine Bestätigung durch die Entwicklung der Wissenschaft.“<sup>69</sup>

Hätten wir Einstein selbst zum Richter gemacht, dann würde er sich, wie auch aus dem zuvor angeführten Brief an Cassirer hervorgeht, zweifelsfrei für die Position Schlicks, einen Empirismus mit gegenstandskonstitutiven Prinzipien, entschieden haben. Dem stimmt in gewisser Weise sogar Cassirer zu, wenn er in dem bereits mehrfach angeführten Brief an Schlick auf dessen Nähe zum erkenntnistheoretischen Standpunkt der modernen Physik zu sprechen kommt. Er schreibt:

„Ihr Aufsatz wird für meine kleine Schrift auch darum wichtig sein, weil Sie dem erkenntnistheoretischen Standpunkt der meisten modernen Physiker wesentlich näher stehen als ich es tue und weil Sie daher hier eine Vermittlung zwischen Physik und Philosophie werden herstellen können, die meine Schrift – so sehr sie sich darum bemüht – vielleicht schon deshalb nicht geben kann, weil sie vielfach eine dem Physiker fremde Sprache spricht.“<sup>70</sup>

### 3. Der Kantianer Reichenbach und seine Wandlungen

**i) Die Erlanger Dissertation:** Zwischen Reichenbachs frühen Arbeiten zu den Begriffen der Gesetzlichkeit, Kausalität und Wahrscheinlichkeit beim Naturerkennen und seiner bedeutenden Abhandlung zur Einsteinschen Relativitätstheorie von 1920<sup>71</sup> lassen sich einige philosophische Parallelen ziehen. Daneben ist dieser Zeitraum durch auffallende Wandlungen im Denken Reichenbachs bestimmt, die ausgelöst worden sind durch seine Bekanntschaft mit den Arbeiten Schlicks, vor allem mit dessen *Allgemeiner Erkenntnislehre*, die Anfang 1919 im Buchhandel erschien, vermutlich aber auch durch Einstein, der zu jener Zeit von Schlicks philosophischen Ansichten stark beeinflusst war. Betrachtet man aber der Chronologie folgend zunächst die Erlanger Dissertation *Der Begriff der Wahrscheinlichkeit für die mathematische Darstellung der Wirklichkeit*<sup>72</sup>, die Reichenbach im Herbst 1914 fertigstellte, so ist unstrittig, dass er hierin noch mit Nachdruck eine dezidiert Kantische Position verteidigt.

Hauptsächlich geht es ihm darum, die mathematische Wahrscheinlichkeitsfunktion als „metaphysisches Prinzip der Naturerkenntnis“<sup>73</sup> auszuzeichnen und in Verbindung damit ein synthetisches Urteil a priori zu etablieren. Es sollte somit klar sein, dass Reichenbach weniger eine mathematisch-physikalische, sondern vielmehr eine philosophische Argumentation führt. In diesem Zusammenhang will Reichenbach alle *subjektiven* Aspekte aus der mathematischen Wahrscheinlichkeitstheorie eliminieren und ihre *objektive Geltung* für das Naturerkennen herausstellen.<sup>74</sup> Unterstützung findet er dabei in verschiedenen Bereichen der Physik, die zu

<sup>69</sup> Ebd., S. 38.

<sup>70</sup> Ernst Cassirer an Moritz Schlick, 23. Oktober 1920, Schlick-Nachlass, Inv.-Nr. 94/Cass/E-1.

<sup>71</sup> Vgl. Reichenbach 1920, *Relativitätstheorie*.

<sup>72</sup> Vgl. Reichenbach 1916/17, *Wahrscheinlichkeit*.

<sup>73</sup> Vgl. Reichenbach 1916/17, *Wahrscheinlichkeit*, Bd. 161, S. 234.

<sup>74</sup> So wendet sich Reichenbach in seiner Abhandlung u.a. gegen die aus seiner Sicht subjektivistische Wahrscheinlichkeitstheorie des Berliner Psychologen und Philosophen Carl Stumpf: „Der Stumpfsche Wahrscheinlichkeitsbegriff ist zwar in sich widerspruchlos, und kann deshalb nicht falsch genannt werden, da Definitionen willkürlich sind. Aber er leistet jedenfalls nicht das, was man allgemein von einem Wahrscheinlichkeitsbegriff verlangt. Denn er ist nicht geeignet, ein Maß der vernünftigen Erwartung abzugeben. Ein solches muß über die wirklichen Dinge etwas aussagen: während Stumpfs Wahrscheinlichkeitsbegriff lediglich eine Darstellung unseres Wissens enthält. Mag sein, daß unsere Erwartung sich stets nach dem Stand unseres Wissens regelt; die wirklichen Dinge aber tun es gewiß nicht. Die Wahrscheinlichkeitsrechnung aber hat nicht die Aufgabe, zu bestimmen, welches unsere Erwartung *tatsächlich ist*, sondern welches sie vernünftigerweise

diesem Zeitpunkt bereits mit Erfolg die Anwendung statistischer Gesetze auf das wirkliche Geschehen praktiziert. Reichenbach schreibt in seiner Dissertation:

„Die moderne Physik ist längst über jeden Zweifel an der Anwendbarkeit von Wahrscheinlichkeitsgesetzen hinausgeschritten, sie hat in den Gebieten der Molekulartheorie, der Quantentheorie wichtige Grundgesetze der Natur durch Anwendung statistischer Betrachtungen aufgedeckt. All das gibt uns mit Recht den Anlaß, zu vermuten, daß in den Wahrscheinlichkeitsgesetzen objektive Gesetze des Naturgeschehens vorliegen, deren Geltung sich philosophisch begründen lassen muß.“<sup>75</sup>

Mit der Theorie der Brownschen Bewegung und dem radioaktiven Zerfallsvorgang konnte Reichenbach an dieser Stelle auf Phänomene verweisen, die in der modernen Physik einer statistischen Betrachtung unterliegen. In Bezug auf die so geschilderte Ausgangslage stellt er sich in der Dissertation vordergründig die Aufgabe, mit dem *metaphysischen Prinzip der mathematischen Wahrscheinlichkeitsfunktion* eine allgemeine und notwendige Voraussetzung für das Naturerkennen anzugeben, insofern es unter statistischen Gesetzen steht, und ihren *apriorischen Geltungsgrund* aufzudecken. Zudem soll das Verhältnis zwischen dem Wahrscheinlichkeitsprinzip auf der einen und dem Kausalprinzip auf der anderen Seite beim Erkennen der Wirklichkeit aufgeklärt werden.<sup>76</sup> Dabei wird sich herausstellen, dass Reichenbach nicht einen Verzicht auf das Kausalprinzip anstrebt, gleichwohl argumentiert er gegen die Ausschließlichkeit seines Geltungsanspruches beim Naturerkennen. Dazu lautet es:

„Die bloße Annahme der kausalen Verknüpfung alles Naturgeschehens ist deshalb nicht ausreichend, um zu Aussagen über bestimmte wirkliche Dinge – und nur solche sind Gegenstand der Physik – zu gelangen. Es muß, wenn es physikalische Erkenntnis geben soll, noch ein anderes Prinzip zu dem der Kausalität hinzukommen. Wir müssen nach einem zweiten synthetischen Urteil a priori suchen.“<sup>77</sup>

Blickt man genauer auf die Dissertation und die darin aufgeworfenen Probleme, so stellt man fest, dass Reichenbach zu Beginn seiner Untersuchung die von philosophischer Seite geäußerten Zweifel hinsichtlich einer objektiven Naturerkenntnis angesichts der in jedem Urteil vorhandenen subjektiven Aspekte anführt. Dagegen stellt er, sich ganz auf die Methode Kants berufend, ein *wissenschaftsphilosophisches* Vorgehen und fordert nachdrücklich dazu auf, „die Sonde der Kritik an die Methoden“<sup>78</sup> der Mathematiker und Physiker anzulegen, um von diesen ausgehend schließlich zu einer objektiven Theorie des Naturerkennens zu gelangen. Mit den Resultaten der Wissenschaften liegen nämlich bereits wesentliche Erkenntnisse im Hinblick auf eine Theorie vom Naturerkennen vor. In diesem Zusammenhang nimmt auch der in den empirischen Wissenschaften mit Erfolg verwendete Begriff der Wahrscheinlichkeit eine für das Wesen der Erkenntnis schlechthin fundamentale Rolle ein. Dennoch scheint gerade der Wahrscheinlichkeitsbegriff dem subjektiven Anteil beim Erkennen zu entsprechen und damit erneut das Kantische Problem der Möglichkeit einer objektiven Naturerkenntnis auf den Plan zu rufen. So gesehen liefert die von Reichenbach konstatierte erfolgreiche Anwendung der Wahrscheinlichkeitstheorie in den empirischen Wissenschaften den eigentlichen Anstoß, an der objektiven Gültigkeit der Naturerkenntnis zu zweifeln, was

---

*sein soll.* Sie sucht nach einer Norm, sie fragt nach der richtigen Erwartung, die einen Aufschluß über die Zukunft der Dinge enthält, und die somit von einer objektiven Gesetzmäßigkeit entlehnt sein muß. Nach einer solchen müssen wir deshalb jetzt suchen, und sollte es uns nicht gelingen, eine zu finden, so müssen wir auf die Aufstellung einer Erwartung verzichten; nicht aber dürfen wir uns damit begnügen, zufällige Feststellungen unseres subjektiven Zustandes an ihre Stelle zu setzen.“ (Ebd., S. 215)

<sup>75</sup> Ebd., S. 222.

<sup>76</sup> Zur Problematik des Kausalprinzips bei Reichenbach vgl. auch Andreas Kamlah, „Die Analyse der Kausalrelation, Reichenbachs zweites philosophisches Problem“, in: Hans Poser und Ulrich Dirks (Hrsg.), *Hans Reichenbach Philosophie im Umkreis der Physik*. Berlin: Akademie Verlag 1998, S. 33-53.

<sup>77</sup> Reichenbach 1916/17, *Wahrscheinlichkeit*, Bd. 162, S. 236.

<sup>78</sup> Reichenbach 1916/17, *Wahrscheinlichkeit*, Bd. 161, S. 210.

ihn dazu führt, die in Frage gestellte Objektivität beim Naturerkennen in Verbindung mit dem Wahrscheinlichkeitsbegriff in seiner Dissertation zu thematisieren. Dort heißt es dann:

„Der Wahrscheinlichkeitsbegriff genießt da gewissermaßen noch eine Vorzugsstellung, denn wenn wir ein Geschehen wahrscheinlich nennen, so verzichten wir damit ausdrücklich auf die Behauptung der Gewißheit seines Eintretens, und man wird berechnete Zweifel erheben, ob eine solche Behauptung irgendetwas Objektives über die Dinge aussagt. Hinzu kommt eine eigentümliche Gegensätzlichkeit zu dem allgemeinen als oberstes Prinzip des Geschehens anerkannten Kausalprinzip. Wir wissen, daß jedes wirkliche Geschehen notwendig bedingt ist, daß auch der zufällig vom Dache herabfallende Ziegelstein streng nach Gesetzen der Natur sich losgelöst hat, und daß der Fall schon vor jeder beliebigen Zeit in den damaligen Zuständen der Dinge begründet gewesen ist; würden wir diese gekannt haben, so hätten wir den Fall sogar vorher als notwendig voraussagen können. Nur weil wir die spezielleren Zusammenhänge nicht bestimmen können, müssen wir uns bescheiden, den Fall als wahrscheinlich oder unwahrscheinlich anzunehmen; darf aber solche Aussage, die lediglich durch unsere Unwissenheit bedingt ist, den Anspruch auf objektive Geltung in irgendeinem Sinne erheben?

In der Tat haben sich viele Philosophen durch diese Paradoxie verleiten lassen, in dem Wahrscheinlichkeitsbegriff lediglich unsere subjektive Erwartung dargestellt zu sehen, die zur Welt der wirklichen Dinge keinerlei Beziehung hat. Ebenso ist die entgegengesetzte Ansicht entwickelt worden; doch ist es bezeichnend, daß auch diese das subjektive Moment aus dem Wahrscheinlichkeitsbegriff noch nicht restlos eliminiert hat; man kann sagen, daß je enger der betreffende Forscher sich an die mathematische Behandlung des Problems anlehnte, er um so mehr sich der Ansicht von der objektiven Bedeutung des Begriffs anschloß.<sup>79</sup>

Dem auf diese Weise in den Blickpunkt gerückten Wahrscheinlichkeitsbegriff widmet sich Reichenbach aus wissenschaftsphilosophischer Perspektive in den Kapiteln drei und vier seiner Dissertation. Zuvor gibt er in den Kapiteln eins und zwei einen Überblick zu Wahrscheinlichkeitstheoretischen Ansätzen in den empirischen Wissenschaften. Er diskutiert dort neben der Auffassung von Carl Stumpf vor allem die Theorie der Spielräume von Johannes von Kries.<sup>80</sup> Im Anschluss daran werden spezielle Wahrscheinlichkeitsprobleme (u.a. die von Henri Poincaré beschriebene Wahrscheinlichkeitsmaschine<sup>81</sup>) hinsichtlich ihrer physikalischen Bedingungen, die gleichfalls in Abgrenzung zu nicht-physikalischen Voraussetzungen betrachtet werden, analysiert. Reichenbach kommt zu dem Schluss:

„Wenn wir also die Bedingungen der Anwendbarkeit von Wahrscheinlichkeitssätzen aufsuchen, so muß zwischen zwei Arten von ihnen unterschieden werden. Erstens muß aufgezeigt werden, welche bestimmte Gesetzmäßigkeit eines Naturvorgangs zugrunde liegen muß, wenn die Resultate der Wahrscheinlichkeitsberechnung richtig sein sollen. Zweitens müssen die anderen Bedingungen festgestellt werden, unter denen diese Gesetzmäßigkeit überhaupt erst wahrnehmbar wird, indem sie eine physikalische Wirkung hervorbringt. Als solche Bedingungen haben wir ermittelt: die Unabhängigkeit der beiden Vorgänge, ihre gemeinsame Wirkung (d.h. schließliche Abhängigkeit) und die Aufstellung eines Zählschemas [...], das die in dem Naturvorgang liegende Gesetzmäßigkeit durch Aufzählung feststellen läßt. Daß diese Bedingungen der zweiten Art sämtlich empirisch feststellbar sind, erkennt man sofort; die Unabhängigkeit zweier Vorgänge läßt sich durch Erfahrungsgesetze feststellen, und ob ein Zählschema den geforderten mathematischen Ansprüchen genügt, läßt sich ebenfalls nur durch Messung erkennen. Die Frage, ob diese – für die Anwendbarkeit der Wahrscheinlichkeitsrechnung ebenfalls notwendigen – Bedingungen erfüllt sind, ist demnach lediglich durch die *Erfahrung* zu entscheiden aber auch mit der allgemeinen Sicherheit von Erfahrungssätzen überhaupt lösbar. Ganz anders ist das Problem der Bedingungen der ersten Art, die sich hier auf eine einzige Bedingung reduziert haben. Hier muß zuvor die Frage aufgeworfen werden: Ist es überhaupt prinzipiell erfahrungsmäßig erkennbar, daß eine Wahrscheinlichkeitsfunktion existiert? [...] Dies ist aber gerade

---

<sup>79</sup> Ebd., S. 211 f.

<sup>80</sup> Vgl. Johannes von Kries, *Die Principien der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Eine logische Untersuchung*. Freiburg i.B.: Akademische Verlagsbuchhandlung von J.C.B. Mohr (Paul Siebeck) 1886.

<sup>81</sup> Henri Poincaré, *Calcul des Probabilités*. Paris: Gauthier-Villars 1912, S. 148–150.

das Problem; und es wird später gezeigt werden, [...] daß es sich [...] um ein metaphysisches Prinzip der Naturerkenntnis überhaupt handelt.“<sup>82</sup>

Die angeführten Bedingungen zweiter Art dienen der Sichtbarmachung (empirischen Feststellbarkeit) des jeweiligen statistischen Gesetzes. Für jede bestimmte Wahrscheinlichkeitsverteilung liegt aber außerdem noch, wie Reichenbach im Weiteren argumentiert, das Prinzip der Wahrscheinlichkeitsfunktion als *metaphysische Bedingung* in der für beliebige Verteilungen gültigen Form  $y = N \int_a^b \varphi(x) dx$  zugrunde, wobei gilt, dass das Verhältnis einer Anzahl von Werten  $y$  einer in einem Intervall  $a$  bis  $b$  liegenden physikalischen Größe  $x$  zur Gesamtzahl  $N$  seiner Wiederholungen mit wachsendem  $N$  gegen  $\int_a^b \varphi(x) dx$  strebt. Um die Allgemeingültigkeit und Notwendigkeit des Wahrscheinlichkeitsprinzips (Verteilungsprinzips) beim Naturerkennen aufzuweisen, sollte es, wie Reichenbach im dritten Kapitel seiner Dissertation ausführt, in allen *physikalischen* Urteilen über wirkliche Gegenstände Eingang finden. Die Begriffe Kants von empirischer und reiner Anschauung aufgreifend gibt er zunächst an, was ein physikalisches von einem *mathematischen* Urteil unterscheidet. Er schreibt:

„Einmal kann das Urteil durch reine Anschauung und Begriffe des reinen Denkens allein gegeben sein, dann ist es ein mathematisches Urteil. Oder sein Inhalt ist durch empirische Anschauung bestimmt, nur durch unmittelbare Wahrnehmung (oder durch die Vorstellung einer solchen) gegeben, dann ist es ein physikalisches Urteil.“<sup>83</sup>

Unter den mathematischen Urteilen versteht Reichenbach sogenannte *Setzungsurteile*, während er die physikalischen Urteile als *Wirklichkeitsurteile* auszeichnet, insofern die Bedingungen ihrer Geltung im Gegensatz zu ersteren nicht allein durch den Verstand bestimmt werden können, sondern letztlich durch die Natur selbst gegeben sind oder wie Reichenbach schreibt „schlechtweg hingenommen werden [müssen]“<sup>84</sup>. Wie bei den mathematischen Urteilen ist jedoch auch in Bezug auf die Wirklichkeitsurteile der aktiv-produktive Charakter unseres Verstandes zu berücksichtigen. Kant kennzeichnet diesen „Actus der Spontaneität der Vorstellungskraft“ als „eine Verstandeshandlung, [...] mit der allgemeinen Benennung *Synthesis* [...], um dadurch zugleich bemerklich zu machen, daß wir uns nichts, als im Objekt verbunden, vorstellen können, ohne es vorher selbst verbunden zu haben, und unter allen Vorstellungen die *Verbindung* die einzige ist, die nicht durch Objekte gegeben, sondern nur vom Subjekte selbst verrichtet werden kann, weil sie ein Actus seiner Selbsttätigkeit ist.“<sup>85</sup> Überdies stellt Kant die *Einheit* der Verbindung des in der Anschauung gegebenen Mannigfaltigen als apriorische Bedingung jener heraus. Es heißt bei ihm:

„Aber der Begriff der Verbindung führt außer dem Begriffe des Mannigfaltigen, und der Synthesis desselben, noch den der Einheit desselben bei sich. Verbindung ist Vorstellung der *synthetischen* Einheit des Mannigfaltigen.“<sup>86</sup>

Da letztere als die jeweils eigene Verstandestätigkeit mit Bewußtsein vonstatten geht, findet Kant schließlich den obersten Grundsatz menschlichen Erkenntnisvermögens in der syntheti-

<sup>82</sup> Reichenbach 1916/17, *Wahrscheinlichkeit*, Bd. 161, S. 233 f.

<sup>83</sup> Reichenbach 1916/17, *Wahrscheinlichkeit*, Bd. 162, S. 223. Vgl. dazu Kant, *KrV*, B 146 f.: „Sinnliche Anschauung ist entweder reine Anschauung (Raum und Zeit) oder empirische Anschauung desjenigen, was im Raum und der Zeit unmittelbar als wirklich, durch Empfindung, vorgestellt wird.“

<sup>84</sup> Reichenbach, *Wahrscheinlichkeit* 1916/17, Bd. 162, S. 225.

<sup>85</sup> Kant, *KrV*, B 130.

<sup>86</sup> Ebd., B 130 f.



schen Einheit des Bewußtseins, das als ursprüngliche Apperzeption „dasjenige Selbstbewußtsein ist, was, indem es die Vorstellung *Ich denke* hervorbringt, die alle andere muß begleiten können, und in allem Bewußtsein ein und dasselbe ist, von keiner weiter begleitet werden kann.“ Und weiter schreibt er: „Ich nenne auch die Einheit derselben die *transzendente* Einheit des Selbstbewußtseins, um die Möglichkeit der Erkenntnis a priori aus ihr zu bezeichnen.“<sup>87</sup> Diese Einsichten Kants vor Augen formuliert Reichenbach mit Blick auf die physikalischen Urteile:

„Trotz ihres empirischen Charakters enthalten aber die Wirklichkeitsurteile ein apriorisches Moment. Denn die *Relation*, die in ihnen behauptet wird und die ihnen überhaupt erst den Charakter des Urteils verleiht, ist nicht in der Wahrnehmung gegeben, sondern erst vom Denken hinzugefügt. Die begriffliche Erfassung, die aus der Wahrnehmung die Erkenntnis schafft, kommt erst durch den Akt der Synthesis zustande, der selbst nicht empirisch gegeben, sondern eine freie Setzung ist. Es ist das, was Kant Stellung unter die transzendente Einheit der Apperzeption nennt. Aber Kant zeigt auch, dass dieser Akt nicht auf die Urteilsrelation beschränkt bleibt, sondern daß es derselbe Akt ist, der die Synthesis im Begriffe vollzieht und so den Gegenstand allererst konstituiert.“<sup>88</sup>

Demnach besteht der Verdienst der Kantischen Philosophie für Reichenbach im Grunde genommen darin, den Beitrag des menschlichen Verstandes als notwendigen Grundsatz beim Erkenntnisvorgang herausgestellt zu haben. Dieser erweist sich als *produktiver Akt der Gegenstandskonstitution*, der bei jeder Naturerkenntnis in der Wahrnehmung enthalten sein muss. Blicken wir erneut auf Kant, so führt dieser dazu aus:

„Die synthetische Einheit des Bewußtseins ist also eine objektive Bedingung aller Erkenntnis, nicht deren ich bloß selbst bedarf, um ein Objekt zu erkennen, sondern unter der jede Anschauung stehen muß, *um für mich Objekt zu werden*, weil auf andere Art, und ohne diese Synthesis, das Mannigfaltige sich nicht in einem Bewußtsein vereinigen würde.“<sup>89</sup>

Neben dem gegenstandskonstitutiven Verstandesgebrauch ist seine Anwendung in der empirischen Anschauung der zweite notwendige Aspekt beim Naturerkennen, wie Reichenbach gleichfalls eine Einsicht Kants fortführend schreibt:

„Erst durch ihre Anwendung auf Wahrnehmungsinhalte in Raum und Zeit als Formen des Nebeneinanders wird die Konstitution des Gegenstandes vollzogen.“<sup>90</sup>

Im Unterschied zu den physikalischen Gegenständen, deren Einordnung unter entsprechende Begriffe in der empirischen Anschauung erfolgt, werden die mathematischen Objekte in der reinen Anschauung konstituiert. Schließlich, so Reichenbach weiter, „besteht für den empirischen Satz [das wesentlich Unterscheidende] darin, daß in ihm die *Geltung einer bestimmten mathematischen Struktur von der letzten Grundes nur schlechthin gegebenen Wirklichkeit behauptet wird*.“<sup>91</sup> Die Komplexität der Wirklichkeit gestattet dabei aber in der Regel lediglich die Anwendung statistischer Gesetze und somit allein eine näherungsweise Bestimmung der Wirklichkeit.<sup>92</sup> Unsere Erwartung bei der mathematischen Darstellung wirklicher Vorgänge

---

<sup>87</sup> Ebd., B 132

<sup>88</sup> Reichenbach 1916/17, *Wahrscheinlichkeit*, Bd. 162, S. 225.

<sup>89</sup> Kant, *KrV*, B 138.

<sup>90</sup> Reichenbach 1916/17, *Wahrscheinlichkeit*, Bd. 162, S. 226.

<sup>91</sup> Ebd.

<sup>92</sup> Erläuternd heißt es dazu weiter: „Jeder Naturvorgang unterliegt prinzipiell unendlich vielen äußeren Einflüssen; wir können immer nur einzelne herausgreifen und betrachten und müssen dann die anderen als verschwindend klein beiseite lassen. Der gemessene Wert ist stets die algebraische Summe unendlich vieler beeinflussender Größen. Wir rechnen aber so, als ob er durch endlich viele Faktoren gebildet ist, und berechnen

nur eine gewissen Annäherung an diese aufgrund eines gesetzmäßigen Zusammenhanges zu erzielen, wird allgemein beschrieben durch das Prinzip der Wahrscheinlichkeitsfunktion. Dieses ergänzt laut Reichenbach das Kausalprinzip und muss zu diesem mit Notwendigkeit und dem Anspruch auf Allgemeingültigkeit hinzutreten. Reichenbach schreibt:

„Wir finden demnach, daß das *Prinzip der gesetzmäßigen Verknüpfung* alles Geschehens, wie sie die Kausalität leistet, nicht zur mathematischen Darstellung der Wirklichkeit ausreicht. Es muß noch ein anderes Prinzip hinzukommen, welches die Ereignisse gleichsam in der Querrichtung miteinander verbindet; dies ist das *Prinzip der gesetzmäßigen Verteilung*.“<sup>93</sup>

Somit wäre das in Frage stehende Verhältnis zwischen Kausalität und Wahrscheinlichkeit geklärt und Reichenbach stellt dieses wie folgt am Anfang des vierten Kapitels dar:

„Es ist somit die Existenz einer Wahrscheinlichkeitsfunktion deduziert worden in dem Sinne, wie Kant das Wort Deduktion für die Transzendentalphilosophie gebraucht. Die Notwendigkeit einer solchen Gesetzmäßigkeit läßt sich letzten Endes nur einsehen, und sie ist deshalb ein synthetisches Urteil a priori genannt worden; sie läßt sich nicht logisch aus anderen Grundsätzen der Erkenntnis ableiten. In dieser Deduktion aber ist gezeigt worden, wie jenes Gesetz im Zusammenhang steht mit der gesamten Naturerkenntnis überhaupt; und indem dargetan worden ist, daß jenes Prinzip eine notwendige Bedingung aller physikalischen Erkenntnis bedeutet, ist seine Gültigkeit von der Erfahrung *bewiesen* worden. [...] Analog zum Prinzip der Kausalität stellt das Prinzip der Verteilung nur die allgemeine Form vor, in die spezielle Erfahrung einen speziellen Inhalt hineinfügt. Deshalb muß auch jeder Versuch, das Prinzip durch die Erfahrung zu bestätigen, dem Philosophen ebenso lächerlich erscheinen, wie ein etwaiger Versuch der experimentellen Prüfung des Kausalprinzips.“<sup>94</sup>

Von einem Kantischen Standpunkt aus betrachtet lässt sich Reichenbachs Argumentation in der Dissertation derart zusammenfassen, dass die am Anfang der Untersuchung in Frage gestellte Objektivität gegebener Erscheinungen angesichts ihrer Behandlung unter statistischen Gesetzen letztlich aus den notwendigen und allgemeinen Prinzipien des Verstandes folgt. Neben das Kausalprinzip rückt das Wahrscheinlichkeitsprinzip, deren Notwendigkeit durch die Vernunft eingesehen und deren allgemeingültige Form durch die Wahrscheinlichkeitsfunktion begrifflich gefasst werden kann. Welche Inhalte den statistischen Gesetzen jeweils zugeordnet werden darüber entscheidet die Erfahrung. Dazu lautet es bei Reichenbach:

„Die physikalische Erfahrung besteht deshalb in der Konstatierung einer zahlenmäßigen Näherung durch das Experiment, und umgekehrt behauptet der physikalische Satz kraft der Empirie die annähernde Geltung bestimmter Zahlen für eine Klasse von Naturgeschehnissen. Das ist das Eigentümliche der Erfahrung, daß sie eine Regel aufstellt für Wirkungen, die in ihrer Vielseitigkeit und Größe ganz unkontrollierbar sind. Alles andere am physikalischen Satz ist mathematische Relation; dies eine hinzukommende Moment ist gerade das Empirische, das nicht durch Denken und reine Anschauung eingesehen werden kann, das eben nur aus der Beobachtung der Tatsachen gewonnen wird.“<sup>95</sup>

Aufgrund der *prinzipiellen* Unbestimmbarkeit aller einwirkenden Faktoren bei einer Messung kann Reichenbach in Bezug auf die Bestimmung eines physikalischen Gegenstandes ausführen, dass „eben das Eigentümliche des empirischen Gegenstandes gerade in der Nichterschöpfbarkeit seiner Bestimmungsstücke, und die restlose Ausscheidung aller dieser nicht gemessenen Bedingungen würde den Gegenstand zu einem Gegenstand der reinen Anschauung, das physikalische Urteil zu einem mathematischen reduzieren. Der physikalische Gegenstand

---

dann rückwärts die gewünschte Größe. Niemals messen wir direkt die Größe, auf die es ankommt, sondern stets eine derartige Funktion von ihr.“ (Reichenbach 1916/17, Wahrscheinlichkeit, Bd. 162, S. 103)

<sup>93</sup> Ebd., S. 237.

<sup>94</sup> Reichenbach 1916/17, Wahrscheinlichkeit, Bd. 163, S. 86 f.

<sup>95</sup> Reichenbach 1916/17, Wahrscheinlichkeit, Bd. 162, S. 235.

ist stets der Gegenstand, wie er mit den Sinnen wahrgenommen wird, ob diese Wahrnehmung nun gerade in diesem Augenblick geschieht oder bloß gedächtnismäßig reproduziert wird; über ihn als Stück der Wirklichkeit wird im physikalischen Urteil etwas ausgesagt, und nicht über die bloße mathematisch-anschauliche Struktur, die für dieses Stück Wirklichkeit Geltung besitzt. Wenn aber wirklich hier eine Aussage über die Größe der ganz beliebigen, nicht gemessenen störenden Einflüsse gemacht wird, so lässt sich für keinen Einzelfall – und damit für keine Klasse von Einzelfällen – mit Gewissheit etwas behaupten [...].<sup>96</sup>

Reichenbach behauptet demnach in seiner Dissertation die prinzipielle Unbestimmbarkeit physikalischer Gegenstände bei einer Messung. Eine restlos genaue Bestimmung eines physikalischen Objektes erscheint ihm hierbei unmöglich. So wendet er sich am Ende der Dissertation – der ausschließlichen Geltung eines Determinismus beim Naturerkennen widersprechend – auch gegen Pierre Simon Laplace. So heißt es:

„Vom Standpunkt der Nützlichkeit erscheint sogar die Aussage des Wahrscheinlichkeitsgesetzes oft vorteilhafter als die der speziellen Berechnung. Denn der einzelne Vorgang wird häufig gleichgültig sein gegenüber dem Gesamtergebn der ganzen Reihe; dies kann wichtige physikalische Gesetzmäßigkeiten enthalten, während der Einfluß des einzelnen Vorgangs auf das wirkliche Geschehen belanglos ist. In sehr klarer und bestimmter Weise hat Cournot den Laplaceschen Gedanken, daß eine vollkommene menschliche Intelligenz keine Wahrscheinlichkeitsgesetze mehr benutzen würde, abgetan.“<sup>97</sup>

Selbst wenn wir demnach davon ausgehen, dass alles Naturgeschehen determiniert ist und unter kausale Gesetze fällt, sind wir dennoch auf die Verwendung von Wahrscheinlichkeitsgesetzen zur Beschreibung von Wirklichem in den Wissenschaften angewiesen. Dabei beruht die objektive Geltung von Wahrscheinlichkeitsurteilen auf der *vernünftigen Einsicht*, dass mit der Anerkennung von Naturerkenntnis gleichfalls die Anerkennung von statistischen Gesetzen *unabdingbar* verbunden ist. „Denn“, so Reichenbach, „es handelt sich hier letzterdings um eine Einsicht, um eine unmittelbare Erkenntnis, daß ihren Sätzen Geltung zukommt, und gerade dieser spontane Akt ist letzten Endes nicht weiter analysierbar und auch nicht weiter begründbar; deshalb kann er ebensowohl am Anfang wie am Ende aller begrifflichen Deduktion stehen.“<sup>98</sup> Hatte somit die Anwendung von statistischen Gesetzen in den Wissenschaften das Problem ihrer objektiven Gültigkeit auf den Plan gerufen, wie Reichenbach zu Anfang seiner Dissertation deutlich macht, so steht an ihrem Ende die Einsicht, dass neben das Kausalprinzip gleichberechtigt das Wahrscheinlichkeitsprinzip tritt, das begrifflich gefasst durch das Prinzip der Wahrscheinlichkeitsfunktion ein synthetisches Urteil a priori darstellt, für welches Reichenbach Allgemeingültigkeit und Notwendigkeit beansprucht, und das daneben für die Gegenstandskonstitution beim Naturerkennen verantwortlich ist.

**ii) Die Wahrscheinlichkeitsartikel in den „Naturwissenschaften“:** Nach der Veröffentlichung der Dissertation Ende 1916/Anfang 1917 in der *Zeitschrift für Philosophie und philosophische Kritik* ergeben sich für Reichenbach im Laufe des Jahres 1917 einschneidende Veränderungen in seinen Lebensumständen, die auch auf die weitere Entwicklung seiner Philosophie einen nachhaltigen Einfluss nehmen sollten. Reichenbach begibt sich im September 1917 nach Berlin. Zuvor hatte er während des Ersten Weltkrieges seit März 1915 an unterschiedlichen Fronten seinen Militärdienst abgeleistet. Er wurde jedoch aufgrund einer ernsthaften Erkrankung als nicht mehr fronttauglich eingestuft. In Berlin war Reichenbach daraufhin bei der Gesellschaft für Funktelegraphie (Firma Huth) als Ingenieur tätig und

---

<sup>96</sup> Reichenbach 1916/17, *Wahrscheinlichkeit*, Bd. 162, S. 236. Und weiterhin führt er an, dass „die durch unsere jeweiligen Meßinstrumente gesetzte Grenze [...] recht willkürlich ist, und es [...] deshalb ungereimt wäre, die behauptete Gesetzmäßigkeit der Verteilung auf Einflüsse zu beschränken, die unterhalb der zufälligen Messungsgrenze liegen [...]“. (Reichenbach 1916/17, *Wahrscheinlichkeit*, Bd. 163, S. 87)

<sup>97</sup> Vgl. Reichenbach 1916/17, *Wahrscheinlichkeit*, Bd. 163, S. 96 f.

<sup>98</sup> Reichenbach 1916/17, *Wahrscheinlichkeit*, Bd. 162, S. 223.

besuchte zeitgleich Lehrveranstaltungen an der Universität. Über die tatsächlichen Umstände seiner „Rückkehr“ zur wissenschaftlichen Philosophie lässt sich allerdings nur spekulieren. Es ist jedoch plausibel anzunehmen, dass Reichenbach während seiner Berliner Zeit die Werke Moritz Schlicks kennenlernte<sup>99</sup> und durch diese in erheblichem Maße beeinflusst wurde. Gleichfalls dürfte er erst in Berlin – über die Bekanntschaft mit Einstein und in dessen Vorlesungen im Mai und Juni des Jahres 1919 – mit den Gedanken der allgemeinen Relativitätstheorie vertraut geworden sein.<sup>100</sup>

Die ersten wissenschaftlichen Veröffentlichungen Reichenbachs in Berlin rücken aber nochmals die Probleme der Erlanger Dissertation in den Mittelpunkt. Gleichwohl behandelt Reichenbach unter den neuen Einflüssen stehend die Fragen seiner Dissertation nicht auf dieselbe Weise. Indem er diese erneut problematisiert, trägt er den Umständen eines veränderten intellektuellen Umfeldes Rechnung. So führt die Auseinandersetzung mit der Einsteinschen Relativitätstheorie zunächst zu einer Abschwächung seiner Kantischen Position, was schließlich in einen auch von Cassirer vertretenen relativierten synthetischen Apriorismus mündet. Reichenbach sieht im Weiteren von einer allgemeinen Gültigkeit apriorischer Prinzipien und einer Einsicht in ihre Notwendigkeit durch die Vernunft ab. In diesem Zusammenhang erweist sich der Begriff der *Naturgesetzlichkeit* als entscheidend, insofern dieser fortan den *variablen* Bezugsrahmen für die im Verlauf der wissenschaftlichen Entwicklung veränderlichen Formen und Konstanten der Erfahrung zur Verfügung stellt.<sup>101</sup> In seinen Abhandlungen zum Wahrscheinlichkeitsbegriff, die im Februar und März 1920 in zwei Heften der *Naturwissenschaften* erscheinen<sup>102</sup>, betrachtet er das schon in der Dissertation diskutierte Verhältnis zwischen Kausalität und Wahrscheinlichkeit – nun allerdings unter das die beiden Begriffe umfassende Konzept der Naturgesetzlichkeit. Einige Monate später veröffentlicht Reichenbach *Relativitätstheorie und Erkenntnis apriori*, worin er seine abgeschwächte Kantische Position des relativierten synthetischen Apriorismus verteidigt. Dies führt zur direkten Auseinandersetzung mit Schlick und in Folge dessen zu einer erneuten Veränderung der Position Reichenbachs. Diese stellt dann einen endgültigen Bruch mit Kant dar und steht stellvertretend für das Ende des Apriorismus in der wissenschaftlichen Philosophie.

Zur Entstehungsgeschichte der beiden Wahrscheinlichkeitsartikel in den *Naturwissenschaften* ist Reichenbachs Briefwechsel mit Berliner aufschlussreich. Reichenbachs erster Versuch, den Wandlungen in seinem Denken Ausdruck zu verleihen, erfährt aber zunächst noch eine Absage. Seine Absicht vom März 1919, einen Aufsatz über Wahrscheinlichkeit in den *Naturwissenschaften* zu publizieren, wird von Berliner zurückgewiesen. Dieser schreibt:

<sup>99</sup> Vor allem waren es wohl Schlicks *Allgemeine Erkenntnislehre* und seine Schrift *Raum und Zeit in der gegenwärtigen Physik*, die bei Reichenbach auf großes Interesse stießen.

<sup>100</sup> Vgl. in diesem Zusammenhang Anm. 23.

<sup>101</sup> Bereits in der Dissertation hatte Reichenbach das Konzept des *Naturgesetzes* als eine Verbindung von allgemeinem funktionalem Zusammenhang und im Einzelfall jeweils zu bestimmenden Konstanten (Messgrößen) eingeführt. Dort heißt es: „Wenn es physikalische Urteile geben soll, so muß eine näherungsweise Darstellung der Wirklichkeit durch mathematische Gleichungen möglich sein. Wir wollen in jedem Einzelfall eines solchen Sachverhalts von *Geltung* bestimmter mathematischer Gleichungen für die Wirklichkeit sprechen. In der Tat stellen die Theorien der modernen Physik solche Gleichungssysteme dar, deren Geltung von der Wirklichkeit behauptet wird. [...] für alles wirkliche Geschehen stellt das gesamte Gleichungssystem der Theorie nur eine mathematische Struktur dar, die die Wirklichkeit nicht restlos erschöpft. Zum Naturgesetz wird die Theorie dadurch, daß sie den Anspruch der *Geltung von der Wirklichkeit* erheben darf, d.h. daß sie das wirkliche Verhalten mit zahlenmäßiger Näherung darstellt.“ (Reichenbach 1916/17, *Wahrscheinlichkeit*, Bd. 162, S. 227)

<sup>102</sup> Vgl. Hans Reichenbach, „Die physikalischen Voraussetzungen der Wahrscheinlichkeitsrechnung“, in: *Die Naturwissenschaften*, Jg. 8, H. 3, 16. Januar 1920, S. 46-55 (nachfolgt Reichenbach 1920a, *Wahrscheinlichkeit*) und ders. „Philosophische Kritik der Wahrscheinlichkeitsrechnung“, in: *Die Naturwissenschaften*, Jg. 8, H. 8, 20. Februar 1920, S. 146-153 (nachfolgt Reichenbach 1920b, *Wahrscheinlichkeit*).

„Für einen Aufsatz über Wahrscheinlichkeitsrechnung, habe ich für die nächste Zeit kaum Verwendung, weil ich im ersten Vierteljahr dieses Jahrganges bereits zwei grosse Aufsätze über Wahrscheinlichkeitsrechnung veröffentlicht habe, den einen von *Kries*, den zweiten von Professor von *Mises*. Vielleicht haben Sie die Freundlichkeit, sich diese beiden Aufsätze anzusehen und mich gelegentlich wissen zu lassen, in welcher Weise Sie zum Unterschied gegen diese Aufsätze Ihren eigenen Aufsatz zu behandeln beabsichtigen, damit ich eventuell zu gegebener späterer Zeit darauf zurückkommen kann.“<sup>103</sup>

Wenig später stimmt Berliner allerdings zu, dass Reichenbach ein Autoreferat über seine Dissertation in den *Naturwissenschaften* veröffentlichen darf. Brieflich teilt er Reichenbach am 30. April mit: „Ihr Autoreferat über Ihre Untersuchungen zur Wahrscheinlichkeitstheorie ist mir jederzeit willkommen.“<sup>104</sup> Den Eingang der Schrift bestätigt Berliner gegenüber Reichenbach am 22. Mai 1919.<sup>105</sup> Unter dem Titel „Der Begriff der Wahrscheinlichkeit für die mathematische Darstellung der Wirklichkeit (Autoreferat)“ erscheint der Text in den *Naturwissenschaften* am 4. Juli 1919.<sup>106</sup> Nahezu zeitgleich stellt Berliner Reichenbach nun auch in Aussicht, einen längeren Aufsatz zur Wahrscheinlichkeit im Laufe der nächsten Monate in den *Naturwissenschaften* zu publizieren. Berliner schreibt am 30. Juni an Reichenbach:

„In einigen Monaten, vielleicht im Laufe des Herbstes, würde ich kein Bedenken tragen, wieder einen grösseren Aufsatz über Wahrscheinlichkeitsrechnung zu veröffentlichen. Falls Sie den Aufsatz, den Sie mir im Laufe des März angeboten haben, noch veröffentlichen wollen, so bitte ich um seine Zusendung. Falls der Aufsatz ebenso mühelos übersichtlich geschrieben ist wie das Autoreferat, dann werden die Leser nur ein Vergnügen davon haben, wenn sie über die philosophischen Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung belehrt werden.“<sup>107</sup>

Dem Angebot Berliners kommt Reichenbach wenig später nach. Als erstes publiziert er „Die physikalischen Voraussetzungen der Wahrscheinlichkeitsrechnung“<sup>108</sup> analog dem Gedankengang in der Dissertation, in der ebenfalls zunächst (im ersten und zweiten Kapitel) die physikalischen Bedingungen für die Wahrscheinlichkeitstheorie geklärt wurden. Im Gegensatz zur Erlanger Arbeit spricht Reichenbach nun allerdings nicht mehr vom *metaphysischen Prinzip der mathematischen Wahrscheinlichkeitsfunktion*, sondern vom *Axiom der Anwendbarkeit der Wahrscheinlichkeitssätze*, das als *Hypothese der Wahrscheinlichkeitsfunktion* bezeichnet wird.<sup>109</sup> Schon in seinem Autoreferat zur Dissertation vom Juli 1919 fällt auf, dass Reichenbach einen direkten Hinweis auf Kant vermeidet, stattdessen aber eine Veränderung der Begriffe in dem eben angeführten Sinne vornimmt. Eine zu diesem Zeitpunkt beginnende Abwendung Reichenbachs von der Kantischen Philosophie scheint somit unbestreitbar.

Der hauptsächliche Auslöser dafür ist Schlicks *Allgemeine Erkenntnislehre*, in der nicht nur eine umfassende Kritik an der Kantischen Philosophie geübt, sondern auch eine umfangreiche Theorie vom Erkennen entwickelt wird. Die für das wissenschaftliche Naturerkennen notwendigen Grundbegriffe werden dabei zunächst im Rahmen eines widerspruchsfreien Axiomensystems implizit definiert, womit ihre sichere Geltung als analytischer Urteilszusammenhang gewährleistet ist. Angewandt auf die Wirklichkeit stellen die Begriffssysteme Zusammenhänge von Konventionen und Hypothesen dar, die anhand der Erfahrung überprüft werden. Eine Erkenntnis liegt nach Schlick immer dann vor, wenn ein bestimmter Begriffszusammenhang bzw. ein Gesetzesurteil einem bestehenden Sachverhalt *eindeutig zugeordnet*

<sup>103</sup> Arnold Berliner an Hans Reichenbach, 17. März 1919, ASP, HR 015-49-54.

<sup>104</sup> Arnold Berliner an Hans Reichenbach, 30. April 1919, ASP, HR 015-49-53.

<sup>105</sup> Arnold Berliner an Hans Reichenbach, 22. Mai 1919, ASP, HR 015-49-52.

<sup>106</sup> Hans Reichenbach, „Der Begriff der Wahrscheinlichkeit für die mathematische Darstellung der Wirklichkeit“ (Autoreferat), in: *Die Naturwissenschaften*, 7. Jg., H. 27, 4. Juli 1919, S. 482 f.

<sup>107</sup> Arnold Berliner an Hans Reichenbach, 30. Juni 1919, ASP, HR 015-49-51.

<sup>108</sup> Vgl. Reichenbach 1920a, *Wahrscheinlichkeit*.

<sup>109</sup> Vgl. Reichenbach 1920a, *Wahrscheinlichkeit*, S. 47.

wird. Die Eindeutigkeit der Zuordnung steht dabei in engem Zusammenhang mit der Methode der raum-zeitlichen Koinzidenzen. Die über Koinzidenzen erzielte eindeutige Zuordnung stellt die Objektivität der Erkenntnis sicher. An dieser Stelle ist nun wichtig zu bemerken, dass für Schlick die Feststellung der Eindeutigkeit der Zuordnung beim physikalischen Erkenntnisprozess letztlich vermittelt von erlebten Wahrnehmungskoinzidenzen auf einer phänomenalen Basis von Erfahrungstatsachen (d.i. z.B. die Konstatierung des Zusammenfallens eines Skalenstrichs mit einer Zeigerspitze beim Ablesen eines Messwertes) erfolgt.

Vor diesem Hintergrund kommt der Wandel in Reichenbachs Auffassung in seinem zweiten Aufsatz in den *Naturwissenschaften* vom Februar 1920 „Philosophische Kritik der Wahrscheinlichkeitsrechnung“<sup>110</sup> deutlicher und umfassender noch als im Autoreferat und im ersten Wahrscheinlichkeitsartikel zum Ausdruck. Dieser Aufsatz sollte unter dem besonderen Einfluss Schlicks stehend als eine Art Übergangsschrift oder Transformationsartikel von der dezidiert Kantischen Auffassung der Dissertation zur quasi-Kantischen Position des relativierten synthetischen Apriorismus in *Relativitätstheorie und Erkenntnis apriori* gelesen werden. Insofern erscheint es auch einsichtig, dass Reichenbach in diesem Aufsatz keine konsistente Position verteidigt, sondern noch nach einer verbindlichen Position sucht und dabei die alten und neuen Einflüsse aufgreifend argumentiert. Gleichwohl lässt sich die angeführte Transformation seiner Philosophie im Sinne eines bereits eingeschlagenen Weges feststellen.

Reichenbachs Ausgangspunkt liegt wie schon in der Erlanger Dissertation in den exakten Wissenschaften. Ihre Methoden sind es, welche die philosophische Erkenntniskritik auf den Plan rufen und eine Aufklärung wissenschaftlichen Erkenntnisvermögens einfordern. Allerdings ist es nun nicht mehr eine Kritik der menschlichen Vernunft mit dem Ziel synthetische Urteile a priori aufzudecken, die für alle Zeiten den Status der Allgemeingültigkeit und Notwendigkeit besitzen, sondern angesichts der *gegenwärtigen* wissenschaftlichen Erkenntnisse – insbesondere in der mathematischen Physik – *theorienspezifische* widerspruchsfreie Begriffssysteme auszuzeichnen (zu postulieren), die jeweils durch eigene Axiome bestimmt und infolge ihrer Zuordnung zur Wirklichkeit nur noch von hypothetischem Charakter sind.

In Bezug auf die Wahrscheinlichkeitstheorie als einen spezifischen Theorierahmen hatte Reichenbach in seinem ersten Artikel in den *Naturwissenschaften* ausgeführt, dass „das aufgedeckte Axiom [der Anwendbarkeit der Wahrscheinlichkeitssätze] eine über den Rahmen der engeren Wahrscheinlichkeitsrechnung hinausgehende, philosophische Bedeutung besitzt, und daß seine Geltung im engsten Zusammenhang mit dem physikalischen Erkenntnisbegriff steht.“ Diese Gedanken aufgreifend führt Reichenbach gleich zu Beginn seines zweiten Wahrscheinlichkeitsartikels, wobei er den zu betrachtenden theoretischen Bezugsrahmen nun auch um kausale Gesetze erweitert und ihr Verhältnis zu den statistischen Gesetzen klärt, aus:

„Die Unsicherheit, mit der über die Geltung der Wahrscheinlichkeitsgesetze geurteilt wird, liegt darin begründet, daß diese Gesetze einen Widerspruch zu dem anerkannten Erkenntnisverfahren der Physik zu enthalten scheinen. Es ist die grundsätzliche Methode der *Physik*, das beobachtete Geschehen auf Abhängigkeiten zurückzuführen, das gegenwärtige Geschehen als Wirkung eines früheren und als Ursache eines folgenden darzustellen; die Kausalketten, die dabei entstehen, gelten als eindeutig-bestimmte Funktionalzusammenhänge, und auch dort, wo es nicht gelingt, derartige Kausalketten aufzufinden, wird an ihrer prinzipiellen Existenz und schließlichen Auffindbarkeit festgehalten. Im Gegensatz dazu macht die *Wahrscheinlichkeitsrechnung* Aussagen über nicht-kausale Zusammenhänge, ja sie fordert sogar als Bedingung ihrer Gültigkeit die kausale Unabhängigkeit ihrer Objekte“<sup>111</sup>

Am Anfang steht damit ein empirisch-wissenschaftliches Problem, das im Rahmen der Physik zu lösen ist. Dementsprechend heißt es im Weiteren:

<sup>110</sup> Vgl. Reichenbach 1920b, *Wahrscheinlichkeit*.

<sup>111</sup> Reichenbach 1920b, *Wahrscheinlichkeit*, S. 146.

„So scheint es, als ob Wahrscheinlichkeit und Kausalität einander ausschließen, als ob sie die Fragestellung „Zufall oder Gesetz“ in die Physik hineinragen und den Physiker zwingen, für das eine oder das andere sich zu entscheiden.“<sup>112</sup>

Mit Blick auf die Ergebnisse seiner Dissertation kann Reichenbach demgegenüber jedoch ohne Umschweife klarstellen, dass es sich bei diesem Gegensatz um einen zu Unrecht konstruierten handelt. Der Unterschied zwischen Wahrscheinlichkeit und Kausalität lässt sich im Rahmen des Gesetzesgebäudes der Physik aufzeigen und betrifft die unterschiedlichen Gesetzesformen. Diese geben jeweils an, ob eine kausale oder aber eine statistische Abhängigkeit vorliegt. Anders als in der Dissertation liegt die Geltung statistischer Gesetze nun allerdings nicht mehr in der vernünftigen Einsicht in ein zweites synthetisches Urteil a priori neben dem Kausalprinzip, sondern steht in Abhängigkeit vom physikalischen Erkenntnisstand und den in ihren jeweiligen Gesetzen aufzuweisenden Axiomen- oder Prinzipiensystemen.

Die physikalischen Gesetze bilden damit den umfassenden, gleichwohl variablen Bezugsrahmen für die gleichfalls wandelbaren und von Theorie zu Theorie durchaus verschiedenen Axiome oder Prinzipien des Naturerkennens, die als ihre wesentliche Bedingung *gemeinsam widerspruchsfrei anwendbar* auf die Erfahrung sein müssen. Den gegenwärtigen Stand in der Physik vor Augen schreibt Reichenbach:

„Wenn auch die *kausale Abhängigkeit* methodische Voraussetzung der Physik ist, so ist sie doch keineswegs die einzig mögliche Form eines funktionalen Abhängigkeitsverhältnisses. Die Relation: ‚wenn A ist, so ist B‘ besagt noch nicht, daß A die Ursache von B ist; der Ursachenbegriff setzt vielmehr (außer dem zeitlichen Folgeverhältnis) noch quantitative Beziehungen voraus, derart, daß einem quantitativ bestimmten A stets ein quantitativ bestimmtes B entspricht. Wird z. B. die Anziehungskraft der Sonne als die Ursache der Planetenbewegung bezeichnet, so bedeutet dies, daß die Größe dieser Kraft die Größen der Bewegung quantitativ bestimmt. Es sind aber noch andere funktionelle Relationen denkbar, z. B. ‚wenn A in einem Intervall  $\alpha$  variiert, variiert B in dem Intervall  $\beta$ ‘; dafür braucht keineswegs vorausgesetzt zu werden, daß jedem Wert A innerhalb des Intervalls  $\alpha$  ein bestimmter Wert B innerhalb des Intervalls  $\beta$  korrespondiert. Auch eine Aussage dieser Art würde ein Naturgesetz darstellen können, das allerdings kein Kausalgesetz wäre. Würde man neben den Kausalgesetzen noch Naturgesetze dieser zweiten Art formulieren, so wäre das kein Widerspruch. [...] Wenn also die Gesetze der Wahrscheinlichkeit von *anderer Art* sind als die Kausalgesetze, so folgt aus dieser Tatsache allein noch nicht, daß sie in einen *Widerspruch* zur Kausalität treten. Gesetzlichkeit ist ein allgemeinerer Begriff als Kausalität.“<sup>113</sup>

Nachdem Reichenbach seinem Vorgehen in der Dissertation entsprechend die widerspruchsfreie Verwendung beider Gesetzesformen aufgezeigt hat, rückt die *Notwendigkeit* der Wahrscheinlichkeitsfunktion für die physikalischen Wirklichkeitsurteile in den Blickpunkt. In Bezug auf den Erkenntnisbegriff in der Physik führt Reichenbach allgemein aus:

„Sie vollzieht eine Zuordnung von mathematischen Relationen zu sinnlich gegebenen Gegenständen; darin besteht ihr Erkenntnisverfahren.“<sup>114</sup>

Dabei erzielt die Physik mit ihren Gesetzen, wie schon in der Dissertation herausgestellt, lediglich eine näherungsweise Bestimmung des physikalischen Gegenstandes aufgrund der Unbestimmbarkeit aller auf diesen einwirkenden Faktoren. Neben das Kausalprinzip, das eine funktionelle Verbindung als *eindeutige* Abhängigkeit von Größen fordert, tritt gleichberechtigt und parallel zu diesem das Wahrscheinlichkeitsprinzip in der Form der Wahrscheinlichkeitsfunktion, die eine näherungsweise Bestimmung der Größen durch Messungen ge-

---

<sup>112</sup> Ebd.

<sup>113</sup> Ebd.

<sup>114</sup> Ebd., S. 150.

stattet. Der Gegenstand der Physik ist demnach unter entsprechenden Gesetzen stehend *notwendigerweise* durch zwei Prinzipien bestimmt. Dabei ist zu beachten, dass das Eigentümliche des physikalischen Urteils im Gegensatz zum mathematischen in der Bezugnahme auf Wirkliches besteht. In diesem Zusammenhang lautet es:

„Wir haben immer nur die Wahl: entweder wir definieren die Gegenstände erschöpfend durch Bestimmungsstücke – dann wissen wir nichts über ihre Vorkommen in der Wirklichkeit –, oder wir verstehen darunter jene nur anschaulich aufzeigbaren physikalischen Dinge – dann verliert das Urteil den zwingenden Charakter des Mathematischen.“<sup>115</sup>

Reichenbach behält somit seine Trennung aus der Dissertation zwischen den mathematischen Setzungsurteilen und den physikalischen Wirklichkeitsurteilen bei – eine Unterscheidung, die auch Schlick in der *Allgemeinen Erkenntnislehre* trifft, insofern er strikt zwischen Definitionen und Erfahrungsurteilen unterteilt.<sup>116</sup> Gleichwohl verzichtet Reichenbach auf die Kantische Annahme der Gegenstandskonstitution (*Erfahrungskonstitution*) unter synthetisch apriorischen Prinzipien. In diesem Sinne stellen beide, Reichenbach und Schlick, entgegen der neukantischen Auffassung Cassirers fest, dass sich Wirkliches nicht durch Begriffe definieren lässt, sondern nur erlebt werden kann. Bei Reichenbach heißt es dazu:

„Das Wirkliche ist etwas grundsätzlich anderes als das Gedachte, etwas, das nicht weiter definiert werden kann – denn das hieße wieder: gedacht –, das in seiner eigentümlichen Art nur erlebt werden kann.“<sup>117</sup>

Ähnlich hatte sich Schlick bei einem Vortrag in der Berliner *Kant-Gesellschaft* am 25. Mai 1917 zur Thematik „Wesen und Erscheinung“<sup>118</sup> geäußert. Darin lautet es:

„Wir *nennen* eben das *wirklich*, was wir unmittelbar erleben. Nicht das Denken, sondern in letzter Linie nur das Erlebnis lehrt uns, was unbezweifelbar und schlechthin wirklich ist. [...] Der Erlebnisinhalt ist der Prototyp alles Realen, ganz allein in ihm liegt die Wurzel des Wirklichkeitsbegriffs; und wo unser Denken darüber hinaus ein Sein als wirklich annimmt, das nicht Bewußtsein ist, also ein transzendentes Sein, da bedarf es dazu doch irgend welcher Hinweise und Anhaltspunkte im unmittelbar Gegebenen; von diesem, vom Erlebnis geht also letztlich alle Realitätssetzung aus.“<sup>119</sup>

Ausgehend vom Wirklichen als etwas unmittelbar Erlebtes charakterisiert Reichenbach in Übereinstimmung mit Schlick die in der Physik angewandte Zuordnungsrelation. Er schreibt:

„Allerdings darf man sich diese Zuordnung nicht so einfach vorstellen, als ob etwa die mathematische Kugel der Erdkugel zugeordnet würde. In dem Ausdruck Erdkugel ist die Zuordnung bereits vollzogen; die Erde ist letzten Endes auch nur eine Summe von sinnlichen Eindrücken, ein anschauliches Etwas, und diesem nur aufzeigbaren ‚dies da‘ wird die mathematische Kugel zugeordnet. Darin besteht die physikalische Erkenntnis, daß in das Durcheinander der Wahrnehmungen eine bestimmte mathematische Struktur hineingedacht wird. Das, was man gewöhnlich physikalischen Gegenstand nennt, ist bereits eine solche zugeordnete mathematische Struktur; man muß sich klar sein, daß, wenn auch alle Sätze über physikalische Vorgänge mathematische Relationen zwischen verschiedenen mathematischen Strukturen sind, das eigentlich Physikalische daran immer nur bleibt, daß der dadurch gebildete mathematische Komplex bestimmten Wahrnehmungen zugeordnet wird.“<sup>120</sup>

---

<sup>115</sup> Ebd.

<sup>116</sup> Schlick 1918, *Erkenntnislehre*, in: *MSG A I/1*, A 63.

<sup>117</sup> Reichenbach 1920b, *Wahrscheinlichkeit*, S. 149

<sup>118</sup> Vgl. Moritz Schlick, „Erscheinung und Wesen“, in: *Kant-Studien*, Bd. 23, 1919, S. 188–208.

<sup>119</sup> Ebd., S.195 f.

<sup>120</sup> Reichenbach 1920b, *Wahrscheinlichkeit*, S. 150.



Die Zuordnung zwischen Naturgesetz und Wirklichkeit stellt sich Reichenbach dabei wie folgt vor:

„Man kann diesen Gedanken so ausdrücken, daß das physikalische Urteil den Gegenständen der Wirklichkeit zweierlei zuordnet: erstens eine funktionelle Form, z. B. den fallenden Körpern die Form  $s = g/2 t^2$ , und zweitens bestimmte Zahlenwerte, z.B.  $g = 981$ . Daß eine funktionelle Form existiert, garantiert die Kausalität; kann sie aber auch garantieren, daß bestimmte Zahlenwerte für die Gruppe von Gegenständen existieren?“<sup>121</sup>

Reichenbachs Antwort lautet:

„Woher stammt also das Recht, mit dem wir bestimmten wirklichen Dingen bestimmte Zahlwerte zuordnen? Aus dem Kausalprinzip stammt es nicht. Es muß noch ein zweites Prinzip hinzukommen, das eine Hypothese über das Auftreten bestimmter Zahlwerte und damit über die Einwirkung der Restfaktoren enthält. Dieses Prinzip ist die Hypothese der Wahrscheinlichkeitsfunktion. [...] Diese Hypothese ergibt eine geeignete Annahme über die Zahlenwerte der physikalischen Konstanten. Gäbe es eine restlos genaue Analyse der wirklichen Dinge, so müßte sich behaupten lassen (nach dem Kausalprinzip), daß der einmal bestimmte Größenwert sich zu jeder Zeit und an jedem Ort wiederfinden lassen müßte. Da die stetige Gleichheit des Größenwertes nicht behauptet werden kann, so ist die natürliche Verallgemeinerung, daß, wenn auch nicht *dieses*, so doch überhaupt ein *Gesetz* für seine Verteilung in Raum und Zeit existiert. [...] Das Prinzip folgt nicht aus dem Kausalprinzip, aber es widerspricht ihm auch nicht; es muß vielmehr zu dem Kausalprinzip hinzukommen, damit physikalische Erkenntnis als Zuordnung bestimmter Funktionalgesetze und Konstanten zu wirklichen Dingen *überhaupt möglich ist*.“<sup>122</sup>

Die für den physikalischen Erkenntnisbegriff entscheidende Relation der Zuordnung wird von Reichenbach in seinen Wahrscheinlichkeitsartikeln somit aufgefasst als in Abhängigkeit stehend von bestimmten Erkenntnisprinzipien, die gleichwohl in ihrer Anwendung auf die Wirklichkeit nicht mehr von apodiktischer Sicherheit sind, wie noch in der Dissertation behauptet, sondern nur noch hypothetischen Charakter tragen. Dabei kann es im Laufe der Entwicklung in den Wissenschaften zu einer stetigen Erweiterung dieser Zuordnungsrelation im Ergebnis neu hinzutretender Erkenntnisprinzipien kommen. Mit Blick auf den Stand der Physik um 1920 zeigt sich, dass wir es hier zumindest mit zwei Prinzipien, dem Kausal- und dem Wahrscheinlichkeitsprinzip, zu tun haben, die miteinander vereinbar sind und gemeinsam für die physikalische Erkenntnis Geltung beanspruchen können. Festzuhalten bleibt, dass Reichenbach in den Wahrscheinlichkeitsartikeln die Zuordnungsrelation als eine Beziehung zwischen mathematischen Begriffskonstruktionen auf der einen und der sinnlich gegebenen (messbaren) Wirklichkeit auf der anderen Seite bestimmt, ohne dass er hierbei auf die Allgemeingültigkeit und Notwendigkeit erfahrungskonstitutiver Prinzipien, wie noch in der Dissertation geschehen, verweist. Die Auszeichnung physikalischer Gegenstände erfolgt stattdessen vermittels mathematischer Strukturen, denen näherungsweise über Messungen wirkliche Objekte zugeordnet werden. Reichenbach stellt dahingehend heraus, „daß sich nämlich die wirklichen Dinge *näherungsweise* verhalten wie die zugeordneten mathematischen Fiktionen. Obgleich die Erde keine Kugel ist, ist doch die für die Kugel berechnete Beschleunigung nahezu gleich der auf der Erde gemessenen. Dieses eigentümliche Faktum bildet die Basis aller physikalischen Urteile.“<sup>123</sup> Was Reichenbach dabei annehmen muss, ist, dass eine solche Zuordnung *tatsächlich* durchgeführt werden kann. In diesem Sinne schließt er sich der Auffassung Schlicks an, der für eine Eindeutigkeit der Zuordnung auf der sicheren phänomenalen Grundlage von Wahrnehmungskoinzidenzen argumentiert.

---

<sup>121</sup> Ebd., S. 150 f.

<sup>122</sup> Ebd., S. 151.

<sup>123</sup> Ebd., S. 150.

Insofern mag es durchaus überraschen, dass Reichenbach im letzten Abschnitt seines Aufsatzes doch wiederum zu einer an Kant ausgerichteten Argumentation zurückkehrt. Diese steht im Zusammenhang mit dem Geltungsanspruch der Prinzipien der Kausalität und der Wahrscheinlichkeit. Diese sind weder Erfahrungsurteile, noch stellen sie Konventionen dar. Reichenbach kennzeichnet sie stattdessen als apriorische Prinzipien, denn „ohne Geltung des Kausalgesetzes wäre Erkenntnis unmöglich, weil wir überhaupt keine quantitativen Funktionalbeziehungen aufstellen könnten.“ Und weiter heißt es: „Dieser Unterschied ergibt eine neue Klassifikation der Naturgesetze; er zeichnet unter ihnen einige als apriori gültig aus. In gleichem Sinne müssen wir jetzt, die Kantschen Gedanken fortführend, *das Verteilungsgesetz ein apriorisches Prinzip der Erkenntnis* nennen. Denn es ist ebenfalls eine notwendige Voraussetzung der Erkenntnis, und wir dürfen sagen: Wenn es eine physikalische Erkenntnis gibt, dann gilt das Prinzip der Verteilung.“<sup>124</sup> Offen bleibt hier am Ende aber, wie Reichenbach die Rolle des Apriori genau beurteilt. Erkennbar ist gleichwohl, dass er eine Klärung seiner Bedeutung nur noch im theoretischen Rahmen der Physik und ihren Gesetzen anstrebt. So kann er am Ende seines Aufsatzes auf das Ausgangsproblem des Verhältnisses zwischen Kausalität und Wahrscheinlichkeit zurückgehend schreiben:

„Die philosophische Betrachtung hat uns dazu geführt, die Wahrscheinlichkeitsgesetze als objektive Gesetze des Naturgeschehens anzusehen, die der Stellung von Kausalgesetzen durchaus analog ist. [...] Es heißt auf einen Teil der Naturbeschreibung verzichten, wenn man sich auf Kausalgesetze beschränkt. *Planck* hat in seinem bekannten Vortrage über dynamische und statistische Gesetzmäßigkeiten diese Doppelheit der Methode ausführlich gezeigt; wir können sie jetzt philosophisch verstehen, weil wir die parallele Bedeutung der beiden Prinzipien der Verknüpfung und der Verteilung für den Erkenntnisbegriff nachgewiesen haben. Unsere Kritik ordnet die Wahrscheinlichkeitsgesetze als gleichberechtigten Zweig in die Physik ein.

Wir verdanken dieses Resultat der Verbindung zweier Forschungsmethoden; der axiomatischen Methode, welche uns zur präzisen Formulierung des Axioms der Anwendbarkeit von Wahrscheinlichkeitsgesetzen führte, und der kritischen Methode, welche die Stellung dieses Axioms zum Erkenntnisbegriff untersuchte. Allerdings konnten wir diese Methoden nur für die Physik durchführen, und über die Geltung der Wahrscheinlichkeitsgesetze in anderen Gebieten, z. B. der Psychologie, der Soziologie, lassen sich deshalb definitive Urteile noch nicht fällen.“<sup>125</sup>

Vor diesem Hintergrund wird im Weiteren auch die Frage der Geometrie, deren Axiomatik mit der der Wahrscheinlichkeitstheorie vergleichbar ist, als wissenschaftlich entscheidbar durch die allgemeine Relativitätstheorie angesehen.<sup>126</sup> In ihrem physikalischen Rahmen wird sich gleichfalls der Begriff des Apriori aufklären lassen, eine Herausforderung, die Reichenbach wenig später in *Relativitätstheorie und Erkenntnis apriori* in Angriff nimmt.

**iii) Relativitätstheorie und Erkenntnis a priori:** Reichenbachs erste Schrift zur Relativitätstheorie entsteht im März 1920 innerhalb von nur 10 Tagen.<sup>127</sup> Darin führt er anhand der *wissenschaftsanalytischen Methode* sein Konzept eines relativierten synthetischen Apriorismus ein. Der theoretische Bezugsrahmen, den er hierfür wählt, ist die Einsteinsche Relativitätstheorie. Reichenbach macht zu Anfang seiner Studie deutlich, dass er nun wieder in der

<sup>124</sup> Ebd., S. 152.

<sup>125</sup> Ebd., S. 153.

<sup>126</sup> In diesem Zusammenhang hatte Reichenbach in der Dissertation behauptet, dass die Geometrie ein System aus synthetischen Urteilen a priori bildet (vgl. Reichenbach 1916/17, *Wahrscheinlichkeit*, Bd. 163, S. 93). Im ersten Wahrscheinlichkeitsartikel von 1920 stellt er dagegen jedoch heraus, „daß die geometrischen Sätze in sich richtig sind, wird von niemandem bezweifelt; aber ob sie die *wirklichen Dinge* beschreiben, ob der Raum, in dem wir die physikalischen Dinge messen, dreidimensional und euklidisch ist, darüber läßt sich mathematisch nichts aussagen, und erst die Methoden der Physik und der Philosophie können darüber die Entscheidung treffen“. (Reichenbach 1920a, *Wahrscheinlichkeit*, S. 47)

<sup>127</sup> Vgl. dazu Gerner, *Reichenbach*, S. 36.

Tradition Kants stehend argumentiert. Dabei geht es ihm zuvorderst um die Vereinbarkeit der Kantischen Philosophie mit der Relativitätstheorie unter besonderer Berücksichtigung der Aprioritätslehre. In der Einleitung zu seiner Schrift führt Reichenbach in diesem Sinne aus:

„Darum gibt es nur zwei Möglichkeiten: entweder ist die Relativitätstheorie falsch, oder die Kantische Philosophie bedarf in ihren Einstein widersprechenden Teilen einer Änderung. Der Untersuchung dieser Frage ist die vorliegende Arbeit gewidmet. Die erste Möglichkeit erscheint nach den glänzenden Erfolgen der Relativitätstheorie, ihrer wiederholten Bestätigung durch die Erfahrung und ihrer Fruchtbarkeit für die theoretische Begriffsbildung von vornherein unwahrscheinlich. [...] Wir werden sodann eine solche Änderung des Begriffs ‚apriori‘ durchführen, daß dieser Begriff mit der Relativitätstheorie nicht mehr in Widerspruch tritt, daß vielmehr die Relativitätstheorie durch die Gestaltung ihres Erkenntnisbegriffs als eine Bestätigung angesehen werden muß.“<sup>128</sup>

Rekonstruiert man den Argumentationsgang Reichenbachs, so stellt sich heraus, dass dieser zunächst (Abschnitt II) evidente Erkenntnisprinzipien der klassischen Mechanik und der speziellen Relativitätstheorie in ein axiomatisches System bringt. In einem zweiten Schritt wird die Unvereinbarkeit ihrer *gemeinsamen* Geltung als Möglichkeit von physikalischer Erfahrungserkenntnis aufgezeigt. So steht beispielsweise das Kantisch-Newtonsche Prinzip der absoluten Zeit angesichts bestimmter Erfahrungen im Widerspruch mit dem Einsteinschen Prinzip der Nahewirkung. Unter der Voraussetzung, dass sowohl für die klassische als auch die Einsteinsche Physik das Prinzip der Relativität angewandt auf gegeneinander geradlinig gleichförmig bewegte Bezugssysteme gilt, ist mit dem Prinzip der absoluten Zeit die empirische Behauptung verbunden, dass sich physikalische Wirkungen mit einer unendlich großen Geschwindigkeit ausbreiten. Dagegen behauptet das Prinzip der Nahewirkung, dass mit wachsender Entfernung der zu übertragenden Wirkungen die Zeitdauer anwächst. Damit verbunden ist die Existenz einer endlichen Grenzgeschwindigkeit der Übertragung unabhängig vom jeweils zu betrachtenden Bezugssystem (Prinzip der Relativität). Mit dem experimentellen Nachweis der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit – Reichenbach verweist hier auf das Michelson-Morley-Experiment – ist gezeigt, dass die angenommenen Prinzipien miteinander unvereinbar sind.<sup>129</sup>

In analoger Weise gibt Reichenbach im Folgenden (Abschnitt III) mit Blick auf die allgemeine Relativitätstheorie ein System von apriorischen Erkenntnisprinzipien an und zeigt, dass diese *gemeinsam* mit bestimmten Erfahrungen im Widerspruch stehen.<sup>130</sup> Dazu bemerkt Reichenbach in einer Besprechung seines Werkes in den *Physikalischen Blättern*:

„In der Aufdeckung dieses Widerspruches liegt die philosophische Bedeutung der Relativitätstheorie, sie hat nachgewiesen, daß unter den möglichen Kombinationen apriorer Prinzipien eine gewisse Auswahl getroffen werden muß, daß also die Erfahrung vorschreibt, mit welchen Begriffen apriori Erkenntnis möglich ist. Mit dieser Entdeckung ist aber mehr gefallen als ein bloßes Einzelresultat Kants; seine erkenntnistheoretische *Methode*, die auf der Sicherheit (Evidenz) apriorischer Urteile beruht, ist erschüttert.“<sup>131</sup>

Daraufhin besteht der erkenntniskritische Kern von *Relativitätstheorie und Erkenntnis apriori* in den Abschnitten IV, V und VI, in denen Reichenbach seine Theorie vom wissenschaftlichen Erkennen entwickelt und den Begriff des Apriori klärt. Dabei zeigt er, inwieweit die Kantische Aprioritätslehre durch die moderne Physik widerlegt ist und einer Revision bedarf.

---

<sup>128</sup> Reichenbach 1920, *Relativitätstheorie*, S. 5.

<sup>129</sup> Ebd., S. 13–16.

<sup>130</sup> Ebd., S. 29.

<sup>131</sup> Hans Reichenbach, „[Rezension von:] *Relativitätstheorie und Erkenntnis apriori*“, in: *Physikalische Berichte*, Jg. 2, Nr. 11, 1. Juni 1921, S. 557.

Im Anschluss an Schlick sieht Reichenbach die grundlegende physikalische Erkenntnisbeziehung als eine Zuordnungsrelation (Abschnitt IV). Hiermit schließt er unmittelbar an seine Ausführungen in den Wahrscheinlichkeitsartikeln an. Wurde dort aber die Zuordnung verstanden als eine zwischen konstruierten (implizit definierten) mathematischen Begriffen einerseits und sinnlich gegebener (messbarer) Wirklichkeit andererseits, kommen nun *definierende erfahrungskonstitutive Prinzipien* hinzu, die erst den physikalischen Gegenstand bestimmen. Die erkenntnistheoretische Relation der Zuordnung zielt also nicht mehr auf die Wirklichkeit als solche im Sinne einer begriffsunabhängigen Realität, sondern nimmt Bezug auf die in der empirischen Anschauung gegebene Erscheinungswelt. Insofern geht Reichenbach auf Einsichten seiner Dissertation zurück und bewegt sich damit einmal mehr auf Kantischen Pfaden. Die Wahrnehmung selbst, so Reichenbach, „enthält nicht einmal ein hinreichendes Kriterium dafür, ob ein gegebenes Etwas zur Menge der wirklichen Dinge gehört oder nicht.“ Schlicks erlebte Wahrnehmungskoinzidenzen, die uns hierüber mit Sicherheit aufklären können, haben für Reichenbach offenbar zu diesem Zeitpunkt ausgedient. Um eine entsprechende Entscheidung zu fällen, bedarf es überdies eines Zuordnungsvorgangs. Was zur Wahrnehmung dabei notwendig hinzutritt ist eine Definition. Diese wird jedoch nicht mehr, wie Reichenbach noch in den Wahrscheinlichkeitsartikeln in Übereinstimmung mit Schlick annahm, strikt von den Erfahrungsurteilen zu trennen sein, sondern zeichnet erst die über die Wahrnehmung gegebenen (oder erschlossenen) physikalischen Gegenstände aus und sichert ihren Status als wirkliche Dinge. Betrachtet man demnach die Zuordnung als eine Beziehung zwischen zwei Mengen, so ist die eine dieser Mengen völlig undefiniert. So lautet es bei Reichenbach hinsichtlich des physikalischen Erkenntnisvorgangs:

„Und wir stehen vor der merkwürdigen Tatsache, daß wir in der Erkenntnis eine Zuordnung zweier Mengen vollziehen, deren eine durch die Zuordnung nicht bloß ihre Ordnung erhält, sondern *in ihren Elementen erst durch die Zuordnung definiert wird*. [...] Ehe wir die Wahrnehmung zuordnen, müssen wir in ihr eine Ordnung vollziehen, ‚das Wesentliche vom Unwesentlichen scheiden‘; aber das ist bereits eine Zuordnung unter Zugrundelegung der Gleichungen oder der in ihnen ausgedrückten Gesetzen.“<sup>132</sup>

Und mit Bezug auf die physikalischen Gesetze heißt es dann weiter:

„So kommt es, daß erst das physikalische Gesetz die Einzeldingen und ihre Ordnung definiert. Die Zuordnung selbst schafft sich erst die eine Reihe der zuzuordnenden Elemente.“<sup>133</sup>

Die Wahrheit der Zuordnung bestimmt Reichenbach mit Schlick als *Eindeutigkeit* der Zuordnung.<sup>134</sup> Ob eine Theorie wahr ist oder falsch, darüber entscheidet letztlich allein die Wahrnehmung. Reichenbach schreibt:

„Diejenige Theorie, welche fortwährend zu widerspruchsfreien Zuordnungen führt, nennen wir wahr. Schlick hat deshalb ganz recht, wenn er *Wahrheit als Eindeutigkeit der Zuordnung definiert*. [...] Die Wahrnehmung liefert das Kriterium für die Eindeutigkeit der Zuordnung. Wir hatten vorher gesehen, daß sie nicht imstande ist, die Elemente der Wirklichkeit zu definieren. Aber die Entscheidung über Eindeutigkeit vermag sie immer zu leisten.“<sup>135</sup>

Demnach liegt das eigentliche Problem nicht in der Wahrnehmung, sondern in den Prinzipien die eine eindeutige Zuordnung erst ermöglichen. Die Frage, die Reichenbach daraufhin für

<sup>132</sup> Reichenbach 1920, *Relativitätstheorie*, S. 38

<sup>133</sup> Ebd., S. 40.

<sup>134</sup> Ebd., S. 41.

<sup>135</sup> Ebd., S. 41 f.

den Rest seiner Untersuchung in Anlehnung an Kant in den Mittelpunkt rückt, ist die: „*Mit welchen Prinzipien wird die Zuordnung von Gleichungen zur Wirklichkeit eindeutig?*“<sup>136</sup>

Dabei hatte Reichenbach soweit schon gezeigt, dass die definitiorische Leistungsfähigkeit des Zuordnungsvorganges in Abhängigkeit steht vom jeweiligen theoretischen Bezugsrahmen und durch in diesen eingebettete Prinzipien bestimmt ist, wie sie Reichenbach zuvor in den Abschnitten II und III exemplarisch im Zusammenhang mit der Relativitätstheorie herausgestellt hatte. So stellen die Prinzipien der Relativität und der Nahewirkung, daneben aber auch das Kausalprinzip und das Wahrscheinlichkeitsprinzip sowie Raum und Zeit Zuordnungsprinzipien dar.<sup>137</sup> Da nun die *Eindeutigkeit* der Zuordnung lediglich durch die Wahrnehmung überprüft werden kann, daneben aber Systeme von Zuordnungsprinzipien dadurch ausgezeichnet sind, dass sie eine eindeutige Zuordnung erst ermöglichen sollen, so stehen die Prinzipien, so Reichenbach im Kern seines Arguments, gleichfalls in Abhängigkeit von der Erfahrung. Dabei hatte er im Zusammenhang mit der Relativitätstheorie dafür argumentiert, dass nicht durch jedes beliebige System von evidenten Prinzipien eine eindeutige Zuordnung, d.h. eine Übereinstimmung mit der Erfahrung bedingt werden kann. Daraus folgt, dass die Eindeutigkeit der Zuordnung stets von wissenschaftlichen Theorien, wie der Physik, abhängt, indem bestimmte Zuordnungsprinzipien im Laufe der wissenschaftlichen Entwicklung aufgegeben und durch andere ersetzt werden. Diese von Reichenbach sogenannte „*stetige Erweiterung der bisher benutzten Prinzipien*“<sup>138</sup>, die bereits in der Erlanger Dissertation angelegt war, insofern schon hier für ein Hinzukommen des Wahrscheinlichkeitsprinzips zu dem der Kausalität angesichts der erfolgreichen Verwendung statistischer Gesetze in den Wissenschaften argumentiert wurde, stellt den „Kernpunkt für die Widerlegung der Kantischen Aprioritätslehre“<sup>139</sup> dar. Michael Friedman hat in diesem Zusammenhang von der *Dynamik der Vernunft* gesprochen.<sup>140</sup> Die Zuordnungsprinzipien sind zwar synthetische Urteile a priori, insofern diese erst den wirklichen Gegenstand (der Erfahrung) konstituieren. Allerdings besitzen sie keine apodiktische Gewissheit. So resümiert Reichenbach:

„Der *Begriff des Apriori* erfährt durch unsere Überlegungen eine tiefgehende Wandlung. Seine eine Bedeutung, daß der apriorische Satz unabhängig von jeder Erfahrung ewig gelten soll, können wir nach der Ablehnung der Kantischen Vernunftanalyse nicht mehr aufrecht erhalten. Um so wichtiger wird dafür seine andere Bedeutung: daß die aprioren Prinzipien die Erfahrungswelt erst konstituieren. [...] Unsere Antwort auf die kritische Frage lautet daher: allerdings gibt es apriore Prinzipien, welche die Zuordnung des Erkenntnisvorgangs erst eindeutig machen. Aber es ist uns versagt, diese Prinzipien aus einem immanenten Schema zu deduzieren. Es bleibt uns nichts, als sie in allmählicher wissenschaftsanalytischer Arbeit aufzudecken, und auf die Frage, wie lange ihre spezielle Form Geltung besitzt, zu verzichten.“<sup>141</sup>

In diesem Zusammenhang stellt Reichenbach selbst das von Schlick und von ihm selbst zunächst für das Naturerkennen im Allgemeinen ausgezeichnete Kriterium der *Eindeutigkeit* der Zuordnung zur Disposition. Er schreibt:

„Woher stammt denn die Definition der Erkenntnis als *eindeutiger* Zuordnung? Aus einer Analyse der bisherigen Erkenntnis. Aber gar nichts kann uns davor bewahren, daß wir eines Tags vor Erfahrungen

<sup>136</sup> Ebd., S. 45.

<sup>137</sup> Neben diesen Zuordnungsprinzipien oder –axiomen stellt Reichenbach Verknüpfungssaxiome. Dazu lautet es: „Die Zuordnungsaxiome unterscheiden sich von ihnen dadurch, daß sie nicht bestimmte Zustandsgrößen mit andern verknüpfen, sondern allgemeine Regeln enthalten, nach denen überhaupt verknüpft wird. So sind in den Gravitationsgleichungen die Axiome der Arithmetik als Regeln der Verknüpfung vorausgesetzt, und diese sind daher Zuordnungsprinzipien der Physik.“ (ebd., S. 51 f.)

<sup>138</sup> Ebd., S. 66.

<sup>139</sup> Ebd., S. 67.

<sup>140</sup> Siehe dazu Friedman, *Dynamics of Reason*.

<sup>141</sup> Reichenbach 1920, *Relativitätstheorie*, S. 74.

stehen, die die eindeutige Zuordnung unmöglich machen; genau so, wie uns heute Erfahrungen zeigen, daß wir mit dem euklidischen Raum nicht mehr durchkommen.“<sup>142</sup>

Es wäre an dieser Stelle mit Sicherheit übertrieben in Reichenbachs weiteren Ausführungen eine Vorhersage der Phänomene der Quantenmechanik zu sehen. Gleichwohl kommt er ihren Konsequenzen an dieser Stelle philosophisch sehr nah. Darüber hinaus steht für Reichenbach unter veränderten Zuordnungsprinzipien stehend auch der Gegenstandsbegriff der Physik immer wieder zur Disposition. Auch hier eröffnet Reichenbachs Ansatz Perspektiven, die wenig später von der Quantenmechanik im Hinblick auf den physikalischen Gegenstandsbegriff aufgenommen werden. Reichenbach schreibt:

„Jede Änderung in den Zuordnungsprinzipien bringt deshalb eine Änderung des Begriffs vom Ding und Geschehen, vom Gegenstand der Erkenntnis, mit sich. Während eine Änderung in den Einzelgesetzen nur eine Änderung in den Relationen der Einzeldinge erzeugt, bedeutet die fortschreitende Verallgemeinerung der Zuordnungsprinzipien eine Entwicklung des *Gegenstandsbegriffs* in der Physik. Und darin unterscheidet sich unsere Auffassung von der Kantischen: während bei Kant nur die Bestimmung des *Einzelbegriffs* eine unendliche Aufgabe ist, soll hier die Ansicht vertreten werden, daß auch unsere Begriffe vom Gegenstand der Wissenschaft überhaupt, vom Realen und seiner Bestimmbarkeit, nur einer allmählich fortschreitenden Präzisierung entgegengehen können.“<sup>143</sup>

Und die anstehende Entwicklung in der Physik vorwegnehmend heißt es weiter:

„Aber das schließt nicht aus, daß sich eines Tags Erfahrungen einstellen, die wieder zu einer stetigen Erweiterung zwingen – dann wird die Physik abermals ihren Gegenstandsbegriff ändern müssen, und der Erkenntnis neue Prinzipien voranstellen. Apriori bedeutet: *vor* der Erkenntnis, aber nicht: *für alle* Zeit, und nicht: unabhängig von der Erfahrung.“<sup>144</sup>

Deutlich wird hier nochmals, dass die apodiktische Geltung von apriorischen Erkenntnisprinzipien für Reichenbach nicht mehr behauptet werden kann, wofür er selbst noch in seiner Erlanger Dissertation argumentiert hatte. Stattdessen muss angenommen werden, dass die fortschreitende wissenschaftliche Entwicklung – insbesondere mit Blick auf die Physik – zu einer stetigen Veränderung der Erkenntnisprinzipien führt. Dies kann auch einen Verzicht auf die Eindeutigkeit der Zuordnung nach sich ziehen, wie Reichenbach zuvor deutlich machte. Die Prinzipien sind obwohl für die Gegenstandskonstitution im Sinne Kants verantwortlich nur noch in Bezug auf einen spezifischen Theorienrahmen gültig. Insofern hat der Begriff des Naturgesetzes als der entsprechende variable Rahmen das Kantische Konzept evidenter, d.h. für alle Zeiten Geltung beanspruchender und durch die Vernunft einsehbarer synthetisch-apriorischer Prinzipien, abgelöst.

#### **4. Schlicks unbeabsichtigte Auseinandersetzung mit Reichenbachs Artikeln zur Wahrscheinlichkeit und seiner Schrift zur Relativitätstheorie**

Mit Blick auf Schlicks Abhandlung zum Problemfeld von Naturgesetzlichkeit, Kausalität und Wahrscheinlichkeit „Naturphilosophische Betrachtungen zum Kausalprinzip“, die im Juni des Jahres 1920 in den *Naturwissenschaften* erscheint<sup>145</sup>, ist es sehr aufschlussreich, diese in Verbindung mit den Arbeiten Reichenbachs zu betrachten, im Besonderen mit der ebenfalls in den *Naturwissenschaften* einige Monate zuvor veröffentlichten Abhandlung „Philosophische

---

<sup>142</sup> Ebd., S. 78 f.

<sup>143</sup> Ebd., S. 84.

<sup>144</sup> Ebd., S. 100.

<sup>145</sup> Moritz Schlick, „Naturphilosophische Betrachtungen über das Kausalprinzip“, in: *Die Naturwissenschaften*, Jg. 8, H. 24, 11. Juni 1920, S. 461–474 (nachfolg. Schlick 1920, *Kausalprinzip*).

Kritik der Wahrscheinlichkeitsrechnung<sup>146</sup>, aber auch mit seiner *Relativitätstheorie und Erkenntnis apriori*. Allerdings liegen uns bisher keine Belege oder Hinweise darauf vor, dass Schlick Reichenbachs Wahrscheinlichkeitsartikel tatsächlich vor Augen hatte, als er seine Abhandlung schrieb. Ganz im Gegenteil scheint Schlick zum Zeitpunkt der Abfassung seiner Schrift von Reichenbachs Wahrscheinlichkeitstexten keine Kenntnis genommen zu haben.<sup>147</sup> Gleiches gilt auch für dessen Schrift *Relativitätstheorie und Erkenntnis apriori*, die noch nicht erschienen war. Insofern spreche ich von einer unbeabsichtigten Auseinandersetzung Schlicks mit Reichenbach. Dass Schlick aber mit seinem Artikel den Nerv Reichenbachs getroffen haben muss, wird aus einem Brief Reichenbachs an Berliner mehr als deutlich. So reagiert Reichenbach nur wenige Tage nachdem Schlicks Aufsatz in den *Naturwissenschaften* erschienen war. An Berliner richtet er die Bitte, so schnell wie möglich auf Schlicks Abhandlung reagieren zu dürfen. Reichenbach schreibt am 16. Juni 1920 an Berliner:

„Ich las in einem ihrer letzten Hefte den Aufsatz von Schlick über die Kausalität. Ich muss sagen, dass ich einigermaßen erschrocken bin über die Wendung, die Schlick jetzt nimmt. Es ist einfach falsch, was er sagt. Er hat gewisse Dinge nicht gesehen, und muss nun unglücklicherweise gerade in dieser Spur weiter laufen. So wird er allmählich seine frühere freie Position ganz verlieren und schliesslich frei nach Kant die vernünftigen Voraussetzungen der Welt deduzieren, ohne die nun einmal Erkenntnis nicht möglich sei. Mehr hat aber Kant mit seinen synthetischen Urteilen a priori auch nicht behauptet. Dass gerade in der unendlichen Anpassungsfähigkeit der Vernunft an die Wirklichkeit ihr besonderer Vorzug liegt, sieht er nicht, oder vielmehr *nicht mehr*, denn in dieser Erkenntnis hatte ich gerade das grosse Verdienst Schlicks gesehen. Ich würde sehr gern, wenn Sie es erlauben, auf Schlick entgegen, möchte aber hiermit noch warten, bis meine Relativitätsschrift erschienen ist, denn darin habe ich schon das Wesentliche hierzu gesagt.“<sup>148</sup>

Der Auslöser für die Arbeit Schlicks ist wohl in gewisser Weise Einstein gewesen. So schreibt Schlick an diesen kurz vor der Veröffentlichung seines Artikels am 5. Juni 1920:

„Auf die Gefahr hin, daß diese Zeilen Sie erst nach einigen Irrfahrten erreichen, muß ich Ihnen doch schreiben, denn ich fühle das Bedürfnis, Ihnen den beifolgenden Aufsatz über das Kausalprinzip zu übersenden, bevor er noch erscheint, was in dem nächsten Heft der „Naturwissenschaften“ geschehen wird. Ich versuchte darin, eine Aufgabe zu lösen, auf die Sie mich früher einmal aufmerksam machten; aber ich habe das Gefühl, als wenn Sie manchen Satz in der Arbeit doch nicht billigen würden, und so bitte ich Sie recht herzlich, mir doch die Mängel mitzuteilen, die Sie etwa darin finden.“<sup>149</sup>

Einsteins Reaktion auf den am 11. Juni in den *Naturwissenschaften* erschienenen Aufsatz ist sehr positiv. Er schreibt:

„Lieber Herr Schlick! Heute morgen erhielt ich Ihren freundlichen Brief und Ihr Manuskript. [...] Nun einige Bemerkungen zu Ihrem wunderbar klar geschriebenen Manuskript\*. Mit Ihrer Auffassung von Kausalität bin ich fast, aber doch nicht ganz einverstanden. [...] \* Der Aufsatz gefällt mir sehr, trotz der nachfolgenden Nörgelei. Es sind eben die strittigen Punkte immer am interessantesten!“<sup>150</sup>

---

<sup>146</sup> Vgl. Reichenbach 1920b, *Wahrscheinlichkeit*.

<sup>147</sup> Zumindest bekommt Schlick von Reichenbach erst zum Ende des Jahres 1920 Schriften zur Wahrscheinlichkeit zugeschickt, worunter sich wohl auch diejenigen aus den *Naturwissenschaften* befunden haben werden. Daraufhin teilt Schlick Reichenbach mit: „Ich hatte schon seit einiger Zeit die Absicht, Ihre Wahrscheinlichkeitstheoretischen Arbeiten zu studieren, kam aber wegen Überlastung mit allen möglichen Geschäften nicht dazu, und bin Ihnen nun außerordentlich dankbar, daß Sie es mir durch Ihre freundliche Schenkung so leicht gemacht haben, meine Absicht in den nächsten Mußbestunden auszuführen (Moritz Schlick an Hans Reichenbach, 11. Dezember 1920, ASP, HR 015-63-19).

<sup>148</sup> Hans Reichenbach an Arnold Berliner, 16. Juni 1920, ASP, HR 015-49-40. Mit der Relativitätsschrift ist natürlich *Relativitätstheorie und Erkenntnis Apriori* gemeint, die zu diesem Zeitpunkt noch nicht erschienen war.

<sup>149</sup> Moritz Schlick an Albert Einstein, 5. Juni 1920, Schlick-Nachlass, Inv.-Nr. 98, Ein-32.

<sup>150</sup> Albert Einstein an Moritz Schlick, 7. Juni 1920, Schlick-Nachlass, Inv.-Nr. 98/Ein-13.

Auf die Einsteinsche Nörgelei kommen wir weiter unten noch zu sprechen. Die Reaktionen Reichenbachs und Einsteins auf den Artikel Schlicks zeigen zunächst jedoch sehr deutlich, dass sich offensichtlich um das Jahr 1920 zwei Lager herausgebildet haben. Auf der einen Seite steht Reichenbach, der mit seinem Aufsatz in den *Naturwissenschaften* und *Relativitätstheorie und Erkenntnis apriori* für die Variabilität der Vernunft argumentiert und hierbei auf seine Konzeption eines relativistischen synthetischen Apriorismus verweist. Aus Vernunftgründen ist in diesem Sinne auch auf die Eindeutigkeit der Zuordnung verzichtbar.<sup>151</sup> Auf der anderen Seite stehen Schlick und Einstein, die beide eine Position zu vertreten scheinen, die das Kausalprinzip und damit verbunden die Eindeutigkeit der Zuordnung zu einer notwendigen und allgemeinen Bedingung für das gesetzmäßige Naturerkennen erhebt. In diesem Zusammenhang steht die Kritik Reichenbachs, die er in seinem Brief an Berliner vorbringt. Ähnlich äußert sich Reichenbach in einer Anmerkung in *Relativitätstheorie und Erkenntnis apriori*. Dort lautet es:

„Es ist auffallend, daß Schlick, der den Begriff der eindeutigen Zuordnung in den Mittelpunkt seiner Untersuchungen stellt und um den Nachweis der Bedeutung dieses Begriffs ein großes Verdienst hat, die Möglichkeit einer solchen Verallgemeinerung [gemeint ist der Verzicht auf die Eindeutigkeit unter bestimmten Zuordnungsprinzipien, d. Verf.] gar nicht gesehen hat. Ihm ist es selbstverständlich, daß die Zuordnung eindeutig sein muß; er hält es für eine notwendige menschliche Veranlagung, auf diese Weise zu erkennen, und meint, daß die Erkenntnis vor einem non possumus stände, wenn sie einmal mit der eindeutigen Zuordnung nicht mehr weiter käme. Aber etwas anderes hatte Kant auch nicht behauptet, als er seine Kategorien aufstellte. Es ist bezeichnend für Schlicks psychologisierende Methode, daß er den richtigen Teil der Kantischen Lehre, nämlich die konstitutive Bedeutung der Zuordnungsprinzipien, mit vielen Beweisen zu widerlegen glaubt und den fehlerhaften Teil übernimmt, ohne es zu bemerken; die Charakterisierung der Erkenntnis als eindeutige Zuordnung ist Schlicks Analyse der Vernunft, und die Eindeutigkeit sein synthetisches Urteil.“<sup>152</sup>

Dass sich Reichenbach mit seiner Einschätzung irrt, soll im Folgenden gezeigt werden. Dabei wird sich herausstellen, dass der eigentliche Streitpunkt zwischen Reichenbach und Schlick in der Rolle gegenstandskonstitutiver Prinzipien beim gesetzmäßigen Naturerkennen liegt.

Schlicks Artikel in den *Naturwissenschaften* ist zuvorderst als eine Verteidigungsschrift für eine deterministische Auslegung des Kausalbegriffs in den exakten Einzelwissenschaften (insbesondere der Physik) gelesen worden. Insofern scheint Schlick unmittelbar an die Position seines Doktorvaters Max Planck anzuschließen.<sup>153</sup> Dieser hatte in seiner vielbeachteten Rektoratsrede „Dynamische und statistische Gesetzmäßigkeit“ zur Stiftungsfeier der Berliner Universität am 3. August 1914 betont, dass in der modernen Physik die Trennung zwischen zwei Arten von Gesetzmäßigkeiten – dynamischen, streng kausalen und statistischen – „für das Verständnis des eigentlichen Wesens jeglicher naturwissenschaftlicher Erkenntnis“<sup>154</sup> grundsätzlichen Charakter besitzt. „So werden wir“, wie Planck weiter ausführt, „durch Theorie und Erfahrung gleichmäßig genötigt, in allen Gesetzmäßigkeiten der Physik einen fundamentalen Unterschied zu machen zwischen Notwendigkeit und Wahrscheinlichkeit, und bei jeder beobachteten Gesetzmäßigkeit zu allererst zu fragen, ob sie dynamischer oder ob sie statistischer Art ist.“<sup>155</sup> Planck lässt aber im Weiteren keinen Zweifel daran, dass

<sup>151</sup> Vgl. Reichenbach 1920, *Relativitätstheorie*, S. 77: „Auch für das Kausalprinzip können wir keine ewige Gültigkeit voraussagen. Wir hatten oben als wesentlichen Inhalt dieses Prinzips genannt, daß die Koordinaten in den physikalischen Gleichungen nicht explizit auftreten, daß also gleiche Ursachen an einem anderen Raum-Zeitpunkt dieselbe Wirkung erzeugen.“

<sup>152</sup> Ebd., S. 109 f., Anm. 27.

<sup>153</sup> Vgl. Max Planck, „Dynamische und statistische Gesetzmäßigkeit“, in: *Bericht über die Feier zum Gedächtnis des Stifters der Berliner Universität König Friedrich Wilhelms III.* Berlin: Norddeutsche Buchdruckerei 1914, S. 3–26.

<sup>154</sup> Ebd., S. 9.

<sup>155</sup> Ebd., S. 19.



trotz dieses Dualismus zwischen Mikro- und Makrowelt die grundlegenden Gesetze der Physik von dynamischer (absolut deterministischer) Natur sind. Dementsprechend heißt es:

„Um solch weitgehende Behauptungen aufstellen zu können, sind naturgemäß auch sehr weitgehende Voraussetzungen notwendig, und so wird es sich verstehen lassen, daß in der Physik die exakte Berechnung von Wahrscheinlichkeiten nur dann möglich ist, wenn für die elementarsten Wirkungen, also im allerfeinsten Mikrokosmos, lediglich dynamische Gesetze als gültig angenommen werden dürfen. Entziehen sich diese auch einzeln der Beobachtung durch unsere groben Sinne, so liefert doch die Voraussetzung ihrer absoluten Unabänderlichkeit die unumgänglich notwendige feste Grundlage für den Aufbau der Statistik. [...]

Dabei dürfen freilich die Dynamik und Statistik nicht etwa als koordiniert nebeneinander stehend aufgefaßt werden. Denn während ein dynamisches Gesetz dem Kausalbedürfnis vollständig genügt und daher einen einfachen Charakter trägt, stellt jedes statistische Gesetz ein Zusammengesetztes vor, bei dem man niemals definitiv stehen bleiben kann, da es stets noch das Problem der Zurückführung auf seine einfachen dynamischen Elemente in sich birgt.“<sup>156</sup>

Schlick folgt diesen Ausführungen Plancks, wenn er in seinem Artikel schreibt:

„Es ist das Endziel der exakten Naturwissenschaft, alles Geschehen auf möglichst wenige und möglichst einfache Differentialgesetze zurückzuführen.

Denken wir uns dies Endziel erreicht, so ist eben jener Satz, daß die Mikrogesetze im Verein mit den Anfangs- und Grenzbedingungen den Ablauf aller Vorgänge in dem umgrenzten Bezirk eindeutig bestimmen, mit dem Kausalsatz identisch.“<sup>157</sup>

Michael Stöltzner hat in jüngster Zeit in diesem Zusammenhang die Auffassung vertreten, dass sich Schlick an die Position Plancks (unter Rückgriff auf eine von Johannes von Kries und Henri Poincaré eingeführte Unterscheidung zwischen nomologischer (wesentlicher) und ontologischer (zufälliger) Bestimmtheit) anlehnt und dabei den Kausalbegriff hauptsächlich im Anschluss an die Relativitätstheorie darstellt.<sup>158</sup>

Dies bedarf nun allerdings der Ergänzung in zumindest zwei Punkten: Zum einen muss Schlick zugestanden werden, wie sogleich gezeigt werden wird, dass er über die Relativitätstheorie hinausgehend auch mit den zu diesem Zeitpunkt neuesten Entwicklungen in der Quantentheorie vertraut ist und sein physikalischer Problemhorizont demnach wesentlich weiter gespannt war. Zum anderen – und hier liegt mein eigentlicher Hauptpunkt – ist Schlicks Artikel – womit auch die heftige Reaktion des Kantianers Reichenbach zusammenhängt – weit weniger eine Abhandlung über den physikalischen Kausalbegriff als vielmehr eine wissenschaftsphilosophische Studie über das *Auffinden von Naturgesetzen* und die *naturwissenschaftliche Begriffsbildung*. In diesem allgemeinen Sinne war Schlicks Arbeit nicht nur für Einstein lobenswert, sondern auch richtungsweisend für die Entwicklung in der Physik. In die allgemeinen Ausführungen eingebettet findet sich die naturphilosophische Studie über das Kausalprinzip. Schematisch lässt sich der Ansatz Schlicks dabei wie folgt darstellen<sup>159</sup>:

---

<sup>156</sup> Ebd., S. 21.

<sup>157</sup> Schlick 1920, *Kausalprinzip*, S. 462. Dass Schlick den Vortrag Plancks kannte, geht aus einem Notizhefteintrag hervor (vgl. Notizheft 2, Schlick-Nachlass, Inv.-Nr. 180, A. 194, S. 70).

<sup>158</sup> Vgl. Stöltzner, *Causality*, S. 249–257.

<sup>159</sup> In Bezug auf die im Schema angeführte Unterteilung der wissenschaftlichen Philosophie in die Philosophie des Geistes und die Naturphilosophie führt Schlick in einer Vorlesung „Einleitung in die Naturphilosophie“ an der Universität Rostock im Sommersemester 1912 aus: „Die wissenschaftliche Philosophie hat kurz gesagt die Aufgabe, die Voraussetzungen und Principien der Einzelwissenschaften zu klären, zu begründen, miteinander zu verknüpfen und in ein System zu bringen. Während also die Wissenschaften uns die eigentlichen concreten Erkenntnisse vermitteln, sucht die Philosophie (1) das Wesen und die Bedeutung dieser Erkenntnisse im allgemeinen zu erfassen und sie (2) zu einer Gesamtauffassung, zu einer Weltanschauung zusammenzuschließen; sie ist in ihrer heute allein noch berechtigten Bedeutung die Wissenschaft von den Erkenntnissen. So ist denn die Philosophie des Geistes in Wahrheit nichts als die Wissenschaft von der geisteswissenschaftlichen Erkenntnis,

*Wissenschaftliche Philosophie*

*Philosophie des Geistes*

*Naturphilosophie*

Theorie des geisteswissenschaftlichen  
(individuellen) Erkennens (Psychologie)

Theorie des naturwissenschaftlichen  
(allgemeinen) Erkennens (Physik)

*Erlebnis der Gleichförmigkeit*  
räumliches Nebeneinander und  
zeitliches Nacheinander

Auffinden  
und  
Formulieren  
von  
Naturgesetzen

*Notwendigkeit des Kausalprinzips*  
raum-zeitliche Form;  
bezugssystemunabhängige  
eindeutige Bestimmtheit

Wahrnehmungskoinzidenzen

Ereigniskoinzidenzen

*Determinismus*

Nomologisch  
(wesentlich)

Ontologisch  
(zufällig)

Zum ersten Punkt: Während des Ersten Weltkrieges hatte Schlick an der Universität Rostock Vorlesungen zur modernen Physik abgehalten. Infolge der Einberufung eines Professors gibt er im Wintersemester 1915/16 und im Sommersemester 1916 Vorlesungen in theoretischer und mathematischer Physik. Darauf bezugnehmend heißt es in einem Brief an seinen Vater:

„Für meine Vorlesung über theoretische Physik, die ich in Vertretung eines einberufenen Professors lese, haben sich sechs Hörer gefunden, eine verhältnismässig stattliche Anzahl, denn in Friedenszeiten sollen es auch nicht mehr gewesen sein. Die Vorlesung macht mir aber ziemlich viel Mühe, da ich noch nie über dieses Gebiet vorgetragen und mich auch jahrelang nicht damit beschäftigt habe. Ich bin aber doch froh, dass ich mich dazu bereit erklärte, denn die Studenten sind sehr dankbar, und für mich hat es ausserdem den Vorteil, dass ich wahrscheinlich für das Wintersemester als unabhkömmlich reklamiert werden kann, sodass ich vorläufig noch nicht Soldat zu spielen brauche.“<sup>160</sup>

Aus Notizhefteintragungen wissen wir zudem, welche Bücher und Aufsätze Schlick für seine Rostocker Vorlesungen zugrunde legte. Unter anderem hat er Wilhelm Wiens *Vorlesungen über neuere Probleme der theoretischen Physik* herangezogen.<sup>161</sup> Im Vorwort lautet es:

„Die im letzten Frühjahr an der Columbia-Universität gehaltenen Vorlesungen über neuere Probleme der theoretischen Physik [...] beziehen sich in der Hauptsache auf die Fragen, die durch die Strahlungstheorie und die aus ihr hervorgegangene Quantentheorie gestellt sind.“<sup>162</sup>

---

und Naturphilosophie ist die Theorie naturwissenschaftlicher Erkenntnis. Die Naturphilosophie liefert uns nicht eigentlich Naturerkenntnis – solche erwarten von ihr nur die Laien [...] es ist immer nur Sache der eigentlichen Naturwissenschaft, uns die concreten Naturerkenntnisse auch die allgemeinsten, zu liefern – die Naturphilosophie hat nichts anderes zu tun, darf nichts anderes tun wollen, als (1) aus diesen Erkenntnissen den philosophischen Inhalt herausholen, der in ihnen steckt, sie muss die philosophischen Grundlagen aufdecken, auf denen das Naturerkennen, wie alles Erkennen, beruht; auf diese Weise schafft sie Klarheit über das tiefere Wesen und die wahre Bedeutung der Naturerkenntnis, über den Erkenntniswert der Naturwissenschaft; sie unternimmt es (2) die Ergebnisse der Naturwissenschaft zum Aufbau eines lückenlosen und widerspruchlosen umfassenden Weltbildes zu verwenden. So verstanden steht nun die Naturphilosophie in keiner Weise im Gegensatz zur Naturwissenschaft, im Gegenteil sie ergänzt sich mit ihr in schönster Harmonie und beide bedürfen einander.“ (Ms Naturphilosophie (Vorlesung), Schlick-Nachlass, Inv.-Nr. 160, A. 121a, Bl. 3)

<sup>160</sup> Moritz Schlick an Albert Schlick, 10. November 1915.

<sup>161</sup> Vgl. Notizheft 2, Schlick-Nachlass, Inv.-Nr 180. A.194, S. 67.

Und weitergehend heißt es:

„Die physikalische Bedeutung der Quanten ist offenbar immer noch nicht vollständig ans Licht getreten. Und es scheint auch kaum möglich zu sein hinter den vorläufig nur statistisch gewonnenen Gesetzen die kausalen Zusammenhänge zu erkennen. Aber die überraschende Übereinstimmung mit der Erfahrung, die bei der Anwendung der Quantentheorie auf die Strahlung, auf die spezifische Wärme, auf Röntgenstrahlen, elektrische Leitung gewonnen worden ist, zeigen, daß die Quantentheorie für die Erforschung molekularer Vorgänge ein unentbehrliches Hilfsmittel geworden ist. Je größer die Zahl der natürlichen Vorgänge ist, auf die man die Quantentheorie anwenden kann, um so mehr Aussicht ist vorhanden, die ihr zu Grunde liegenden Gesetzmäßigkeiten zu erkennen.“<sup>163</sup>

Wir können demnach davon ausgehen, dass Schlick zur Mitte der 1910er Jahre wohl informiert war über die jüngsten Entwicklungen in der Physik und die damit verbundenen weitreichenden philosophischen Probleme. Daneben geriet er darüber u.a. im Rahmen der Feierlichkeiten zu Plancks 60. Geburtstag in direkten Kontakt.<sup>164</sup> Das physikalische Problemfeld in dem Schlick seine Kausalitätsbetrachtung platziert, ist demnach wesentlich weiter gespannt und lässt sich nicht auf Überlegungen zur Relativitätstheorie reduzieren.

Mit Blick auf den zweiten Punkt, soll nun näher auf den Aufsatz Schlicks eingegangen werden. Augenfällig ist hierbei zunächst, dass Schlick – wie Reichenbach zuvor in seinem zweiten Wahrscheinlichkeitsartikel – am Beginn der Untersuchung das Verhältnis zwischen Naturgesetzlichkeit und Kausalität bestimmt, was sich für die weitere Betrachtung als richtungsweisend herausstellen soll. In Bezug auf die Bestimmung dieser Beziehung weichen Reichenbach und Schlick allerdings entscheidend voneinander ab: Stellt Reichenbach den Gesetzesbegriff über den der Kausalität, insofern beim physikalischen Naturerkennen mehr und mehr der Form nach auch statistische *neben* kausalen Gesetzen eine wesentliche Rolle einnehmen, ist es Schlick, der einer solchen „Abwertung“ der Kausalität beim Naturerkennen entgegentritt und stattdessen das *Prinzip der Kausalität* über *alle* Naturgesetze stellt, als eine *conditio sine qua non* allen Naturerkennens ansieht, wobei er betont, dass nur durch die Explikation des Begriffs der *Naturgesetzlichkeit*, das heißt einer allgemeinen Darstellung des Wesens von Naturgesetzen, ein eingehendes Verständnis vom spezifischen Inhalt des Kausalprinzips erlangt, und dieses gegen die Versuche seiner voreiligen Abwertung verteidigt werden kann. Vordergründig will Schlick demnach klären, was eigentlich unter Naturgesetzen zu verstehen ist – eine Untersuchung, der sich zuvor auch Reichenbach in seinen Schriften widmete. Erst ein Verständnis der Naturgesetzlichkeit führt zu einer befriedigenden Formulierung des Kausalprinzips, wie es beim naturwissenschaftlichen Erkennen Anwendung findet. So lautet es in Schlicks Abhandlung:

„Zwischen dem Prinzip der Kausalität und den Naturgesetzen besteht also nicht ein Verhältnis der Koordination, sondern jenes ist diesen übergeordnet; und von einer Formulierung des Prinzips muß man verlangen, daß sie dieses Verhältnis richtig zum Ausdruck bringt.“<sup>165</sup>

---

<sup>162</sup> Wilhelm Wien, *Vorlesungen über neuere Probleme der theoretischen Physik*. Leipzig und Berlin: Teubner 1913, S. I.

<sup>163</sup> Ebd.

<sup>164</sup> Auf der Festveranstaltung am 26. April 1918 war Schlick anwesend. Seiner Bekannten Gerda Tardel teilt er dazu mit: „Im Gegensatz dazu war ein anderer Abend voller grosser Erregungen: nämlich in der „Physikalischen Gesellschaft“, wo nachträglich der sechzigste Geburtstag meines verehrten Lehrers Planck gefeiert wurde. Ach Gerda, das ist ein wunderbarer und lieber Mann! Und viele andre wunderbare Leute waren da, die ich zum Teil kannte, zum Teil dort kennen lernte. Ich sass neben meinem alten Freunde v. Laue, Prof. in Frankfurt und Träger des Nobelpreises, den ich kurz vor dem Kriege zum letzten Mal gesehen hatte – es tat wohl, ihm wieder die Hand zu schütteln. Neben andern Rednern sprach Einstein rührend schön, und ich war begeistert. Nach der Sitzung versammelten wir uns in einem Restaurant in der Friedrichstrasse – da haben wir noch ordentlich in wissenschaftlichen Gesprächen geplätschert, und es war spät, als ich mit dem guten Professor Hertz nach Hause fuhr.“ (Moritz Schlick an Gerda Tardel, 4. Mai 1918)

<sup>165</sup> Schlick 1920, *Kausalprinzip*, S. 461.

Demnach beginnt Schlick – das in Frage stehende Verhältnis bestimmend – seinen Aufsatz mit den Worten:

„Das Kausalprinzip ist nicht selbst ein Naturgesetz, sondern vielmehr der allgemeine Ausdruck der Tatsache, daß alles Geschehen in der Natur ausnahmslos gültigen Gesetzen unterworfen ist.“<sup>166</sup>

Die nachfolgenden Zeilen dienen der näheren Erläuterung dieser Passage. Es heißt:

„Das Wort Natur denken wir uns dabei im weitesten Sinne genommen, so daß alles Wirkliche überhaupt unter diesen Begriff fällt. Dies hindert nicht, daß wir im folgenden die Wirklichkeit ausschließlich in der Form betrachten, in welcher die Naturwissenschaft sie uns darstellt, nämlich als raum-zeitliche Mannigfaltigkeit.“<sup>167</sup>

Es geht Schlick also im Weiteren darum, die spezielle Art der Beschreibung der Wirklichkeit zu problematisieren, wie sie in den exakten Naturwissenschaften, im Besonderen hat er die mathematische Physik im Blick, Anwendung findet. Damit verbunden soll die *inhaltliche Spezifizierung des Kausalprinzips* vorgenommen werden.<sup>168</sup> Im Allgemeinen gilt laut Schlick für das methodische Vorgehen in den mathematischen Wissenschaften: Unter dem Prinzip der Kausalität stehend werden Gesetze in der Form von Differentialgleichungen konstruiert, die eine *objektive raum-zeitliche* Beschreibung des Naturgeschehens und damit eine *eindeutige Bestimmung* der Vorgänge und Ereignissen in der Natur ermöglichen sollen.

Zwei Aspekte erweisen sich hierfür als ausschlaggebend: Zum einen ist die raum-zeitliche Beschreibung nicht notwendig an die Anschauung gebunden, worauf Schlick bereits in der *Allgemeinen Erkenntnislehre* und in *Raum und Zeit in der gegenwärtigen Physik* jeweils mit Nachdruck hingewiesen hatte. Nach der dort entwickelten Auffassung fungieren Raum und Zeit in den Wissenschaften als abstrakte Ordnungssysteme. Zum anderen können nur unmittelbar benachbarte Ereignisse sowohl in Bezug auf die räumliche als auch die zeitliche Ordnung einen kausalen Einfluss aufeinander ausüben.

Im Zusammenhang mit dem zweiten Aspekt ist es für Schlick von großer Wichtigkeit, dass das Prinzip der Kausalität zunächst nicht viel mehr besagt, als dass jedes Ereignis eine Ursache hat, also eine durchgehende *kontinuierliche* Bestimmtheit des Naturgeschehens mit diesem Prinzip angenommen wird<sup>169</sup>, darüber hinaus jedoch nur a posteriori nämlich unter der Angabe von entsprechenden Naturgesetzen (Mikrogesetzen) entschieden werden kann, wie die Ursachen eines Ereignisses im Einzelnen beschaffen, und wie diese tatsächlich aufzufinden sind.<sup>170</sup> In diesem Sinne erweist sich das Kausalprinzip als eine *empirische Hypothese*, und kann seinen immer nur *vorläufigen* Geltungsgrund einzig und allein in der Erfahrung haben. Kausales (d.h. eindeutig bestimmtes) Naturerkennen ist demnach für Schlick nicht mit einem synthetischen Urteil a priori verbunden, wie Reichenbach in seinem oben zitierten Brief an Berliner behauptet hatte. Eine mögliche Einschränkung erfährt das Prinzip der Kausalität bereits durch die Formulierung von Gesetzen, die einen diskontinuierlichen (dis-

---

<sup>166</sup> Ebd.

<sup>167</sup> Ebd.

<sup>168</sup> Terminologisch ordnet Schlick eine solche Untersuchung in den Bereich der Naturphilosophie ein. Den Geltungsgrund des Kausalprinzips zu hinterfragen, ist dagegen die Aufgabe der Erkenntnistheorie.

<sup>169</sup> Vgl. auch Schlick 1920, *Kausalprinzip*, S. 462: „Den durchgängigen Zusammenhang der Vorgänge untereinander, der seinen Ausdruck in der unabänderlichen Bestimmtheit alles Geschehens findet, dürfen wir als einen *kausalen* bezeichnen [...].“

<sup>170</sup> Vgl. ebd., S. 461: „Nach dem Kausalprinzip ist jeder beliebige Vorgang *V* als „Wirkung“ eines vorhergehenden Vorganges *U* (der „Ursache“) aufzufassen und durch ihn vollkommen bestimmt zu denken. Es behauptet also, daß jedes Ereignis eine Ursache habe, sagt aber nichts darüber, wie sie beschaffen und zu finden sei. Das Kausalprinzip lehrt uns, daß zu jedem *V* ein *U* gehört; diese Aussage hat nur Sinn unter der Voraussetzung, daß es Regeln gibt, die angeben, welche Vorgänge *U* es denn nun sind, die zu gewissen angegebenen Vorgängen *V* als deren Ursache gehörten. Nur dadurch, daß solche Regeln gelten, wird *V* durch *U* bestimmt.“

kreten) Naturverlauf beschreiben. Schlick weist hier im Zusammenhang mit der Quantentheorie darauf hin, dass der Ablauf von Naturvorgängen tatsächlich in einem solchen Sinne vonstatten gehen kann. Er schreibt:

„Die Vermittlung könnte auch diskontinuierlich erfolgen, so daß endliche *Differenzen* an die Stelle der Differentiale zu treten hätten. Die Erfahrungen der Quantentheorie warnen davor, diese Möglichkeit aus dem Auge zu verlieren.“<sup>171</sup>

Bemerkenswert ist demnach, daß Schlicks Behandlung des Verhältnisses zwischen Kausalität und Naturgesetzlichkeit, die sich letztlich als eine *empirische* Frage beantworten lassen muss, die Möglichkeit einer diskontinuierlichen Naturbeschreibung nicht von vorn herein ausschließt. Dies ist jedoch alles andere als überraschend. Denn Schlick war von den Entwicklungen der neueren Physik sehr gut informiert. So könnte sich Schlick an dieser Stelle auf die Einsteinsche Lichtquantenhypothese und eine damit verbundene diskontinuierliche Beschreibung der Energieverteilung beziehen.<sup>172</sup>

Hiermit verbunden ist nun sehr wichtig zu sehen, dass Schlick durchaus bereit ist, auf kausale Naturgesetze zu verzichten – nämlich dann, wenn die Erfahrung, d.h. eine entsprechende (gleichwohl nicht vorhersagbare) Entwicklung in der Physik dafür spräche.<sup>173</sup>

Unter der Maßgabe der Kontinuität des Naturgeschehens, die für Schlick mit der Nichtexistenz von Fernkräften verbunden ist, gilt aber, dass Naturgesetze in der Form von Differentialgleichungen auf eng umgrenzte Gebiete, die durch Anfangs- und Randbedingungen festgelegt sind, allgemeingültige Anwendung finden und das Geschehen darin *eindeutig bestimmen*, womit der spezielle Inhalt des Kausalitätsprinzips für das Naturerkennen in den exakten Wissenschaften angegeben ist. Schlick schreibt:

„Dies ist eine dem mathematischen Physiker wohlbekannte Wahrheit: sind die Anfangsbedingungen und die Grenzbedingungen gegeben, so ist alles Geschehen in dem betrachteten Gebiet durch die Differentialgleichungen der Physik eindeutig bestimmt und zu berechnen. Dies ist also die nunmehr einwandfreie und erfahrungsmäßig prüfbare Form, in welcher der Kausalsatz in der exaktesten Wissenschaft erscheint, und die er, wie gesagt, nur unter der Voraussetzung der Nichtexistenz von Fernkräften annehmen konnte.“<sup>174</sup>

Damit sind Schlicks Überlegungen zum Kausalprinzip in Bezug auf die Naturwissenschaften zunächst abgeschlossen und er wendet sich im Folgenden allgemeineren erkenntnistheoretischen Fragen zu. Im zweiten Abschnitt: „Die Gleichförmigkeit der Natur“ macht Schlick deutlich, dass wir Naturgesetze ausgehend von der Erfahrung auffinden, wobei eine gewisse Gleichförmigkeit der Natur dafür zwingend erforderlich ist. Er schreibt:

„Die einzelnen Regeln, welchen der Ablauf der Naturprozesse folgt, lernen wir allein durch die *Erfahrung* kennen. Darüber besteht seit *Hume* und *Kant* kein ernstlicher Zweifel mehr.“<sup>175</sup>

---

<sup>171</sup> Ebd., S. 462.

<sup>172</sup> Eine Behandlung der Einsteinschen Lichtquantenhypothese findet sich in den Schlick bekannten Vorlesungen Wilhelm Wiens. Vgl. Wien, *Vorlesungen*, S. 49–56.

<sup>173</sup> Schlick selbst führt elf Jahre später in diesem Zusammenhang aus: „Erst wenn die beobachteten Tatsachen ihm [dem Physiker] die Verwendung neuer Begriffssysteme nahelegen oder aufdrängen, sieht er die neuen Wege und reißt sich von seinen bisherigen Denkgewohnheiten los – dann aber auch bereitwillig, und leicht macht er den Sprung etwa zum Riemannschen Raume oder zur Einsteinschen Zeit, zu Konstruktionen so kühn und tief, wie sie weder die Phantasie eines Dichters noch der Intellekt irgendeines Philosophen zu antezipieren vermocht hätte.“ (Moritz Schlick, „Die Kausalität in der gegenwärtigen Physik“, in: *Die Naturwissenschaften*, Jg. 19, H. 7, 13. Februar 1931, S. 145)

<sup>174</sup> Schlick 1920, *Kausalprinzip*, S. 462.

<sup>175</sup> Ebd., S. 463.

In diesem Zusammenhang müssen kausale Gesetze ursprünglich an eine als im Wesentlichen gleichförmig erlebte Wirklichkeit angepasst werden, wie Schlick im Weiteren ausführt:

„So bleibt denn unanfechtbar bestehen, daß wir zu keiner *Kenntnis* von Kausalzusammenhängen gelangen und überhaupt den Begriff eines solchen nicht bilden würden, wenn es in der Welt keine „gleichen“ Gegenstände oder Vorgänge gäbe, wobei das Wort „gleich“ allerdings nicht in seiner allerstrengsten Bedeutung zu nehmen ist.“<sup>176</sup>

Vor diesem Hintergrund wirft Schlick im Weiteren die Frage auf: Ist der Begriff der Kausalität auch auf eine Welt anwendbar, in der es *keine* Gleichförmigkeit (beobachtbare Regelmäßigkeiten) gibt? Was Schlick hier möglicherweise auch vor Augen hat, ist der Bereich der geisteswissenschaftlichen Erkenntnis, die sich auf Einzelprozesse bzw. individuelle Vorgänge (wie beispielsweise das Wirken historischer Personen) bezieht.<sup>177</sup> Gleichwohl entwirft Schlick mit Blick auf die Naturwissenschaften das Szenario einer chaotischen Welt, deren Gesetze die Form hätte, dass die Raum- und Zeitkoordinaten *explizit* in sie eingehen. Demnach gäbe es nicht zwei gleiche physikalische Ereignisse. Diese würden sich stets zumindest durch die jeweiligen Orts- oder Zeitangaben unterscheiden. Raum und Zeit hätten in einem solchen chaotischen Universum absolute Bedeutung. Selbst wenn wir, so Schlick, derartige Naturgesetze nicht auffinden könnten, lässt sich doch zumindest die *Möglichkeit ihrer Existenz denken*. Er schreibt:

„So ergibt sich augenscheinlich, daß die gedachte ungeordnete Welt genau so gut von der Kausalität regiert wäre wie die in Gleichförmigkeit und Regelmäßigkeit prangende Welt, der unser wirkliches Leben angehört, und in der die Kausalität für uns so leicht feststellbar ist. Es würde folgen, daß Gleichförmigkeit keineswegs zu den notwendigen Bedingungen der Kausalität zu rechnen ist, daß vielmehr als deren einziges Merkmal das Bestehen von im übrigen gänzlich beliebigen Gesetzen anzusehen sei.

Diese Schlußfolgerung erscheint zunächst unbedenklich und entspricht, wie gesagt, der herrschenden Meinung. Wir wollen sie aber nicht annehmen, ohne sie mit der größten Sorgfalt auf ihre Bündigkeit zu prüfen, denn es gibt eine Frage, die uns stutzig machen und Zweifel an ihrer Richtigkeit erwecken muß.<sup>178</sup>

Diese Frage lautet, wie sich zwischen einer solchen bloß gedachten chaotischen, aber dennoch durch Gesetze bestimmten, und einer rein zufälligen Welt unterscheiden lässt. Können wir keinen Unterschied feststellen, dann ist eine Welt *undenkbar*, die durch Gesetze mit Notwendigkeit gelenkt wird, aber ohne erlebte Gleichförmigkeit vonstatten geht. Schlick führt aus:

„Läßt sich wirklich kein Unterschied angeben zwischen einem durch Zufall verworrenen Universum und einem durch Kausalität verwirrten? Wir wollen zusehen, auf welchen Wegen man nach solch einem Unterschied suchen könnte. Ließe sich keiner finden, so wäre das Resultat der vorigen Betrachtung zu verwerfen, wonach es schien, als seien Kausalität und Naturgesetzlichkeit ganz unabhängig von jeder Gleichförmigkeit der Welt, und die Gleichförmigkeit, d.h. eine gewisse Unabhängigkeit von Ort und Zeit, würde doch ein notwendiges Merkmal des Kausalbegriffs bilden.“<sup>179</sup>

Zunächst lässt sich ein Unterschied in der äußeren Erfahrungswelt nicht feststellen:

„Es herrscht Einigkeit darüber, daß das gesuchte Moment nicht zu finden ist in der sinnlichen Erfahrung. Kausalität und Notwendigkeit sind nichts Wahrnehmbares, nichts, was sich an den Ereignissen

---

<sup>176</sup> Ebd., S. 463 f.

<sup>177</sup> Vgl. in diesem Zusammenhang Sergius Hessen, *Individuelle Kausalität. Studien zum transzendentalen Empirismus*. Berlin: Reuther & Reichard 1909.

<sup>178</sup> Schlick 1920, *Kausalprinzip*, S. 465.

<sup>179</sup> Ebd.

nissen und ihrer Abfolge beobachten ließe. Das gilt selbst in unserer wirklichen ganz und gar gleichförmigen und wiederholungsreichen Welt – wieviel mehr nicht in einem Universum ohne solche Regelmäßigkeiten.“<sup>180</sup>

Gleichfalls lässt sich von einem psychologischen Standpunkt aus betrachtet weder aufgrund eines unmittelbaren inneren Zwangs noch eines besonderen Erlebnisses zur Definition eines Notwendigkeitsbegriffes kommen, wie Schlick im Folgenden ausführt.<sup>181</sup> Auch ist der Verweis auf David Humes Lösung in der Form einer assoziativen Gewöhnung verfehlt, insofern dieser nach dem psychologischen Ursprung der Kausalvorstellung fragt und dabei die Gleichförmigkeit des Geschehens voraussetzt, was aber für Schlick gerade in Frage steht.<sup>182</sup> Schlick kommt daraufhin zu dem Schluss:

„Damit sind die Möglichkeiten, in einer von jeder Gleichförmigkeit entblößten Welt von notwendigem Geschehen im Gegensatz zu zufälligem zu reden, überhaupt erschöpft. Wir täuschten uns also, als wir in der vorigen Betrachtung glaubten, den Begriff kausaler Notwendigkeit auf ein chaotisches Universum anwenden zu können. Wir ermöglichten uns diese Anwendung dadurch, daß wir Naturgesetze konzipierten, die von Raum und Zeit explizite abhängen, denn durch diesen Kunstgriff konnten wir jedes beliebige, noch so unordentliche Geschehen dem Gesetzesbegriff unterwerfen. Jetzt wird offenbar, daß dieser Gesetzesbegriff (Raum und Zeit gehen explizit in die Naturgesetze ein) zu weit gefaßt war: nicht bloß zur *Auffindung* der Gesetze bedarf es der Gleichförmigkeit der Natur, sondern sie ist auch nötig, um dem *Begriff der Gesetzmäßigkeit* überhaupt einen angebbaren, von der Zufälligkeit unterschiedenen Sinn zu verleihen. Es genügt nicht, daß überhaupt eine Formel denkbar ist, durch welche das Naturgeschehen sich darstellen läßt – dies ist *ausnahmslos* möglich – sondern die Formel muß auch *bestimmter Art* sein. Es müssen nämlich beliebig viele Fälle ihrer Anwendung möglich sein.“<sup>183</sup>

Damit sind Naturgesetzlichkeit und Kausalität nicht ohne Gleichförmigkeit möglich. Daneben werden Naturgesetze, so Schlick weiter, nur in einer bestimmten Form ausgezeichnet, nämlich insofern diese nicht explizit von den Raum- und Zeitkoordinaten abhängen und dabei eine eindeutige Bestimmung von Ereignissen, Vorgängen oder Prozessen der Wirklichkeit gestatten. Mit Blick auf die jüngsten Entwicklungen in der Physik kann Schlick daraufhin anführen, dass die allgemeine Relativitätstheorie unter dem Kovarianzprinzip stehend den Bereich der über Naturgesetze zugänglichen Phänomene um die Gravitation erweitert hat und dabei gleichfalls einen bedeutenden Fortschritt der Kausalerklärung darstellt. Er schreibt:

„Dennoch bedeutet die erwähnte Theorie nicht etwa nur eine logische Vereinfachung, sondern einen tatsächlichen *Fortschritt der Kausalerklärung*; sie erschließt dem Ursachenbegriff eine neue Zone jenseits der Grenze, die bis dahin seiner Herrschaft gesetzt schien.“<sup>184</sup>

Somit ist vor dem Hintergrund des Standes der Physik um 1920 die Einschätzung Schlicks berechtigt. Gleichwohl diskutiert Schlick im letzten Abschnitt seines Aufsatzes die Möglichkeit der Einschränkung des Kausalprinzips. Er greift dabei Gedanken auf, die er schon während seiner Züricher Zeit, wo er sich vom Herbst 1907 an zwei Jahre lang zu psychologischen Studien aufhielt, diskutiert hatte. Hier verfasste er u.a. eine nachgelassene Schrift mit dem Titel „Zur Theorie von Raum und Zeit“. Darin stellt er fest:

„Ist die Wirklichkeit ein im vierdimensionalen Raum ruhendes All, so bedeutet Causalität die Ordnung der Gebilde in der Dimension  $t$ .“<sup>185</sup>

---

<sup>180</sup> Ebd., S. 466.

<sup>181</sup> Ebd.

<sup>182</sup> Ebd., S. 467.

<sup>183</sup> Ebd.

<sup>184</sup> Ebd., S. 470.

Und weitergehend lautet es:

„Unsere Wirklichkeit hat vier Dimensionen, nämlich durch drei räumliche und eine zeitliche Coordinate ist jeder Zustand bestimmt. Bekanntlich nun gelten diese vier Coordinaten uns nicht als gleichwertig, sie sind nicht coordiniert. Und die Frage erhebt sich, warum nimmt die eine, die Zeit nämlich, eine Sonderstellung vor den drei andern ein? Es steht gedanklich nichts im Wege, die vierte Coordinate ebenfalls sich räumlich zu denken. Die ganze Wirklichkeit im unendlichen Raum wäre dann in einer vierdimensionalen Mannigfaltigkeit enthalten.“<sup>186</sup>

Die Sonderstellung der Zeitcoordinate besteht für Schlick darin, dass „sie bestimmt, welcher der in der Unendlichkeit enthaltenden Zustände der *wirkliche* ist“<sup>187</sup>. So heißt es weiter:

„Jetzt erkennen wir, warum die Zeit eine *ausgezeichnete* Coordinate ist: weil sie einen ausgezeichneten Zustand bestimmt: den im gegenwärtigen Augenblick bestehenden, den also, der gewöhnlich der *wirkliche* genannt wird.“<sup>188</sup>

Diese frühen Überlegungen Schlicks finden ihr Echo in der *Allgemeinen Erkenntnislehre*. Dort lautet es:

„Die Zeitlichkeit alles Wirklichen ist in der Tat ein Merkmal, welches die Rolle des gesuchten Kriteriums voll und ganz übernehmen kann.

Alles was da wirklich existiert, ist für uns zu einer bestimmten Zeit. Ereignisse oder Dinge – alles ist an einem gewissen Zeitpunkte oder während einer gewissen Zeitdauer. Das gilt, was man auch sonst vom „Wesen“ der Zeit denken möge; es gilt unabhängig davon, wie die Bestimmung eines Zeitpunktes vor sich geht, oder ob man ihr relative oder absolute Bedeutung zuschreibt, ihr subjektive oder objektive Gültigkeit beilegt. Für den naiven Menschen wie für alle Wissenschaften ist jedes Wirkliche in der Zeit; für uns muß es daher auch stets an diesem Merkmal erkennbar sein.“<sup>189</sup>

Diesen Formulierungen folgend führt Schlick im letzten Abschnitt seines Aufsatzes aus:

„*Alles Wirkliche ist vierdimensional; dreidimensionale Körper sind genau so gut bloße Abstraktionen wie Linien oder Flächen.* Die kausale Bestimmtheit der Welt erstreckt sich nur in *einer* Dimension, und diese nennen wir dann die *Zeitrichtung*. Ist sie einmal gewählt, so ist das in den drei übrigen Dimensionen Liegende als schlechthin *zufällig* anzusehen.

Damit ist zweifellos eine unübersteigliche Schranke der kausalen Betrachtungsweise bezeichnet. Nur auf die Erstreckung in der *Zeitrichtung* findet das Kausalprinzip Anwendung. Wenn es Gesetze gibt, deren Geltungsbereich gänzlich innerhalb der drei andern Dimensionen bleibt, so würden wir die durch sie bestimmten Zusammenhänge niemals als *kausale* bezeichnen. Sie würden einen gänzlich andern Charakter tragen. Das ist so gewiß, als für unsere Bewußtseinswirklichkeit zeitliche Dauer und räumliche Ausdehnung etwas ganz Verschiedenes und Unvergleichbares sind.“<sup>190</sup>

Es dürfte vor diesem Hintergrund einsichtig sein, dass Schlicks abschließende Überlegungen in einem weiter gefassten erkenntnistheoretischen Rahmen stehen. Schlick problematisiert die Möglichkeit einer Welt, in der *akausale* Geschehnisse vorkommen. Eine eindeutige Bestimmung der Vorgänge in dieser Welt ist somit nicht möglich. Angesicht einer solchen Tatsache würde wir Gesetze aufstellen, die keine kausale Erklärung der Natur liefern. Schlick schreibt:

---

<sup>185</sup> „Zur Theorie von Raum und Zeit“, in: Ms Erkenntnistheorie 1, Schlick-Nachlass, Inv.-Nr. 150, A. 91, S. 13.

<sup>186</sup> Ebd., S. 5.

<sup>187</sup> Ebd. S. 6.

<sup>188</sup> Ebd., S. 7 f.

<sup>189</sup> Schlick 1918/1925, *Erkenntnislehre*, in: *MSG A I/1*, A 164/B 173.

<sup>190</sup> Schlick 1920, *Kausalprinzip*, S. 474.



„Das wird noch deutlicher, wenn wir uns einmal die Frage vorlegen, wie solche Gesetze in concreto beschaffen wären, wenn es sie in der Wirklichkeit gäbe. Die Frage nach dem Vorhandensein solcher Gesetze würde nicht bloß bedeuten, ob jene „zufälligen“ Daten in strenger, mathematischer Form darstellbar sind (das ist stets der Fall, denn *beliebige* Anfangsbedingungen können prinzipiell in analytischer Form gefaßt werden), sondern das Kennzeichen der Gesetzmäßigkeit ist auch hier wieder, wie früher, die Unabhängigkeit von absoluten Koordinatenwerten.

Unter der (vermutlich unrichtigen) Voraussetzung, daß es sich nicht weiter verständlich machen ließe, warum die Elektrizität gerade nur in bestimmten Quantitäten existenzfähig ist, ließe sich zum Beispiel die Tatsache der Gleichheit aller Elektronen der Welt, wo sie sich auch befinden mögen, als eine Gesetzlichkeit der gedachten Art auffassen. [...]

Das Problem, ob es dergleichen Gesetze, die mit Kausalität nichts zu tun haben, überhaupt gibt, und wie sie gegebenenfalls zu denken wären, ist von höchster Wichtigkeit für die Gestaltung des Weltbildes.<sup>191</sup>

Was Schlick hier vor Augen hat ist eine Art Ununterscheidbarkeit von atomaren Teilchen, was nun aber einen Verzicht auf die Eindeutigkeit der Zuordnung in der Physik und eine Revision ihrer Gegenstandsbegriffs nach sich ziehen würde. *Faktisch* stellt sich die Situation zu diesem Zeitpunkt gleichwohl noch nicht, und die Nörgeleien Einsteins, von denen bereits zuvor die Rede war, beziehen sich auf diese Schwierigkeit der Schlickschen Argumentation. Einstein führt in seinem Brief an Schlick an:

„Die Einengung der Kausalität auf Fortsetzbarkeit des in einem raumartigen Schnitt gegebenen ist zwar nicht in meinem Sinne; aber der Standpunkt ist jedenfalls zulässig. Man braucht einen Fortschritt der Naturgesetze darüber hinaus – wenn er sich einmal als möglich erweisen sollte, nicht als Fortschritt des kausalen Erkennens zu bezeichnen. Aber warum soll man es nicht? Nur um die Zeit auszuzeichnen? Es wäre sehr wohl möglich, dass die Freiheit der Wahl der Anfangsbedingungen, welche vollständigere Naturgesetze übrig lassen, eine viel beschränktere sein wird, als es beim heutigen Standpunkt unserer Kenntnis der Fall zu sein scheint. Dann würde man wohl die Gesetzlichkeit innerhalb des Zeitschnittes auch als eine „kausale“ erklären, um zwischen zeitlicher und räumlicher Ausdehnung keinen unnötigen prinzipiellen Unterschied zu machen.“<sup>192</sup>

Für Einstein scheint demnach festzustehen, dass Fortschritte in der Physik nur in der Form einer kausalen Naturerklärung möglich sind. Dem stimmt Schlick in einem Brief an Einstein vom 10. Juni nun durchaus zu. Er schreibt an Einstein:

„Natürlich war es etwas unphilosophisch und dogmatisch von mir zu meinen, die Gesetzlichkeit innerhalb eines Zeitschnittes sollte nicht als kausal bezeichnen werden. Meine Gründe dafür waren nur: 1) Die Tatsache, daß in der *Bewußtseinswirklichkeit* die Zeit eben doch eine ausgezeichnete Rolle zu spielen scheint, und 2) daß jene Gesetzlichkeiten einen andern Charakter tragen müßten als die in der Zeitrichtung. Aber das sind nur subjektive Gründe, die sich vielleicht bei näherer Betrachtung sogar zerstreuen lassen.“<sup>193</sup>

Deutlich wird hier, dass es keine tatsächlichen physikalischen Gründe waren, die Schlick zu seinen Überlegungen führten. Dennoch legen diese einmal mehr in klarer Weise offen, wie wir uns nach Schlick das Aufstellen und die Formulierung von Naturgesetzen als einen an der Erfahrung und den tatsächlichen Gegebenheiten orientieren Vorgang vorzustellen haben. Mit Blick auf seine Auseinandersetzung mit Reichenbach und in Abgrenzung zu diesem lassen sich nun in Bezug auf den Begriff des Naturgesetzes zwei Konzepte darstellen:

---

<sup>191</sup> Ebd.

<sup>192</sup> Albert Einstein an Moritz Schlick, 7. Juni 1920, Schlick-Nachlass, Inv.-Nr. 098/Ein-13.

<sup>193</sup> Moritz Schlick an Albert Einstein, 10. Juni 1920, Schlick-Nachlass, Inv.-Nr. 098/Ein-34

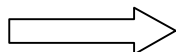
*Struktur von Naturgesetzen*

*Formale Bedingung*

*Materiale Bedingung*

*Hans Reichenbach*

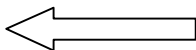
*Erfahrungskonstitutive Zuordnungsaxiome als synthetisch-apriorische Erkenntnisprinzipien; Verzicht auf Eindeutigkeit der Zuordnung möglich*



zufällige Verknüpfungsaxiome physikalischer Größen

*Moritz Schlick*

*Begriffskonstitutive gesetzliche Relationen unter konventionalistischen Erkenntnisprinzipien*



zufällige ontologische Gegebenheiten; Verzicht auf Eindeutigkeit der Zuordnung möglich

Die Strukturen geben einerseits die zuvor angeführten Entwicklungstendenzen wieder. So können für Reichenbach Zuordnungsaxiome zu Verknüpfungsaxiomen werden, womit auch die Entwicklung des physikalischen Gegenstandsbegriffs zusammenhängt. Er schreibt:

„Die alte Auffassung, daß die metrischen Verhältnisse eines Körpers – die Art, wie sich seine Größe und Länge, der Winkel seiner Kanten, die Krümmung seiner Flächen aus Messungsdaten berechnen – von der Natur unabhängig seien, läßt sich nicht mehr aufrecht erhalten. Diese metrischen Regeln sind abhängig geworden von der gesamten umgebenden Körperwelt. Was man früher ein Rechenverfahren der Vernunft genannt hatte, ist jetzt eine spezielle Eigenschaft des Dinges und seiner Einbettung in die Gesamtheit der Körper. *Die Metrik ist kein Zuordnungsaxiom mehr, sondern ein Verknüpfungsaxiom geworden.*“<sup>194</sup>

Nach Schlick hingegen läßt sich ein Fortschritt der Kausalerklärung im Laufe der wissenschaftlichen Entwicklung konstatieren, „wenn man z.B. daran denkt, daß in früheren Zeiten etwas die Atomgewichte und sonstigen Eigenschaften der chemischen Elemente recht wohl als zufällige Größen aufgefaßt werden konnten, während die moderne Entwicklung, beginnend mit der Aufstellung des periodischen Systems und endend mit der Elektronentheorie des Atombaus, sie als wesentliche aufzufassen gelehrt hat, die aus gesetzmäßigen Zusammenhängen heraus begriffen werden können.“<sup>195</sup>

Andererseits verdeutlicht das Bild, dass für Reichenbach der Verzicht auf die Eindeutigkeit der Zuordnung *formal bedingt* ist durch die stetige Erweiterung von Zuordnungsprinzipien, während Schlick einen solchen Verzicht allein in Abhängigkeit sieht von den *materiellen Bedingungen*. Dieser grundlegende Unterschied in ihren Auffassungen steht in engem Zusammenhang mit der Rolle gegenstandskonstitutiver Prinzipien beim Naturerkennen, die beide annehmen. Während Reichenbach jedoch aus der Tradition Kants kommend diese als *erfahrungskonstitutiv* auffasst, hält Schlick mit Poincaré an einer *Begriffskonstitution* unter konventionalistischen Prinzipien, die durch Erfahrungstatsachen nahegelegt wird, fest.

Dass sich Schlick mit seiner Position am Ende durchsetzen konnte, soll nun im Weiteren anhand des Briefwechsels mit Reichenbach gezeigt werden.

<sup>194</sup> Reichenbach 1920, *Relativitätstheorie*, S. 95 f.

<sup>195</sup> Schlick 1920, *Kausalprinzip*, S. 473.

### **5. Reichenbach und Schlick über das Kantische Apriori im Zusammenhang mit der allgemeinen Relativitätstheorie**

Die philosophische Diskussion zur Relativitätstheorie vor Augen schreibt Einstein im April 1920 an Schlick:

„Der junge Reichenbach hat über Kant & allgemeine Relativität eine interessante Abhandlung geschrieben, in der er auch Ihr Gleichnis von der Rechenmaschine anführt.“<sup>196</sup>

Über die Veröffentlichung dieser Arbeit informierte Reichenbach zwei Monate später Einstein in einem Brief. Dort heißt es:

„(I)ch muss Ihnen eine grosse Bitte vorlegen. In nächster Zeit wird meine Arbeit über Relativitätstheorie und Erkenntnis apriori als Broschüre (im Umfang der Freundlichschen<sup>197</sup> ähnlich) bei Springer herauskommen. Ich möchte Sie nun um Erlaubnis bitten, Ihnen die Arbeit zu widmen. Sie wissen, dass es meine Absicht ist, mit dieser Arbeit die philosophischen Konsequenzen der Theorie aufzuzeigen, und darzustellen, welche grossen Entdeckungen Ihre physikalische Theorie für die Erkenntnistheorie gebracht hat. Wenn ich Ihren Namen der Schrift voransetze, so möchte ich damit zum Ausdruck bringen, welchen grossen Dank Ihnen gerade die Philosophie schuldig ist. Ich weiss sehr wohl, dass die wenigsten der beamteten Philosophen eine Ahnung davon haben, dass mit Ihrer Theorie eine philosophische Tat getan ist, und dass in Ihren physikalischen Begriffsbildungen mehr Philosophie enthalten ist, als in allen vielbändigen Werken der Epigonen des grossen Kant. Erlauben Sie daher mir, der den Versuch gemacht hat, die tiefe Einsicht der Kantischen Philosophie von ihrem zeitgenössischen Beiwerk zu befreien und mit Ihren Entdeckungen in einem System zu vereinen, Ihnen diesen Dank zum Ausdruck zu bringen.

Ich möchte Ihnen aber mit dieser Widmung auch noch meinen ganz persönlichen Dank darbringen, den ich Ihnen schuldig bin. Denn ich durfte aus Ihrem Munde die tiefsten Erkenntnisse erfahren, die ich in der Physik gefunden habe, und ich werde nie den grossen geistigen Einfluss vergessen, den Sie auf meine wissenschaftliche Arbeit und besonders diese Schrift ausgeübt haben.“<sup>198</sup>

Einsteins Antwort bringt gleichfalls seine Sympathie für Reichenbach und dessen Arbeit zum Ausdruck. Daneben enthält sie aber auch die von Schlick und Reichenbach geäußerten Zweifel an einer neukantischen Interpretation der Relativitätstheorie. Einstein schreibt:

„Ich freue mich wirklich sehr darüber, dass Sie mir Ihre ausgezeichnete Broschüre widmen wollen, noch mehr aber darüber, dass Sie mir als Dozent und Grübler ein so gutes Zeugnis ausstellen. Der Wert der Rel. Th. für die Philosophie scheint mir der zu sein, dass sie die Zweifelhaftigkeit gewisser Begriffe dargethan hat, die auch in der Philosophie als Scheidemünze anerkannt waren. Begriffe sind eben leer, wenn sie aufhören, mit Erlebnissen fest verkettet zu sein. Sie gleichen Emporkömmlingen, die sich ihrer Abstammung schämen und sie verleugnen wollen.“<sup>199</sup>

---

<sup>196</sup> Albert Einstein an Moritz Schlick, 19. April 1920, Schlick-Nachlass, Inv.-Nr. 98/Ein-12 (abgedruckt in: *The Collected Papers of Albert Einstein*, Vol. 9, Doc. 378).

<sup>197</sup> Vgl. Erwin Freundlich, *Die Grundlagen der Einsteinschen Gravitationstheorie. Mit einem Vorwort von Albert Einstein*. Berlin: Verlag von Julius Springer 1916.

<sup>198</sup> Hans Reichenbach an Albert Einstein, 15. Juni 1920, ASP, HR 015-52-03 (abgedruckt in: *The Collected Papers of Albert Einstein*, Vol. 10, Doc. 57).

<sup>199</sup> Albert Einstein an Hans Reichenbach, 30. Juni 1920 (abgedruckt in: *The Collected Papers of Albert Einstein*, Vol. 10, Doc. 66). Ähnliche Zweifel an einer reinen Begriffslehre hatte Einstein gegenüber Cassirer in seinem Brief an diesen vom 5. Juni 1920 zum Ausdruck (vgl. den Text des Briefes, weiter oben, S. 10 f.). Cassirers Werk zur Relativitätstheorie dürfte Einstein bei seinem Schreiben an Reichenbach vor Augen gestanden haben.

In der Zwischenzeit hatte Schlick von Arnold Berliner ein Exemplar der Arbeit Reichenbachs mit der Bitte zugeschickt bekommen<sup>200</sup>, diese zu rezensieren.<sup>201</sup> Schlick schreibt daraufhin im September 1920 erstmals an Reichenbach.<sup>202</sup> In dem Brief heißt es:

„Ihr Buch über Relativitätstheorie und Erkenntnis a priori habe ich erhalten, und ich danke Ihnen herzlich für die Zusendung. Sie haben mir damit eine große Freude gemacht. Zugleich darf ich Sie zu Ihrer hervorragenden Leistung beglückwünschen. Ich habe die Schrift mit Eifer studiert und die Überzeugung gewonnen, daß sie bei weitem das Scharfsinnigste ist, was bisher in erkenntnistheoretischer Absicht über die Relativitätstheorie geschrieben wurde. Ich freue mich natürlich, daß wir in sehr wesentlichen Punkten übereinstimmen, und ich glaube sogar, daß die Übereinstimmung erstens schon jetzt etwas größer ist, als sie Ihnen erscheinen mag, und daß sie zweitens Aussicht hat, sich durch kleine Zugeständnisse noch mehr zu vergrößern. [...] Sobald ich mehr Zeit habe, werde ich ihn aber schreiben, und ich hoffe, daß die Erörterung für beide Teile fruchtbar werden möge. Ich denke, es wird sich bald Zeit finden, aber meinen Dank wollte ich doch nicht bis dahin aufschieben.“<sup>203</sup>

Zwei Wochen später teilt Schlick in einem Schreiben Einstein mit, dass er vom Buch Reichenbachs durchaus sehr angetan ist, lässt ihn aber auch wissen, dass er gedenkt in einigen Punkten sich kritisch mit den Ansichten Reichenbachs auseinanderzusetzen. So lautet es:

„[...] in diesen Tagen habe ich mit dem größten Genuß das Büchlein von Reichenbach über Relativitätstheorie und Erkenntnis a priori gelesen. Die Arbeit scheint mir wirklich ein ganz hervorragender Beitrag zur Axiomatik der Theorie und der physikalischen Erkenntnis überhaupt zu sein. Sie haben sich gewiß auch sehr über die logische Sauberkeit gefreut. In einigen Punkten möchte ich freilich Reichenbach doch nicht ganz recht geben; ich hoffe mich brieflich mit ihm darüber zu einigen, denn die Sache liegt mir wirklich sehr am Herzen. Gerne hätte ich Sie um Ihre Meinung gefragt, aber schriftlich wäre es doch zu umständlich; vielleicht darf ich mündlich darauf zurückkommen, denn ich hoffe zuversichtlich, daß es mir im Winter vergönnt sein wird, Sie einmal wiederzusehen.“<sup>204</sup>

Reichenbachs erster Brief an Schlick datiert vom 17. Oktober 1920. Darin heißt es:

„[I]ch danke Ihnen recht herzlich für Ihren Brief, denn Ihre Zustimmung zu meiner Arbeit<sup>205</sup> ist mir eine grosse Freude. Ich habe Ihre Schriften stets sehr gern gelesen, denn ich bewundere darin die grosse Nüchternheit der Überlegung und die Bestimmtheit der Begriffsbildung. In einer Zeit, wo die Philosophie so darnieder liegt, dass sie ihr Unvermögen gewöhnlich nur durch die Dunkelheit des sprachlichen Ausdrucks zu verhüllen vermag, scheinen mir Ihre Schriften zu den wenigen zu gehören, aus denen heraus die wissenschaftliche Philosophie neu erwachsen wird. Wenn ich Ihren Untersuchungen in einigen Punkten widersprechen musste, so liegt das vielleicht z.T. in einer Verschiedenheit unserer Tendenz begründet. Denn wenn es Ihnen darauf ankam, Kant zu widerlegen, so war es mehr meine Absicht, ihn vor den Kantianern zu retten. Immerhin habe ich den Eindruck, dass unsere Differenzen wesentliche Punkte berühren und um so wertvoller wird es mir sein, wenn Sie mir gelegentlich Ihre Antwort ausführlich mitteilen würden. Denn ich glaube wie Sie, dass die Philosophie es mit Erkenntnissen zu tun hat, über die man wie in der Physik durch wissenschaftliche Untersuchung zu einer Aufklärung und Einigung kommen kann – und dass die Zeit der „Standpunkte“ vorüber sein sollte.“<sup>206</sup>

<sup>200</sup> Vgl. Arnold Berliner an Hans Reichenbach, 6. Oktober 1920, ASP, HR 015-49-35.

<sup>201</sup> Moritz Schlick, „[Rezension von:] Hans Reichenbach, Relativitätstheorie und Erkenntnis Apriori“, in: *Die Naturwissenschaften*, Jg. 10, H. 39, 1922, S. 873 f.

<sup>202</sup> Der komplette Briefwechsel zwischen Schlick und Reichenbach ist zugänglich über die ECHO-Plattform des MPIWG Berlin unter: <http://echo.mpiwg-berlin.mpg.de/content/modernphysics>.

<sup>203</sup> Moritz Schlick an Hans Reichenbach, 25. September 1920, ASP, HR 015-63-23.

<sup>204</sup> Moritz Schlick an Albert Einstein, 9. Oktober 1920, Schlick-Nachlass, Inv.-Nr. 98/Ein-38 (abgedruckt in: *The Collected Papers of Albert Einstein*, Vol. 10, Doc. 171).

<sup>205</sup> Reichenbach 1920, *Relativitätstheorie*.

<sup>206</sup> Hans Reichenbach an Moritz Schlick, 17. Oktober 1920, Schlick-Nachlass, Inv.-Nr. 115/Reich-1.

115/Reich-1  
Reichenbach

Stuttgart, d. 17. Okt. 20.  
Wunderholdstr. 13.

Sehr verehrter Herr Schlick,

ich danke Ihnen recht herzlich für  
Ihren Brief, denn Ihre Zustimmung zu  
meiner Arbeit ist mir eine große Freude.  
Ich habe Ihre Schriften stets sehr gern gelesen,  
denn ich bewundere darin die große Nüchtern-  
heit der Überlegung und die Bestimmtheit  
der Begriffsbildung. In einer Zeit, wo die  
Philosophie so darnieder liegt, dass sie ~~et~~ ihr  
Unvermögen gewöhnlich nur durch die Dürftigkeit  
des sprachlichen Ausdrucks zu verhüllen vermag,  
scheinen mir Ihre Schriften zu den wenigen zu  
gehören, aus denen heraus die wissenschaftliche  
Philosophie neu erwachen wird. Wenn ich Ihren  
Untersuchungen in einigen Punkten widersprechen  
müßte, so liegt das vielleicht z.T. in einer

In einem sehr umfangreichen Brief vom 26. November 1920 legt Schlick daraufhin Reichenbach seine Position dar. Zunächst charakterisiert er dabei seine Auffassung zur Kantischen Philosophie und zum Begriff des Apriori. Er schreibt:

„Wie Sie ganz richtig bemerkten, habe ich in meinem Verhältnis zur Kantschen Philosophie hauptsächlich die negative Seite betont, während Sie alles Haltbare daran in der freundlichsten Weise hervorkehren; und dadurch erscheint die Kluft zwischen uns größer als sie in Wirklichkeit ist. Sie werden gewiß glauben, daß ich im Grunde vor dem alten Königsberger einen gewaltigen Respekt habe. Aber ich muß bekennen, daß mir in allen seinen großen Kritiken doch ein reaktionärer Geist am Werke zu sein scheint. Kant war eingeständenermaßen in die Metaphysik verliebt, und als der Positivismus Humes ihn im Innersten erschüttert hatte, blieb sein sehnlichster Wunsch, zu retten, was sich an Notwendigem und Allgemeingültigem retten ließ. Synthetische Sätze dieser Art glaubte er in der Mathematik und in der „reinen Naturwissenschaft“ vorzufinden, und er erkläre sie und rechtfertigte ihre Geltung, indem er die allgemeinsten Gesetze der Natur zugleich als die Prinzipien der *Naturerkenntnis* enthüllte (als Prinzipien der Möglichkeit der Erfahrung). Mit andern Worten (denn für ihn war dies dasselbe): er identifizierte die evidenten allgemeinen Sätze der Naturwissenschaft mit den Prinzipien, die den Erfahrungsgegenstand konstituieren. Gerade hierin, d.h. in der Vereinigung der beiden von Ihnen sehr richtig unterschiedenen Begriffe des Apriori scheint mir ein so wesentlicher Gedanke des Kritizismus zu liegen, daß man nicht daran rütteln kann, ohne sich weit außerhalb der Kantischen Philosophie zu stellen. Da Sie nun jene Identifizierung mit derselben Energie ablehnen wie ich, so sind wir m.E. beide weit davon entfernt, Kantianer zu sein. Ich bitte Sie, im Zweifelsfalle folgendes zu bedenken 1), das Apriori im ersten Sinne (evident, apodictisch gültig) ist ja ganz gewiß nicht für den Kritizismus charakteristisch, sondern bildet von Descartes her ein altes Erbstück der Philosophie; 2) bei der zweiten Art des Apriori (Gegenstandsbegriff bestimmend) hat Kant zwar das große Verdienst der ausdrücklichen scharfen Formulierung, der Sache nach aber wird es implizite von jeder Erkenntnistheorie anerkannt, der Leibnizschen wie der Humeschen, und eine Ausnahme bildet nur der extremste Sensualismus, von dessen Unhaltbarkeit ich natürlich ebenso wie Sie überzeugt bin. Mir ist die Voraussetzung gegenstandskonstituierender Prinzipien so selbstverständlich, daß ich, zumal in der „Allg. Erkenntnisl.“ nicht nachdrücklich genug darauf hinwies [...]. Es ist ganz klar, daß eine Wahrnehmung nur dadurch zur „Beobachtung“ oder gar „Messung“ wird, daß gewisse Prinzipien vorausgesetzt werden, durch die dann der Begriff des beobachteten oder gemessenen Gegenstandes aufgebaut wird. In diesem Sinne sind die Prinzipien a priori zu nennen – Kant aber würde uns unzweifelhaft sagen, daß *dies Apriori allein* keinen Pfifferling wert sei; es komme vielmehr darauf an, daß jene Prinzipien identisch mit den evidenten Axiomen wären (z.B. Kausalsatz, Substanzgesetz); erst dann haben sie alle Merkmale des Kantschen A-priori.“<sup>207</sup>

Gegen das Kantische Apriori bringt Schlick im Folgenden den Begriff der Konvention ins Spiel. So setzt er fort:

„Es bestehen ja aber außerdem noch die beiden Möglichkeiten, daß jene Prinzipien Hypothesen oder daß sie Konventionen sind. Nach meiner Meinung trifft gerade das zu, und es ist der Kernpunkt meines Briefes, daß ich nicht herauszufinden vermag, worin sich Ihre Sätze a priori von den Konventionen eigentlich unterscheiden – sodaß wir also im wichtigsten Punkte einer Meinung wären.“<sup>208</sup>

Und hinsichtlich Reichenbachs Position führt er aus:

„Die entscheidenden Stellen, an denen Sie den Charakter Ihrer apriorischen Zuordnungsprinzipien beschreiben, erscheinen mir geradezu als wohl gelungene Definitionen des Konventionsbegriffs.“<sup>209</sup> [...] Es sind nur solche Konventionen gestattet, die sich in ein gewisses System von Prinzipien einfügen, und dies System *als Ganzes* wird durch die Erfahrung bestimmt; die Willkür kommt erst bei

---

<sup>207</sup> Moritz Schlick an Hans Reichenbach, 26. November 1920, Schlick-Nachlass, Inv.-Nr. 115/Reich-42.

<sup>208</sup> Ebd.

<sup>209</sup> Schlick meint hiermit die folgende Passage: „Nicht darin drückt sich der Anteil der Vernunft aus, daß er unveränderte Elemente des Zuordnungssystems gibt, sondern darin, daß willkürliche Elemente im System auftreten.“ (Reichenbach 1920, *Relativitätstheorie*, S. 85)

der Art seines Aufbaus hinein und wird gelenkt durch das Prinzip der Einfachheit, der Ökonomie, oder, wie ich lieber gesagt habe, das Prinzip des Minimums der Begriffe.“<sup>210</sup>

Anschließend macht er nochmals deutlich, dass er keinesfalls auf gegenstandskonstitutive Zuordnungsprinzipien beim gesetzlichen Naturerkennen verzichten will, allerdings widerspricht er ihrem Charakter als synthetische Urteile a priori. So heißt es weiter:

„Meine gegen Kant gerichteten „Beweise“ wollen nicht die Existenz von Zuordnungsprinzipien mit konstitutiver Bedeutung leugnen – und ich finde nach sorgfältiger Lektüre der in Betracht kommenden Stellen nicht einmal, daß meine Ausführungen diese Interpretation sehr nahe legen. Sie wenden sich vielmehr nur gegen Kants Meinung, *seine* Prinzipien seien die *unumgänglichen* (evidenten, notwendigen) Grundlagen. Dem widerspricht auch nicht, daß nach meiner Ansicht die „Relationen“ bereits anschaulich vorgefunden werden, denn diese müssen ja begrifflich-quantitativ beschrieben werden, und dann setzt sofort die Konvention ein, dann kommen die konstitutiven Prinzipien ins Spiel. Ich habe, wie schon bemerkt, den didaktischen Fehler gemacht, die Kritik zu wenig durch positive Ausführungen zu ergänzen. [...]

Ich hoffe zuversichtlich, daß Sie in der Frage der Evidenz der Geometrie schließlich zu einer Modifikation Ihrer Ansicht gelangen werden. Einstein glaubt (nach mündlicher Mitteilung), daß man in der Schule der Zukunft die Anfänge der Geometrie so in ihrer Abhängigkeit von physischen Erfahrungen lehren wird, daß die euklidischen Axiome ihre ausgezeichnete Stellung von vornherein einbüßen. Ich zweifle nicht, daß er recht hat. [...]<sup>211</sup>

In seinem Antwortschreiben an Schlick vom 29. November 1920 stellt Reichenbach zustimmend fest:

„Ich danke Ihnen recht herzlich für Ihren ausführlichen Brief. Ich habe danach in der Tat den Eindruck, daß unsere Differenzen wesentlich geringer sind, als ich glaubte. Für Ihre ausführliche Kritik bin ich Ihnen wirklich sehr dankbar, denn ich empfinde jeden Zwang, meine Meinungen schärfer zu formulieren, als ein Mittel zur besseren Erkenntnis. Und ich freue mich, dass es auch mal unter Philosophen möglich sein soll, sich auf objektive Resultate zu einigen.

Dass Ihre Auffassung mit meiner in der konstitutiven Bedeutung der Zuordnungsprinzipien so weitgehend übereinstimmt, ist mir eine grosse Freude. [...]<sup>212</sup>

Und wie Schlick betont er nun den *begriffskonstitutiven* Charakter der Zuordnungsprinzipien. Er schreibt:

„Über die Beurteilung der Kant'schen Philosophie sind wir uns nun, glaube ich, im wesentlichen einig. Dass meine Kritik einen Bruch mit einem sehr tiefen Prinzip Kants bedeutet, glaub ich auch [...]. Wenn es mir trotzdem schien, dass meine Auffassung als eine neuere Fortführung der Kant'schen angesehen werden kann, so liegt das wohl daran, dass mir die Betonung des konstitutiven Charakters im Objektivbegriff immer als das Wesentlichste bei Kant erschienen ist – vielleicht nur deshalb, weil ich persönlich diese Gedanken zuerst durch Kant gelernt habe. [...] Auch glaube ich, aus meiner grossen Hochachtung gegen Kant heraus, dass er, wenn er heute lebte, die Relativitätstheorie anerkennen würde, und seine Philosophie ändern würde; und ich würde Kant gern vor den Kantianern bewahren. – Aber, ob man meine Ideenrichtung dann noch Kantianismus nennen soll, ist nur noch eine terminologische Frage, und wohl besser zu verneinen.“<sup>213</sup>

---

<sup>210</sup> Moritz Schlick an Hans Reichenbach, 26. November 1920, Schlick-Nachlass, Inv.-Nr. 115/Reich-42.

<sup>211</sup> Ebd.

<sup>212</sup> Hans Reichenbach an Moritz Schlick, 29. November 1920, Schlick-Nachlass, Inv.-Nr. 115/Reich-2.

<sup>213</sup> Ebd.

Gleichfalls stellt Reichenbach aber heraus, dass er zunächst auch den Begriff der Konvention ablehnt. Er teilt Schlick mit:

„Sie fragen mich, warum ich meine Prinzipien a priori nicht *Konventionen* nenne. Ich glaube, über diese Frage werden wir uns sehr leicht einigen. Obgleich mehrere Systeme von Prinzipien möglich sind, ist doch immer nur eine *Gruppe* von Prinzipien-Systemen möglich; und in dieser Einschränkung liegt eben doch ein Erkenntnisgehalt. Jedes mögliche System besagt in seiner Möglichkeit eine *Eigenschaft* der Wirklichkeit. Ich vermisse bei Poincaré eine Betonung, dass die Willkürlichkeit der Prinzipien eingeschränkt ist, sowie man Prinzipien *kombiniert*. Darum kann ich den Namen „Konvention“ nicht annehmen. Auch sind wir nie sicher, dass [wir] nicht zwei Prinzipien, die wir heute nebeneinander als konstitutive Prinzipien bestehen lassen und die also beide nach Poincaré Konventionen sind, morgen wegen neuer Erfahrungen trennen müssen, sodass zwischen beiden Konventionen die Alternative als synthetische Erkenntnis auftritt. Ich gehe wohl nicht fehl, wenn ich annehme, damit Ihre Meinung ebenso zu treffen. [...]“<sup>214</sup>

Zum Ende des Jahres 1920 konstatiert Schlick die wesentliche Übereinstimmung seiner und der Position Reichenbachs. Gleichfalls geht er auch auf Reichenbachs Bedenken in Bezug auf die Konventionen ein und teilt diesem am 11. Dezember 1920 mit:

„Aus Ihrem Briefe habe ich mit Freude die weitgehende Übereinstimmung unserer Ansichten konstatiert; die noch bestehenden Abweichungen scheinen sich fast nur auf Punkte zu beziehen, die tatsächlich noch näherer Untersuchungen bedürfen, über deren Ergebnis man noch verschiedene Vermutungen aufstellen kann. Auch in der Philosophie gibt’s ja einen Fortschritt. Gestatten Sie mir heute nur in aller Eile ein paar Bemerkungen. 1) zur Frage der „Konventionen“. Wenn Poincaré nicht ausdrücklich betont hat, daß Konventionen nicht voneinander unabhängig, sondern immer nur gruppenweise möglich sind, so würde man ihm natürlich doch sehr unrecht tun, wollte man glauben, er sei sich dieses Umstandes nicht bewußt gewesen. Selbstverständlich war dies der Fall [...]. Der Beibehaltung des Terminus steht also m.E. nichts im Wege. [...]“<sup>215</sup>

Dass Schlick Reichenbach schließlich überzeugt hat, wird nicht allein aus den angeführten Briefen deutlich, sondern dokumentiert sich gleichfalls in Veröffentlichungen Reichenbachs. So schreibt dieser in einem Überblicksartikel zur Relativitätsdiskussion im Jahre 1922:

„Wenn Schlick seine philosophische Anschauung als Empirismus bezeichnet, so entsteht die Gefahr, daß er mit diesem Wort auf jene naive Stellung festgelegt erscheint, die die Probleme des begrifflichen Denkens übersieht; und ich selbst glaubte aus Schlicks ablehnender Stellung zu Kant schließen zu müssen, daß er die konstitutiven Bedeutung gedanklicher Prinzipien im Gegenstandsbegriff verkenne. [...] Wie sich jedoch im Verlaufe eines Briefwechsels herausstellte, beruhte dieser Vorwurf auf einem Mißverständnis, und ich nehme ihn deshalb sehr gern zurück. [...] Es scheint mir [...], daß der Schlicksche Empirismus nicht als ein den üblichen Systemen der Philosophie vergleichbarer „Standpunkt“ aufzufassen ist, sondern lediglich eine Bezeichnung für eine Arbeitsmethode darstellt, deren Grundlage in dem Hinnehmen der Realität als einer nur erlebbaren Gegebenheit besteht, und die sich [der] *Analyse dieses Erlebnisprozesses* (im weitesten Sinne), ohne Festlegung auf eine bestimmte *Interpretation* desselben, zur Aufgabe gemacht hat. Ich bin gern bereit, diese Arbeitsmethode anzuerkennen; denn die von mir so genannte „wissenschaftsanalytische Methode“ will nichts anderes als eben diese sachliche Einstellung.“<sup>216</sup>

Somit lässt sich am Ende der Reichenbach-Schlick-Debatte eine Angleichung beider Positionen hin zu einem Empirismus mit gegenstandskonstitutiven Prinzipien feststellen.

---

<sup>214</sup> Ebd..

<sup>215</sup> Moritz Schlick an Hans Reichenbach, 11. Dezember 1920, ASP, HR 015-63-19.

<sup>216</sup> Hans Reichenbach, „Der gegenwärtige Stand der Relativitätsdiskussion. Eine kritische Untersuchung“, in: *Logos*, Bd. X, 1922, S. 359 f.



## **6. Schlicks Empirismus mit gegenstandskonstitutiven Prinzipien und die Entstehung der Quantenmechanik**

Das erste direkte Zusammentreffen zwischen Reichenbach und Schlick dürfte sich erst einige Zeit nach ihrer Debatte auf der Hundertjahrfeier der *Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte*, die vom 18. bis 24. September 1922 in Leipzig stattfand, zugetragen haben. So schreibt Schlick am 27. Januar 1922 an Reichenbach, nachdem zuvor schon einige vereinbarte Treffen aus unterschiedlichen Gründen gescheitert waren:

„Spätestens können wir uns vielleicht auf der Leipziger Naturforschertagung begegnen, an der mitzuwirken man mich eingeladen hat.“<sup>217</sup>

Reichenbach teilt Schlick daraufhin mit:

„Dass Sie in Leipzig vortragen werden, ist im Interesse der Physiker sehr erfreulich; ich denke selbst auch dort zu sein.“<sup>218</sup>

Zweifellos war Schlick zu diesem Zeitpunkt der führende Vertreter einer an den Ergebnissen der empirischen Einzelwissenschaften ausgerichteten wissenschaftlichen Philosophie im deutschsprachigen Raum, was noch durch seinen Ruf zum Wintersemester 1922/23 an die Universität Wien auf den dortigen Lehrstuhl für induktive Wissenschaften, der zuvor von Ludwig Boltzmann und Ernst Mach besetzt worden war, untermauert wurde. Reichenbach selbst charakterisiert Schlicks Werk in einem Brief an diesen mit den Worten:

„Ich habe Ihre Schriften stets sehr gern gelesen, denn ich bewundere darin die grosse Nüchternheit der Überlegung und die Bestimmtheit der Begriffsbildung. In einer Zeit, wo die Philosophie so darnieder liegt, dass sie ihr Unvermögen gewöhnlich nur durch die Dunkelheit des sprachlichen Ausdrucks zu verhüllen vermag, scheinen mir Ihre Schriften zu den wenigen zu gehören, aus denen heraus die wissenschaftliche Philosophie neu erwachsen wird.“<sup>219</sup>

Schlicks Vortrag auf der allgemeinen Sitzung zur Eröffnung der 87. Versammlung der *Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte* (Hundertjahrfeier) am Vormittag des 18. September 1922 in der Alberthalle des Krystallpalastes zu Leipzig kann als Abschluss seiner Überlegungen zur Relativitätstheorie und überhaupt als eine Zäsur in der wissenschaftsphilosophischen Auseinandersetzung mit der Einsteinschen Lehre betrachtet werden.<sup>220</sup> Von nun an spielte in der wissenschaftlichen Philosophie mehr und mehr die Quantentheorie eine herausragende, wenn nicht sogar die gegenüber der Relativitätstheorie entscheidendere Rolle.

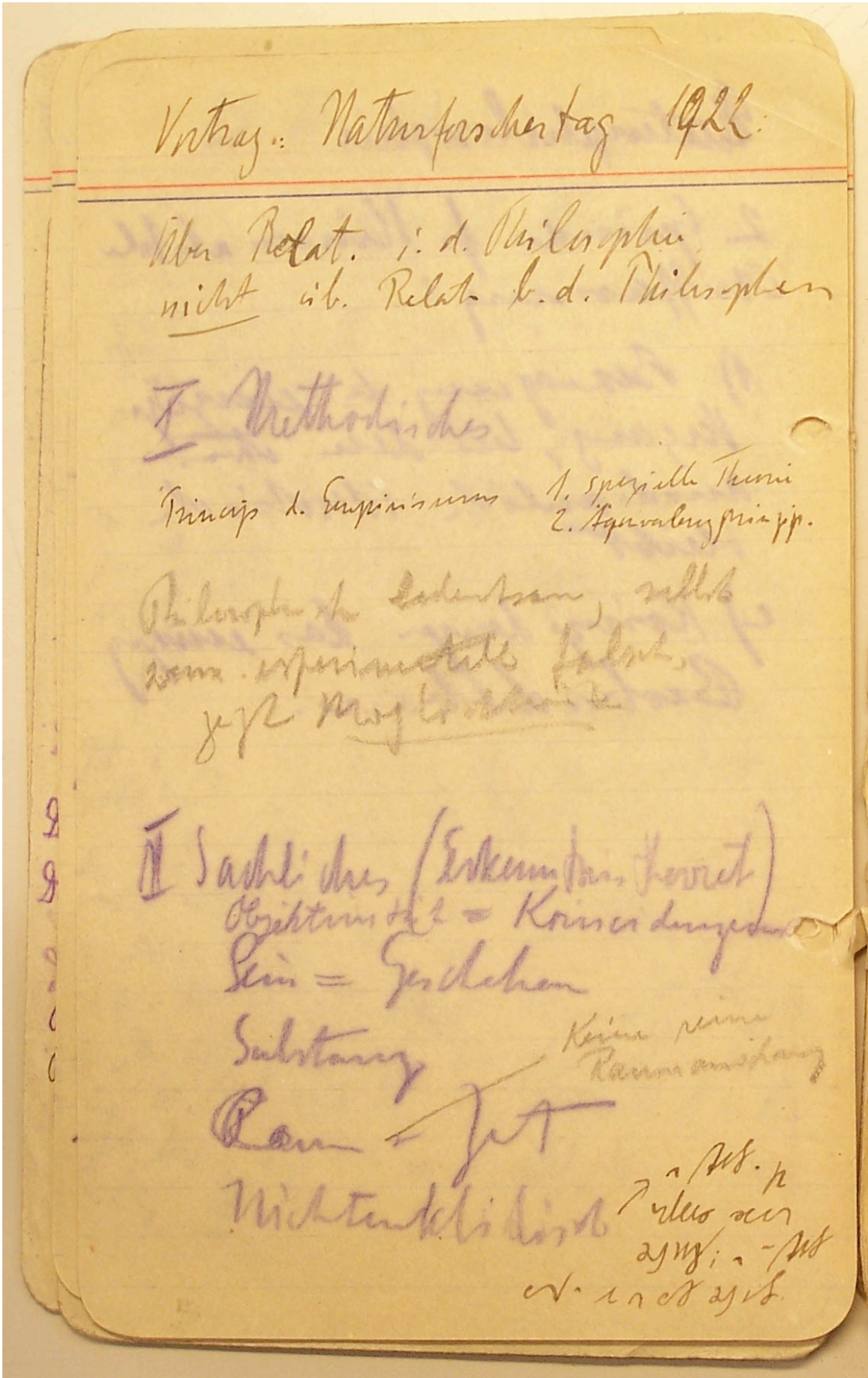
---

<sup>217</sup> Moritz Schlick an Hans Reichenbach, 27. Januar 1922, ASP, HR-015-63-17. Schlick war von Max Planck zum Vortrag eingeladen worden. Dieser teilte Schlick mit: „Sodann aber habe ich mich eines Auftrages zu entledigen, der mir als dem derzeitigen Vorsitzenden der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte von dem Vorstand dieser Gesellschaft erteilt worden ist, nämlich Sie zu fragen, ob Sie vielleicht geneigt wären, auf der nächstjährigen Tagung der Gesellschaft in Leipzig, im September 1922, welche zugleich die Feier ihres 100jährigen Bestehens mit umfassen wird, einen Vortrag in der ersten allgemeinen Sitzung zu halten. Wir hatten uns als wissenschaftliches Thema für diese Sitzung kein geeigneteres auswählen können, als die Einsteinsche Relativitätstheorie, deren Bedeutung für die Wissenschaft und die Kulturwelt gerade für eine Jubiläumstagung eine angemessene Lösung abgibt, und als Redner wissen wir uns keinen berufeneren zu denken als zuerst Einstein über die ‚Relativitätstheorie in der Physik‘ und dann Sie über die ‚Relativitätstheorie in der Philosophie‘.“ (Max Planck an Moritz Schlick, 4. Dezember 1921, Schlick-Nachlass, Inv.-Nr. 113/Pla-9)

<sup>218</sup> Hans Reichenbach an Moritz Schlick, 1. März 1922, Schlick-Nachlass, Inv.-Nr. 115/Reich-5

<sup>219</sup> Hans Reichenbach an Moritz Schlick, 17. Oktober 1920, Schlick-Nachlass, Inv.-Nr. 115/Reich-1.

<sup>220</sup> Moritz Schlick, „Die Relativitätstheorie in der Philosophie“, in: *Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte*, 87. Versammlung zu Leipzig, Alexander Wittig (Hrsg.), Leipzig: Vogel 1923, S.58–69 (nachfolg. Schlick 1922, *Relativitätstheorie in der Philosophie*).



Notizhefteintrag Schlicks zu seinem Vortrag auf der Naturforscherversammlung 1922 in Leipzig, Notizheft 4, Schlick-Nachlass, Inv.-Nr. 180, A.196, S. 16.

Dies wird bereits durch die Vorträge auf den zwei folgenden Naturforscherversammlungen dokumentiert. So sprechen Arnold Sommerfeld 1924 in Innsbruck und zwei Jahre später Werner Heisenberg in Düsseldorf über die Grundlagen der Quantentheorie.<sup>221</sup>

In Leipzig hatte Schlick im Gefühl des sicheren Sieges mit seinem empiristischen Programm die erkenntnistheoretische Lektion der Relativitätstheorie (die sich zuvor in der Diskussion mit Cassirer und Reichenbach behauptet hatte) verkündet. Gleichfalls können Schlicks Ausführungen als richtungweisend für eine philosophische Behandlung der Quantentheorie angesehen werden. Von großem Interesse dürfte sein, dass Werner Heisenberg und Wolfgang Pauli unter den Zuhörern des Leipziger Vortrags waren.<sup>222</sup> Schlick führt hier aus,

„daß als Erklärungsgrund in der Naturwissenschaft nur etwas wirklich Beobachtbares eingeführt werden dürfe. [...] *Einstein* sagte: was sich nicht nachweisen läßt, darf nicht als existierend angenommen werden. Dies ist natürlich eine philosophische Forderung, nicht etwa ein Erfahrungssatz; Erfahrung kann ja nicht darüber lehren, ob etwas Nicht-Erfahrbares existiert. Und dieses philosophische Postulat hat ein so großes Gewicht für uns alle, die wir an *Einstein's* Theorie glauben, daß wir alle Konsequenzen, zu denen die darauf gebaute Theorie führt, willig in den Kauf nehmen, und mögen sie noch so paradox sein. Wir opfern dem erkenntnistheoretischen Postulat zuliebe ohne Bedenken die alten Vorurteile und Denkgewohnheiten, daß die Längenmessungen eines Körpers, die Zeitdauer eines Vorgangs, die Gleichzeitigkeit an verschiedenen Orten etwas Absolutes seien, – freilich erst, nachdem wir sie wirklich als Vorurteile erkannt haben – aber wir opfern sie, um die Erkenntnisbefriedigung zu genießen, die uns die Erfüllung jenes philosophischen Satzes bereitet. [...] So hat *Einstein* die Physik wieder philosophisch gemacht; oder vielmehr, es ist durch ihn deutlich geworden, daß die Physik philosophisch ist, daß auch der Physiker sich von philosophischen Gesichtspunkten leiten lassen muß. Und daß das Eindringen in den *Geist* der physikalischen Forschung, welches die philosophische Einstellung mit sich bringt, auch für die Physik selbst wieder fruchtbar wird, zeigt ja die weitere Entwicklungsgeschichte der Relativitätstheorie.“<sup>223</sup>

Deutlicher als in jeder anderen Schrift zuvor heißt es bei Schlick weiter:

„Die in der [Relativitäts]-Theorie so stark betonte Tendenz, nur das Erfahrbare, Beobachtbare gelten zu lassen, ist im Sinne jener Denkrichtung, die man als *Empirismus*, als Erfahrungsphilosophie zu bezeichnen pflegt. In meine in der Tat: die Forderung, in das System der Weltbeschreibung keine andern Größen aufzunehmen als erfahrbare, darf geradezu als *der* Grundsatz der reinen Erfahrungsphilosophie angesehen werden. [...] Und weil es der Relativitätstheorie geglückt ist, zu zeigen, daß jene erkenntnistheoretische Forderung sich in der Physik wirklich erfüllen läßt und gerade durch ihre Erfüllung erstaunlichste naturwissenschaftliche Erfolge erzielt wurden, so darf der Empirismus den Sieg der Relativitätslehre als einen eigenen Sieg in Anspruch nehmen, darf darin eine Bestätigung seiner eigenen Ideen, einen Beweis der Fruchtbarkeit seiner eigenen Ansätze erblicken.“<sup>224</sup>

Der philosophische Triumph eines Empirismus mit gegenstandskonstitutiven Prinzipien, so wie er im Zusammenhang mit der allgemeinen Relativitätstheorie von Schlick vertreten worden ist, dokumentiert zu Anfang der 1920er Jahre die enge Verbindung zwischen der wissenschaftlichen Philosophie und der modernen Physik und stellt in den Augen der meisten Phy-

---

<sup>221</sup> Vgl. Arnold Sommerfeld, „Grundlagen der Quantentheorie und des Bohrschen Atommodelles“, in: *Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte*, 88. Versammlung zu Innsbruck, hrsg. im Auftrag des Vorstandes und der Geschäftsführung durch die *Naturwissenschaften*, Berlin: Springer 1924, S. 1047–1049 und Werner Heisenberg, „Quantenmechanik“, in: *Die Naturwissenschaften*, Jg. 14, H. 45, 1926, S. 989–994 (nachfolg. Heisenberg, *Quantenmechanik*).

<sup>222</sup> Vgl. dazu Werner Heisenberg, *Der Teil und das Ganze. Gespräche im Umkreis der Atomphysik*. München und Zürich: Piper 1969, S. 57f. und ders., *Liebe Eltern. Briefe aus kritischer Zeit 1918 bis 1945*, hrsg. von Anna Maria Hirsch-Heisenberg, München: Langen Müller 2003, S. 39–41. Ferner Wolfgang Pauli an Moritz Schlick, 21. August 1922, Schlick-Nachlass, Inv.-Nr. 112/Pau/W-1.

<sup>223</sup> Schlick 1922, *Relativitätstheorie in der Philosophie*, S. 60 f.

<sup>224</sup> Ebd., S. 62 f.

siker Schlick als Sieger in der Auseinandersetzung mit Kantischen, neukantischen und positivistisch-sensualistischen Positionen heraus. Für Schlick selbst bleibt allein der von Reichenbach verteidigte Kantianismus als ernstzunehmender Gegner übrig, der jedoch genauer betrachtet gleichfalls vor seinem Empirismus die Waffen strecken muß. So lautet es bei Schlick:

„Immerhin ist heute noch der Kantianismus ein ernster – und der einzige beachtenswerte – Gegner einer empiristischen Auslegung der Relativitätstheorie. Er hat nichts unversucht gelassen, um das Prinzip seiner Philosophie den neuen Erkenntnissen gegenüber zu retten. Er hat sich zu diesem Zwecke auf einen höheren Standpunkt zurückgezogen, indem er die *Kantschen* Grundgedanken so verallgemeinerte, daß sie fähig erschienen, die neue Physik in sich aufzunehmen. Es stellt sich aber heraus, daß bei Verfolgung dieses Weges vom Kantianismus schließlich nur soviel übrig bleibt, als mit einer verständigen und vertieften Erfahrungsphilosophie vereinbar und auch in ihr schon enthalten ist, so daß die letztere eben doch siegreich bleibt.“<sup>225</sup>

Mit dem Sieg des Empirismus ist auch das Ende des Apriorismus in der wissenschaftlichen Philosophie im Zusammenhang mit der allgemeinen Relativitätstheorie verbunden. Gleichwohl stellt sich nunmehr die Frage, ob und inwiefern der Ausgang dieser Auseinandersetzung am Beginn der 1920er Jahre auch für die sich etablierende Quantentheorie richtungsweisend gewesen ist.

Blicken wir dabei auf einen Aufsatz Werner Heisenbergs aus dem Jahre 1926, dem ein Vortrag auf der 89. Naturforschertagung in Düsseldorf zugrunde liegt. Heisenberg zeichnet in diesem Aufsatz, der in den *Naturwissenschaften* am 5. November 1926 erschien, die Motive nach, die zur Aufstellung der Quantenmechanik geführt haben. Schlagwortartig lassen sich die Verbindungen zwischen Schlicks Empirismus und Heisenbergs Auffassung zur Entstehung der Quantenmechanik aufweisen.

### 1) *Gesetzesbegriff und Erfahrung*

Heisenberg beginnt seinen Aufsatz mit Überlegungen zum physikalischen Gesetzesbegriff im Zusammenhang mit der Erfahrung. Er macht dabei deutlich, dass uns experimentelle Beobachtungen (z.B. Strahlungsphänomene) in Bezug auf den atomaren Bereich eine Veränderung der Gesetze der Physik nahegelegt haben. Im Besonderen verweist er auf die diskontinuierliche Struktur der Materie, die sich in einer Reihe von Experimenten offenbart hatte und den gängigen klassischen Beschreibungsweisen widersprach. Ausgehend von diesen experimentellen Fakten wurde der Gesetzesbegriff der Physik und damit verbunden der Gegenstandsbegriff problematisiert. Heisenberg stellt diesen Zusammenhang wie folgt dar:

„Die Untersuchung der Art von physikalischer Realität, die den Elektronen und Atomen zukommt, ist eben der Gegenstand der Atomphysik und damit auch der „Quantenmechanik“ (Qu.M.). Jenes typisch diskontinuierliche Element [...] findet nicht nur in der Tatsache der atomistischen Struktur der Materie ihren Ausdruck, sondern auch in den Gesetzmäßigkeiten des Atombaus.“<sup>226</sup>

### 2) *Besondere Art der Realität von Quantenobjekten*

Schon die Bohrschen Grundpostulate der Quantentheorie stellen nach Heisenberg einen „endgültigen Bruch mit den Begriffen der klassischen Theorie dar“<sup>227</sup>. Angesichts der quantentheoretischen Phänomene erweisen sich die klassischen Konzepte als ungeeignet für eine Beschreibung der besonderen Art der Realität von Quantenobjekten. Heisenberg betont daher, „daß die Untersuchung jenes typisch diskontinuierlichen Elementes und jener „Art von

---

<sup>225</sup> Ebd., S. 68 f.

<sup>226</sup> Heisenberg, *Quantenmechanik*, S. 989.

<sup>227</sup> Ebd.

Realität“ das eigentliche Problem der Atomphysik und daher auch der Inhalt aller quantenmechanischen Überlegungen ist.“<sup>228</sup> Er stellt demnach einen direkten Zusammenhang her zwischen den beobachteten Tatsachen, die eine diskontinuierliche Struktur der Materie enthüllt haben, und der besonderen Existenzweise von Quantenobjekten, die „*nicht* jenen Grad von unmittelbarer Realität, wie die Gegenstände der täglichen Erfahrung“ haben.<sup>229</sup>

### 3) *Unanschaulichkeit*

In diesem Zusammenhang musste zunächst auf die gewohnte Anschaulichkeit physikalischer Vorgänge verzichtet werden. An ihre Stelle rückte die widerspruchsfreie Anwendbarkeit von möglichst einfachen Begriffssystemen auf gegebene Quantenphänomene. Heisenberg betont:

„Das Programm der Qu.M. mußte daher sein, sich zunächst von diesen anschaulichen Bildern freizumachen und an Stelle der bisher benutzten Gesetze der klassischen Kinematik und Mechanik einfache Beziehungen zu setzen zwischen experimentell gegebenen Größen. Während also die frühere Theorie den Vorteil der unmittelbaren Anschaulichkeit und des Gebrauchs bewährter physikalischer Prinzipien mit dem Nachteil verband, im allgemeinen mit Beziehungen zu rechnen, die prinzipiell nicht prüfbar waren und daher zu inneren Widersprüchen führen konnten, sollte die neue Theorie auf die Anschaulichkeit ganz verzichten, dafür aber nur ganz konkrete Beziehungen enthalten, die einer unmittelbaren experimentellen Prüfung zugänglich sind und deswegen kaum in die Gefahr innerer Widersprüche kommen.“<sup>230</sup>

Erneut könnte Schlick für diese Aussagen Heisenbergs der erkenntnistheoretische Pate gewesen sein. Auch Schlick hebt die Unanschaulichkeit der wissenschaftlichen Begriffsbildung hervor. Gleichfalls stellt er das konventionalistische Prinzip der Einfachheit im Anschluss an Poincaré als einen der Leitgedanken der physikalischen Begriffsconstitution heraus.

### 4) *Zuordnungsrelation*

Die quantenmechanischen Begriffssysteme ziehen angewandt auf quantentheoretische Phänomene eine Veränderung und Erweiterung der Zuordnungsrelation nach sich. Dies führt in Übereinstimmung mit der Ansicht Schlicks zu einer Revision des physikalischen Gegenstandsbegriffs. Dazu schreibt Heisenberg:

„Wenn überhaupt die Korpuskularvorstellung beibehalten werden sollte, konnte man diese Schwierigkeit offenbar nur entgehen, wenn man überhaupt darauf verzichtete, dem Elektron oder dem Atom einen bestimmten Punkt im Raum als Funktion der Zeit zuzuordnen; zur Rechtfertigung muß angenommen werden, daß ein solcher Punkt auch nicht direkt beobachtet werden kann. Dieser Verzicht bedeutet die *erste entscheidende Einschränkung* bei der Diskussion der Realität der Korpuskeln. [...]

Daher wurde in der Qu.M. die Gesamtheit der beobachtbaren Strahlungsgrößen, die der klassischen Fourierreihe entsprechen, als Repräsentant des „Ortes des Elektrons“ angesehen. Da nach den Grundpostulaten der Quantentheorie die Ausstrahlung einer Linie mit dem Übergang von einem stationären Zustand des Atoms zu einem anderen verknüpft ist, so ist jede Strahlungsgröße, zwei Termen oder Zuständen zugeordnet. An Stelle der klassischen „Koordinate des Elektrons“ trat also in der Qu.M. eine zweidimensionale „*Tabelle*“ von Strahlungsgrößen, eine sog. „*Matrix*“.“<sup>231</sup>

---

<sup>228</sup> Ebd., S. 989.

<sup>229</sup> Ebd.

<sup>230</sup> Ebd., S. 990.

<sup>231</sup> Ebd., S. 990.

5) *Prinzipielle Beobachtbarkeit quantenmechanischer Größen*

Die mathematische Entwicklung der Matrizenmechanik führt schließlich zu Vertauschungs- und Unschärferelation, die gleichwohl nur noch zwischen direkt beobachtbaren Größen bestehen. Hierzu lautet es bei Heisenberg:

„Für mikroskopische Vorgänge bleiben nur noch Relationen zwischen beobachtbaren experimentell gegebenen Größen übrig, eine unmittelbare anschauliche Deutung kann den zugrunde liegenden physikalischen Vorgängen einstweilen nicht gegeben werden.“<sup>232</sup>

An dieser Stelle enthüllt Heisenbergs Rekonstruktion den Kern des quantenmechanischen Programms als das *Prinzip des Empirismus*, welches Schlick auf der Leipziger Naturforscherversammlung ausgezeichnet hatte. Rufen wir uns Schlicks zentrale Aussage noch einmal ins Gedächtnis. Dieser hatte im Sinne eines *methodischen Grundsatzes* gefordert, „in das System der Weltbeschreibung keine andern Größen aufzunehmen als erfahrbare“<sup>233</sup>. Schlicks Empirismus kann demnach als philosophische Leitidee für das Auffinden der Quantenmechanik und die Konstruktion ihrer gesetzmäßigen Zusammenhänge angesehen werden. Damit wäre ein weiterer Aspekt des fruchtbaren Zusammenspiels zwischen der wissenschaftlichen Philosophie und der modernen Physik offen gelegt, der nun gleichwohl der weitergehenden Untersuchung bedarf.

---

<sup>232</sup> Ebd., S. 991.

<sup>233</sup> Schlick 1922, *Philosophie der Relativitätstheorie*, S. 62 f.

## Literatur

### *The Collected Papers of Albert Einstein:*

Vol. 6, *The Berlin Years: Writings, 1914–1917*, A.J. Kox, Martin J. Klein, and Robert Schulmann (Eds.), Princeton: University Press 1996.

Vol. 7, *The Berlin Years: Writings, 1918–1921*, Michel Janssen, Robert Schulmann, József Illy, Christoph Lehner, and Diana Kormos Buchwald (Eds.), Princeton: University Press 2002.

Vol. 8, *The Berlin Years: Correspondence, 1914–1918, Part A 1914–1917*, Robert Schulmann, A.J. Kox, Michel Janssen, and József Illy (Eds.), Princeton: University Press 1998.

Vol. 8, *The Berlin Years: Correspondence, 1914–1918, Part B 1918*, Robert Schulmann, A.J. Kox, Michel Janssen, and József Illy (Eds.), Princeton: University Press 1998.

Vol. 9, *The Berlin Years: Correspondence, January 1919–April 1920*, Diana Kormos Buchwald, Robert Schulmann, József Illy, Daniel J. Kennefick, and Tilman Sauer (Eds.), Princeton: University Press 2004.

Vol. 10, *The Berlin Years: Correspondence, May–December 1920 and Supplementary Correspondence, 1909–1920*, Diana Kormos Buchwald, Tilman Sauer, Ze'ev Rosenkranz, József Illy, and Virginia Iris Holmes (Eds.), Princeton: University Press 2006

### *Moritz Schlick Gesamtausgabe:*

Abt. I, Bd. 1, *Allgemeine Erkenntnislehre*, hrsg. und eingeleitet von Hans Jürgen Wendel und Fynn Ole Engler, Wien/New York: Springer (erscheint 2008). [MSG A I/1]

Abt. I, Bd. 2, *Über die Reflexion des Lichtes in einer inhomogenen Schicht/Raum und Zeit in der gegenwärtigen Physik*, hrsg. und eingeleitet von Fynn Ole Engler und Mathias Neuber, Wien/New York: Springer 2006. [MSG A I/2]

Richard Avenarius, „Zur Einführung“, in: *Vierteljahrsschrift für wissenschaftliche Philosophie*, Jg. 1, 1877, S. 1–14.

Hannelore Bernhardt, „Hans Reichenbach in seinen Berliner Jahren im Lichte seines Briefwechsels und anderer Dokumente“, in: *Dahlemer Archivgespräche*, Bd. 3, 1998, S. 31–49.

Ernst Cassirer, *Substanzbegriff und Funktionsbegriff*, Berlin: Bruno Cassirer 1910. [Cassirer 1910, *Substanzbegriff und Funktionsbegriff*]

Ernst Cassirer, *Kants Leben und Lehre*. Berlin: Bruno Cassirer<sup>2</sup>1921. [Cassirer, *Kant*]

Ernst Cassirer, *Zur Einsteinschen Relativitätstheorie. Erkenntnistheoretische Betrachtungen*. Berlin: Bruno Cassirer 1921. [Cassirer 1921, *Zur Einsteinschen Relativitätstheorie*]

Ernst Cassirer, „Einstein's Theory of Relativity considered from the Epistemological Standpoint“, in: *The Monist*, Vol. XXXII, 1922, S. 89–134a, 248–303 und 412–448.

Ernst Cassirer, „Philosophische Probleme der Relativitätstheorie“, in: *Die neue Rundschau*, Jg. XXXI, H. 7, Juli 1920, S. 1337–1357.

Alberto Coffa, *The semantic tradition from Kant to Carnap. To the Vienna Station*. Cambridge: University Press 1991. [Coffa, *Semantic tradition*]

Lutz Danneberg, Andreas Kamlah und Lothar Schäfer (Hrsg.), *Hans Reichenbach und die Berliner Gruppe*. Braunschweig/Wiesbaden: Vieweg 1994.

Pierre Duhem, *La théorie physique: son objet, sa structure*. Paris: Chevalier & Rivière 1906. [Duhem 1906, *La théorie physique: son objet, sa structure*]

Albert Einstein, *Geometrie und Erfahrung. Erweiterte Fassung des Festvortrags gehalten an der Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin am 27. Januar 1921*. Berlin: Springer 1921. [Einstein 1921, *Geometrie und Erfahrung*]

Fynn Ole Engler, „Albert Einstein als Physiker und Philosoph und sein Verhältnis zu Moritz Schlick“, in: *Traditio et Innovatio*, Jg. 10, H. 1, 2005, S. 38–43.

Fynn Ole Engler, *Moritz Schlick und Albert Einstein*, Preprint 150: Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte Berlin 2006. [Engler, *Schlick und Einstein*]

Massimo Ferrari, „Ernst Cassirer und Pierre Duhem“, in: Rudolph, Enno und Küppers, Bernd-Olaf (Hrsg.), *Kulturkritik nach Ernst Cassirer*, Cassirer-Forschungen, Bd. 1, Hamburg: Meiner 1995, S. 177–196.

Paul Forman, „Weimarer Kultur, Kausalität und Quantentheorie 1918–1927. Die Anpassung deutscher Physiker und Mathematiker an eine feindselige geistige Umgebung“, in: Karl vom Meyenn (Hrsg.), *Quantenmechanik und Weimarer Republik*, Braunschweig und Wiesbaden: Vieweg 1994, S. 61–179

Tobias Fox, „Die letzte Gesetzlichkeit: Schlicks Kommentare zur Quantentheorie“, in: *Schlick-Studien*, Bd. 1, hrsg. von Friedrich Stadler und Hans Jürgen Wendel, Wien/New York: Springer (erscheint 2008).

Erwin Freundlich, *Die Grundlagen der Einsteinschen Gravitationstheorie. Mit einem Vorwort von Albert Einstein*. Berlin: Verlag von Julius Springer 1916.

Michael Friedman, *Reconsidering Logical Positivism*. Cambridge: University Press 1999.

Michael Friedman, *Dynamics of Reason. The 1999 Kant Lectures at Stanford University*. Stanford: CSLI Publications 2001. [Friedman, *Dynamics of Reason*]

Michael Friedman, *Carnap, Cassirer, Heidegger. Geteilte Wege*. Frankfurt am Main: Fischer 2004.

Karin Gerner, *Hans Reichenbach. Sein Leben und Wirken. Eine wissenschaftliche Biographie*. Osnabrück: Phoebe-Autorenpress 1997. [Gerner, *Reichenbach*]

Rudolf Haller und Friedrich Stadler (Hrsg.), *Wien-Berlin-Prag. Der Aufstieg der wissenschaftlichen Philosophie*. Wien: Hölder-Pichler-Tempsky 1993. [Haller/Stadler, *Wien-Berlin-Prag*]

Hartmut Hecht und Dieter Hoffmann, „Die Berufung Hans Reichenbachs an die Berliner Universität. Zur Einheit von Naturwissenschaft, Philosophie und Politik“, in: *Deutsche Zeitschrift für Philosophie*, Jg. 30, 1982, H. 5, S. 651–662. [Hecht/Hoffmann, *Berufung Hans Reichenbachs*]

Michael Heidelberger, „The Mind-Body Problem in the Origin of Logical Empiricism“, in: Paolo Parrini, Wesley C. Salmon und Merrilee H. Salmon, *Logical Empiricism. Historical & Contemporary Perspectives*. Pittsburgh: University Press 2003, S. 233–262.

Michael Heidelberger, „Kantianism and Realism: Alois Riehl (and Moritz Schlick)“, in: Friedman, Michael und Nordmann, Alfred (Eds.), *The Kantian Legacy in Nineteenth-Century Science*, Cambridge, Mass.: MIT Press 2006, S. 227–247.

Werner Heisenberg, „Quantenmechanik“, in: *Die Naturwissenschaften*, Jg. 14, H. 45, 1926, S. 989–994. [Heisenberg, *Quantenmechanik*]

Werner Heisenberg, *Der Teil und das Ganze. Gespräche im Umkreis der Atomphysik*. München und Zürich: Piper 1969.

Werner Heisenberg, *Liebe Eltern. Briefe aus kritischer Zeit 1918 bis 1945*, hrsg. von Anna Maria Hirsch-Heisenberg, München: Langen Müller 2003.

Hermann von Helmholtz, *Schriften zur Erkenntnistheorie*. Herausgegeben und erläutert von Paul Hertz und Moritz Schlick, Berlin: Springer 1921.

Klaus Hentschel, „Die Korrespondenz Einstein-Schlick: Zum Verhältnis der Physik zur Philosophie“, in: *Annals of Science*, Bd. 43, 1986, S. 475–488.



## Literatur

- Sergius Hessen, *Individuelle Kausalität. Studien zum transzendentalen Empirismus*. Berlin: Reuther & Reichard 1909.
- David Hilbert, *Grundlagen der Geometrie*. Vierte, durch Zusätze und Literaturhinweise von neuem vermehrte und mit sieben Anhängen versehene Auflage, Leipzig und Berlin: Verlag von B.G.Teubner 1913.
- Dieter Hoffmann, *Einsteins Berlin. Auf den Spuren eines Genies*. Weinheim Wiley-VCH 2006
- Don Howard, „Realism and Conventionalism in Einstein’s Philosophy of Science: The Einstein-Schlick Correspondence“, in: *Philosophia Naturalis*, Bd. 21, 1984, S. 616–629;
- Don Howard, “Einstein, Kant, and the Origins of Logical Empiricism”, in: Wesley Salmon und Gereon Wolters (Eds.), *Language, Logic, and the Structure of Scientific Theories. Proceedings of the Carnap-Reichenbach Centennial*, University of Konstanz, Pittsburgh: University Press; Konstanz: Universitätsverlag 1994, S. 45–105.
- Don Howard, “Point Coincidences and Pointer Coincidences: Einstein on the Invariant Content of Space-Time Theories”, in: Hubert Goenner et.al. (Eds.), *The Expanding Worlds of General Relativity (Einstein Studies, Vol. 7)*, Boston: Birkhäuser 1999, S. 463–500;
- Don Howard und John Norton, “Out of the Labyrinth? Einstein, Hertz, and the Göttingen Response to the Hole Argument”, in: J. Earman et.al. (Eds.), *The Attraction of Gravitation: New Studies in the History of General Relativity (Einstein Studies, Vol. 5)*, Boston: Birkhäuser 1993, S. 30–62.
- Karl-Nobert Ihmig, *Grundzüge einer Philosophie der Wissenschaften bei Ernst Cassirer*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft 2001.
- Michel Jansen, “Of pots and holes: Einstein’s bumpy road to general relativity”, in: Jürgen Renn (Ed.), *Einstein’s Annalen Papers. The Complete Collection 1901–1922*. Weinheim: Wiley 2005, S. 58–85.
- Andreas Kamlah, „Die Analyse der Kausalrelation, Reichenbachs zweites philosophisches Problem“, in: Hans Poser und Ulrich Dirks (Hrsg.), *Hans Reichenbach Philosophie im Umkreis der Physik*. Berlin: Akademie Verlag 1998, S. 33–53.
- Immanuel Kant, *Kritik der reinen Vernunft*, in: *Kant’s gesammelte Schriften*. Herausgegeben von der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften, Erste Abtheilung: Werke, Band III, Berlin: Druck und Verlag von Georg Reimer 1911 und ebd., Bd. IV, S. 1–252. [Kant, *KrV*]
- Klaus Christian Köhnke, *Entstehung und Aufstieg des Neukantianismus: die deutsche Universitätsphilosophie zwischen Idealismus und Positivismus*. Frankfurt am Main: Suhrkamp 1993
- Johannes von Kries, *Die Principien der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Eine logische Untersuchung*. Freiburg i.B.: Akademische Verlagsbuchhandlung von J.C.B. Mohr (Paul Siebeck) 1886.
- Ernst Mach, *Die Analyse der Empfindungen und das Verhältnis des Physischen zum Psychischen*. Fünfte vermehrte Auflage, Jena: Fischer 1906. [Mach <sup>5</sup>1906, *Analyse der Empfindungen*]
- Jagdish Mehra und Hans Rechenberg, *The Historical Development of Quantum Theory*, Vol. 1, Part 1, The Quantum Theory of Planck, Einstein, Bohr and Sommerfeld: Ist Foundation and the Rise of Ist Difficulties 1900-1925, New York: Springer 2001.
- Jagdish Mehra und Hans Rechenberg, *The Historical Development of Quantum Theory*, Vol. 3, The Formulation of Matrix Mechanics and Ist Modifications 1925-1926, New York: Springer 2001.
- Paul Natorp, *Die logischen Grundlagen der exakten Wissenschaften*. Leipzig und Berlin: Druck und Verlag von B.G.Teubner 1910. [Natorp 1910, *Grundlagen der exakten Wissenschaften*]
- Thomas Oberdan, „Geometry, Convention, and the Relativized Apriori: The Schlick-Reichenbach Correspondence“, in: *Schlick-Studien*, Bd. 1, hrsg. von Friedrich Stadler und Hans Jürgen Wendel, Wien/New York: Springer (im Erscheinen).
- Joseph Petzoldt, *Das Weltproblem von positivistischem Standpunkte aus*. Leipzig: Teubner 1906. [Petzoldt 1906, *Weltproblem*]

Joseph Petzoldt, „Relativitätstheorie im erkenntnistheoretischen Zusammenhang des relativistischen Positivismus“, in: *Berichte der Deutschen Physikalischen Gesellschaft*, Nr. 23, 1912, S. 1055–1064. [Petzoldt 1912, *Relativitätstheorie im erkenntnistheoretischen Zusammenhang des relativistischen Positivismus*]

Joseph Petzoldt, „Die Relativitätstheorie der Physik“, in: *Zeitschrift für positivistische Philosophie*, Bd. 2, H. 1, 1914, S. 1–56. [Petzoldt 1914, *Die Relativitätstheorie der Physik*]

Joseph Petzoldt, *Die Stellung der Relativitätstheorie in der geistigen Entwicklung der Menschheit*. Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage, Leipzig: Barth 1923. [Petzoldt<sup>2</sup> 1923, *Stellung der Relativitätstheorie*]

Max Planck, „Dynamische und statistische Gesetzmäßigkeit“, in: *Bericht über die Feier zum Gedächtnis des Stifters der Berliner Universität König Friedrich Wilhelms III*. Berlin: Norddeutsche Buchdruckerei 1914, S. 3–26.

Henri Poincaré, *La science et l'hypothèse*. Paris: Flammarion 1902. [Poincaré 1902, *La science et l'hypothèse*]

Henri Poincaré, *La valeur de la science*. Paris: Flammarion 1906. [Poincaré 1906, *La valeur de la science*]

Henri Poincaré, *Science et méthode*, Paris: Flammarion 1908. [Poincaré 1908, *Science et méthode*]

Henri Poincaré, *Calcul des Probabilités*. Paris: Gauthier-Villars 1912

Hans Poser und Ulrich Dirks (Hrsg.), *Hans Reichenbach Philosophie im Umkreis der Physik*. Berlin: Akademie Verlag 1998

Hans Reichenbach, *Der Begriff der Wahrscheinlichkeit für die mathematische Darstellung der Wirklichkeit*, in: *Zeitschrift für Philosophie und philosophische Kritik*, Bd. 161, 1916, S. 209-239; Bd. 162, 1917, S. 98-112 und 222-239 sowie Bd. 163, 1917, S. 86–98. [Reichenbach 1916/17, *Wahrscheinlichkeit*]

Hans Reichenbach, „Der Begriff der Wahrscheinlichkeit für die mathematische Darstellung der Wirklichkeit“ (Autoreferat), in: *Die Naturwissenschaften*, 7. Jg., H. 27, 4. Juli 1919, S. 482 f.

Hans Reichenbach, *Relativitätstheorie und Erkenntnis a priori*. Berlin: Springer 1920. [Reichenbach 1920, *Relativitätstheorie*]

Hans Reichenbach, „Die physikalischen Voraussetzungen der Wahrscheinlichkeitsrechnung“, in: *Die Naturwissenschaften*, Jg. 8, H. 3, 16. Januar 1920, S. 46–55. [Reichenbach 1920a, *Wahrscheinlichkeit*]

Hans Reichenbach, „Philosophische Kritik der Wahrscheinlichkeitsrechnung“, in: *Die Naturwissenschaften*, Jg. 8, H. 8, 20. Februar 1920, S. 146–153. [Reichenbach 1920b, *Wahrscheinlichkeit*]

Hans Reichenbach, „Über die physikalischen Voraussetzungen der Wahrscheinlichkeitsrechnung“, in: *Zeitschrift für Physik*, Bd. 2, 1920, S. 150–171 (eingegangen 25. Mai 1920).

Hans Reichenbach, „Über die physikalischen Voraussetzungen der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Nachtrag“, in: *Zeitschrift für Physik*, Bd. 4, 1921, S. 448–450 (eingegangen 11. Januar 1921).

Hans Reichenbach, „[Rezension von:] *Relativitätstheorie und Erkenntnis a priori*“, in: *Physikalische Berichte*, Jg. 2, Nr. 11, 1. Juni 1921, S. 556 f.

Hans Reichenbach, „Der gegenwärtige Stand der Relativitätsdiskussion. Eine kritische Untersuchung“, in: *Logos*, Bd. X, 1922, S. 316-378.

Maria Reichenbach, „Erinnerungen und Reflexionen“, in: Lutz Danneberg, Andreas Kamlah und Lothar Schäfer (Hrsg.), *Hans Reichenbach und die Berliner Gruppe*. Braunschweig und Wiesbaden: Vieweg 1994, S. 9–17.

Thomas Ryckman, *The Reign of Relativity*. Oxford: University Press 2005.

Wesley C. Salmon, „Einleitung zur Gesamtausgabe. Hans Reichenbachs Leben und die Tragweite seiner Philosophie“, in: *Hans Reichenbach. Gesammelte Werke in 9 Bänden*, hrsg. von Andreas Kamlah und Maria Reichenbach, Bd. 1, Braunschweig: Vieweg 1977, S. 5–81

## Literatur

Moritz Schlick, *Über die Reflexion des Lichtes in einer inhomogenen Schicht*. Berlin: Universitäts-Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke) 1904.

Moritz Schlick, „Die Grenze der naturwissenschaftlichen und philosophischen Begriffsbildung“, in: *Vierteljahrsschrift für wissenschaftliche Philosophie und Soziologie*, Jg. 34, 1910, S. 121–142,

Moritz Schlick, „Die philosophische Bedeutung des Relativitätsprinzips“, in: *Zeitschrift für Philosophie und philosophische Kritik*, Bd. 159, 1915, S. 129–175.

Moritz Schlick, „Raum und Zeit in der gegenwärtigen Physik“, in: *Die Naturwissenschaften*, Jg. 5, 1917, H. 11, S. 161–167 und H. 12, S. 177–186.

Moritz Schlick, *Raum und Zeit in der gegenwärtigen Physik*, Berlin: Springer 1917, 4. Aufl. 1922. [Schlick 1917, *Raum und Zeit*]

Moritz Schlick, *Allgemeine Erkenntnislehre*. Berlin: Springer 1918, 2. Aufl. 1925. [Schlick 1918/1925, *Erkenntnislehre*]

Moritz Schlick, „Naturphilosophische Betrachtungen über das Kausalprinzip“, in: *Die Naturwissenschaften*, Jg. 8, H. 24, 11. Juni 1920, S. 461–474. [Schlick 1920, *Kausalprinzip*]

Moritz Schlick, „Kritizistische oder empiristische Deutung der neuen Physik? Bemerkungen zu Ernst Cassirers Buch *Zur Einsteinschen Relativitätstheorie*“, in: *Kant-Studien*, Bd. 26, 1921, S. 96–111. [Schlick 1921, *Kritizistische oder empiristische Deutung*]

Moritz Schlick, „Helmholtz als Erkenntnistheoretiker“, in: *Helmholtz als Physiker, Physiologe und Philosoph*. Karlsruhe: Müllersche Hofbuchhandlung 1922. [Schlick, *Helmholtz*]

Moritz Schlick, „[Rezension von:] Hans Reichenbach, Relativitätstheorie und Erkenntnis apriori“, in: *Die Naturwissenschaften*, Jg. 10, H. 39, 1922, S. 873 f.

Moritz Schlick, „Die Relativitätstheorie in der Philosophie“, in: *Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte*, 87. Versammlung zu Leipzig, Hundertjahrfeier, hrsg. von Alexander Wittig, Leipzig: Vogel 1923, S. 58–69. [Schlick 1922, *Relativitätstheorie in der Philosophie*]

Moritz Schlick, „Die Kausalität in der gegenwärtigen Physik“, in: *Die Naturwissenschaften*, Jg. 19, H. 7, 13. Februar 1931, S. 145–162.

Arnold Sommerfeld, „Grundlagen der Quantentheorie und des Bohrschen Atommodelles“, in: *Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte*, 88. Versammlung zu Innsbruck, hrsg. im Auftrag des Vorstandes und der Geschäftsführung durch die *Naturwissenschaften*, Berlin: Springer 1924, S. 1047–1049

John Stachel, „Einstein’s Search for General Covariance, 1912–1915“, in: Don Howard et.al. (eds.), *Einstein and the History of General Relativity (Einstein Studies, Vol. 1)* Boston: Birkhäuser 1989, S. 63–100.

Friedrich Stadler (Ed.), *Scientific Philosophy: Origins and Developments*. Dordrecht: Kluwer 1993.

I. K. Stephens, „Cassirer’s Doctrine of the A Priori“, in: Paul A. Schilpp (Ed.), *The Philosophy of Ernst Cassirer*. La Salle, Ill.: Open Court 1973, S. 151–181.

Manfred Stöckler, „Moritz Schlick über Kausalität, Gesetz und Ordnung in der Natur“, in: Rainer Hegselmann et.al. (Hrsg.), *Modelle sozialer Dynamiken. Ordnung, Chaos und Komplexität*. Wien: Hölder-Pichler-Tempsky 1996, S. 225–245

Michael Stöltzner, *Causality, Realism and the Two Strands of Boltzmann’s Legacy (1896–1936)*. Bielefeld 2003. [Stöltzner, *Causality*]

Wilhelm Wien, *Vorlesungen über neuere Probleme der theoretischen Physik*. Leipzig und Berlin: Teubner 1913.