

# Naphtas Visionen. Perspektivität in der Naturwissenschaft

Peter beim Graben\*

Denn bei näherer Betrachtung ist unschwer einzusehen, daß eine jede Wissenschaft, ob Natur- oder Geisteswissenschaft, ihre Aufgabe genaugenommen gar nicht am Anfang, sondern sozusagen in der Mitte angreift, und daß sie sich von da aus erst mehr oder weniger mühsam zum Anfang hintasten muß, ohne die Aussicht, ihn jemals vollständig zu erreichen. Die Wissenschaft findet ja die Begriffe, mit denen sie arbeitet, nicht fertig vor, sondern muß sie sich erst künstlich schaffen und kann sie nur allmählich vervollkommen. Sie schöpft aus dem Leben und sie wirkt wieder zurück auf das Leben. Und sie empfängt ihren Antrieb, ihren Zusammenhalt und ihr Gedeihen aus den Ideen, die in ihr herrschen. Die Ideen sind es, welche dem Forscher die Probleme stellen, welche ihn unablässig zur Arbeit treiben und welche ihm die Augen öffnen, um die gefundenen Resultate richtig zu deuten. Ohne Ideen wird die Forschung planlos, und die auf sie gewendete Energie verpufft ins Leere. Erst die Ideen machen den Experimentator zum Physiker, den Chronisten zum Historiker, den Handschriftenexperten zum Philologen.

(Planck 1943h, S. 221)

---

Institut für deutsche Sprache und Linguistik und  
Berlin School of Mind and Brain  
Humboldt-Universität zu Berlin und  
Berlin Bernstein Center for Computational Neuroscience

\* Diese Arbeit wurde durch ein Heisenberg-Stipendium der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert (GR 3711/1-1). Ich bedanke mich bei Bettina Stangneth für ihre hilfreiche Kritik.

## 1 Auf dem *Zauberberg*

Als Thomas Mann im Jahre 1924 seinen „Zeitroman“<sup>2</sup> *Der Zauberberg* veröffentlichte, war die Naturwissenschaft im Umbruch. Zwar war die Entwicklung der Einsteinschen Relativitätstheorie bereits seit acht Jahren abgeschlossen, indes befand sich die quantenmechanische Umwälzung noch im vollen Gange und kam erst drei Jahre später durch die Heisenbergschen Unschärferelationen und das Bohrsche Komplementaritätsprinzip zu einem vorläufigen Abschluß. Wer den *Zauberberg* aus dem Blickwinkel der jüngeren Wissenschaftsgeschichte liest, kommt nicht umhin, bemerkenswerte Parallelen zwischen Literatur und Naturwissenschaft festzustellen.<sup>3</sup>

Der junge Hans Castorp, Schiffbauingenieur aus Hamburg, besucht seinen Cousin Joachim Ziemßen im Internationalen Sanatorium „Berghof“ in den Schweizer Alpen. Er macht Bekanntschaft mit anderen Lungenkranken, darunter dem italienischen Humanisten und Literaten Lodovico Settembrini, der sich des „Sorgenkinds des Lebens“<sup>4</sup>, wie er Castorp nennt, annimmt und sein geistiger Mentor wird. Sehr viel später, Settembrini hat inzwischen vom „Berghof“ nach „Davos-Dorf“ umziehen müssen, lernen Castorp und Ziemßen Settembrinis neuen Nachbarn, den Jesuiten Leo Naphta kennen, der mit Settembrini intellektuelle Streitgespräche zu führen pflegt und ebenfalls, sehr zu Settembrinis Mißfallen, Einfluß auf Castorps geistige Entwicklung auszuüben bestrebt ist.<sup>5</sup>

Bei einem Besuch der Vettern in Naphtas Wohnung findet sich auch Settembrini ein und es entwickelt sich der folgende Disput, bei dem Naphta äußert:<sup>6</sup>

„Und was die Entwürdigung des Menschen betrifft, so fällt ihre Geschichte exakt mit der des bürgerlichen Geistes zusammen. Renaissance, Aufklärung und die Naturwissenschaft und Ökonomistik des neunzehnten Jahrhunderts haben nichts, aber auch gar nichts zu lehren unterlassen, was irgend tauglich schien, diese Entwürdigung zu fördern, angefangen mit der neuen Astronomie, die aus dem Zentrum des Alls, dem erlauchten Schauplatz, wo Gott und Teufel um den Besitz des beiderseits heißbegehrten Geschöpfes kämpften, einen gleichgültigen kleinen Wandelstern machte und der großartigen kosmischen Stellung des Menschen, auf der übrigens die Astrologie beruhte, vorderhand ein Ende bereitete.“

---

<sup>2</sup> Mann (1954, S. 655)

<sup>3</sup> Siehe z.B. Mann (1954, S. 312) und Mann (1954, S. 338)

<sup>4</sup> Mann (1954, S. 372)

<sup>5</sup> Wenn ihr „euch pädagogisch um meine arme Seele rauft, wie Gott und Teufel um den Menschen im Mittelalter.“ (Mann 1954, S. 576)

<sup>6</sup> Mann (1954, S. 479f)

„Vorderhand?“ Herrn Settembrinis Miene hatte, wie er es lauend fragte, selber etwas von der eines Ketzerrichters und Inquisitors, der darauf wartet, daß der Aussagende sich im unzweifelhaft Sträflischen verfange.

„Allerdings. Für ein paar hundert Jahre“, bestätigte Naphta kalt. „Eine Ehrenrettung der Scholastik steht, wenn nicht alles täuscht, auch in dieser Beziehung bevor, sie ist schon im vollen Gange. Kopernikus wird von Ptolemäus geschlagen werden. Die heliozentrische These begegnet nachgerade einem geistigen Widerstand, dessen Unternehmungen wahrscheinlich zum Ziele führen werden. Die Wissenschaft wird sich philosophisch genötigt sehen, die Erde in alle Würden wieder einzusetzen, die das kirchliche Dogma ihr wahren wollte.“

„Wie? Wie? Geistiger Widerstand? Philosophisch genötigt sehen? Zum Ziele führen? Welche Art von Voluntarismus spricht aus Ihnen? Und die voraussetzungsfreie Forschung? Die reine Erkenntnis? Die Wahrheit, mein Herr, die mit der Freiheit so innig verbunden ist, und deren Blutzeugen, aus denen Sie Beleidiger der Erde machen wollen, diesem Stern vielmehr zur ewigen Zierde gereichen?“ [...]

Naphta erwiderte mit unangenehmer Ruhe: „Guter Freund, es gibt keine reine Erkenntnis. Die Rechtmäßigkeit der kirchlichen Wissenschaftslehre, die sich in Augustins Satz ‚ich glaube, damit ich erkenne‘ zusammenfassen läßt, ist völlig unbestreitbar. Der Glaube ist das Organ der Erkenntnis und der Intellekt sekundär. Ihre voraussetzungsfreie Wissenschaft ist eine Mythe. Ein Glaube, eine Weltanschauung, eine Idee, kurz: ein Wille ist regelmäßig vorhanden, und Sache der Vernunft ist es, ihn zu erörtern, ihn zu beweisen. Es läuft immer und in allen Fällen auf das ‚Quod erat demonstrandum‘ hinaus. Schon der Begriff des Beweises enthält, psychologisch genommen, ein stark voluntaristisches Element. Die großen Scholastiker des zwölften und dreizehnten Jahrhunderts waren einig in der Überzeugung, daß in der Philosophie nicht wahr sein könne, was vor der Theologie falsch sei. Lassen wir die Theologie aus dem Spiel, wenn Sie wollen, aber eine Humanität, die nicht anerkennt, daß in der Naturwissenschaft nicht wahr sein kann, was vor der Philosophie falsch ist, das ist keine Humanität. Die Argumentation des heiligen Offiziums gegen Galilei lautete dahin, daß seine Sätze philosophisch absurd seien. Eine schlagendere Argumentation gibt es nicht.“

„Eh, eh, die Argumente unseres armen, großen Galilei haben sich als stichhaltiger erwiesen! Nein, lassen wir uns ernsthaft reden, Professore! Beantworten Sie mir vor diesen beiden aufmerksamen jungen Leuten die Frage: Glauben Sie an eine Wahrheit, an die objektive, die wissenschaftliche Wahrheit, der nachzustreben oberstes Gesetz aller Sittlichkeit ist und deren Triumphe über die Autorität die Ruhmesgeschichte des Menschengestes bilden?!“

[...] Naphta antwortete:

„Ein solcher Triumph ist nicht möglich, denn die Autorität ist der Mensch, sein Interesse, seine Würde, sein Heil, und zwischen ihr und der Wahrheit kann es keinen Widerstreit geben. Sie fallen zusammen.“

„Die Wahrheit wäre demnach —“

„Wahr ist, was dem Menschen frommt. In ihm ist die Natur zusammengefaßt, in aller Natur ist nur er geschaffen und alle Natur nur für ihn. Er ist das Maß der Dinge und sein Heil das Kriterium der Wahrheit“.

Wir halten hier inne, bevor das Gespräch sich ins garstig Politische wendet und Naphta der Diktatur des Proletariats und des kommunistischen Gottesstaats, kurz des totalitären Terrorismus das Wort redet.<sup>7</sup> Die obigen Sätze, die Thomas Mann seiner literarischen Kunstfigur Naphta in den Mund legt,

<sup>7</sup> Mann (1954, S. 487, S. 483)

sind eine philosophische Zumutung. Meint Naphta das ernst? Kann man im 20. Jahrhundert ernsthaft behaupten, das heliozentrische Weltbild lasse sich zugunsten des geozentrischen revidieren? Was hat Mann sich dabei gedacht? Oder, um mit Settembrini zu fragen, kann die Existenz einer objektiven, wissenschaftlichen Wahrheit wirklich angezweifelt werden? Oder die Voraussetzungsfreiheit der Forschung? Ungeachtet seines freiheitlichen Humanismus vertritt Settembrini hier die Positionen des wissenschaftlichen Realismus, der sich im 19. Jahrhundert aus dem mechanistischen Forschungsprogramm entwickelt hatte<sup>8</sup> und die heute von physikalistischen Philosophen vertreten werden.<sup>9</sup>

Der vorliegende Beitrag macht den Versuch, Naphtas wissenschaftliche Visionen, die als überholt und rückständig erscheinen mögen, unter dem Gesichtspunkt der neueren Entwicklungen in den Naturwissenschaften zu analysieren und ihren Gültigkeitsanspruch zu diskutieren. Dabei wird sich erweisen, daß die moderne Naturwissenschaft keineswegs „voraussetzungsfrei“ ist und daß ihre metaphysischen Voraussetzungen mit der physikalistischen Doktrin unvereinbar sind.

## 2 Perspektivität in der Naturwissenschaft

Wir beginnen mit der offensichtlichsten Zumutung Naphtas. Welchem Widerstand könnte die heliozentrische These begegnet sein, wenn wir das in Naphtas Stube statthabende Gespräch ins Jahr 1907 oder 1908 datieren?<sup>10</sup> Die Frage, ob die Erde um die Sonne kreist, oder ob die Sonne um die Erde rotiert, ist eine Frage nach der *Relativbewegung* zweier Himmelskörper. Daher bietet die Einsteinsche Relativitätstheorie den geeigneten Begriffsrahmen, um Naphtas Vision zu erörtern.

### 2.1 Relativität

Die von Einstein 1905 publizierte spezielle Relativitätstheorie geht von zwei physikalischen Grundprinzipien aus. Dem speziellen Relativitätsprin-

---

<sup>8</sup> Einstein / Infeld (1956), Heisenberg (1955)

<sup>9</sup> Earman (1975), Stoljar (2001), Montero (2001)

<sup>10</sup> *Der Zauberberg* endet mit dem Kriegsausbruch 1914, als Castorp sieben Jahre bei „denen dort droben“ verbracht hat

zip gemäß besitzen alle Naturgesetze in allen gleichförmig geradlinig gegeneinander bewegten Bezugssystemen die gleiche Form, während das Prinzip von der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit besagt, daß der Wert der Vakuumlichtgeschwindigkeit in allen derartigen Systemen derselbe sei. Zusammengekommen haben beide Prinzipien eine Revision der Grundbegriffe von Raum und Zeit erforderlich gemacht,<sup>11</sup> da die Lichtgeschwindigkeit in der Physik des 19. Jahrhunderts auf ein bevorzugtes Bezugssystem, den absolut im Raum ruhenden Äther, bezogen wurde. Das spezielle Relativitätsprinzip hat den absoluten Raum und damit die Begriffe der absoluten Ruhe und der absoluten Gleichzeitigkeit aus der Physik verbannt und dadurch die besondere Bedeutung des Bezugssystems, von dem aus ein Beobachter physikalische Messungen und Erfahrungen macht, betont. In einer etwas anderen Formulierung besagt das spezielle Relativitätsprinzip, daß alle gleichförmig geradlinig gegeneinander bewegten Beobachter gleichberechtigt bei der Beschreibung ihrer Messungen seien; daß kein Beobachter vor einem anderen bevorzugt und daher keine gleichförmig geradlinige Bewegung vor einer anderen ausgezeichnet sei. Andererseits liefert die spezielle Relativitätstheorie das mathematische Werkzeug, um Erfahrungen, die von Beobachtern in verschiedenen, gegeneinander bewegten Bezugssystemen gemacht werden, vergleichen zu können. Dies sind die sogenannten Lorentz-Transformationen, durch die unterschiedliche Beschreibungen ineinander überführt und somit objektiviert werden können.

Die Beschränkung der speziellen Relativitätstheorie auf gleichförmig geradlinig gegeneinander bewegte Bezugssysteme empfand Einstein als theoretisch unbefriedigend.<sup>12</sup> Daher strebte er eine allgemeine Relativitätstheorie an, deren allgemeines Relativitätsprinzip die vollkommene Gleichwertigkeit jeglicher gegeneinander bewegten Bezugssysteme postuliert. Da in beschleunigten Systemen Trägheitskräfte beobachtet werden, muß ein Beobachter diese Kräfte als Schwerkkräfte in einem Gravitationsfeld interpretieren, um sich selbst mit Berechtigung als ruhend ansehen zu können. Die allgemeine Relativitätstheorie von 1916 vereint daher das allgemeine Relativitätsprinzip mit dem sogenannten Äquivalenzprinzip der Ununterscheidbarkeit von träger und schwerer Masse zu einer Gravitationstheorie.

Im Rahmen der allgemeinen Relativitätstheorie ist nur die Relativbewegung der Himmelskörper Erde und Sonne von Bedeutung. Sowohl ein ptolemäischer Beobachter, der die Erde als ruhend betrachtet, als auch ein kopernikanischer Beobachter, der dasselbe von der Sonne behauptet, sind nach dem allgemeinen Relativitätsprinzip gleichermaßen dazu berechtigt, ihre Ansichten zu vertreten. Einstein und Infeld sagen,<sup>13</sup>

---

<sup>11</sup> S. das kurze Gespräch zwischen Castorp („Ich bin sehr scharf im Kopf heute“) und Ziemßen über die Zeit (Mann 1954, S. 77)

<sup>12</sup> Einstein (1984, S. 130)

<sup>13</sup> Einstein / Infeld (1956, S. 143)

die Frage, ob das Ptolemäische oder das Kopernikanische Weltbild das richtige sei, um die in den Anfängen der Naturwissenschaft ein so heftiger Streit entbrannte, wäre völlig gegenstandslos geworden. Es bliebe sich dann gleich, welches System man zugrunde legte, und es wäre reine Formsache, ob wir sagen: „Die Sonne ruht und die Erde bewegt sich“ oder „die Sonne bewegt sich und die Erde ruht.“<sup>14</sup>

Ganz offensichtlich hat Naphta hierin recht. Der Begründer der Relativitätstheorie und andere namhafte Physiker unterstützen seine Auffassung, daß das heliozentrische Weltbild keine objektive Gültigkeit habe. Allerdings gilt dasselbe auch für das von Naphta bevorzugte geozentrische System. Naphtas Kritik der humanistischen Naturwissenschaft, sei es in der Form der positivistischen „Ökonomistik“<sup>15</sup> oder des physikalischen Realismus,<sup>16</sup> zielt keineswegs auf einen wissenschaftlichen Relativismus, demzufolge jedes (oder auch gar kein) Weltbild seine Daseinsberechtigung habe, sondern vielmehr auf einen doktrinären Absolutismus, der das geozentrische Weltbild und die „kirchliche Wissenschaftslehre“<sup>17</sup> in ihre ursprünglichen Rechte wieder einzusetzen bestrebt ist.

In der Auseinandersetzung von Settembrini, Naphta und Castorp hat Mann eine literarische Dialektik gezeichnet, in der Settembrini die physikalistische These der „objektiven Wahrheit“ und Naphta die sophistische Antithese des „wahr ist, was dem Menschen frommt“ verfechten. Indem Settembrini Castorp die Maxime des „placet expiriri“<sup>18</sup> zuspricht, verkörpert dessen „Mut der Einfalt“<sup>19</sup> die pluralistische Synthese:<sup>20</sup>

Wir sprachen auch von der Neutralität und geistigen Unschlüssigkeit der Jugend, von ihrer Wahlfreiheit, ihrer Neigung, mit den möglichen Standpunkten Versuche anzustellen.

Genau dies ist, in Settembrinis Worten, die Aussage des Relativitätsprinzips: Kein Standpunkt ist bevorzugt, alle Standpunkte sind für die Beschreibung der Natur gleichberechtigt und es besteht Wahlfreiheit, einen bestimmten Standpunkt anzunehmen. Dadurch wurde in der Relativitätstheorie zwar keineswegs der Beobachter (als geistiges Subjekt), aber gleichwohl der Beobachtungsstandpunkt in Form des Bezugssystems und mithin *Perspektivität* zum Gegenstand physikalischer Wissenschaft.

<sup>14</sup> Vgl. auch Planck (1943f, S. 169), Planck (1943i, S. 81)

<sup>15</sup> Mann (1954, S. 479), Planck (1943f, S. 172)

<sup>16</sup> Mann (1954, S. 841), Planck (1943f, S. 173)

<sup>17</sup> Mann (1954, S. 480)

<sup>18</sup> Mann (1954, S. 116)

<sup>19</sup> Mann (1954, S. 455)

<sup>20</sup> Mann (1954, S. 241)

## 2.2 Komplementarität

Während die Einsteinsche Relativitätstheorie als Abschluß und Vollendung der klassischen Physik angesehen wird, führten Plancks Entdeckung des Wirkungsquantums im Jahr 1900 und Einsteins Erklärung des photoelektrischen Effekts durch die Lichtquantenhypothese 1905 zu einer schweren Erschütterung der klassischen Physik, weil Licht, das bis dahin als elektromagnetische Wellenerscheinung aufgefaßt worden war, plötzlich auch Teilcheneigenschaften aufzuweisen schien. Noch komplizierter wurde die Situation, als de Broglie aus Symmetriegründen vorgeschlagen hatte, den Welle-Teilchen-Dualismus auch auf die Materie anzuwenden. Die begriffliche Klärung dieser Widersprüche aus den Anfängen der Quantentheorie wurde 1927 durch Heisenbergs Unschärferelationen und durch Bohrs Komplementaritätsprinzip ermöglicht.<sup>21</sup>

Unter bestimmten einander ausschließenden Versuchsbedingungen gewonnene Aufschlüsse über das Verhalten eines und desselben Objektes können jedoch gemäß einer häufig in der Atomphysik angewandten Terminologie treffend als komplementär bezeichnet werden.

Demnach erforderte der Aufbau der Quantenmechanik die Berücksichtigung der Beobachtungsbedingungen, unter denen physikalische Messungen durchgeführt werden, wie Planck in aller Klarheit darstellt:<sup>22</sup>

Ein solcher Standpunkt wird aber nur dadurch zu finden sein, daß wir der Quelle, welcher alle unsere Erfahrungen entspringen, näher nachgehen, [. . .] daß wir die Meßinstrumente mit in den Kreis der Untersuchungen einbeziehen. Das ist ein Schritt von prinzipiell enormer Tragweite, er kann als die Einführung des Begriffs der Ganzheit in die Physik bezeichnet werden.

Vollzieht man diesen Schritt, so verhält sich ein Elektron in der Nebelkammer wie ein Teilchen, welches zu einem bestimmten Zeitpunkt einen bestimmten Ort innehat, weil die Nebelkammer als Meßanordnung den Ort bis auf die Größe eines Nebeltröpfchens unbestimmt läßt. Andererseits verhält sich das Elektron im Doppelspaltversuch wie eine Welle, weil seine räumliche Lokalisation mit dem interferometrischen Versuchsaufbau unvereinbar ist.<sup>23</sup> Bohr vergleicht die quantenmechanische Komplementarität einander ausschließender Beobachtungsbedingungen mit dem Einsteinschen Relativitätsprinzip:<sup>24</sup>

---

<sup>21</sup> Bohr (1985h, S. 25)

<sup>22</sup> Planck (1943h, S. 214)

<sup>23</sup> S. z.B. Englert et al. (1995)

<sup>24</sup> Bohr (1985h, S. 24)

Während der entscheidende Punkt in der Relativitätstheorie die Erkenntnis war, daß zwei sich relativ zueinander bewegende Beobachter das Verhalten gegebener Objekte wesentlich verschieden beschreiben werden, hat die Klärung der atomphysikalischen Paradoxien die Tatsache enthüllt, daß die unvermeidliche Wechselwirkung zwischen Objekt und Meßgerät der Möglichkeit, überhaupt von einem von den Beobachtungsmitteln unabhängigen Verhalten atomarer Objekte zu sprechen, eine prinzipielle Grenze setzt.

Und an anderer Stelle:<sup>25</sup>

Ungeachtet allen Unterschiedes zwischen den typischen Situationen, auf die sich die Begriffe Relativität und Komplementarität beziehen, zeigen sie in erkenntnistheoretischer Hinsicht weitgehende Ähnlichkeiten.

Mithin erweist sich auch das quantenmechanische Komplementaritätsprinzip als ein Prinzip der Perspektivität. Nicht der Bewegungszustand eines Bezugssystems, sondern eine Versuchsanordnung definiert einen bestimmten Standpunkt, eine Perspektive für physikalische Beschreibungen. Auch die Quantenmechanik verfügt über mathematische Methoden, komplementäre Beobachtungsbedingungen vergleichbar zu machen. Während dies in der (speziellen) Relativitätstheorie durch die Lorentz-Transformationen geleistet wird, bezeichnet man das quantenmechanische Analogon als *Darstellungstheorie*. Komplementären Versuchsanordnungen entsprechen verschiedene Darstellungen sogenannter Observablen-Algebren, die durch unitäre Transformationen ineinander überführt und dadurch objektiviert werden können.<sup>26</sup>

Seit der Begründung der Quantentheorie hat sich die Notwendigkeit erwiesen, daß auch andere Wissenschaften über ihre eigenen Forschungsmethoden und Beobachtungsbedingungen Rechenschaft ablegen. So haben u.a. Bohr, Pauli und Planck Vorschläge unterbreitet, wie das Komplementaritätsprinzip auf andere Gebiete anzuwenden sei. Bohr schlägt z.B. vor, die „mechanistische“ und die „finalistische“ Beschreibung des Lebens<sup>27</sup> als komplementär anzusehen.<sup>28</sup>

In diesem Zusammenhang müssen wir vor allem bedenken, daß jede vorstellbare Versuchsanordnung, mit der wir das Verhalten der den Organismus ausmachenden Atome in einem Umfang untersuchen könnten, wie wir es in der Atomphysik mittels grundlegender Experimente an einzelnen Atomen tun können, die Möglichkeit ausschließt, den Organismus am Leben zu erhalten. Der unaufhörliche, unlöslich mit dem Leben verbundene Stoffwechsel macht es sogar unmöglich, einen Organismus

---

<sup>25</sup> Bohr (1985b, S. 110)

<sup>26</sup> Heisenberg (1959, S. 33)

<sup>27</sup> Bohr (1985e, S. 74)

<sup>28</sup> Bohr (1985c, S. 19f)



als wohldefiniertes System materieller Teilchen zu betrachten, das jenen Systemen entspricht, die für die Erklärung der gewohnten physikalischen und chemischen Eigenschaften der Materie in Frage kommen. In der Tat liegt es nahe, die spezifisch biologischen Gesetzmäßigkeiten als Naturgesetze zu betrachten, komplementär zu jenen, die für eine Beschreibung der Eigenschaften unbelebter Körper geeignet sind, ganz in Analogie zu der komplementären Beziehung zwischen den Stabilitätseigenschaften der Atome und solchen Phänomenen, für deren Beschreibung eine raumzeitliche Koordinierung der einzelnen atomaren Teilchen in Betracht kommt.<sup>29</sup>

Die Anwendung des Komplementaritätsprinzips auf die Biologie zeitigt natürlich auch Folgen für die kognitiven Neurowissenschaften, weil es nach von Foerster<sup>30</sup>

eines Gehirns bedarf, um eine Theorie über das Gehirn zu schreiben. Daraus folgt, daß eine Theorie über das Gehirn, die Anspruch auf Vollständigkeit erhebt, dem Schreiben dieser Theorie gerecht werden muß. Und, was noch faszinierender ist: der Schreiber dieser Theorie muß über sich selbst Rechenschaft ablegen. Auf das Gebiet der Kybernetik übertragen heißt das: indem der Kybernetiker sein eigenes Terrain betritt, muß er seinen Aktivitäten gerecht werden: die Kybernetik wird zur Kybernetik der Kybernetik, oder zur Kybernetik zweiter Ordnung.<sup>31</sup>

Schließlich werden damit Probleme aus der Psychologie und Philosophie berührt. Im Geiste der Kantschen Antithetik der reinen Vernunft hat Planck in einer Reihe von Vorträgen immer wieder das Problem der Willensfreiheit thematisiert.<sup>32</sup> In einer früheren Arbeit schreibt er:<sup>33</sup>

Nur wenn jemand imstande wäre, allein auf Grund des Kausalgesetzes seine eigene Zukunft voranzusehen, müßte man ihm das Bewußtsein der Willensfreiheit absprechen. Ein solcher Fall ist aber deshalb unmöglich, weil er einen logischen Widerspruch enthält. Denn jedes vollständige Erkennen setzt voraus, daß das zu erkennende Objekt durch innere Vorgänge im erkennenden Subjekt nicht verändert wird, und diese Voraussetzung ist hinfällig, wenn Objekt und Subjekt identisch werden. Oder konkreter gesprochen: da die Erkenntnis irgendeines Willensmotives im eigenen Inneren ein Erlebnis ist, aus welchem ein neues Willensmotiv entspringen kann, so vermehrt sich durch sie die Zahl der möglichen Willensmotive. Diese Feststellung bringt eine neue Erkenntnis, die abermals ein neues Willensmotiv zeitigen kann, und so geht die Kette der Schlußfolgerungen weiter, ohne daß man jemals zur Feststellung des für eine zukünftige eigene Handlung endgültig ausschlaggebenden Motivs gelangen kann.<sup>34</sup>

<sup>29</sup> Interessanterweise gelangt im *Zauberberg* Hans Castorp während der abendlichen Liegekur zu ganz ähnlichen Einsichten (Mann 1954, S. 338). S. auch Planck (1943c, S. 53)

<sup>30</sup> von Foerster (1993, S. 65)

<sup>31</sup> S. auch Bishop / Nasuto (2005), Heylighen / Joslyn (2001), beim Graben / Atmanspacher (2006), beim Graben (2007)

<sup>32</sup> U.a. in Planck (1943c;d;e;b;i;a; 1958)

<sup>33</sup> Planck (1943e, S. 131)

<sup>34</sup> S. auch Schröder (2008, S. 41)

Diese Argumentation erinnert an die quantenmechanische Situation, wo ein Objekt, wie z.B. ein Elektron mit einem Meßgerät wechselwirken muß, das seinerseits aus den gleichen Objekten, also Elektronen besteht, die dem Untersuchungsobjekt ihre eigenen Zustände überlagern (wir werden unten auf dieses Problem zurückkommen<sup>35</sup>). Später heißt es bei Planck:<sup>36</sup>

Denn die Antwort auf die Frage, ob der Wille kausal gebunden ist oder nicht, lautet verschieden, je nach dem Standort, der für die Betrachtung gewählt wird. Von außen, objektiv betrachtet, ist der Wille kausal gebunden; von innen, subjektiv betrachtet, ist der Wille frei.<sup>37</sup>

Schließlich sei auf ein eigenes Beispiel verwiesen. Beim Graben und Atmanspacher<sup>38</sup> haben vorgeschlagen, wie der quantenmechanische Komplementaritätsbegriff auf klassische dynamische Systeme verallgemeinert werden kann, deren Zustände lediglich in einer Vergrößerung beschreibbar sind. Zwei verschiedene Vergrößerungen desselben Systems sind dann komplementär, wenn mindestens eine von ihnen sich nicht dynamisch verfeinert.<sup>39</sup> *Dynamische Verfeinerung* ist ein wesentliches Stabilitätskriterium für Zustandsraumvergrößerungen, bei der wie in einer Intervallschachtelung ganze Zustandsraumgebiete im Laufe der Zeit auf singuläre Punkte zusammenschnurren. Mithilfe dieses verallgemeinerten Komplementaritätsbegriffs habe ich nachgewiesen, daß die Dynamik z.B. in einem neuronalen Netzwerk komplementär zu ihrer Interpretation als kognitive Berechnung sein kann.<sup>40</sup>

### 2.3 Kontextualität

Die von Bohr, Heisenberg, Schrödinger und anderen Physikern ausgearbeitete und von von Neumann endgültig kodifizierte Quantenmechanik beschreibt strenggenommen abgeschlossene Quantensysteme mit endlich vielen Freiheitsgraden.<sup>41</sup> Da an einem abgeschlossenen System prinzipiell keine Messungen durchführbar sind, mußte die mathematische Theorie mit einer *Schnittstelle*<sup>42</sup> versehen werden, die in der Kopenhagener Interpretation durch das

<sup>35</sup> Bohr (1985c, S. 17)

<sup>36</sup> Planck (1943i, S. 80)

<sup>37</sup> Dazu auch Planck (1958, S. 8)

<sup>38</sup> beim Graben / Atmanspacher (2009)

<sup>39</sup> Genaugenommen sind solche Vergrößerungen *inkompatibel*, Komplementarität ist eine noch stärkere Eigenschaft

<sup>40</sup> beim Graben (2004)

<sup>41</sup> Primas (1990, S. 233)

<sup>42</sup> Mahler / Ellis (2009)

*Projektionspostulat* ihren Ausdruck fand. Demnach macht ein abgeschlossenes Quantensystem eine durch die Schrödingergleichung beschriebene deterministische zeitliche Entwicklung durch, während ein quantenmechanisches Experiment zum indeterministischen *Quantensprung* führt, wonach sich das System in einem Zustand befindet, in dem die betreffende Meßgröße aktualisiert ist. Dieser Dualismus von deterministischer und indeterministischer Dynamik ist der Kern des unter Physikern und Philosophen ausgiebig diskutierten quantenmechanischen Meßproblems.<sup>43</sup> Die vollständige Lösung dieses Problems konnte im Rahmen der traditionellen Quantenmechanik nicht erbracht werden. Indes ist das Problem im allgemeineren Rahmen der sogenannten algebraischen Quantentheorie, die die Quantenfeldtheorien und die Quantenstatistik für Systeme mit unendlich vielen Freiheitsgraden umfaßt, lösbar.<sup>44</sup> Das Lösungsverfahren war bereits von Bohr intuitiv vorgezeichnet worden.<sup>45</sup>

Hierfür ist die Erkenntnis entscheidend, daß, wie weit auch die Phänomene den Bereich klassischer physikalischer Erklärung überschreiten mögen, die Darstellung aller Erfahrung in klassischen Begriffen erfolgen muß. Die Begründung hierfür ist einfach die, daß wir mit dem Wort „Experiment“ auf eine Situation hinweisen, in der wir anderen mitteilen können, was wir getan und was wir gelernt haben, und daß deshalb die Versuchsanordnung und die Beobachtungsergebnisse in klar verständlicher Sprache unter passender Anwendung der Terminologie der klassischen Physik beschrieben werden müssen.<sup>46</sup>

Nach Heisenberg beginnt daher die Kopenhagener Deutung der Quantentheorie „mit einem Paradoxon“<sup>47</sup>, weil wir die Anwendbarkeit der klassischen Begriffe voraussetzen müssen, um in der Quantenmechanik die Notwendigkeit ihrer Revision aufzeigen zu können.<sup>48</sup> Die Lösung des quantentheoretischen Meßproblems besteht nun darin, daß

---

<sup>43</sup> Heisenberg (1959), Mittelstaedt (1981), Röseberg (1978)

<sup>44</sup> Hepp (1972), Primas (1990)

<sup>45</sup> Bohr (1985f, S. 38)

<sup>46</sup> S. auch Bohr (1985h, S. 24), Heisenberg (1969, S. 96, 169), Heisenberg (1959, S. 28, 38f), Primas (2007, S. 8)

<sup>47</sup> Heisenberg (1959, S. 28)

<sup>48</sup> Bezeichnenderweise verachtet der Klassizist Settembrini im *Zauberberg* die Paradoxe (Mann 1954, S. 267). Dagegen hätte sich Naphta mit seinem „christlichen Kommunismus“ (Mann 1954, S. 488) an der Kopenhagener Interpretation durchaus erfreuen können: „Die erkannten Naturgesetze sind einerseits Resultat unseres Erkenntnisprozesses und tragen daher folglich auch Spuren dieses Prozesses selbst. Sie sind aber zugleich Widerspiegelungen objektiver, also vom Subjekt unabhängiger allgemein-notwendiger und wesentlicher Beziehungen. [...] Ein dialektisch-materialistisches Herangehen erst erlaubt es, einerseits die Objektivität der Gesetze herauszuarbeiten und andererseits die Rolle des Subjekts bei der Erkenntnis dieser in den Erscheinungen selbst zum Ausdruck kommenden objektiven gesetzmäßigen Beziehungen zu berücksichtigen.“ (Röseberg 1978, S. 125)

der Gegenstand vor oder wenigstens im Moment der Beobachtung in Wechselwirkung stehen muß mit dem übrigen Teil der Welt, nämlich mit der experimentellen Anordnung, den Maßstäben und so weiter. [...] Da die Anordnung außerdem mit dem Rest der Welt verbunden sein muß, enthält sie tatsächlich die Unsicherheiten der mikroskopischen Struktur der ganzen Welt.<sup>49</sup>

Leider legt dieses Zitat die Fehldeutung nahe, daß es im Verlauf einer Messung zu einer unkontrollierten *Störung* des Gegenstands durch seine Wechselwirkung mit dem übrigen Universum kommt. Das ist jedoch nicht der Fall. Vielmehr besteht die Wechselwirkung darin, daß der Untersuchungsgegenstand und der „Rest der Welt“ einen Zustand der gegenseitigen Verschränkung einnehmen und ein holistisches Gesamtsystem erzeugen, aus welchem der Objektzustand erst wieder herausprojiziert werden muß.<sup>50</sup> Im Rahmen der algebraischen Quantentheorie wird die Wechselwirkung eines quantenmechanischen Untersuchungsobjekts mit dem „Rest der Welt“, d.h. mit den unendlichen vielen Freiheitsgraden des elektromagnetischen Strahlungsfeldes oder eines Wärmebads präzise beschrieben. Bohrs Intuition bestätigt sich dadurch, daß ein „Quantenobjekt“,<sup>51</sup> dem individuelle und objektive Eigenschaften zugesprochen werden können, nur dann vorliegt, wenn seine Umgebung ein klassisches System ist. Derartige Objekte stehen dann zwar in (energetischer) Wechselwirkung mit ihrer Umgebung, sind aber nicht mit ihr verschränkt.<sup>52</sup>

Allerdings ist die Weise, in der ein Quantenobjekt aus der Verschränkung mit einer klassischen Umgebung gewonnen werden kann, nicht eindeutig vorgegeben. Die Auslöschung der Verschränktheitsbeziehungen ist lediglich eine notwendige aber keine hinreichende Bedingung für Objektemergenz. Um auch hinreichende Bedingungen angeben zu können, bedarf es einer weiteren Art von Perspektivität, nämlich eines *Kontexts*.<sup>53</sup> In der Sprache der traditionellen Quantentheorie gehören Kontexte zum Inventar der Schnittstelle, die sich mit dem *Heisenberg-Schnitt* identifizieren lassen:<sup>54</sup>

Sofern wir ein atomares Phänomen theoretisch beschreiben, müssen wir an irgend-einer Stelle einen Schnitt ziehen zwischen dem Phänomen und dem Beobachter oder seinem Apparat. Die Lage des Schnittes kann wohl verschieden gewählt werden,

<sup>49</sup> Heisenberg (1959, S. 36)

<sup>50</sup> Mittelstaedt (1981, S. 109ff)

<sup>51</sup> Primas (1990, S. 244)

<sup>52</sup> Primas (1990, S. 244)

<sup>53</sup> In der algebraischen Quantentheorie werden Kontexte durch Referenzzustände eingeführt, die zu unterschiedlichen Darstellungen führen, die, im Gegensatz zu komplementären Darstellungen in der traditionellen Quantentheorie nicht unitär äquivalent sind (Primas 1990, S. 239). In klassischen Systemen können Referenzzustände durch Wahrscheinlichkeitsmaße im Zustandsraum vorgegeben werden, die zu unterschiedlichen kontextuellen Vergrößerungen führen (beim Graben / Atmanspacher 2009).

<sup>54</sup> Heisenberg (1959, S. 180)

aber auf der Seite des Beobachters müssen wir die Sprache der klassischen Physik verwenden.

Die Lage des Heisenberg-Schnitts mag „wohl verschieden gewählt werden“, letztlich wird sie indes zweckmäßig gewählt werden müssen.<sup>55</sup> Nach Primas entscheiden Kontexte, welche Eigenschaften innerhalb einer wissenschaftlichen Fragestellung als wesentlich und welche als unwesentlich erachtet werden sollen.<sup>56</sup>

No comprehensive universal operational description for the whole material reality can be found. The reason is that nothing can be said about nature unless some abstractions are made. There is no science without abstractions but abstractions are context-dependent, they do not falsify our description of the material reality but they create the patterns of reality. All concepts of empirical science refer to observations obtained by some pattern recognition methods which distinguish between relevant and irrelevant features.<sup>57</sup>

Und im selben Sinne schreibt Planck:<sup>58</sup>

Hier ist nun von besonderer Wichtigkeit die Feststellung, daß es einen bestimmten, von vornherein zweifellos feststellbaren Gesichtspunkt, nach welchem eine endgültige, für alle Fälle passende Einteilung getroffen werden kann, in keinem Fall, in keiner einzigen Wissenschaft gibt, daß man also in dieser Beziehung niemals von einem zwangsläufigen, aus der Natur der Sache selbst entspringenden und von jeder willkürlichen Voraussetzung freien Aufbau einer Wissenschaft reden kann. [...] daß gleich am Anfang einer jeden wissenschaftlichen Erkenntnis eine Entscheidung über den Standpunkt der Betrachtung getroffen werden muß, zu deren Festsetzung sachliche Erwägungen nicht ausreichen, sondern Werturteile mit herangezogen werden müssen.<sup>59</sup>

Damit ist Settembrinis Einwand, die wissenschaftliche Forschung sei „voraussetzungsfrei“, widerlegt und Naphtas Behauptung „ein Wille ist regelmäßig vorhanden“ vollends bestätigt.<sup>60</sup>

Unterschiedliche, auf Wertungen beruhende, Kontexte liefern die hinreichenden und das Verschwinden der Verschränkungskorrelationen die notwendigen Bedingungen für die Emergenz individueller Quantenobjekte in der

---

<sup>55</sup> Pauli (1950)

<sup>56</sup> Primas (1990, S. 243)

<sup>57</sup> S. auch Primas (2007, S. 11f)

<sup>58</sup> Planck (1943b, S. 53)

<sup>59</sup> S. auch Planck (1943g, S. 122)

<sup>60</sup> Wobei der „Wille“ bei Naphta im weitesten Sinne politisch ist und wohl sinngemäß als Wille zur Macht verstanden werden kann, während wir ihn unten im philosophischen Sinne als *Intentionalität* interpretieren werden

algebraischen Quantentheorie. Dafür haben Bishop und Atmanspacher den Begriff der *kontextuellen Emergenz* geprägt und auf andere Fälle verallgemeinert.<sup>61</sup> Ersetzt man das Auslösen der Quantenkorrelationen durch umfassendere *Stabilitätsbedingungen*, wie z.B. die oben erwähnte dynamische Verfeinerung, so ist es möglich, kontextuelle Emergenz auch in klassischen dynamischen Systemen nachzuweisen.<sup>62</sup> Mit der oben erörterten Methode der Vergrößerung dynamischer Systeme konnten Atmanspacher und beim Graben z.B. die kontextuelle Emergenz mentaler Zustände<sup>63</sup> in neuronalen Systemen<sup>64</sup> und beim Graben et al. die kontextuelle Emergenz makroskopischer Zustände in neuronalen Netzwerken untersuchen.<sup>65</sup>

### 3 Intentionalität in der Naturwissenschaft

In den obigen Abschnitten haben wir festgestellt, daß Perspektivität eine fundamentale Eigenschaft neuzeitlicher Wissenschaft ist. In der Relativitätstheorie begegnet sie uns als Relativitätsprinzip, die Gleichberechtigung aller relativ zueinander bewegten Bezugssysteme behauptend, in der Quantentheorie, der Biologie, Kybernetik und Psychologie beschreibt sie komplementäre Beobachtungsbedingungen und ebenfalls in der Quantentheorie, in der Philosophie des Geistes und in der Neurowissenschaft tritt sie in Form kontingenter Beobachtungskontexte auf. Das führt letzten Endes zu dem entscheidenden Problem, nach den *Bedingungen der Möglichkeit von Perspektivität* in der Naturwissenschaft. Einen bestimmten Standpunkt einnehmen kann nur, *wer* einen bestimmten Standpunkt einnehmen kann. Das heißt, das *Subjekt*, welches Standpunkte einnehmen kann, muß als existierend vorausgesetzt werden. Darüberhinaus sind die obigen Prinzipien durch *Freiheiten* charakterisiert: nur wer unter gleichberechtigten Perspektiven frei wählen kann, kann auch *einen bestimmten* von diesen Standpunkten einnehmen. Vordergründig bestätigt sich hier Naphthas Ansicht „die Autorität ist der Mensch“, die auch von anderen Wissenschaftlern geteilt wird. So schreibt Bohr,<sup>66</sup>

daß die in der Physik vorliegende neue Situation uns so eindringlich an die alte Wahrheit erinnert hat, daß wir sowohl Zuschauer als Teilnehmer in dem großen Schauspiel des Daseins sind.

---

<sup>61</sup> Bishop / Atmanspacher (2006)

<sup>62</sup> Atmanspacher / Bishop (2007), Atmanspacher / beim Graben (2007)

<sup>63</sup> Chalmers (2000)

<sup>64</sup> Atmanspacher / beim Graben (2007)

<sup>65</sup> beim Graben et al. (2009)

<sup>66</sup> Bohr (1985d, S. 11)

Bei Heisenberg heißt es entsprechend,<sup>67</sup>

daß wir aber nicht von der Tatsache absehen können, daß alle Naturwissenschaft vom Menschen gebildet ist. Die Naturwissenschaft beschreibt und erklärt die Natur nicht einfach so, wie sie „an sich“ ist. Sie ist vielmehr ein Teil des Wechselspiels zwischen der Natur und uns selbst. Sie beschreibt die Natur, die unserer Fragestellung und unseren Methoden ausgesetzt ist.<sup>68</sup>

Und bei Planck:<sup>69</sup>

Wie ein physikalischer Vorgang sich prinzipiell nicht trennen läßt von dem Meßinstrument oder dem Sinnesorgan, von dem er wahrgenommen wird, so läßt sich eine Wissenschaft prinzipiell nicht trennen von den Forschern, welche sie betreiben.<sup>70</sup>

Und im selben Sinne schreibt Schröder:<sup>71</sup>

Unser Erkennen ist immer perspektivisch. Wir können aber die verschiedenen Perspektiven oder Erkenntnishaltungen unterscheidend beschreiben. Hier ist jetzt der Unterschied zwischen der objektiven Erkenntnishaltung, bei der idealerweise ein neutraler Beobachter Feststellungen über einen Sachverhalt oder Gegenstand trifft [...], und der interpersonalen Erkenntnishaltung bei der Menschen miteinander über etwas oder mit jemanden diskutieren, streiten, sich verständigen. Das ist nur möglich, wenn ich den anderen als meinesgleichen akzeptiere, also nicht als neutraler Beobachter Daten über ihn und sein Gehirn registriere und auswerte, sondern mich in ihn hineinversetze und, wenn wir in Verbindung sind, seine Zustimmung suche.<sup>72</sup>

Besonders gründlich widmet sich Primas der aller Naturwissenschaft voraussetzenden Subjektivität. In der experimentellen Forschung plant und präpariert der Wissenschaftler sein Experiment. Er baut geeignete (u.U. komplementäre) Meßinstrumente auf und initialisiert die Anfangsbedingungen. Dies sind Handlungen, die sich nur als *intentionale Akte* verstehen lassen:<sup>73</sup>

All experimental science is based on the understanding that the actions of an experimenter are intentional, and not actions which happen to him. There are no physical laws which cover intentionality (understood as the mind's directedness upon objects). Experimental physics demands the distinction of past and future, the concept of the now, and the freedom of the experimenter to choose initial conditions.<sup>74</sup>

<sup>67</sup> Heisenberg (1959, S. 60f)

<sup>68</sup> S. auch (Heisenberg 1955, S. 12, S. 18, S. 21)

<sup>69</sup> Planck (1943h, S. 220)

<sup>70</sup> S. auch (Planck 1943b, S. 52f)

<sup>71</sup> Schröder (2008, S. 65)

<sup>72</sup> S. auch beim Graben (2007)

<sup>73</sup> Primas (2009, S. 174)

<sup>74</sup> S. auch Primas (2007, S. 30ff), Primas (2009, S. 204), Bohr (1985e, S. 72), Bohr (1985g, S. 82)

In Analogie zum Heisenberg-Schnitt zwischen Untersuchungsgegenstand und kontextueller Umgebung, schlägt Primas vor, hier vom *Newtonschen Schnitt* zwischen dem zweckmäßig gewählten Versuchsaufbau und kontingenten Anfangsbedingungen einerseits und den Naturgesetzen andererseits zu unterscheiden.<sup>75</sup>

Damit erhebt sich Settembrinis Frage nach der „objektiven, der wissenschaftlichen Wahrheit“. Was ist eigentlich ein Naturgesetz? Dazu schreibt Planck:<sup>76</sup>

Denn es ist das charakteristische Merkmal wahrer Wissenschaft, daß ihre Erkenntnisse allgemein, objektiv, für alle Zeiten und alle Völker verbindlich sind, daß ihre Resultate daher unbeschränkte Anerkennung beanspruchen und schließlich auch immer durchsetzen. Fortschritte der Wissenschaft sind eben immer endgültig und lassen sich unmöglich auf die Dauer ignorieren.<sup>77</sup>

Demnach ist ein Naturgesetz ein Urteil, das unabhängig von Ort, Zeit und Beobachter (bzw. den Beobachtungsmitteln) ist. Solche Urteile lassen sich durch die oben geschilderten Transformationen erzeugen. Urteile, die an verschiedenen Orten zu verschiedenen Zeiten in bewegten Bezugssystemen gewonnen werden, können durch die Lorentz-Transformationen der speziellen Relativitätstheorie verglichen werden; Urteile, die von verschiedenen Beobachtern mittels unterschiedlicher Versuchsanordnungen gefällt werden, können durch die Darstellungstransformationen der Quantentheorie verglichen werden. Kombiniert man diese Transformationen in einer Weise, die wiederum von Raum und Zeit abhängig gemacht werden, gelangt man zum Begriff der *lokalen Eichtransformation*<sup>78</sup>. Wir gewinnen dadurch ein modernes Kriterium wissenschaftlicher Objektivität: Naturgesetze sind Urteile, die sich aus beliebigen Perspektiven durch lokale Eichtransformationen ineinander überführen lassen. Ein solcher Objektivitätsbegriff setzt wiederum die Freiheit voraus, einen beliebigen Standpunkt einnehmen zu können. Im Lichte dieser Erörterungen erweist sich die ontologische Doktrin des Physikalismus<sup>79</sup> als unvereinbar mit den epistemischen Bedingungen der Möglichkeit jeglicher Naturwissenschaft.

---

<sup>75</sup> Primas (2007, S. S. 30f)

<sup>76</sup> Planck (1943d, S. 83f)

<sup>77</sup> S. auch Planck (1943b, S. 58)

<sup>78</sup> Mack (1994)

<sup>79</sup> Earman (1975), Stoljar (2001), Montero (2001)



Anstelle von Naphtas totalitärem Voluntarismus stellen sich nunmehr Settembrinis und Castorps freiheitlicher Pluralismus als die eigentliche Grundlage der modernen Naturwissenschaft heraus. Wir sympathisieren daher mit Hans Castorp, wenn er hinsichtlich Settembrinis feststellt:<sup>80</sup>

Ach ja, du pädagogischer Satana mit deiner ragione und ribellione, dachte er. Übrigens habe ich dich gern. Du bist zwar ein Windbeutel und Drehorgelmann, aber du meinst es gut, meinst es besser und bist mir lieber als der scharfe kleine Jesuit und Terrorist, der spanische Folter- und Prügelknecht mit seiner Blitzbrille, obgleich er fast immer recht hat, wenn ihr euch zankt.

## Literaturverzeichnis

- Atmanspacher, H. / beim Graben, P. (2007). Contextual emergence of mental states from neurodynamics. *Chaos and Complexity Letters*, 2(2/3):151 – 168.
- Atmanspacher, H. / Bishop, R. C. (2007). Stability conditions in contextual emergence. *Chaos and Complexity Letters*, 2(2/3):139 – 150.
- Atmanspacher, H. / Primas, H., Hrsg. (2009). *Recasting Reality. Wolfgang Pauli's Philosophical Ideas and Contemporary Science*. Springer, Berlin.
- Bishop, J. M. / Nasuto, J. S. (2005). Second-order cybernetics and enactive perception. *Kybernetes*, 34(9/10):1309 – 1320.
- Bishop, R. C. / Atmanspacher, H. (2006). Contextual emergence in the description of properties. *Foundations of Physics*, 36(12):1753 – 1777.
- Bohr, N. (1985a). *Atomphysik und menschliche Erkenntnis*. Vieweg, Braunschweig.
- Bohr, N. (1985b). Atomphysik und Philosophie — Kausalität und Komplementarität. In Bohr (1985a), 104 – 110.
- Bohr, N. (1985c). Biologie und Atomphysik. In Bohr (1985a), 12 – 21.
- Bohr, N. (1985d). Die Atomtheorie und die Prinzipien der Naturbeschreibung. In Bohr (1985a), 1 – 11.
- Bohr, N. (1985e). Die Physik und das Problem des Lebens. In Bohr (1985a), 67 – 75.
- Bohr, N. (1985f). Diskussion mit Einstein über erkenntnistheoretische Probleme in der Atomphysik. In Bohr (1985a), 31 – 66.
- Bohr, N. (1985g). Einheit des Wissens. In Bohr (1985a), 76 – 91.
- Bohr, N. (1985h). Erkenntnistheoretische Fragen in der Physik und die menschlichen Kulturen. In Bohr (1985a), 22 – 30.
- Chalmers, D. J. (2000). What is a neural correlate of consciousness? In Metzinger (2000), 17 – 39.
- Earman, J. (1975). What is physicalism? *Journal of Philosophy*, 72(17):565 – 567.
- Einstein, A. (1984). *Mein Weltbild*. Ullstein, Frankfurt/M.
- Einstein, A. / Infeld, L. (1956). *Die Evolution der Physik*. Rowohlt, Hamburg.
- Englert, B.-G., Scully, M. O., / Walther, H. (1995). Komplementarität und Welle-Teilchen Dualismus. *Spektrum der Wissenschaft*, 50 – 55.
- von Foerster, H. (1993). *Kybernetik*. Merve, Berlin.
- beim Graben, P. (2004). Incompatible implementations of physical symbol systems. *Mind and Matter*, 2(2):29 – 51.

---

<sup>80</sup> Mann (1954, S. 576)

- beim Graben, P. (2007). Lems „Solaris“ im Lichte der Kybernetik. *Schriftzüge. Brandenburgische Blätter für Kunst und Literatur*, 9(1):126 – 132.
- beim Graben, P. / Atmanspacher, H. (2006). Editorial. *Mind and Matter*, 4(2):131 – 139.
- beim Graben, P. / Atmanspacher, H. (2009). Extending the philosophical significance of the idea of complementarity. In Atmanspacher / Primas (2009), 99 – 113.
- beim Graben, P., Barrett, A., / Atmanspacher, H. (2009). Stability criteria for the contextual emergence of macrostates in neural networks. *Network: Computation in Neural Systems*, 20(3):178 – 196.
- Heisenberg, W. (1955). *Das Naturbild der heutigen Physik*. Rowohlt, Hamburg.
- Heisenberg, W. (1959). *Physik und Philosophie*. Ullstein, Frankfurt/M.
- Heisenberg, W. (1969). *Der Teil und das Ganze. Gespräche im Umkreis der Atomphysik*. Piper, München.
- Hepp, K. (1972). Quantum theory of measurement and macroscopic observables. *Helvetica Physica Acta*, 45:237 – 248.
- Heylighen, F. / Joslyn, C. (2001). Cybernetics and second-order cybernetics. In Meyers, R. A., Hrsg., *Encyclopedia of Physical Science and Technology*. Academic Press, New York.
- Mack, G. (1994). Gauge theory of things alive and universal dynamics. DESY technical report 94-184.
- Mahler, G. / Ellis, G. (2009). Plato's cave revisited: Science at the interface. *Mind and Matter*, 7(1):9 – 36.
- Mann, T. (1954). *Der Zauberberg*. G. B. Fischer Verlag, Frankfurt a. M.
- Metzinger, T., Hrsg. (2000). *Neural Correlates of Consciousness*. MIT Press, Cambridge (MA).
- Mittelstaedt, P. (1981). *Philosophische Probleme der modernen Physik*. Bibliographisches Institut, Mannheim.
- Montero, B. (2001). Post-physicalism. *Journal of Consciousness Studies*, 8(2):61 – 80.
- Pauli, W. (1950). Die philosophische Bedeutung der Komplementarität. *Experientia*, 6:72 – 81.
- Planck, M. (1943a). Determinismus oder Indeterminismus. In Planck (1943k), 105 – 122.
- Planck, M. (1943b). Die Physik im Kampf um die Weltanschauung. In Planck (1943k), 52 – 69.
- Planck, M. (1943c). Dynamische und statistische Gesetzmäßigkeit. In Planck (1943j), 40 – 54.
- Planck, M. (1943d). Kausalgesetz und Willensfreiheit. In Planck (1943j), 70 – 101.
- Planck, M. (1943e). Physikalische Gesetzlichkeit. In Planck (1943j), 117 – 141.
- Planck, M. (1943f). Positivismus und reale Außenwelt. In Planck (1943j), 166 – 184.
- Planck, M. (1943g). Sinn und Grenzen der exakten Wissenschaft. In Planck (1943k), 123 – 141.
- Planck, M. (1943h). Ursprung und Auswirkung wissenschaftlicher Ideen. In Planck (1943j), 206 – 222.
- Planck, M. (1943i). Vom Wesen der Willensfreiheit. In Planck (1943k), 70 – 87.
- Planck, M. (1943j). *Wege zur physikalischen Erkenntnis*, Bd. I. Hirzel, Leipzig.
- Planck, M. (1943k). *Wege zur physikalischen Erkenntnis*, Bd. II. Hirzel, Leipzig.
- Planck, M. (1958). *Scheinprobleme der Wissenschaft*. Barth, Leipzig 1958.
- Primas, H. (1990). Mathematical and philosophical questions in the theory of open and macroscopic quantum systems. In Miller, A. I., Hrsg., *Sixty-two Years of Uncertainty: Historical, Philosophical and Physics Inquiries into the Foundation of Quantum Mechanics*, 233 – 257. Plenum Press, New York.
- Primas, H. (2007). Non-Boolean descriptions for mind-matter problems. *Mind and Matter*, 5(1):7 – 44.
- Primas, H. (2009). Complementarity of mind and matter. In Atmanspacher / Primas (2009), 171 – 210.
- Röseberg, U. (1978). *Quantenmechanik und Philosophie*. Vieweg, Braunschweig.

Schröder, R. (2008). *Abschaffung der Religion?* Herder, Freiburg.

Stoljar, D. (2001). Physicalism. In *Stanford Encyclopedia of Philosophy*. The Metaphysics Research Lab. <http://plato.stanford.edu/entries/physicalism/>.