

## **0 Vorbemerkung**

Der vorliegende Aufsatz nimmt Bezug auf die Arbeit "Apriori im Wandel", die aus meiner Habilitationsschrift hervorgegangen ist. Da mehrfach auf diese Arbeit Bezug genommen wird, verzichte ich der besseren Lesbarkeit wegen auf wiederholtes Verweisen. Einige Gedanken der vorgenannten Schrift sollen hier in gestraffter Form dargestellt werden. Zudem führe ich Überlegungen fort, die im Buch nur angerissen, aber nicht ausführlicher erörtert werden.

## **1 Das kantische Apriori**

Das Begriffspaar "a priori/a posteriori" gehört zu den fundamentalen Termini der Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie. Heute wird es zumeist in der von Kant geprägten Weise verwendet.

Doch diese Unterscheidung geht zurück auf die aristotelische Einteilung der Dinge in "früher" und "später"<sup>1</sup>, die in dem heute als *Metaphysik* bezeichneten Werk folgendermaßen eingeführt wird:

Als früher und später bezeichnet man zunächst, da es ja in jeder Gattung ein Erstes<sup>2</sup> und einen Anfang gibt, einige Dinge in dem Sinne, daß sie einem ganz bestimmten Anfang näherstehen – entweder schlechthin und von Natur aus oder in Beziehung auf etwas oder irgendwo oder von irgendwem veranlaßt. So sind Dinge dem Ort nach früher dadurch, daß sie entweder einem von Natur aus bestimmten Ort (z. B. der Mitte oder dem Äußersten) oder einem beliebigen Ort näher sind; das Entferntere aber ist später.<sup>3</sup>

Im 14. Jahrhundert unterscheidet Albert von Sachsen vermöge der Begriffe "a priori" und "a posteriori" zwischen Beweisen, die von Ursachen (Gründen) auf Wirkungen (Folgen) schließen (demonstratio a priori) und Begründungen, die von Wirkungen (Folgen) zu den Ursachen (Gründen) fortschreiten (demonstratio a posteriori).

In der Transzendentalphilosophie Kants wird der Begriff "a priori" verwendet, wenn die Rede von Bedingungen ist, die Erfahrung überhaupt erst ermöglichen. Die *Kritik der reinen Vernunft* beginnt Kant mit einer "negativen" Bestimmung von Erkenntnissen a priori: "Wir werden also im Verfolg unter Erkenntnissen a priori nicht solche verstehen, die von dieser oder jener, sondern die schlechterdings von aller Erfahrung unabhängig stattfinden."<sup>4</sup>

Der Begriff "a posteriori" erhält seine Bedeutung in der Entgegensetzung zum Begriff "a priori". Kant bringt ihn mit dem Erfahrungsmäßigen bzw. Empirischen in Verbindung.<sup>5</sup> Gemäß Kant ist das Empirische dasjenige, was in einer Erscheinung der Empfindung entspricht, es wird von ihm auch

---

<sup>1</sup> Vgl. Schepers' Artikel "A priori/a posteriori". In: Ritter (Hg.), *Historisches Wörterbuch der Philosophie*, Bd. 1, Sp. 462.

<sup>2</sup> Verweis von K. H. weggelassen.

<sup>3</sup> Aristoteles, *Metaphysik*, V, 11, 1018b (in: *Metaphysik. Schriften zur Ersten Philosophie*, übers. und hg. von F. F. Schwarz, S. 131).

<sup>4</sup> KdrV, 2 f.

<sup>5</sup> Vgl. KdrV, 74.

als Materie der Erscheinung bezeichnet.<sup>6</sup> Die sinnliche Empfindung regt das Erkenntnisvermögen an, weshalb Erkenntnis mit der Empfindung beginne, *ohne* ihr zu entstammen.<sup>7</sup>

Kants Erläuterungen legen folgende Interpretation nahe: a priori = nicht erfahrungsgestützt/a posteriori = erfahrungsgestützt. Die nachstehende Äußerung scheint in diese Richtung zu deuten:

Es ist also wenigstens eine der näheren Untersuchung noch benöthigte und nicht auf den ersten Anschein sogleich abzufertigende Frage: ob es ein dergleichen von der Erfahrung und selbst von allen Eindrücken der Sinne unabhängiges Erkenntniß gebe. Man nennt solche Erkenntnisse *a priori*, und unterscheidet sie von den empirischen, die ihre Quellen a posteriori, nämlich in der Erfahrung, haben.<sup>8</sup>

Jedoch betont Kant andererseits, dass wir uns *Erkenntnisse a priori* teilweise unter Zuhilfenahme von Wahrnehmungen ins Bewusstsein rufen:

Es geht aber hiemit<sup>9</sup> so, wie mit andern reinen Vorstellungen a priori (z. B. Raum und Zeit), die wir darum allein aus der Erfahrung als klare Begriffe herausziehen können, weil wir sie in die Erfahrung gelegt hatten und diese daher durch jene allererst zu Stande brachten.<sup>10</sup>

Dies wirft die Frage nach einem Unterscheidungskriterium zwischen "apriorisch" und "aposteriorisch" auf. Kant thematisiert das Problem eines solchen Unterscheidungskriteriums zu Beginn der KdrV: "Es kommt hier auf ein Merkmal an, woran wir sicher ein reines Erkenntniß von empirischen unterscheiden können."<sup>11</sup>

In der "Notwendigkeit" und (strengen bzw. unbeschränkten) "Allgemeinheit" einer Erkenntnis findet Kant die beiden (einzigen) positiven Bestimmungsmerkmale des Apriorischen:

Findet sich also erstlich ein Satz, der zugleich mit seiner Nothwendigkeit gedacht wird, so ist er ein Urtheil a priori; ist er überdem auch von keinem abgeleitet, als der selbst wiederum als ein nothwendiger Satz gültig ist, so ist er schlechterdings a priori. Zweitens: Erfahrung giebt niemals ihren Urtheilen wahre oder strenge, sondern nur angenommene und comparative Allgemeinheit (durch Induction), so daß es eigentlich heißen muss: so viel wir bisher wahrgenommen haben, findet sich von dieser oder jener Regel keine Ausnahme. Wird also ein Urtheil in strenger Allgemeinheit gedacht, d. i. so, daß gar keine Ausnahme als möglich verstatet wird, so ist es nicht von der Erfahrung abgeleitet, sondern schlechterdings a priori gültig.<sup>12</sup>

"Notwendigkeit" und "Allgemeinheit" beziehen sich bei Kant auf die Art der Verknüpfung von Begriffen in einem Urteil. Seine Erläuterungen zum Kausalgrundsatz, der besagt, "dass alle Veränderung eine Ursache haben müsse", verdeutlichen dies:

[...]; ja in dem letzteren enthält selbst der Begriff einer Ursache so offenbar den Begriff einer Nothwendigkeit der Verknüpfung mit einer Wirkung und einer strengen Allgemeinheit der Regel, daß er gänzlich verloren gehen würde, wenn man ihn, wie *Hume* that, von einer öftern

<sup>6</sup> Vgl. *Prolegomena*, § 11 (S. 284).

<sup>7</sup> Vgl. KdrV, 1.

<sup>8</sup> KdrV, 2.

<sup>9</sup> Gemeint sind die Begriffe der "Allgemeinheit" und der "Notwendigkeit".

<sup>10</sup> KdrV, 241.

<sup>11</sup> KdrV, 3.

<sup>12</sup> KdrV, 3 f.

Beigesellung dessen, was geschieht, mit dem, was vorhergeht, und einer daraus entspringenden Gewohnheit (mithin bloß subjectiven Nothwendigkeit), Vorstellungen zu verknüpfen, ableiten wollte.<sup>13</sup>

Eine Erkenntnis ist im Sinne von Kant also *apriorisch*, wenn die Begriffe in dem sie aussprechenden Urteil mit *Allgemeinheit* und *Notwendigkeit* verknüpft sind. Dagegen handelt es sich bei aposteriorischen Urteilen um Urteile, die weder durch unbeschränkte Allgemeinheit noch durch strenge Notwendigkeit gekennzeichnet sind.

## 2 Das Apriori und die Frage der Objektivität von Erkenntnis

Bereits 1784 hält der Berliner Arzt und Philosoph Christian Gottlieb Selle Kants *Kritik der reinen Vernunft* empiristische Einwände entgegen. Mit den Argumenten von Selle setzt sich 1798 Carl Christian Erhard Schmid im Anhang zu seinem "Kant-Wörterbuch" auseinander und kennzeichnet den Unterschied zwischen *Empirismus* und *Apriorismus* (Schmid spricht stattdessen vom Purismus) so<sup>14</sup>: Gemäß dem Empirismus von Selle liefere die Sinnlichkeit die Erkenntnisgegenstände, nehme der Verstand die Verhältnisse dieser Erkenntnisgegenstände wahr, und die Vernunft wende die vom Verstand entdeckten Verhältnisse auf die Dinge an; wogegen nach aprioristischer Sicht von der Sinnlichkeit Eindrücke empfangen würden, deren Verhältnisse der Verstand denke, während die Vernunft das vom Verstand Gedachte durch Vernunftschlüsse und Ideen zu einer systematischen Einheit bringe. Gemäß dem Apriorismus lägen die (immanenten) Naturgesetze im Verstand. Deshalb erkläre der Apriorismus, was der Empirismus nicht zu erklären vermöge: Nämlich die Möglichkeit objektiv gültiger Erkenntnis, mithin das, was den Inhalt einer Wissenschaft ausmache. Kant selbst hat diesen Gedanken wie folgt zum Ausdruck gebracht:

Denn wo wollte selbst Erfahrung ihre Gewißheit hernehmen, wenn alle Regeln, nach denen sie fortgeht, immer wieder empirisch, mithin zufällig wären; daher man diese schwerlich für erste Grundsätze gelten lassen kann.<sup>15</sup>

Sofern man die Existenz objektiver Erkenntnisse anerkennt, ist man mit der Frage nach den Bedingungen der Möglichkeit für diese Erkenntnisse konfrontiert. So lässt sich die Sicherheit physikalischer Erkenntnisse nicht, wie auch im obigen Zitat von Kant zum Ausdruck kommt, durch Verweis auf empirische Theorien rechtfertigen.

Der Grund muss also in Voraussetzungen liegen, die selbst wiederum empirisch nicht zu rechtfertigen sind. Beispielsweise Drieschner verweist darauf, auf die Voraussetzung einer willentlich nicht beeinflussbaren Ordnung der Welt könne vermutlich auch der konsequenteste Empirist nicht verzichten. Zwar verwerfen Popper und Carnap den Begriff des "synthetischen Urteils a priori", doch die Voraussetzung, dass es "in der Natur gesetzlich zugeht", räumen beide ein. Diese empirisch nicht zu rechtfertigende Prämisse ist ein *synthetisches Urteil a priori*, woraus Drieschner schließt:

Ich plädiere aber dafür, 'a priori' nur im scharfen Sinne Kants zu verstehen: Nicht nur halte ich a-priori-Begründungen in seinem Sinn für möglich, wie ich es hier erläutert habe, sondern ich

---

<sup>13</sup> KdrV, 5.

<sup>14</sup> Vgl. Schmid, *Wörterbuch zum leichtern Gebrauch der Kantischen Schriften*, S. 648 f.

<sup>15</sup> KdrV, 5.

halte darüber hinaus solche Begründungsversuche für den Schlüssel zum Verständnis unserer objektivierenden Wissenschaft.<sup>16</sup>

Vereinfacht lässt sich Kants Beweisverfahren für die Existenz synthetisch-apriorischer Erkenntnis durch folgenden Schluss wiedergeben: Objektive Erkenntnis (E) bedarf für ihre Möglichkeit bestimmter Vorbedingungen (V); soll also objektive Erkenntnis möglich sein, so müssen bestimmte Vorbedingungen erfüllt sein. Will man die Existenz objektiver Erkenntnis nicht grundsätzlich bestreiten, muss man auch die Geltung bestimmter Vorbedingungen (in Form *synthetischer Urteile a priori*) anerkennen. Dahinter steckt ein simpler Schluss vom Typ *modus ponens*:

Wenn objektiv gültige Erkenntnisse möglich sein sollen, müssen bestimmte Bedingungen der Möglichkeit von objektiver Erkenntnis (synthetische Urteile a priori) gelten. ( $E \supset B$ )

Objektive Erkenntnis ist möglich. (E)

---

Somit müssen synthetische Urteile a priori in Geltung sein. (B)

Freilich ist daraus nicht die Unmöglichkeit ableitbar, die Welt höre in der nächsten Sekunde zu existieren auf. Humes Skepsis, die in der Ungewissheit besteht, ob sich die Welt morgen noch in gleicher Weise verhalten werde wie heute, bleibt bestehen, doch solange die Welt besteht, unterliegt sie bestimmten Erkenntnisbedingungen.

### 3 Psychologie versus Metaphysik

Das sich bei Kant auftuende Spannungsfeld zwischen der Subjektivität des Apriori und dessen Anspruch auf objektive Geltung provoziert die Frage nach der Natur und der Entdeckung des Apriorischen. Bei Kant finden sich Äußerungen, wonach ein Beweis der Grundsätze a priori "aus subjektiver Quelle der Möglichkeit einer Erkenntnis" gelingen könne:

Grundsätze a priori führen diesen Namen nicht bloß deswegen, weil sie die Gründe anderer Urtheile in sich enthalten, sondern auch weil sie selbst nicht in höhern und allgemeineren Erkenntnissen gegründet sind. Diese Eigenschaft überhebt sie doch nicht allemal eines Beweises. Denn obgleich dieser nicht weiter objectiv geführt werden könnte, sondern vielmehr aller Erkenntniß seines Objects zum Grunde liegt, so hindert dies doch nicht, daß nicht ein Beweis aus subjectiven Quellen der Möglichkeit einer Erkenntniß des Gegenstandes überhaupt zu schaffen möglich, ja auch nöthig wäre, weil der Satz sonst gleichwohl den größten Verdacht einer bloß erschlichenen Behauptung auf sich haben würde.<sup>17</sup>

Solche Äußerungen haben eine subjektivistische Interpretation des Apriorischen gefördert: als "das ursprüngliche Vorstellen"<sup>18</sup> (M. J. S. Beck), als bloßes "Vorstellungsvermögen"<sup>19</sup> (K. L. Reinhold), als "Urbestimmungen des Ichs"<sup>20</sup> (W. T. Krug) oder als etwas, was "aus dem Erkenntnißvermögen selbst, vor aller Erfahrung entspringt"<sup>21</sup> (S. Maimon). Maimon unternimmt einen

---

<sup>16</sup> Drieschner, *Das Apriori von Kausalität und Raum*, S. 120.

<sup>17</sup> KdrV, 188.

<sup>18</sup> Beck, *Einzig-möglicher Standpunct, aus welchem die critische Philosophie beurtheilt werden muß*, S. 184.

<sup>19</sup> Reinhold, *Versuch einer neuen Theorie des menschlichen Vorstellungsvermögens*, S. 301.

<sup>20</sup> Krug, *Handbuch der Philosophie und der philosophischen Literatur. In zwei Bänden*. Bd. 1, S. 57.

<sup>21</sup> Maimon, *Kritische Untersuchungen über den menschlichen Geist oder das höhere Erkenntniß- und Willensvermögen*, S. 54.

Kompromissversuch zwischen kantischem und humeschem Kausalkonzept, indem er den subjektiven Charakter des Kausalbegriffes betont:

K. Aber auch ohne dergleichen Beispiele zu bedürfen, könnte man die Unentbehrlichkeit reiner Grundsätze a priori, zur Möglichkeit der Erfahrung selbst, mithin a priori darthun. Denn wo wollte Erfahrung selbst ihre Gewißheit hernehmen, wenn alle Regeln, nach denen sie fortgeht, immer wieder empirisch, mithin zufällig wären?

Ph. Hierauf würde Hume erwidern, daß in der That Erfahrung keine absolute Gewißheit habe, sondern bloß eine Näherung zur Gewißheit, die einen subjektiven Grund hat, dessen Folgen aber mit den Folgen einer absoluten Gewißheit verwechselt werden können. Was ich in Ansehung der Urtheile a priori bemerkt habe, gilt auch von den Begriffen a priori, in Rücksicht auf ihren vermeinten Erfahrungsgebrauch.<sup>22</sup>

Autoren wie Fries und Herbart sehen in der Psychologie ein Hilfsmittel zur Klärung des Vernunftvermögens. Fries weist darauf hin, dass Kants Vernunftkritik als *anthropologisches Verfahren* zu betrachten sei, das aufzeige, welche metaphysischen Wahrheiten die menschliche Vernunft voraussetze. Diese These stellt den Ausgangspunkt von Fries' Hauptwerk *Neue oder anthropologischer Kritik der Vernunft* dar.<sup>23</sup>

Herbart macht unter Bezugnahme auf Fries gegen Kant einen Psychologismusvorwurf geltend<sup>24</sup>, allerdings greift seine eigene Erkenntniskritik auf die Psychologie zurück:

Wie kamen wir denn auf den Begriff der Substanz? Haben wir nicht schon irgend einen Fehltritt gethan, der uns jetzt in Verlegenheit setzt?

*Das ist die Frage der Vernunftkritik.* Ihr Weg geht rückwärts; aber wohin? – Ganz unvermeidlich in die Psychologie. Denn unsre Schritte in unserm Denken, die wir bisher gethan haben, und jetzt einer Revision unterwerfen wollen, diese Schritte waren unser eignes Thun; und wenn man die Erklärung davon verlangt, so muss man die Psychologie zu Hülfe nehmen.<sup>25</sup>

Dennoch hält Herbart am metaphysischen Charakter der Begriffe zur Beschreibung unseres Erkenntnisvermögens fest, womit die Metaphysik ihre Position als *prima philosophia* behauptet.<sup>26</sup>

Deutlich weiter geht Beneke:

Das Logisch-Richtige und Unrichtige, das Schöne und das Häßliche, das Sittliche und das Unsittliche, das Recht und das Unrecht \*\*), und was sonst noch Problem der Philosophie werden kann, sind nur verschiedene psychische Bildungsformen; und mit der vollkommen klaren Erkenntniß der in allen Menschen gleichen Form und Entstehungsweise dieser Bildungen werden wir auch eine vollkommen klare und allgemein-gültige Erkenntniß für die Logik, die Aesthetik, die Moral, die Rechtsphilosophie gewonnen haben; ja selbst die inneren Kräfte und Gründe der Außendinge, so weit wir dieselben überhaupt zu erkennen im Stande sind, vermögen wir nur in Analogie mit unserem eigenen Seelensein zu erkennen, als dem einzigen Sein, welches wir

<sup>22</sup> Maimon, *Kritische Untersuchungen über den menschlichen Geist oder das höhere Erkenntniß- und Willensvermögen*, S. 57.

<sup>23</sup> Vgl. Herrmann, *Apriori im Wandel*, S. 28 ff.

<sup>24</sup> Sachs-Hombach, *Herbarts Kantkritik und die Idee einer philosophischen Psychologie*, S. 2.

<sup>25</sup> Herbart, *Kurze Encyclopädie der Philosophie aus praktischen Gesichtspunkten entworfen*, 246 f.

<sup>26</sup> Vgl. Sachs-Hombach, *Herbarts Kantkritik und die Idee einer philosophischen Psychologie*, S. 6.

überhaupt in seiner vollen Wahrheit und Innerlichkeit aufzufassen im Stande sind. Die gesammte übrige Philosophie also ist nichts anderes als eine angewandte Psychologie.<sup>27</sup>

Während die Psychologie für Fries und Herbart nur die Rolle einer Hilfswissenschaft spielt, die bei der Entdeckung philosophischer Wahrheiten hilft, so spricht Beneke von "psychischen Bildungsformen", die den Inhalt der Philosophie konstituieren:

Psychologie zum Mittelpunkte zu machen für die gesammte Philosophie: zu der Sonne, von welcher alle übrigen philosophischen Wissenschaften ihr Licht empfangen. Nur auf diese Weise ist wahre Einheit und Ordnung, nur auf diese Weise Allgemeingültigkeit für die Philosophie zu erringen. Alle philosophischen Begriffe sind ja Erzeugnisse der menschlichen Seele; und nur durch die Erkenntniß der Art und Weise also, wie sie entstanden sind in dieser, können sie ihre höchste Klarheit erhalten.<sup>28</sup>

Zwar ohne Bezug auf eine psychologische Analyse, aber mit deutlichem Rückverweis auf das wissende Subjekt, ist ein Ansatz, wie er etwa in einem jüngst erschienenen Kommentar von W. Gölz zur KdRV verfolgt wird. Hier werden Kategorien als dasjenige interpretiert, was wir *inhaltlich* bereits über bestimmte logische Formen wissen müssen, um sie überhaupt sinnvoll gebrauchen zu können. Die transzendente Logik liefere somit erst die Bedeutungen der zunächst nur abstrakten und inhaltsleeren Strukturen der formalen Logik:

Was Kant mit dem Begriff der Kategorien intendiert, das sind im Grunde die logischen Kategorien, die wir schon mit den logischen Sprachformen bzw. Urteilsformen verbinden müssen, wenn wir überhaupt logisch *denken*, d. h. *verstehen*, was wir tun, wenn wir logisch argumentieren. Und weil, wie ich schon sagte, die Kantischen Urteilsformen im Wesentlichen abdecken, was wir in der modernen Aussagen- und Prädikatenlogik wiederfinden, sind die mit diesen Formen verbundenen Kategorien die fundamentalen *logischen (ja sogar onto-logischen)* Kategorien, die wir nach bisheriger Denkerfahrung brauchen, um überhaupt rational denken zu können.<sup>29</sup>

Unabhängig von der Diskussion über das *synthetische Apriori* hat sich im 20. Jahrhundert eine moderne Universalientheorie entwickelt, bei der es, in gewisser Analogie zu aprioristischen Ansätzen, um kategoriale Grundstrukturen der Welt geht. Hier soll sich auf den Ansatz von David Armstrong bezogen werden. Der Ansatz von Armstrong ist nicht platonistisch. Gemäß Armstrong bezeichnen Universalien reproduzierbare Eigenschaften der raum-zeitlichen Welt, die (früher, gegenwärtig oder zukünftig) instanziiert sind, womit sich Negativeigenschaft-Universalien verbieten. Armstrong kennzeichnet sein Universalien-Konzept folgendermaßen:

Universals I take to be monadic, that is, properties, or else dyadic, triadic...n-adic, that is, relations. Universals are governed by a Principle of Instantiation. A property must be a property of some real particular; a relation must hold between real particulars. What is real, however, is not to be confined to the present. Past, present and future I take to be all and equally real. A universal need not be instantiated *now*.

[...]

<sup>27</sup> Benecke, *Kant und die philosophische Aufgabe unserer Zeit. Eine Jubelschrift auf die Kritik der reinen Vernunft*, S. 90 f.

<sup>28</sup> Beneke, *Kant und die philosophische Aufgabe unserer Zeit. Eine Jubeldenschrift auf die Kritik der reinen Vernunft*, S. 89 f.

<sup>29</sup> Gölz, *Kants "Kritik der reinen Vernunft" im Klartext*, 2. Aufl., S. 57.

Given the Principle of Instantiation, universals can be brought into the spatio-temporal world, becoming simply the *repeatable* features of that world [...]<sup>30</sup>

Der Begriff "Masse" ist ein Beispiel für eine Universalie. Diese wird instanziiert durch einen Massenwert (z. B. 1 kg).<sup>31</sup>

Ein Universalienrealismus tritt bei Armstrong zusammen mit einem Empirismus der Entdeckung auf. Es lassen sich Parallelen zu Ansätzen ziehen, wie sie etwa Fries und Herbart vertreten haben. Armstrong spricht von einem "A-posteriori-Realismus", den er folgendermaßen charakterisiert:

"On the latter view, just what universals there are in the world, that is, what (repeatable) properties particulars have, and what (repeatable) relations hold between particulars, is to be decided a posteriori, on the basis of total science."<sup>32</sup>

#### 4 Das biologisch-genetische Apriori

Als Versuche einer Integration von Erkenntnistheorie in die empirischen Wissenschaften können die "naturalisierte Erkenntnistheorie" von W. V. O. Quine (zurückgehend auf seinen Vortrag "Epistemology Naturalized" vom 9. September 1968 auf dem XIV. Internationalen Kongress für Philosophie in Wien) sowie die "evolutionäre Erkenntnistheorie" angesehen werden.

Konrad Lorenz interpretiert das Apriori als eine stammesgeschichtlich entstandene Organfunktion, die (darwinistisch betrachtet) in Anpassung an Umgebungsfaktoren entstanden sei. Er deutet das Apriori realistisch um, indem er es als angeborene Fähigkeiten und ererbte Verhaltensmuster betrachtet, die dafür verantwortlich gemacht werden, dass sich der Mensch in der Welt orientieren und behaupten kann:

Das 'Apriori', das die Erscheinungsformen der realen Dinge unserer Welt bestimmt, ist, kurz gesagt, ein Organ, genauer: die Funktion eines Organes, und wir kommen seinem Verständnis nur näher, wenn wir ihm gegenüber die typischen Fragen der Erforschung alles Organischen stellen, die Fragen Wozu, Woher und Warum, mit anderen Worten: erstens die Frage nach dem arterhaltenden Sinn, zweitens die Frage nach der stammesgeschichtlichen Entstehung und drittens die Frage nach den natürlichen Ursachen der Erscheinung. Wir sind überzeugt, daß das 'Apriorische' auf zentralnervösen Apparaten beruht, die völlig ebenso real sind wie etwa unsere Hand oder unser Fuß, völlig ebenso real wie die Dinge der an sich existenten Außenwelt, deren Erscheinungsform sie für uns bestimmen.<sup>33</sup>

Solche Gedanken werden fortgeführt in der evolutionäre Erkenntnistheorie, die nach Auffassung von G. Vollmer auf folgenden zwei Thesen beruht: dem Standpunkt des hypothetischen Realismus (der Annahme der Existenz einer bewusstseinsunabhängigen, gesetzlich strukturierten, zusammenhängenden, erkennbaren und verstehbaren Welt) und dem Standpunkt einer (wenigstens teilweisen) Passung der Strukturen der realen Welt mit unseren kognitiven Strukturen, die sich phylogenetisch an die reale Welt angepasst haben und sich ontogenetisch bei jedem Einzellebewesen permanent an Umweltfaktoren anpassen.<sup>34</sup>

<sup>30</sup> Armstrong, *What is a Law of Nature?*, S. 82.

<sup>31</sup> Vgl. Armstrong, *What is a Law of Nature?*, S. 172.

<sup>32</sup> Armstrong, *What is a Law of Nature?*, S. 83.

<sup>33</sup> Lorenz, *Kants Lehre vom Apriorischen im Lichte gegenwärtiger Biologie*, S. 99.

<sup>34</sup> Vgl. z. B. Vollmer, *Evolutionäre Erkenntnistheorie*.

Ähnliche Überlegungen äußert Noam Chomsky mit seinem Konzept einer Universalgrammatik. Chomsky vermutet, Sprachentstehung stehe mit unbewussten mentalen Aktivitäten in Zusammenhang. Das menschliche Gehirn enthalte Regeln, die für die Organisation der Sprache zuständig seien. Somit hätten alle Sprachen eine gemeinsame strukturelle Basis, über deren Existenz, Funktion und Struktur allein empirische Studien entscheiden könnten.<sup>35</sup>

Um ihrem eigenen Anspruch zu genügen, müssen Erkenntnistheorien, die angeborene Erkenntnisstrukturen vermuten, diese auch empirisch nachweisen, was sich in der konkreten Ausführung als schwierig erweist. Teilweise scheint dies jedoch zu gelingen. Beispielsweise weisen Forschungen an Kreolensprachen und an Taubstummen auf eine angeborene sprachliche Komponente hin.<sup>36</sup> Nun sind Sprache und Erkenntnis zwar verschieden, aber doch in enger Verbindung, denn ohne Sprache gibt es keine höheren Formen der Kognition.

Hierzu ist anzumerken, dass Deutungen des Apriorischen als Organfunktion, als evolutionäres Produkt oder als genetische Disposition dem kritischen Anliegen Kants geradezu diametral entgegenstehen. Wenngleich solche Überlegungen Kant, wie die nachstehende Passage zeigt, nicht fremd gewesen sieht, zieht er die Interpretation des Apriori als "eingepflanzte Anlage" nie ernsthaft in Erwägung:

Nun sind nur zwei Wege, auf welchen eine nothwendige Übereinstimmung der Erfahrung mit den Begriffen von ihren Gegenständen gedacht werden kann: entweder die Erfahrung macht diese Begriffe, oder diese Begriffe machen die Erfahrung möglich. [...]

Wollte jemand zwischen den zwei genannten einzigen Wegen noch einen Mittelweg vorschlagen, nämlich daß sie weder selbstgedachte erste Principien a priori unserer Erkenntniß, noch auch aus der Erfahrung geschöpft, sondern subjective, uns mit unserer Existenz zugleich eingepflanzte Anlagen zum Denken wären, die von unserm Urheber so eingerichtet worden, daß ihr Gebrauch mit den Gesetzen der Natur, an welchen die Erfahrung fortläuft, genau stimmte (eine Art von Präformationssystem der reinen Vernunft), so würde (außer dem, daß bei einer solchen Hypothese kein Ende abzusehen ist, wie weit man die Voraussetzung vorbestimmter Anlagen zu künftigen Urtheilen treiben möchte) das wider gedachten Mittelweg entscheidend sein: daß in solchem Falle den Kategorien die Nothwendigkeit mangeln würde, die ihrem Begriffe wesentlich angehört.<sup>37</sup>

Selbst wenn eine empirische Theorie der Erkenntnis zutreffen sollte, ist sie mit der oben zitierten kantischen Frage konfrontiert, woher sie ihre Gewissheit nimmt, wenn all ihre Regeln wiederum nur empirisch sind. Denn auch Theorien wie die evolutionäre Erkenntnistheorie treten mit dem Anspruch auf, objektive (letztlich auf die Gesetze der Physik zurückführbare) Erkenntnisse zu liefern. Deshalb bleibt die Frage nach den Bedingungen der Möglichkeit von objektiv gültigen Erkenntnissen auch im Rahmen einer evolutionären Erkenntnistheorie als erkenntnistheoretisches Problem bestehen.

## **5 Das messtheoretisch-vorwissenschaftliche Apriori**

Einleitend sei hervorgehoben, dass wissenschaftliche Erfahrung nie bei null beginnt bzw. beginnen kann, sondern eingebettet ist in eine Vielzahl von vor- bzw. außerwissenschaftlichen Voraussetzungen. Zum Vor- bzw. Außerwissenschaftlichen zählen Alltagserfahrungen, sprachliche

<sup>35</sup> Vgl. Chomsky, *Zu den biologischen Grundlagen der Sprache*, S. 189.

<sup>36</sup> Vgl. Vollmer, *Wieso können wir die Welt erkennen?*, S. 230.

<sup>37</sup> KdrV, 166 f.



Voraussetzungen, soziale und kulturelle Randbedingungen, aber auch bestimmte Festsetzungen und normative Voraussetzungen. Wissenschaft spielt sich im Rahmen eines "immer schon" vorhandenen vorwissenschaftlichen Umfeldes ab. "Immer schon" sind wir "in Sprache", "in Alltagserfahrung", "in einer bestimmten Kultur" usw.:

Die Sprache ist, mit Kant zu reden, 'Bedingung der Möglichkeit' jeglicher Wissenschaft und Philosophie. [...]

Wir existieren 'immer schon' in einem 'Vorverständnis' der Welt und unserer selbst, ehe wir nachzudenken und zu forschen beginnen, und dieses Vorverständnis artikuliert sich sprachlich.<sup>38</sup>

Über die Richtigkeit des Vorwissenschaftlichen lässt sich empirisch nicht entscheiden. Von vorwissenschaftlichen Elementen wie den nachstehend genannten hängen u. a. auch die Ergebnisse von Experimenten ab: instrumentelle (z. B. die betrachteten Körper sind als starr anzusehen<sup>39</sup>), funktionale (z. B. bestimmte Funktions- und Interpolationsgleichungen zur Interpretation von Messergebnissen<sup>40</sup>), judiciale (z. B. Kriterien zur Annahme oder Verwerfung von Theorien<sup>41</sup>) oder normative (z. B. Einfachheit, hoher Falsifikationsgrad<sup>42</sup>) Festsetzungen. Insofern kann davon gesprochen werden, dass Vorwissenschaftliches der wissenschaftlichen Erkenntnis *a priori* vorausgeht.

Vorwissenschaftliche Elemente spielen auch in der Protophysik eine wichtige Rolle. Der protophysikalische Ansatz, der auf Arbeiten von H. Dingler zurückgeht, ist durch "Kants konstruktiven Aufbau der Mathematik" inspiriert. Kant konstruiert die Zahlen durch Handlungsanweisungen zur Herstellung bestimmter Figuren.<sup>43</sup> Dingler und später Lorenzen greifen diese Methodik auf und schlagen vor, auch die Begründungsbasis der Physik in normierten Handlungen zu suchen. Das Apriorische konvertiert so zu einem System von Sätzen, die auf Grundlage idealer Normen verteidigt werden können. Der Protophysiker versteht unter Normen Vorschriften bzw. Aufforderungen, einen bestimmten Zustand herzustellen.

Unter dem Begriff "Protophysik" werden meist folgende Disziplinen zusammengefasst: Geometrie, Chronometrie und Hylometrie. Die Geometrie beschäftigt sich mit der Längen- und die Chronometrie mit der Zeitmessung. Geometrie und Chronometrie bilden die Metrologie (die Kants Phronomie entspricht), die Lorenzen folgendermaßen kennzeichnet: "Sie soll begründen, wie man Körper (Materie) und deren Bewegungen metrisch beschreiben kann."<sup>44</sup> Aufgabe der Hylometrie ist es, den Begriff der "Masse" operativ zu definieren.

Die heutige Protophysik lässt sich unterteilen in die methodisch-konstruktive Protophysik der Erlanger und Göttinger Tradition (R. Inhetveen, P. Lorenzen) und in die methodisch-kulturalistische Protophysik von P. Janich, der seinen Ansatz von vorgenannter Version so abgrenzt:

Der philosophisch relevante Unterschied, abgesehen von den technischen Durchführungen, ist einerseits der strikt operative Ansatz, der den technischen Realisierungsverfahren eine Konstitutionsrolle zuweist, und damit der Anschluß an eine vor- und außerwissenschaftliche technische Praxis des Messens, sowie eine undogmatische Auswahl der zu rekonstruierenden

<sup>38</sup> Kamlah/Lorenzen, *Logische Propädeutik*, S. 14 f.

<sup>39</sup> Vgl. Hübner, "A priori – A posteriori", S. 120.

<sup>40</sup> Vgl. Hübner, "A priori – A posteriori", S. 120.

<sup>41</sup> Vgl. Hübner, "A priori – A posteriori", S. 120.

<sup>42</sup> Vgl. Hübner, "A priori – A posteriori", S. 120.

<sup>43</sup> Vgl. Mittelstraß, *Wider den Dingler-Komplex*, S. 18.

<sup>44</sup> Lorenzen, *Theorie des technischen Wissens*, S. 57.

Praxen (statt historisch individueller Theorien), die in ihrer Leistungsfähigkeit sowohl für außerwissenschaftliche Technik als auch für tatsächlich praktizierte Naturwissenschaften (Meßkunst) das Rekonstruktionsziel bilden.<sup>45</sup>

Der an die handwerklich-technische Praxis anknüpfende Aspekt des Vor- bzw. Außerwissenschaftlichen findet bei Janich besondere Beachtung:

Der Grundgedanke meiner operativen Geometriebegründung ist die Bestimmung erster prädikativer 'räumlicher' Wörter an handwerklich hergestellten Sachverhalten. Ich verdanke diesen Einfall in einem gewissen Sinne einer Kritik von Hans Albert an Hugo Dingler: dort würde, so Albert in kritischer Absicht, Wahrheit nicht *festgestellt*, sondern *hergestellt*. Ja genau! Das war der entscheidende Einfall für die Lösung des (von Dingler so genannten) 'Anfangsproblems!' (Dingler spricht 1928 von einem 'Herstellungsapriori' der Physik.) Die allerersten Schritte, die zu einer methodischen Rekonstruktion einer wissenschaftlichen Fachsprache zu leisten sind (und nebenbei einen Ausweg aus dem Albertschen Münchhausen-Trilemma weisen), sind nach der 'Logischen Propädeutik' exemplarische Bestimmungen von Prädikatoren an geeigneten Beispielen und Gegenbeispielen. Diese werden in (nichtsprachlich, poetisch) hergestellten Sachverhalten für die Sprachnormierung transsubjektiv und allgemein verfügbar.<sup>46</sup>

Janich strebt eine protophysikalische Grundlegung der Physik durch Rekonstruktion von Mitteln und Zwecksetzungen physikalischer Theorien (nicht aber des Satzbestandes der Theorien selbst) auf Basis normierter Handlungen an.<sup>47</sup> Damit sind Mittel gemeint, die dienlich sind, Formen und Größen von Körpern verbal und manuell zu beherrschen. So geht es z. B. in der Protophysik des Raumes um die Herstellungsschritte, die notwendig sind, um Längengleichheit zu erreichen. Allem voran wird zunächst ein sogenanntes vorgeometrisches Vokabular entwickelt. Hierzu gehören Begriffe wie "Körper", "glatt", "Fläche", "Kante", "Ecke", "hohl" usw.<sup>48</sup> Somit ist das Apriori der Protophysik ein apparatives, denn es geht um Bedingungen apparativer Erfahrung, also um Anforderungen, die an einen Apparat zu stellen sind, damit er als Messapparat dienlich ist: "Die Physik ist empirisch bis auf ihre eigene Voraussetzung, nämlich die Meßkunst, und bis auf alle aus den terminologischen Bestimmungen der Grundbegriffe logisch folgenden Sätze."<sup>49</sup>

Mit dem messtheoretischen Apriori stände der Physik ein absolutes Fundament zur Verfügung: "Die Physik hätte in der Protophysik ein absolutes und nicht mehr hintergegbares Fundament sowohl der jetzigen als auch jeder zukünftigen Naturwissenschaft gefunden."<sup>50</sup>

Es bleibt aber die Frage, inwiefern sich ein solcher Anspruch einlösen lässt, ohne bereits den Begriff des Naturgesetzes vorauszusetzen. In der nachstehenden Passage setzt sich Janich mit diesem Thema auseinander:

Meines Wissens hat bisher kein Vertreter der Protophysik behauptet, daß Artefakte wie z. B. Meßgeräte solchen Einflüssen nicht unterliegen würden, die wir im Rahmen der Physik als 'Naturgesetze' zu erfassen versuchen. Aber um solche Einflüsse überhaupt feststellen zu können, muß vorher das nicht-naturgesetzliche 'Verhalten' von Meßgeräten feststehen. Zu

<sup>45</sup> Janich, *Die Kant-Friessche reine Bewegungslehre und die Protophysik*, S. 395.

<sup>46</sup> Janich, *Philosophie und Geometrie. Zur jüngeren Protophysik-Kritik*, S. 130.

<sup>47</sup> Vgl. Janich, *Die Kant-Friessche reine Bewegungslehre und die Protophysik*, S. 395.

<sup>48</sup> Vgl. Janich, *Zur Kritik an der Protophysik*, S. 111.

<sup>49</sup> Janich, *Wie empirisch ist die Physik?*, S. 303.

<sup>50</sup> Mittelstaedt, *Zur Protophysik der klassischen Mechanik*, S. 135.

diesem Zweck sind Meßgeräte nach dem Vorschlag der Protophysik im Verfolg von Präskriptionen herzustellen und zu verwenden.<sup>51</sup>

Janich argumentiert, dass noch kein Wissen von physikalischen Gesetzen erforderlich sei, um einfache Geräte herzustellen.<sup>52</sup>

Dem ist aber mit dem Hinweis zu entgegnen, dass Messgeräte nur deshalb funktionieren, weil sie bestimmten Naturgesetzen gehorchen. Dass etwa eine Atomuhr ein präzises Zeitmessgerät ist, wissen wir, weil wir auf quantenmechanische oder elektrodynamische Gesetze vertrauen.<sup>53</sup>

Zudem befähigt erst das Wissen um Naturgesetze dazu, die Präzision eines Messgerätes zu erhöhen. Das Herstellen von Geräten kann als ein iterativer Prozess gedacht werden, der mit einem immer genaueren Verständnis des Naturgeschehens einhergeht, was uns wiederum in die Lage versetzt, immer präzisere Messgeräte herzustellen.<sup>54</sup>

Überdies ist zu fragen, woher ich die Gewissheit habe, dass entsprechende Präskriptionen (also Normen oder Handlungsanweisungen) zur Erzeugung von funktionsfähigen Messgeräten mit erwünschten Eigenschaften geeignet sind, wenn ich nicht zumindest eine kausale Erwartung (etwa in der Form: Immer wenn A erfüllt ist, dann kann ich auch B hervorrufen) voraussetze. Die kausale Erwartung, wonach stets gleiche Handlungen mit gleichen Gegenständen unter gleichen Umständen zum gleichen Ergebnis führen, ist auch im Bereich des Handwerklich-Technischen unverzichtbar. Diese Einstellung wird in der Forderung nach Reproduzierbarkeit ausgesprochen. Die Reproduzierbarkeitsforderung greift implizit auf Konzepte wie "Allgemeingültigkeit" und "Notwendigkeit" (Kants Bestimmungsmerkmale des Apriori) zurück. Zur Verdeutlichung dieser Behauptung kann das Beispiel des Drei-Platten-Abschleifverfahrens herangezogen werden. In der Protophysik gilt diese Prozedur als normiertes Realisierungsverfahren zur Herstellung einer Ebene. Hierbei werden drei (grob geschliffene) Metallplatten jeweils wechselseitig aneinander abgeschliffen, sodass sich immer wieder neue Berührungspunkte ergeben, womit als Resultat dieser Vorgehensweise eine ebene Fläche entsteht. Das Vertrauen in die Reproduzierbarkeit dieses Verfahrens unterstellt, dass bei unveränderten Rahmenbedingungen *immer wieder* (d. h. mit Allgemeingültigkeit) das gleiche Resultat erzielt werden *muss* (d. h. mit Notwendigkeit). Ähnliches lässt sich im Hinblick auf die Definition des Begriffes der "Masse" sagen, der in der Protophysik etwa mithilfe von Stoßvorgängen definiert wird. Nur wenn vorausgesetzt wird, dass eine notwendige Verknüpfung zwischen dem Auftreffen der Kugel A auf die Kugel B und dem nachfolgenden Bewegungszustand beider Kugeln besteht, ergibt eine solche Definition überhaupt Sinn.

Der springende Punkt ist jedoch, dass sich allein mit protophysikalischen Mitteln keine allgemeingültigen Aussagen rechtfertigen lassen. Begriffe wie "Kausalität", "Allgemeingültigkeit" und "Notwendigkeit" sind bei protophysikalischen Überlegungen implizit vorausgesetzt. Die Protophysik kann nur zeigen, dass die Herstellung der betreffenden Objekte – etwa einer Ebene – unter den spezifischen, auf der Erde herrschenden Bedingungen und mit begrenzter Genauigkeit gelingt,<sup>55</sup> sie kennt keinerlei apodiktische Verbindlichkeit. Bei dieser Sichtweise wird das Apriori und mit ihm das System der Naturgesetze und naturwissenschaftlichen Aussagen zu etwas

<sup>51</sup> Janich, *Zur Kritik an der Protophysik*, S. 308.

<sup>52</sup> Vgl. Janich, *Philosophie und Geometrie. Zur jüngeren Protophysik-Kritik*, S. 128.

<sup>53</sup> Vgl. Zoglauer, *Theorieabhängigkeit der Messung: Ein Argument für die holistische Interpretation physikalischer Theorien*, S. 115–122.

<sup>54</sup> Vgl. Herrmann, *Apriori im Wandel*, S. 129 ff.

<sup>55</sup> Vgl. Düsberg, *Protophysik – eine apriorische Theorie physikalischer Messung?*, S. 270.

Kulturrelativem. Ein Streit über naturwissenschaftliche Konzepte wäre dann kaum noch von Glaubensdisputen zu unterscheiden. Es ist schwierig einsehbar, wie sich diese Konsequenz vermeiden lässt, ohne Konzepte wie "Naturgesetzlichkeit", "Kausalität", "Allgemeingültigkeit" und "Notwendigkeit" vorauszusetzen. Als Resümee zu dieser Betrachtung ist festzuhalten, dass das kantische Apriori "tiefer liegt" als das apparative. Ersteres lässt sich nicht durch Letzteres eliminieren.

## **6 Das Apriori und die Physik des beginnenden 20. Jahrhunderts**

Die Physik des beginnenden 20. Jahrhunderts ist dadurch gekennzeichnet, dass Konzepte, die im Rahmen der klassisch-newtonschen Mechanik entstanden sind (z. B. "Euklidizität des physikalischen Raumes", "absoluter Raum", "absolute Zeit"), aufgegeben werden. Aber gerade die klassisch-newtonsche Mechanik dient Kant als Musterbeispiel einer sicheren Wissenschaft. Reichenbach hat dies bewogen, von der "Widerlegung der Kantischen Voraussetzung" zu sprechen. Allerdings räumt Reichenbach ein, die "alten Prinzipien" (der newtonschen Mechanik) blieben als Näherungen in den neuen Theorien enthalten. Deshalb dürfe man die Prinzipien der älteren Physik nicht einfach verwerfen, vielmehr sei ihr Gültigkeitsbereich einzuschränken.

Indes betont Reichenbach den methodischen Wert der Prinzipien der newtonschen Mechanik in Bezug auf die Relativitätstheorie: Beispielsweise sei Eötvös für seinen berühmten Nachweis der Proportionalität von träger und schwerer Masse (Äquivalenzprinzip) von der Euklidizität des physikalischen Raumes ausgegangen. Das Äquivalenzprinzip wird später für Einstein zu einem wichtigen Stützpfiler seiner ART, die die nicht-euklidische Struktur des physikalischen Raumes impliziert. Auch der berühmte Michelson-Versuch kann als Beispiel dienen. Bei dessen Durchführung ist man vom Galilei-Prinzip ausgegangen, jedoch stehen die Ergebnisse des Michelson-Versuchs im Widerspruch zum Galilei-Prinzip. Erst die SRT erklärt widerspruchsfrei das Ergebnis des Michelson-Versuchs. Doch die SRT widerlegt das Galilei-Prinzip nicht, vielmehr kann es unter der Bedingung  $v \ll c$  als Spezialfall des Relativitätsprinzips der SRT betrachtet werden. Reichenbach bezeichnet eine solche Vorgehensweise als "Verfahren der stetigen Erweiterung". Dieses besagt, dass ein neues (allgemeineres) Prinzip durch einen geeigneten Grenzübergang in das alte Prinzip übergeht.

Werner Heisenberg gelangt zu der Einschätzung, dass die moderne Physik die synthetischen Urteile a priori von metaphysischen Aussagen in praktische verwandelt habe. Den synthetischen Urteilen a priori schreibt Heisenberg den Charakter relativer Wahrheiten zu. Camilleri kennzeichnet den Kern von Heisenbergs Transformation des kantischen Apriori folgendermaßen:

Heisenberg subjects Kant's concept of the a priori to a transformation in two distinct but interconnected ways. First, the a priori status of space, time, and causality is retained by Heisenberg in the sense that they remain the presuppositions of experience, but the a priori is deprived of its necessity in Kant's sense. The indispensability of classical concepts originates from the historical fact that we have no other language through which we describe what is given to us in experience. Second, the concepts of classical physics are no longer understood to have universal applicability as they do for Kant.<sup>56</sup>

Auch innerhalb der Schulen, die in der kritischen Tradition stehen, lässt sich ein Prozess der "Transformation des Apriorischen" nachweisen. Es soll zunächst die Neufries'sche Schule betrachtet

---

<sup>56</sup> Camilleri, *Heisenberg and the Transformation of Kantian Philosophy*, S. 285.

werden. Vor allem unter dem Einfluss des Schulgründers Leonard Nelson nehmen die Neufriesianer anfänglich eine ablehnende Haltung gegenüber der Relativitätstheorie ein, eine Position, die sie in den 1930er-Jahren, also erst nach dem Tod Leonard Nelsons (1927), wieder aufgeben zugunsten einer neuen Sichtweise auf das Verhältnis von Transzendentalphilosophie und moderner Physik. So heißt es in einem Bericht der naturphilosophischen Tagung der Freunde der Fries'schen Schule (4./5. Januar 1930) bezüglich der Allgemeinen Relativitätstheorie:

Die Physik bemächtigt sich des neuen Hilfsmittels, ihr ist nicht mehr die euklidische Geometrie die eine ausgezeichnete metrische Mannigfaltigkeit, von der a priori feststeht, dass sie allein das für jede wahre Theorie der Aussenwelt notwendige mathematische Begriffssystem liefert. Die Erfahrung soll vielmehr entscheiden, welche der mathematisch möglichen Mannigfaltigkeiten am besten auf die Aussenwelt passt.<sup>57</sup>

Um die Fortentwicklung des kritischen Ansatzes innerhalb der Neufriesschen Schule hat sich Paul Bernays verdient gemacht. Er löst sich von der Fries'schen Annahme einer bereits vor jeglicher Erfahrung fest in unserer Vernunft liegenden Erkenntnis und rückt die "Erfahrung des täglichen Lebens" als Vorbedingung der "wissenschaftlichen Erfahrung" in den Fokus.<sup>58</sup> Bernays betont die Rolle der vorwissenschaftlichen Stufe der Erfahrung für die wissenschaftliche Erkenntnis. Diese spiele insofern eine wichtige Rolle, als gegenständliches Bewusstsein, ursächliche Betrachtungen und intersubjektive Verständigung bereits auf einer frühen Stufe der Auseinandersetzung mit der Welt vorhanden seien:

Diese Erwägungen weisen uns darauf hin, dass es sich bei einer Theorie der Konstituierung unseres Erlebens einer gegenständlichen Umwelt nicht unmittelbar um das wissenschaftliche Erkennen, sondern vielmehr zunächst nur um die vorwissenschaftliche Erfahrung handeln kann; und diese muss überhaupt bei der erkenntnistheoretischen Fragestellung genügend zur Berücksichtigung kommen.<sup>59</sup>

Das kantische Konzept eines fest in der menschlichen Vernunft verankerten Apriori, ersetzt Bernays durch ein System von versuchsweise angesetzten begrifflichen Konzeptionen:

Wir brauchen nicht a priori zu wissen, daß jede Veränderung eine Ursache hat; wenn wir nur die Idee des notwendigen Zusammenhanges als eine ansatzweise produzierte und erfolgreiche vernünftige Deutungskategorie zur Verfügung haben und sie als solche begreifen, so bereitet es keine methodische Verlegenheit, daß wir nirgends eine unmittelbare Sensation (Impression) von notwendigem Zusammenhang antreffen.<sup>60</sup>

Die Vernunft wird nicht mehr als unmittelbar wissend betrachtet, sondern als suchend:

Wir können sagen, unsere Vernunft zeigt sich in der Naturforschung nicht als unmittelbar wissend um das entscheidende Fundament der Betrachtung, sondern als ständig auf der Suche befindlich. Ihre Produktivität äußert sich in der Konzeption von deutenden Begriffen, unter welche das uns zunächst in der Wahrnehmung und dann in mehr komplexer Erfahrung Entgegentretende gefaßt wird, wobei eine Entwicklung der begrifflichen Deutungen stattfindet,

---

<sup>57</sup> *Referate und Aussprachen von der naturphilosophischen Tagung der Freunde der Fries'schen Schule*. Berlin, den 4. und 5. Januar 1930, Bl. 20.

<sup>58</sup> Vgl. Bernays, *Zur Frage der Anknüpfung an die Kantische Erkenntnistheorie*, S. 195.

<sup>59</sup> Bernays, *Zur Frage der Anknüpfung an die Kantische Erkenntnistheorie*, S. 197.

<sup>60</sup> Bernays, *Über die Fries'sche Annahme einer Wiederbeobachtung der unmittelbaren Erkenntnis*, S. 128.

und auf Grund dieser Entwicklung ein Schatz an Deutungskategorien im 'kollektiven Unbewußten' – wie man es in der heutigen analytischen Psychologie nennt – aufgespeichert wird.<sup>61</sup>

Nicht unerwähnt bleiben darf in diesem Zusammenhang Grete Hermann, die bis zu Nelsons Tod seinem engen Mitarbeiterkreis angehört. Hermann beginnt ihre wissenschaftliche Karriere in Göttingen. Dort studiert sie bei Emmy Noether Mathematik und bei Leonard Nelson Philosophie. Ihre ersten philosophischen Arbeiten beschäftigen sich mit dem Verhältnis von kritischer Philosophie und moderner Naturwissenschaft. Hierbei ist sie um eine Reform des nelsonschen Erkenntnismodells bemüht, indem sie es von seinen "irreführenden Absolutheitsansprüchen befreit"<sup>62</sup>.

In diesem Zusammenhang spielen die Gespräche eine große Rolle, die sie Anfang der 1930er-Jahre mit Heisenberg und seinen Mitarbeitern über die philosophischen Konsequenzen der Quantenmechanik führt. Heisenberg erwähnt diese Diskussionen in seinem Buch "Der Teil und das Ganze" im 10. Kapitel "Quantenmechanik und die Kantische Philosophie (1930–1932)". Auch Carl Friedrich von Weizsäcker nimmt an diesen Gesprächen teil. In einer Rezension zu Hermanns Artikel "Über die Grundlagen physikalischer Aussagen in den älteren und den modernen Theorien" stellt er heraus, dass ihre Arbeit verdeutlicht habe: "Kants Ansatz wird also durch die neue Physik nicht widerlegt, sondern präzisiert."<sup>63</sup>

Der Fakt, dass sich moderne physikalische Theorien wie Relativitätstheorie und Quantenmechanik nicht auf die Gesetze der newtonschen Mechanik zurückführen lassen, führt Hermann zu der Einsicht, die Verengung der kritischen Philosophie auf die Gedankenwelt der newtonschen Mechanik beraube den kritischen Ansatz wichtiger Inhalte. Newtonsch-mechanische Denkkonzepte dürfen der kritischen Philosophie nicht ihre Grenzen diktieren. Beispiele für klassisch-mechanische Konzepte, die sich nicht auf die moderne Physik übertragen lassen, sind:

- die vom Beobachtungskontext unabhängige Zuordenbarkeit zwischen empirischen Daten und bestimmten Deutungskonzepten (z. B. Wellenmodell, Teilchenmodell)<sup>64</sup>
- die Kopplung von Kausalität an Vorausberechenbarkeit

Grete Hermann zeigt die Anwendbarkeit von Begriffen wie "Substanz", "Wechselwirkung" und "Kausalität" auf die Elektrodynamik. Gegenstände der Elektrodynamik wie *elektrische Ströme*, *elektrisch geladene* oder *polarisierte Körper*, *elektrische* und *magnetische Felder* können als wechselwirkende Substanzen beschrieben werden, um "mit ihrer Hilfe die beobachteten Veränderungen kausal zu erklären"<sup>65</sup>. Allerdings können in der Elektrodynamik mitunter denselben

<sup>61</sup> Bernays, *Über die Fries'sche Annahme einer Wiederbeobachtung der unmittelbaren Erkenntnis*, S. 128.

<sup>62</sup> Diese Formulierung verwendet Grete Hermann in einem Brief, den sie im Juni 1934 aus Leipzig an ihre Mutter schreibt. Aus diesem Brief zitiert G. Heckmann im Vorwort zu Grete Henry-Hermanns Buch *Die Überwindung des Zufalls*.

<sup>63</sup> Von Weizsäcker, *Kurzreferat über Hermann, Grete: Über die Grundlagen physikalischer Aussagen in den älteren und den modernen Theorien*, S. 339.

<sup>64</sup> Vgl. Hermann, *Über die Grundlagen physikalischer Aussagen in den älteren und den modernen Theorien*, S. 392. Unter "Verknüpfungsvorstellungen" versteht Grete Hermann Konzepte, denen die Daten der Wahrnehmung unterliegen. Insbesondere sind damit gemeint: Raum und Zeit, Kausalität und Wechselwirkung.

<sup>65</sup> Hermann, *Über die Grundlagen physikalischer Aussagen in den älteren und den modernen Theorien*, S. 368.

physikalischen Daten (in Abhängigkeit von der Fragestellung) verschiedene Begriffe zugeordnet werden. Grete Hermann demonstriert dies anhand des elektrischen Feldstärkevektors:

*Wenn an die betreffende Stelle des Raums ein elektrischer oder magnetischer Probekörper bestimmter Art gebracht wird, so wird er eine dem Feldvektor entsprechende Kraft erfahren. Handelt es sich dagegen um die Frage nach der zeitlichen Ausbreitung des Feldes, so wird man dieselben physikalischen Daten als Verschiebung des Äthers und insofern substantiell deuten.*<sup>66</sup>

Nach Grete Hermann erfahren die Verknüpfungsrelationen in der Elektrodynamik weder eine inhaltliche Änderung, noch büßen sie ihren apriorischen Charakter ein, jedoch hänge ihre Verwendungsweise immer vom konkreten Beobachtungszusammenhang ab. Die Anwendung bestimmter Verknüpfungsrelationen "[...] kann nicht mehr als die Auffindung absolut festliegender Verhältnisse des Naturgeschehens betrachtet werden, sondern beschränkt ihren Gültigkeitsanspruch selber durch die Beziehung auf eine bestimmte Versuchsanordnung und Fragestellung."<sup>67</sup> Die von Grete Hermann entwickelte Sichtweise verpflichtet nicht auf eine newtonsch-mechanische Interpretation der Elektrodynamik. Somit kann etwa das elektromagnetische Feld unter bestimmten Umständen substantiell interpretiert werden, ohne dass die Bewegung des Feldes den Gesetzen der newtonschen Mechanik folgen muss.

In "Der Teil und das Ganze" erinnert sich Heisenberg an ein Gespräch zwischen Grete Hermann und von Weizsäcker, in dem von Weizsäcker auf die methodisch wichtige Funktion klassisch-anschaulicher Vorstellungen für die Quantenmechanik hinweist, wodurch das Apriori eine Relativierung erfährt:

Die Experimente, die der Physiker anstellt, müssen zunächst immer in der Sprache der klassischen Physik beschrieben werden, da es anders gar nicht möglich wäre, dem anderen Physiker mitzuteilen, was gemessen worden ist. Und erst dadurch wird der andere in die Lage versetzt, die Ergebnisse zu kontrollieren. Das Kantsche 'a priori' wird also in der modernen Physik keineswegs beseitigt, aber es wird in einer gewissen Weise relativiert. Die Begriffe der klassischen Physik, das heißt auch die Begriffe 'Raum', 'Zeit', 'Kausalität', sind in dem Sinn a priori zur Relativitätstheorie und Quantentheorie, als sie bei der Beschreibung der Experimente verwendet werden müssen – oder sagen wir vorsichtiger, tatsächlich verwendet werden. Aber inhaltlich werden sie in diesen neuen Theorien doch modifiziert.<sup>68</sup>

Eine Transformation durchläuft das Apriori auch im Neukantianismus. Beispielsweise deutet Ernst Cassirer das Apriorische als eine Art "Orientierungsnetz", das uns bei der Erforschung des Naturgeschehens leitet,<sup>69</sup> oder auch als "universelles Formelement" (Invariante), das bei wechselnden Erfahrungsinhalten erhalten bleibt<sup>70</sup>. Ein solches "universelles Formelement" ist die Forminvarianz einer physikalischen Gleichung beim Wechsel des Bezugssystems (Kovarianz). Zudem betont Cassirer, dass alle Erfahrungssätze unabhängig vom materialen Inhalt raum-zeitlich bestimmt seien und dem Prinzip der Kausalität (bei Cassirer als "Forderung der strengen

<sup>66</sup> Hermann, *Über die Grundlagen physikalischer Aussagen in den älteren und den modernen Theorien*, S. 377.

<sup>67</sup> Hermann, *Über die Grundlagen physikalischer Aussagen in den älteren und den modernen Theorien*, S. 377.

<sup>68</sup> Heisenberg, *Der Teil und das Ganze*, S. 146 f., Sperrung von K. H.

<sup>69</sup> Vgl. Cassirer, *Determinismus und Indeterminismus in der modernen Physik*, S. 319.

<sup>70</sup> Vgl. Cassirer, *Substanzbegriff und Funktionsbegriff*, S. 356.

funktionalen Abhängigkeit"<sup>71</sup> gedacht) entsprächen, was zweifelsfrei auch auf die Quantenmechanik zutrifft, mit der sich Cassirer in seiner Arbeit "Determinismus und Indeterminismus" in der modernen Physik(1937) auseinandersetzt. Wie der Untertitel dieser Schrift "Historische und systematische Studien zum Kausalproblem" verrät, rückt Cassirer das Kausalitätsprinzip in den Fokus:

Setzt man die einzelnen Bestimmungsstücke, über welche die Quantenmechanik verfügt, in der Weise an, wie sie nach den allgemeinen Prinzipien der Theorie und nach den durch die Unbestimmtheits-Relationen gezogenen Grenzen allein angesetzt werden können, so ergibt sich stets zwischen ihnen eine funktionale Beziehung, die sich exakt definieren läßt. Es gilt dann das 'Kausalgesetz der Quantenmechanik', d. h. der Satz, daß es, wenn zu irgendeiner Zeit gewisse physikalische Größen so genau gemessen werden, wie dies prinzipiell möglich ist, auch zu jeder anderen Zeit Größen gibt, für die das Resultat einer Messung präzise vorhergesagt werden kann [...].<sup>72</sup>

### 7 Stegmüller: "Strukturalistisches Apriori"

Eine empiristische Reinterpretation erfährt das kantische Apriori im Rahmen des strukturalistischen Theoriekonzepts. Das strukturalistische Konzept versteht sich als eine auf J. D. Sneed zurückgehende Antwort auf das Problem der "Theoriebeladenheit aller Erfahrung". Der strukturalistische Ansatz will das Zweistufenkonzept der Wissenschaftssprache (d. h. die Aufteilung des wissenschaftlichen Vokabulars in theoretische Terme und Beobachtungsterme) überwinden, indem das Konzept der "T-Theoretizität" eingeführt wird. Als T-theoretisch werden Größen bezeichnet, deren Werte sich nur durch Rückgriff auf eine "erfolgreiche Anwendung von T" ermitteln lassen.<sup>73</sup> So können etwa in der klassischen Partikelmechanik *Kraft* und *Masse* nicht ohne Rückgriff auf die newtonsche Mechanik bestimmt werden, sie sind also *T-theoretisch* bezüglich der Partikelmechanik. Dagegen kann der Abstand in einer von der newtonschen Mechanik unabhängigen (also nicht T-theoretischen) Weise (z. B. durch optische Prinzipien) ermittelt werden. Wolfgang Stegmüller stützt sich auf die Analyse von J. D. Sneed und entwickelt einen begrifflichen Rahmen, innerhalb dessen auch T. S. Kuhns Unterscheidung zwischen *Perioden der normalen Wissenschaft* und den *Zeiten wissenschaftlicher Revolutionen* abbildbar wird.<sup>74</sup>

Das strukturalistische Theoriekonzept stellt eine Theorie durch folgende 2- bzw. 5-Tupel dar:

$$T = \langle K, I \rangle = \langle M_p, M_{pp}, M, C, I \rangle$$

K bezeichnet den Theoriekern und I die Menge der intendierten Anwendungen einer Theorie T.<sup>75</sup>

Stegmüller hält fest, Kants Apriori werde "von den Änderungen im Erfahrungsbereich nicht tangiert"<sup>76</sup>, es sei also absolut (d. h. überzeitlich) gültig und unterliege folglich keinem Wandel.

<sup>71</sup> Cassirer, *Determinismus und Indeterminismus in der modernen Physik*, S. 345.

<sup>72</sup> Cassirer, *Determinismus und Indeterminismus in der modernen Physik*, S. 345.

<sup>73</sup> Vgl. Stegmüller, *Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie*, Bd. 2, *Theorie und Erfahrung*. Teilband 2: *Theorienstrukturen und Theoriendynamik*, S. 18.

<sup>74</sup> Vgl. Stegmüller, *Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie*, Bd. 2, *Theorie und Erfahrung*. Teilband 2: *Theorienstrukturen und Theoriendynamik*, S. 17.

<sup>75</sup> Vgl. Herrmann, *Apriori im Wandel*, S. 98 f.

<sup>76</sup> Stegmüller, *Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie*, Bd. 2, *Theorie und Erfahrung*. Teilband 2: *Theorienstrukturen und Theoriendynamik*, S. 250.



Nach empiristischer Sicht könne sich jedoch nichts gegen empirische Kontrolle immunisieren. Allerdings lasse sich im Rahmen des strukturalistischen Theoriekonzepts das Apriori am ehesten mit dem Theoriekern K in Zusammenhang bringen. Deshalb deutet Stegmüller K als die apriorische Komponente einer Theorie: "Als *relatives Apriori* thront der Strukturkern einer Theorie über den 'Kämpfen um die Gunst der Erfahrung', die sich auf 'niedrigerer' Ebene abspielen."<sup>77</sup>

Die Zeiten mit konstant bleibendem Apriori-Kern entsprächen (nach Stegmüllers Interpretation des kuhnschen Modells) dem Weg der Normalwissenschaft, während sich bei wissenschaftlichen Revolutionen die "Machtkämpfe" auf die Apriori-Ebene (also den Theoriekern) verlagerten. Deshalb könne auch nur von einem "relativen Apriori" gesprochen werden, denn kein Apriori-Kern sei sicher vor einer Niederlage im Kampf mit der empirischen Komponente.

Allerdings spricht Stegmüller "nur von einer formalen Analogie zur theoretischen Philosophie Kants"<sup>78</sup>, da auch der Theoriekern grundsätzlich zeitabhängig sei und es zudem im Denken Kants weder eine Entsprechung zur Unterscheidung theoretisch/nicht-theoretisch noch zum Begriff der intendierten Anwendung gebe. Nach meiner Einschätzung entfernt sich diese Analogie so weit vom Ansatz Kants, dass der Bezug zur ursprünglichen kantischen Absicht verloren geht.

### 8 Von Weizsäcker: Physik a priori

C. F. von Weizsäcker vollzieht mit seinem Ansatz einer *Physik a priori* eine Rückbesinnung auf das ursprüngliche Anliegen Kants. Der Schüler und Mitarbeiter von Weizsäckers M. Drieschner betont, die kantischen Überlegungen seien fundamentaler als ein nur "methodisches Apriori"<sup>79</sup> oder eine empiristische Interpretation von Naturgesetzen. Es könne kein Diskurs über Naturgesetze stattfinden, wenn nicht bereits bestimmte "Bedingungen der Möglichkeit von Erfahrung überhaupt" erfüllt seien. Der Begriff des "Naturgesetzes", so seine Interpretation, fuße als "Erfahrungsverlauf" oder "Naturzusammenhang" auf Voraussetzungen, die selbst nicht in der Erfahrung ihren Grund hätten, somit also apriorisch seien.

Im Hinblick auf die Durchführbarkeit von Kants naturphilosophischem Programm gelangt von Weizsäcker zu der Einschätzung:

Das Programm, das Kant für die klassische Physik formuliert hat, ist heute entweder unausführbar oder es wird sich als ausgeführt erweisen, wenn aus einleuchtenden Behauptungen über die Bedingungen der Möglichkeit von Erfahrung genau die inhaltlich eindeutig bestimmte einheitliche Physik konstruiert sein wird, der die heutige Entwicklung so offensichtlich zustrebt.<sup>80</sup>

Wenn es gelänge, die gesamte Physik aus wenigen "einleuchtenden Behauptungen" zu konstruieren, käme dies der Verwirklichung von Kants naturphilosophischem Programm gleich. Doch wie lassen sich solche "einleuchtenden Behauptungen" gewinnen? Das nachstehende Zitat spricht die Vermutung aus, man könne quasi im Nachgang die Bedingungen für die Möglichkeit von physikalischer Erkenntnis und somit von Erfahrung schlechthin aufweisen:

<sup>77</sup> Stegmüller, *Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie*, Bd. 2, *Theorie und Erfahrung*. Teilband 2: *Theorienstrukturen und Theoriendynamik*, S. 251.

<sup>78</sup> Stegmüller, *Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie*, Bd. 2, *Theorie und Erfahrung*. Teilband 2: *Theorienstrukturen und Theoriendynamik*, S. 252.

<sup>79</sup> Vgl. Drieschner, *Naturwissenschaft a priori: Die Strenge des kantischen Anspruchs oder Karl Popper ein Idealist?*, S. 403 f.

<sup>80</sup> Von Weizsäcker, *Die Einheit der Natur*, S. 192.

Wir versuchen, die fundamentale Physik aufzubauen, geleitet von der Vermutung, man könne die fundamentalen Gesetze der Physik verstehen als Formulierungen der *Bedingungen der Möglichkeit von Erfahrung* überhaupt. Das heißt, man könne, nachdem die Gesetze der Physik in der Geschichte gefunden worden sind, wenigstens hinterher, also historisch *a posteriori*, begreiflich machen, daß eben diese Gesetze nichts anderes formulieren als die Regeln, denen Erfahrung, wenn sie überhaupt möglich sein soll, muß genügen können.<sup>81</sup>

Verkürzt lässt sich von Weizsäckers methodischer Ansatz so formulieren: Erkenntnis *a posteriori* erklärt nachträglich, was *a priori* vorausgesetzt ist. Dieser Ansatz erinnert an Fries' Konzept einer anthropologischen Deduktion, wonach *Erkenntnis a priori* auf aposteriorischem Wege aufgewiesen werden soll.

Für von Weizsäcker spielt der Begriff des "Zeitlichen" eine große Rolle. Jede Erfahrung hat es mit Zeit zu tun: Erfahrung muss sich in der Zeit bewähren, durch Erfahrung lernen wir aus der Vergangenheit etwas über die Zukunft, alle physikalischen Sätze sind auf die Zeit bezogen,<sup>82</sup> alle Erfahrungsinhalte sind ständigem Wandel unterworfen. Was dieser Veränderung entzogen ist, das schlechthin in der Zeit Beharrende, bezeichnet Kant als Substanz. Von Weizsäcker schließt an den kantischen Substanzbegriff an und betont, dass wir uns nur eines Beharrenden gewiss sein können, nämlich der Zeit selbst.<sup>83</sup> Zudem stellt von Weizsäcker heraus: Nach Kant könne das "Quantum der Substanz" (also ihr numerischer Wert in der Zeit) weder vermehrt noch vermindert werden<sup>84</sup> und bleibe somit erhalten.

Zeit selbst könne nicht wahrgenommen werden. Deshalb müsse für sie eine in der Wahrnehmung anzutreffende Größe eintreten. Welche Größe kommt infrage? Von Weizsäcker verweist auf den engen Zusammenhang zwischen Energie und Zeit und verdeutlicht dieses anhand der newtonschen Bewegungsgleichung:

$$m \frac{d^2 x_i}{dt^2} = - \frac{\partial U}{\partial x_i} \quad (i = 1, 2, 3; U: \text{Potenzial})$$

Die obige Gleichung ist durch ihre zeitliche Homogenität charakterisiert. Somit ist kein Zeitpunkt ausgezeichnet. Anders ausgedrückt: Die Gleichung besitzt zu jedem Zeitpunkt die gleiche mathematische Form, da sie nur vom Differenzialquotienten der Zeit abhängt. Ersetzt man nämlich  $t$  durch  $t + \tau$  ( $\tau$ : beliebiger zeitlicher Parameter), so bleibt die mathematische Form der Gleichung unverändert. Unter der Voraussetzung ihrer zeitlichen Homogenität lässt sich aus der newtonschen Bewegungsgleichung der Energieerhaltungssatz ableiten.

Damit wird klar, dass der der newtonschen Bewegungsgleichung zugrunde liegende Substanzbegriff der Energiewert eines bewegten Massenpunktes ist. Denn die Erhaltung der Energie eines bewegten Massenpunktes ist eine Folge der Homogenität der Zeit. Die Homogenität der Zeit wird als Grundfaktum (*a priori*) vorausgesetzt. Dass nicht der Massenpunkt selbst oder der Wert seiner Masse als Substanz interpretiert werden können, ist insofern ersichtlich, als der Begriff "Massenpunkt" keine quantitative Größe darstellt, und der Wert der Masse verliert aufgrund der Beziehung  $E = mc^2$  seinen klaren Sinn als Materiemenge.

<sup>81</sup> Von Weizsäcker, *Quantentheorie elementarer Objekte*, S. 6.

<sup>82</sup> Vgl. von Weizsäcker, *Aufbau der Physik*, S. 48.

<sup>83</sup> Vgl. von Weizsäcker, *Die Einheit der Natur*, S. 391.

<sup>84</sup> Vgl. KdrV, 224.

Von Weizsäckers Beispiel verdeutlicht sein methodisches Vorgehen bei der Auffindung apriorischer Prinzipien: Durch Analyse von empirischen Erkenntnissen (hier der newtonschen Bewegungsgleichung) werden die allgemeinen und notwendigen Voraussetzungen für ebendiese Erkenntnisse gefunden. Diese so gefundenen Voraussetzungen formulieren die (apriorischen) Bedingungen, die Erfahrung ermöglichen. "Zeitlichkeit" gehört nach von Weizsäcker zu diesen fundamentalen Voraussetzungen:

Wenn überhaupt etwas in der Physik philosophisch verstanden werden kann, dann das, was ihr Einheit gibt. [...]

Ich erwarte, daß ein Aufbau der ganzen Physik aus *einem* Prinzip in der Tat gelingen wird, und meine eigenen noch unfertigen Arbeiten dienen diesem Ziel. Inhaltlich glaube ich, daß der zentrale Begriff eines solchen Aufbaus der Begriff der Zeit in der vollen Struktur ihrer Modi: Gegenwart, Vergangenheit, Zukunft sein muß. An sie lassen sich, so glaube ich, Logik, Zahl, Wahrscheinlichkeit und Kontinuum anknüpfen, und dann läßt sich die Physik aufbauen als die Theorie von Objekten in der Zeit oder, noch schärfer gesagt, von zeitüberbrückenden Alternativen.<sup>85</sup>

Von Weizsäcker beschäftigt die Frage, ob sich ein einheitliches Prinzip finden lasse, auf dem die komplette Physik beruhe. Eine zentrale Bedeutung kommt in diesem Zusammenhang Postulaten über trennbare und empirisch entscheidbare Alternativen von zeitlich möglichen Ereignissen zu. Die mathematisch einfachste Struktur<sup>86</sup> zur Darstellung einer solchen Alternative ist die Spinorgruppe  $SU(2,C)$ . Von Weizsäcker verwendet die Bezeichnungen *binäre Alternativen*, *Ur-Alternativen* oder nur *Ure*. Es handelt sich hier um die Elemente der  $SU(2,C)$ -Gruppe, die durch folgende Matrix dargestellt werden können:

$$U = \begin{pmatrix} a & -b \\ b & a \end{pmatrix} \quad \text{Es gilt: } \det U = 1; \quad U^* U = U U^* = 1$$

Gemäß der Ur-Hypothese von Weizsäckers lassen sich alle Objekte aus Ur-Objekten zusammensetzen. Von Weizsäcker glaubt sogar, dem Fakt, dass zwischen der Gruppe  $SU(2,C)$  und der Drehgruppe des reellen dreidimensionalen euklidischen Raumes  $SO(3,R)$  insofern eine Verwandtschaft besteht, als jedem Element von  $SU(2,C)$  ein Element von  $SO(3,R)$  zugeordnet werden kann, den Grund für die Dreidimensionalität des Raumes entnehmen zu können.

Die Ur-Hypothese erlaubt es, aus wenigen abstrakten Prinzipien physikalische Konzepte abzuleiten wie etwa die Dreidimensionalität des Raumes, einen Vakuum-, Materie-, Energie- und Entropiebegriff.

Allerdings ist von Weizsäckers ur-theoretischer Ansatz, die Physik auf wenige Grundsätze a priori zu gründen, in der konkreten mathematischen Umsetzung bis heute ein Rudiment geblieben. Aus heutiger Sicht muss die Ausführbarkeit dieses Programmes bezweifelt werden. So ist beispielsweise nicht einzusehen, wie es gelingen kann, allein aus mathematisch-logischen Grundsätzen den konkreten Wert der Feinstrukturkonstanten ( $\alpha \approx 1/137$ ) abzuleiten.

Dem Ansatz von Weizsäckers droht die "Gefahr" eines Abgleitens ins Spekulative. Dies wird etwa bei seiner Analyse des Raumbegriffes deutlich. Wie bereits angedeutet, motivierte ihn die enge Verwandtschaft zwischen den Gruppen  $SU(2,C)$  und  $SO(3,R)$  zur einer ur-theoretischen

<sup>85</sup> Von Weizsäcker, *Die Einheit der Natur*, S. 425.

<sup>86</sup> Wenn man bereits die Quantentheorie voraussetzt (briefliche Mitteilung von Herrn Holger Lyre vom 23.5.2011).

Begründung der Dreidimensionalität des Ortsraumes.<sup>87</sup> Solche mathematischen Koinzidenzen mögen überraschen, doch die Geschichte der Physik hat gelehrt, dass sie keine zuverlässigen Indikatoren für das Bestehen realer Zusammenhänge sind. Es lassen sich Beispiele angeben, wie besondere Eigenschaften mathematischer Strukturen die Physiker zu Spekulationen veranlasst und in die Irre geleitet haben. Zu den berühmten Beispielen dieser Art zählt die Strukturähnlichkeit zwischen newtonschem Gravitationsgesetz und Coloumb-Gesetz, der (soweit man heute sagen kann) kein tiefer physikalischer Zusammenhanges zugrunde liegt. Die Spekulationen Zöllners über ein einheitliches Gesetz von Gravitation und Elektromagnetismus sind ebenfalls in diesem Zusammenhang zu nennen. Zöllner ging von Webers elektromagnetischem Wechselwirkungsgesetz aus und deutet die Gravitation als einen Differenzeffekt, der sich einstellt, wenn positive und negative Ladungen nicht exakt den gleichen Wert besitzen.<sup>88</sup> Maßgeblich durch mathematisch-ästhetische Aspekte inspiriert ist das Programm der höherdimensionalen einheitlichen Feldtheorie. Die erste lorentzinvariante Gravitationstheorie legt 1913 der finnische Physiker Nordström vor. Er formuliert mithilfe von Fünfergrößen ein fünfdimensionales Maxwell-System, aus dem er u. a. die vierdimensionalen Maxwell-Gleichungen und ein Gravitationsgesetz ableitet. Zwar betrachtet er seine fünfdimensionale Gravitationstheorie als Rechenrick, dennoch hält er es nicht für ausgeschlossen, dass diese formale Zusammenfassung einen tieferen Grund haben könnte.<sup>89</sup> In eine ähnliche Richtung zielen die Ansätze von Kaluza (1921) und Klein (1926). Der Ansatz von Klein ist zudem ein erster Versuch, quantentheoretische Effekte im Rahmen einer fünfdimensionalen Physik mitzubedenken. Genannt werden müssen in diesem Zusammenhang auch Weyls Überlegung zu einer einheitlichen Beschreibung von Gravitation und Elektromagnetismus, die von dem rein mathematischen Tatbestand ausgeht, dass sich die "Parallelverschiebung eines Vektors im Punkt A nach dem Punkt B" so definieren lässt, dass an jedem Raum-Zeit-Punkt zusätzlich noch eine Eichwillkür besteht (Weylsche Geometrie). Somit würde sich der Elektromagnetismus als natürlicher Bestandteil der Raum-Zeit-Geometrie erweisen.<sup>90</sup> Die Reihe solcher Ansätze ist fortsetzbar bis hin zu den modernen Superstring-Theorien. All diese Ansätze lassen sich von der überraschenden mathematischen Schönheit bestimmter physikalischer Hypothesen leiten, die als Indiz für deren Wahrheit gedeutet wird. Solange die Forderung nach empirischer Überprüfbarkeit hierbei nicht aufgegeben wird, ist dagegen nichts einzuwenden. Doch genau dieses Kriterium scheint die Ur-Theorie zu unterlaufen. Denn sie hat bislang noch keine neuen physikalischen Phänomene vorhergesagt oder zumindest Zusammenhänge zwischen bisher als getrennt betrachteten physikalischen Erscheinungen (wie das im Programm einer einheitlichen Feldtheorie der Fall ist) hergestellt, anhand derer sie überprüft werden könnte. Das Fehlen eines Falsifikationskriteriums deklassifiziert die Ur-Theorie als spekulativ.<sup>91</sup>

---

<sup>87</sup> Vgl. Lyre, *Quantentheorie der Information*, S. 79.

<sup>88</sup> Vgl. Herrmann, *Einheit und Höherdimensionalität*, S. 67 f.

<sup>89</sup> Vgl. Herrmann, *Einheit und Höherdimensionalität*, S. 68 f.

<sup>90</sup> Vgl. Herrmann, *Einheit und Höherdimensionalität*, S. 88.

<sup>91</sup> Gert König weist allerdings darauf hin, dass die fehlende Falsifizierbarkeit möglicherweise dem hohen Abstraktionsgrad der Ausgangsannahmen geschuldet ist:

"Man könnte diesen Umstand auch als Schwäche des Popperschen Falsifizierbarkeitspostulates kennzeichnen, da dieses offenbar schon von einer Entscheidungsmöglichkeit über die Falsifizierbarkeit ausgeht – bei hochabstrakten Theorien ist es aber eben um die Einsatzmöglichkeit des berühmten Abgrenzungskriteriums schlecht bestellt." (Briefliche Mitteilung von Gert König vom 30.12.2009.)

Problematisch ist zudem, dass sich aus der Ur-Alternativen-Theorie zurzeit auch keine Theorie der Gravitation ableiten lässt. Kritisch zu bewerten ist auch die im Zusammenhang mit der Ur-Theorie geäußerte Behauptung, die Welt bestehe aus Information<sup>92</sup>. Versuche, das Problem der Dualität von Materie und Geist unter Verweis auf den Informationsbegriff zu lösen, drohen, aufgrund der Subjektbeladenheit des Informationsbegriffes, einseitig in einen Subjektivismus zu münden. Informationstheoretische Betrachtungen können durchaus Möglichkeiten aufdecken, grundlegende Naturzusammenhänge und geistige Akte informationstheoretisch zu beschreiben, doch daraus ableiten zu wollen, dass alles aus Information bestehe, scheint zu viel gefolgert.

### 9 Apriori wider das Reinheitsgebot

Carnap erhebt die Behauptung der Nichtexistenz synthetischer Urteile a priori quasi zum Definitionskriterium des modernen Empirismus. Andererseits nehmen moderne Empiristen wie Reichenbach und Stegmüller empiristische Reinterpretationen des Apriori vor.

Auch eine von Carnap der Philosophie als zentral zugedachte Aufgabe, die Begriffsanalyse, lässt sich ansatzweise bereits bei Kant nachweisen. Bei der Begriffsanalyse sollen nämlich die konstitutiven Merkmale von Begriffen (sowohl des Alltags als auch der Wissenschaft) herausgearbeitet werden. Bei Kant finden sich analoge Ansätze:

Ein großer Theil und vielleicht der größte von dem Geschäfte unserer Vernunft besteht in Zergliederungen der Begriffe, die wir schon von Gegenständen haben. Dieses liefert uns eine Menge von Erkenntnissen, die, ob sie gleich nichts weiter als Aufklärungen oder Erläuterungen desjenigen sind, was in unsern Begriffen (wiewohl noch auf verworrene Art) schon gedacht worden, doch wenigstens der Form nach neuen Einsichten gleich geschätzt werden, wiewohl sie der Materie oder dem Inhalte nach die Begriffe, die wir haben, nicht erweitern, sondern nur aus einander setzen.<sup>93</sup>

Für obsolet erklärt wird heute zumeist Kants Argumentation im Hinblick auf den synthetisch-apriorischen Charakter der Sätze der Mathematik. So kann etwa das von Kant zitierte Beispiel  $7 + 5 = 12$  analytisch aus den Axiomen von Peano abgeleitet werden, ohne dass auf Anschauung zurückgegriffen werden müsste. Kants These, die Sätze der Mathematik seien synthetisch a priori, ist somit "in Gefahr".<sup>94</sup> Dem lässt sich jedoch entgegenhalten, dass die Axiome von Peano auf ein anschauliches Vorverständnis von "Addition", "Summe", "Summand", "Zahl", "Nachfolger" usw. zurückgreifen, das sich in keiner Weise aus den Axiomen gewinnen lässt. Dieses anschauliche Vorverständnis geht a priori den Axiomen voraus. Ohne ein solches Vorverständnis greifen Axiomensysteme ins Leere. Kants nachstehende Ausführungen in der KdrV mögen dies illustrieren:

Aber die Frage ist nicht, was wir zu dem gegebenen Begriffe hinzu denken sollen, sondern was wir wirklich in ihm, obzwar nur dunkel, denken, und da zeigt sich, daß das Prädicat jenen Begriffen zwar nothwendig, aber nicht als im Begriffe selbst gedacht, sondern vermitteltst einer Anschauung, die zu dem Begriffe hinzukommen muß, anhängt.<sup>95</sup>

Ein anderes Beispiel ist der Begriff des "Naturgesetzes". Die empiristische Sicht hat zwar viel zur Klärung dieses Begriffes beigetragen, dennoch ist es bis heute nicht gelungen, eine allgemein

<sup>92</sup> Vgl. Lyre, *Quantentheorie der Information*, S. 179.

<sup>93</sup> KdrV 9.

<sup>94</sup> Vgl. Götz, *Kants "Kritik der reinen Vernunft" im Klartext*, S. 13.

<sup>95</sup> KdrV, 17.

akzeptierte Definition für den Begriff "Naturgesetz" zu finden. Konzepte, die zu seiner Definition herangezogen werden, sind entweder nicht hinreichend (z. B. "Allgemeingültigkeit") oder lassen sich mit logisch-empiristischen nicht explizieren (z. B. "Notwendigkeit" und "kontrafaktische Konditionalität").

Empiristen wie Carnap, Popper und Quine setzen das Bestehen von "Regelmäßigkeiten der Natur" schlichtweg voraus. Aber gerade die Behauptung "Es muss Regelmäßigkeiten in der Natur geben" ist nichts anderes als ein – von den Empiristen abgelehntes – *synthetisches Urteil a priori*. Dieser Umstand lässt sich als Hinweis auf die Unhintergebarkeit des Apriorischen deuten. Ohne dieses apriorische Element der "kausalen Einstellung" lässt sich der Unterschied zwischen naturgesetzlichen Zusammenhängen und der willkürlichen Zusammenfassung bestimmter Daten nur schwierig rechtfertigen. Häufig werden Naturgesetzen die Eigenschaften *Allgemeingültigkeit* und *Notwendigkeit* zugeschrieben. Diese beiden Merkmale gelten Kant gerade als "sichere Kennzeichen einer Erkenntnis a priori"<sup>96</sup>. Hinzu kommt, dass Kant gar nicht den Anspruch erhoben hat, jede apriorische Erkenntnis müsse auch "rein" sein. In der zweiten Auflage der *Kritik der reinen Vernunft (B)* nimmt Kant innerhalb der Erkenntnisse a priori eine Unterscheidung vor, die von einschneidender Bedeutung für die Typologie der Erkenntnisse a priori ist: "Von den Erkenntnissen a priori heißen aber diejenigen rein, denen gar nichts Empirisches beigemischt ist."<sup>97</sup> Diese Bemerkung ist ein Zusatz der zweiten Auflage der *Kritik der reinen Vernunft (B)*, sie ist in der ersten Auflage der *Kritik der reinen Vernunft (A)* weder dem Wortlaut nach noch sinngemäß zu finden. Deshalb ist es eher unwahrscheinlich, dass für Kant diese Unterscheidung nur von marginaler Bedeutung ist.<sup>98</sup>

Gemäß dieser Bemerkung Kants ist innerhalb der Klasse der Erkenntnisse a priori zwischen reinen und nicht-reinen Erkenntnissen a priori zu unterscheiden. Nach Kant handelt es sich bei folgendem Satz um ein nicht-reines Urteil a priori:

So sagt man von jemand, der das Fundament seines Hauses untergrub: er konnte es a priori wissen, daß es einfallen würde, d. i. er durfte nicht auf die Erfahrung, daß es wirklich einfiel, warten.<sup>99</sup>

Er begründet dies folgendermaßen:

Allein gänzlich a priori konnte er dieses doch auch nicht wissen. Denn daß die Körper schwer sind und daher, wenn ihnen die Stütze entzogen wird, fallen, mußte ihm doch zuvor durch Erfahrung bekannt werden.<sup>100</sup>

Aber auch den Grundsatz der Kausalität betrachtet Kant als nicht-reines Urteil a priori:

So ist z. B. der Satz: eine jede Veränderung hat ihre Ursache, ein Satz a priori, allein nicht rein, weil Veränderung ein Begriff ist, der nur aus der Erfahrung gezogen werden kann.<sup>101</sup>

Diese Beispiele veranschaulichen, was Kant meint: Enthält ein Satz Begriffe, die "aus der Erfahrung gezogen" sind, so ist er nicht-rein. Besteht er dagegen nur aus Begriffen, die nicht "aus der

<sup>96</sup> KdrV, 4.

<sup>97</sup> KdrV, 3.

<sup>98</sup> Vgl. Cramer, *Nicht-reine synthetische Urteile a priori*, S. 27.

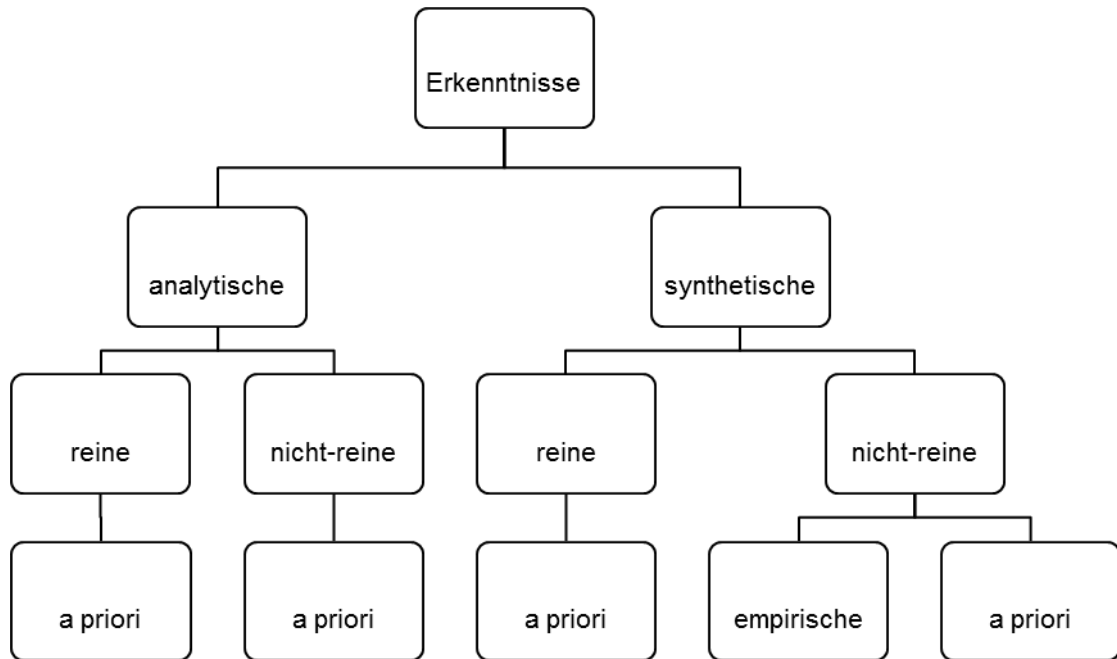
<sup>99</sup> KdrV, 2.

<sup>100</sup> KdrV, 2.

<sup>101</sup> KdrV, 3.

Erfahrung gezogen" sind, so handelt es sich um einen reinen Satz. Ein Begriff wie "Veränderung" entstammt der Erfahrung, weshalb "Veränderung" ein empirischer Begriff ist. Aus diesem Grunde ist der Kausalgrundsatz ein *nicht-reines* Urteil a priori.<sup>102</sup>

Eine jüngere Betrachtung zu diesem Thema stammt von Konrad Cramer,<sup>103</sup> der folgende Typologie des kantischen Erkenntnisbegriffes vorschlägt:<sup>104</sup>



Kants Typologie der Erkenntnisse nach Cramer

In meiner Arbeit "Apriori im Wandel" plädiere ich deshalb argumentativ dafür, Naturgesetze als apriorische Erkenntnisse zu betrachten, die der Klasse der *nicht-reinen synthetischen Urteile a priori* zuzurechnen sind. Eine moderne Schreibweise für diese Lesart eines Naturgesetzes könnte diese Form haben:  $\forall x \Box (P(x) \supset Q(x))$  ( $\forall$ : Allgemeinheit;  $\Box$ : Notwendigkeit; x: Subjekt; P, Q: Prädikate).

Vor diesem Hintergrund habe ich als Teil meiner Schlussbemerkung die Vermutung geäußert, dass "Empirisches apriorisch (allgemein und notwendig) gelten"<sup>105</sup> könne. Wenngleich dieser Anspruch empirisch nicht einlösbar ist, müsste dies nicht gegen eine solche Annahme sprechen. Diese

<sup>102</sup> Ergänzend sei hier angemerkt, dass nach Kant (KdV, 5 f.) auch Begriffe a priori sein können: "Aber nicht bloß in Urtheilen, sondern selbst in Begriffen zeigt sich ein Ursprung einiger derselben a priori. Lasset von eurem Erfahrungsbegriffe eines Körpers alles, was daran empirisch ist, nach und nach weg, die Farbe, die Härte oder Weiche, die Schwere, selbst die Undurchdringlichkeit, so bleibt doch der Raum übrig, den er (welcher nun ganz verschwunden ist) einnahm, und den könnt ihr nicht weglassen. Eben so, wenn ihr von eurem empirischen Begriffe eines jeden körperlichen oder nicht körperlichen Objects alle Eigenschaften weglaßt, die euch die Erfahrung lehrt: so könnt ihr ihm doch nicht diejenige nehmen, dadurch ihr es als Substanz oder einer Substanz anhängend denkt (obgleich dieser Begriff mehr Bestimmung enthält, als der eines Objects überhaupt). Ihr müßt also, überführt durch die Nothwendigkeit, womit sich dieser Begriff euch aufdringt, gestehen, daß er in eurem Erkenntnißvermögen a priori seine Sitz habe."

<sup>103</sup> Vgl. Cramer, *Nicht-reine synthetische Urteile a priori*.

<sup>104</sup> Vgl. Cramer, *Nicht-reine synthetische Urteile a priori*, S. 70.

<sup>105</sup> Herrmann, *Apriori im Wandel*, S. 201.

Äußerung ist freilich nur sinnvoll, wenn man den Begriff "apriorisch" im kantischen Sinne deutet: als *unbeschränkt Allgemeines* und *streng Notwendiges*. Will man jedoch "apriorisch" gemäß Carnaps Deutung verstehen, als "nicht auf Erfahrung Gestütztes", so ergibt sich der folgende logische Widerspruch: "Was auf Erfahrung gestützt ist, kann nicht auf Erfahrung gestützt sein." Dagegen verbinde ich unter Bezugnahme auf Kants Apriori-Konzept mit meiner Äußerung die folgende Interpretation: Ein empirischer (d. h. empirische Begriffe enthaltender) Satz (etwa ein Naturgesetz) kann über den Anspruch auf allgemeine und notwendige Geltung verfügen und somit Bedingungen der Möglichkeit für objektive Erkenntnis formulieren. Doch sind für die *Entdeckung empirischer Sätze mit Anspruch auf allgemeine und notwendige Geltung* empirische Studien (etwa das physikalische Experiment) erforderlich. Das folgende Beispiel soll die eben entwickelte Deutung eines *nicht-reinen synthetischen Urteils a priori* erläutern.

E: *Dieser Apfel hat für seinen Fall zum Boden 1,5 s benötigt.*

E ist eine objektive empirische Erkenntnis.

A1: *Für alle Gegenstände mit einer Masse ungleich null muss das Newtonsche Gravitationsgesetz gelten.*

A1 ist eine Bedingung der Möglichkeit für E.

A2: *Alles, was geschieht, setzt etwas voraus, wonach es nach einer Regel geschieht.*

A2 ist eine Bedingung der Möglichkeit für A1.

Aufgrund ihres Anspruches auf allgemeine ("alle") und notwendige ("muss") Geltung sind die Sätze A1 und A2 *synthetische Urteile a priori*. Aber sie sind *nicht-rein*, da sie empirische Begriffe wie "Geschehen", "Masse" und "Gravitationsgesetz" enthalten.

### **Kurzbezeichnungen**

AFSNF Abhandlungen der Fries'schen Schule. Neue Folge. 1906–1937

ART Allgemeine Relativitätstheorie

KdrV Kritik der reinen Vernunft (2. Aufl. 1787)

SRT Spezielle Relativitätstheorie

Erläuterung zum strukturalistischen Theoriemodell:

K Theoriekern

M<sub>P</sub> potenzielle Modelle einer Theorie T

M<sub>PP</sub> partiell potenzielle Modelle einer Theorie T

M Modelle einer Theorie

C Nebenbedingungen

I intendierte Anwendung einer Theorie



**Literatur**

- Aristoteles: Metaphysik. Schriften zur Ersten Philosophie. Übers. und hg. von F. F. Schwarz, Stuttgart 1970.
- Armstrong, D.M.: What is a Law of Nature?, Cambridge University Press. First paperback edition 1985.
- Beck, M. J. S.: Einzig-möglicher Standpunct, aus welchem die critische Philosophie beurtheilt werden muß. Erläuternder Auszug aus den critischen Schriften des Herrn Prof. Kant – auf Anrathen desselben, Riga 1796.
- Benecke, F. E. B.: Kant und die philosophische Aufgabe unserer Zeit. Eine Jubelschrift auf die Kritik der reinen Vernunft, Berlin, Posen und Bromberg 1832.
- Bernays, P.: Über die Fries'sche Annahme einer Wiederbeobachtung der unmittelbaren Erkenntnis. In: Leonard Nelson zum Gedächtnis. Hg. von M. Specht/W. Eichler, Göttingen 1953, S. 113–131.
- : Zur Frage der Anknüpfung an die Kantische Erkenntnistheorie. In: Dialectica, Bd. 9 (1955), S. 23–65 und S. 195–221.
- Camilleri, K.: Heisenberg and the Transformation of Kantian Philosophy. In: International Studies in Philosophy of Science, Bd. 19, Nr. 3 (2005), S. 271–287.
- Cassirer, E.: Determinismus und Indeterminismus in der modernen Physik. Historische und systematische Studien zum Kausalproblem. In: Ders.: Zur modernen Physik, 7. Aufl., Darmstadt 1994, S. 127–397.
- : Substanzbegriff und Funktionsbegriff. Untersuchungen über die Grundfragen der Erkenntniskritik, 7. Aufl., Darmstadt 1994.
- Chomsky, N.: Zu den biologischen Grundlagen der Sprache. In: Ders.: Regeln und Repräsentationen. Übers. von Helen Leuninger, Frankfurt a. M. 1981, S. 187–217.
- Cramer, K.: Nicht-reine synthetische Urteile a priori. Ein Problem der Transzendentalphilosophie, Heidelberg 1985.
- Drieschner, M.: Naturwissenschaft a priori: Die Strenge des kantischen Anspruchs oder Karl Popper ein Idealist? In: Mittelstaedt, P./Vollmer, G. (Hg.): Was sind und warum gelten Naturgesetze? Philosophia naturalis (2000), Bd. 37, Heft 2, S. 395–407.
- : Das Apriori von Kausalität und Raum. In: Pasternack, G. (Hg.): Philosophie und Wissenschaften: Das Problem des Apriorismus, Frankfurt a. M. 1987, S. 105–122.
- Düsberg, K. J.: Protophysik – eine apriorische Theorie physikalischer Messung? In: Böhme, G. (Hg.): Protophysik. Für und wider eine konstruktive Wissenschaftstheorie der Physik, Frankfurt a. M. 1976, S. 265–274.
- Gölz, W.: Kants "Kritik der reinen Vernunft" im Klartext. 2. Auflage, Mohr Siebeck, Tübingen 2008.
- Heisenberg, W.: Der Teil und das Ganze, 12. Aufl., München 1991.
- Henry-Hermann, G.: Die Überwindung des Zufalls. Kritische Betrachtungen zu Leonard Nelsons Begründung der Ethik als Wissenschaft, Hamburg 1985.
- Herbart, J. F.: Kurze Encyclopädie der Philosophie aus praktischen Gesichtspunkten entworfen. In: Hartenstein, G. (Hg.): Sämtliche Werke, Bd. 2, Leipzig 1850.
- Herrmann, G.: Über die Grundlagen physikalischer Aussagen in den älteren und den modernen Theorien. In: AFSNF, Bd. 6, Heft 3 und 4 (1937), S. 309–398.
- Herrmann, K.: Einheit und Höherdimensionalität. Untersuchungen zu wissenschaftstheoretischen Aspekten der Einheitsproblematik in der Physik am Beispiel höherdimensionaler einheitlicher Feldtheorien, Frankfurt a. M. 1994.
- : Apriori im Wandel - Für und wider eine kritische Metaphysik der Natur. Heidelberg 2012.
- Hübner, K.: "A priori – A posteriori". In: Krings, H./Baumgartner, H. M./Wild, Ch. (Hg.): Handbuch philosophischer Grundbegriffe, Bd. 1, 1973, S. 119–125.
- Janich, P.: Wie empirisch ist die Physik? In: Philosophia Naturalis 11 (1969), S. 291–303.
- : Die Kant-Friessche reine Bewegungslehre und die Protophysik. In: Hогреbe, W./Herrmann, K. (Hg.): Jakob Friedrich Fries – Philosoph, Naturwissenschaftler und Mathematiker. Verhandlungen des Symposiums "Probleme und Perspektiven von Jakob Friedrich Fries' Erkenntnislehre und Naturphilosophie" vom 9.–11. Oktober 1997 an der Friedrich-Schiller-Universität Jena, Frankfurt a. M. 1999, S. 393–409.
- : Zur Kritik an der Protophysik. In: Böhme, G. (Hg.): Protophysik. Für und wider eine konstruktive Wissenschaftstheorie der Physik, Frankfurt a. M. 1976, S. 300–350.
- : Philosophie und Geometrie. Zur jüngeren Protophysik-Kritik. In: Journal for General Philosophy of Science (2008), Bd. 39 (1), S. 121–130.

- Kamlah, W./Lorenzen, P.: Logische Propädeutik. Vorschule des vernünftigen Redens, 2. Aufl., Mannheim 1990.
- Kant, I.: Kritik der reinen Vernunft (2. Aufl. 1787). In: Kants Werke, Akademie Textausgabe, Bd. 3, Berlin 1968.
- : Prolegomena zu einer jeden künftigen Metaphysik, die als Wissenschaft wird auftreten können (1783). In: Kants Werke, Akademie Textausgabe, Bd. 4, Berlin 1968, S. 253– 383.
- Krug, W. T.: Handbuch der Philosophie und der philosophischen Literatur. In zwei Bänden. Bd. 1., 3., verbesserte und vermehrte Aufl., Leipzig 1828.
- Lorenz, K.: Kants Lehre vom Apriorischen im Lichte gegenwärtiger Biologie. In.: Lorenz, K./Wuketits, F. M. (Hg.): Die Evolution des Denkens, München 1983, S. 95–124.
- Lorenzen, P.: Theorie des technischen Wissens. In: Böhme, G. (Hg.): Protophysik. Für und wider eine konstruktive Wissenschaftstheorie der Physik, Frankfurt a. M. 1976, S. 40–82.
- Lyre, H.: Quantentheorie der Information. Zur Naturphilosophie der Theorie der Ur-Alternativen und einer abstrakten Theorie der Information. Mit einem Geleitwort von Carl Friedrich von Weizsäcker, 2. Aufl., Paderborn 2004.
- Maimon, S.: Kritische Untersuchungen über den menschlichen Geist oder das höhere Erkenntniß- und Willensvermögen, Leipzig 1797.
- Mittelstraß, J.: Wider den Dingler-Komplex. In: Böhme, G. (Hg.): Protophysik. Für und wider eine konstruktive Wissenschaftstheorie der Physik, Frankfurt a. M. 1976, S. 11–39.
- Mittelstaedt, P.: Zur Protophysik der klassischen Mechanik. In: Böhme, G. (Hg.): Protophysik. Für und wider eine konstruktive Wissenschaftstheorie der Physik, Frankfurt a. M. 1976, S. 131–168.
- Reinhold, K. L.: Versuch einer neuen Theorie des menschlichen Vorstellungsvermögens, 2. Aufl., Prag/Jena 1796.
- Schepers, H.: Artikel: "A priori/a posteriori". In: Ritter, J. (Hg.): Historisches Wörterbuch der Philosophie, Bd. 1, Basel/Stuttgart 1971, Sp. 462–467.
- Schmid, C. Chr. E.: Wörterbuch zum leichtern Gebrauch der Kantischen Schriften. Neu hg., eingeleitet und mit einem Personenregister versehen von N. Hinske, 2., unveränd. Aufl., reprograf. Nachdruck der 4., vermehrten Ausg., Jena 1798, Darmstadt 1980.
- Stegmüller, W.: Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie, Bd. 2, Theorie und Erfahrung. Teilband 2: Theorienstrukturen und Theoriendynamik, Berlin u. a. 1985.
- Vollmer, G.: Evolutionäre Erkenntnistheorie. Angeborene Erkenntnisstrukturen im Kontext von Biologie, Psychologie, Linguistik, Philosophie und Wissenschaftstheorie. 8., unveränderte Aufl., Stuttgart/Leipzig 2002.
- : Wieso können wir die Welt erkennen? Neue Argumente zur Evolutionären Erkenntnistheorie. In: Asmuth, C./Poser, H. (Hg.): Evolution: Modell – Methode – Paradigma, Würzburg 2007, S. 221–238.
- Weizsäcker, C. F. v.: Quantentheorie elementarer Objekte, Halle 1990.
- : Aufbau der Physik, München 1988.
- : Die Einheit der Natur, München 1974.
- : Kurzreferat über Hermann, Grete: Über die Grundlagen physikalischer Aussagen in den älteren und den modernen Theorien. In: Zentralblatt für Mathematik und ihre Grenzgebiete 16 (1937), S. 339.
- Zoglauer, Th.: Theorieabhängigkeit der Messung: Ein Argument für die holistische Interpretation physikalischer Theorien. In: Jelden, E. (Hg.): Prototheorien – Praxis und Erkenntnis? Leipzig 1995, S. 115–122.

### **Internetquellen**

- Sachs-Hombach, K.: Herbarts Kantkritik und die Idee einer Philosophischen Psychologie. Vortrag, gehalten am Kongress "I confini dell'anima. Filosofia e psicologia da Herbart a Freud" in l'Aquila, 11.-14. Mai 1994. (Deutsche Fassung), <http://sammelpunkt.philo.at:8080/736/> (Aufruf: 17.12.2013)

**Archivmaterial**

*Bundesarchiv, Abt. Berlin, Nachlass Nelson*

Referate und Aussprachen von der naturphilosophischen Tagung der Freunde der Fries'schen Schule. Berlin, den 4. und 5. Januar 1930. N 2210/387, Bl. 1–25.

\*