



Anna Ijjas

Der Alte mit dem Würfel

Ein Beitrag zur Metaphysik
der Quantenmechanik

Vandenhoeck & Ruprecht

Anna Ijjas, Der Alte mit dem Würfel

V&R

Anna Ijjas, Der Alte mit dem Würfel

Religion, Theologie und Naturwissenschaft/
Religion, Theology, and Natural Science

Herausgegeben von
Christina Aus der Au, Willem B. Drees,
Antje Jackelén, Gebhard Löhr und Ted Peters

Band 24

Vandenhoeck & Ruprecht

Anna Ijjas, Der Alte mit dem Würfel

Anna Ijjas

Der Alte mit dem Würfel

Ein Beitrag zur Metaphysik
der Quantenmechanik

Vandenhoeck & Ruprecht

Mit 14 Abbildungen und 2 Tabellen

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISBN 978-3-525-57017-3

ISBN 978-3-647-57017-4 (E-Book)

Umschlagabbildung:

<http://www.examiner.com/atheism-in-sioux-falls/god-and-chance-does-god-throw-dice>

© 2011, Vandenhoeck & Ruprecht GmbH & Co. KG, Göttingen/
Vandenhoeck & Ruprecht LLC, Oakville, CT, U.S.A.
www.v-r.de

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf der vorherigen schriftlichen Einwilligung des Verlages. Hinweis zu § 52a UrhG: Weder das Werk noch seine Teile dürfen ohne vorherige schriftliche Einwilligung des Verlages öffentlich zugänglich gemacht werden. Dies gilt auch bei einer entsprechenden Nutzung für Lehr- und Unterrichtszwecke. Printed in Germany.
Druck und Bindung: ⊕ Hubert & Co, Göttingen

Gedruckt auf alterungsbeständigem Papier.

Inhalt

Vorwort	9
Danksagung	11
I Problemstellung und Methodik	13
1 Quantenmechanik – eine Theorie für alles?	15
1.1 Die Sokal-Affäre	15
1.2 Dem Problem auf der Spur	17
1.3 Was nun?	20
2 Theorie vs. Interpretation – Entwurf einer Methodik	21
2.1 Axiom 1: das Theoriemodell	22
2.1.1 Wesen und Struktur wissenschaftlicher Theoriebildung	23
2.1.2 Normative Kriterien der Theoriebildung	25
2.1.3 Theorie vs. Theorie – Versuch einer Klassifizierung . .	27
Exkurs: Zur Eigenart metaphysischer Theorien	29
2.2 Axiom 2: das Interpretationsmodell	30
2.2.1 Interpretation – ein Definitionsvorschlag	31
2.2.2 Interpretation – Überprüfung der logischen Kohärenz?	34
2.2.3 Interpretation erster Ordnung	38
2.2.4 Interpretation zweiter Ordnung	41
2.3 Fazit	42
II Physikalische Grundlagen	43
3 Deformulierung oder Grundzüge der physikalischen Theorie	45
3.1 Das Doppelspalt-Experiment	45
3.1.1 Das Experiment	46
3.1.2 Quantenphänomene	49
3.2 Die beiden Grundprobleme der Quantenmechanik	50
3.2.1 Das Superpositionsprinzip	51
3.2.2 Der Messprozess	55
3.3 Fazit	58

4	(Re)Formulierungsversuche oder Interpretation erster Ordnung	59
4.1	Die Kopenhagener Formulierung	60
4.1.1	Heisenberg und die Unschärferelation	61
4.1.2	Bohr und das Prinzip der Komplementarität	67
4.1.3	Kopenhagener Formulierung – eine fragwürdige Synthese	72
4.2	Alternative Reformulierungen	77
4.2.1	Der Mechanismus der Dekohärenz	78
4.2.2	Die Viele-Welten-Theorie	84
4.3	Fazit	92
III Philosophische Deutungen		93
5	Realismus contra Antirealismus	95
5.1	Realismus – Grundzüge der philosophischen Theorie	95
5.1.1	Der wissenschaftliche Realismus	96
5.1.2	Der metaphysische Realismus	98
5.1.3	Vorschlag einer Verhältnisbestimmung	99
	Exkurs: Zur Angemessenheit der Definition	100
5.2	»Is the moon there when nobody looks?« – Quantenmechanik vs. wissenschaftlicher Realismus	104
5.2.1	Das EPR-Argument	105
5.2.2	Nichtlokalität oder die Bellsche Ungleichung	109
5.2.3	Ist der wissenschaftliche Realismus (noch) haltbar?	112
5.3	Ein anderes Problem: Quantenlogik	116
5.3.1	Worum geht es überhaupt?	116
5.3.2	Das Konzept der Quantenlogik	117
5.3.3	Klassische Logik vs. Quantenlogik	118
5.4	Fazit	120
6	Determinismus contra Indeterminismus	121
6.1	Determinismus – Grundzüge der philosophischen Theorie	122
6.1.1	Der metaphysische Determinismus	123
6.1.2	Das Kriterium der Voraussagbarkeit	124
6.1.3	Versuch einer Verhältnisbestimmung	124
6.2	Die Sache mit dem Würfel oder Quantenmechanik vs. Determinismus	126
6.2.1	Wahrscheinlichkeiten – eine Begriffsbestimmung	126
6.2.2	Quanten-Wahrscheinlichkeiten	135
6.2.3	Und Er würfelt doch	144
6.3	Ein anderes Problem: die Quantenkausalität	146
6.4	Fazit	148

IV Weltanschaulich-theologische Konsequenzen	149
7 Quantenphysik und Anthropologie	151
7.1 Die Gehirn-Bewusstsein-Problematik	152
7.1.1 Was bedeutet »Gehirn«?	154
7.1.2 Was bedeutet »Bewusstsein«?	158
7.1.3 Wie wird das Verhältnis von Gehirn und Bewusstsein bestimmt?	160
7.2 Quanten-Bewusstsein?	162
7.2.1 Ein Quantenmodell dualistischer Interaktion	164
7.2.2 Ist das Gehirn ein Quantencomputer?	173
7.3 Zwischenfazit: Doch kein Quanten-Bewusstsein?	178
7.4 Das Problem der Willensfreiheit	180
7.4.1 Was bedeutet »Willensfreiheit«?	181
7.4.2 Willensfreiheit – ein empirisches Problem?	182
7.4.3 Willensfreiheit – ein Problem der (Quanten)Physik?	183
7.5 Fazit	185
8 Quantenphysik und Theologie	187
8.1 Darwins Zufall contra Einsteins Gott?	187
8.1.1 Das Problem	188
8.1.2 Quanten-Indeterminismus und Evolution	193
8.2 Zwischenfazit	196
8.2.1 Das Argument der Willensfreiheit	197
8.2.2 Quantenphysik – ein Argument für das Argument der Willensfreiheit?	199
8.3 Der Alte mit dem Würfel	201
8.3.1 Was bedeutet »Handeln Gottes«?	201
8.3.2 Also doch ein Lückenbüßer?	202
8.4 Fazit	205
Nachwort oder Einsteins Irrtum	207
Literatur	209
Abbildungen	223

Vorwort

In einem Brief an seinen Kollegen und Freund *Max Born* schrieb *Albert Einstein* 1926 über die neue Atomtheorie, die Quantenmechanik liefere zwar viel, dem Geheimnis des Alten bringe sie uns jedoch kaum näher; Gott würfle nämlich nicht.¹ Falls Einstein recht hat, macht es so gut wie keinen Sinn, sich über die weltanschauliche Relevanz der Quantenmechanik den Kopf zu zerbrechen. Falls nämlich Einstein recht hat, muss die Quantenmechanik schon allein aus weltanschaulichen Gründen zurückgewiesen werden; sie beschreibt eine Welt, die es nicht geben kann, und verfehlt somit gleichsam die Zielsetzung einer jeden physikalischen Theorie.

Vielleicht hat sich aber Einstein geirrt. Vielleicht ist die Welt doch so beschaffen, wie die Quantenmechanik sie beschreibt. Und wenn dies der Fall ist, wenn Einstein sich also tatsächlich geirrt hat, macht es sehr wohl Sinn, sich über die weltanschauliche Relevanz der Theorie den Kopf zu zerbrechen. Denn dann ist die Quantenmechanik *der* Schlüssel zur Wirklichkeit als Ganzer. Als empirische Theorie stellt sie nämlich für mögliche Weltbilder einen Maßstab dar; ein Weltbild, das sich mit Aussagen der Quantenmechanik nicht vereinbaren ließe, wäre folglich mehr als fragwürdig.

Die vorliegende Arbeit ist – kurz gesagt – eine Revision der Aussage Einsteins. Dass damit ein sehr ehrgeiziges Ziel gesetzt wird, steht außer Zweifel. Dies macht aber das Unterfangen erst recht interessant. Wie lässt sich über Physik im metaphysischen Kontext sprechen, ohne gleichsam die Wissenschaftlichkeit aufzugeben? Wie viel Raum bleibt für die Metaphysik, wenn man sich methodologisch an naturwissenschaftliche Standards hält? Was sind überhaupt methodologische Standards? Können vielleicht auch die Naturwissenschaften von der Metaphysik etwas lernen? Oder ist nur die Metaphysik auf das Gespräch angewiesen? – Dies waren die ersten Fragen, die es im Laufe der Untersuchung zu beantworten galt.

Wie die Antwort ausfiel, zeigt die nachfolgend durchgeführte Untersuchung, die auf den Ergebnissen der methodologischen Überlegungen basiert. Dass es zahlreiche Kritikmöglichkeiten gibt, ist mir bewusst. Mathematiker könnten etwa einschlägige Ausführungen als nicht hinreichend exakt empfinden, für Theologen erscheinen dieselben Ausführungen vermutlich viel zu exakt. Physiker werden sich vielleicht mehr Empirie wünschen, Philosophen dagegen mehr Metaphysik. Ich habe nicht versucht, jede mögliche Erwartung zu erfüllen. Bei der Abfassung der Arbeit habe ich andere Ziele verfolgt. Ich wollte zeigen, dass ein Dialog zwischen Physik und Metaphysik, zwischen Theologie und Naturwissenschaften möglich und notwendig ist.

¹ Vgl. EINSTEIN (2005).

Während ich an der Arbeit schrieb, begegnete ich oft fragenden Gesichtern. Viele mutete es so an, als würde ich versuchen, Äpfel und Birnen zusammenzuzählen. Andere wunderten sich, dass eine solche Arbeit als *theologisch* bezeichnet werden kann. Ich fand dies umso überraschender, als der Zusammenhang mir völlig offenkundig zu sein schien. Auch verstand ich das, was ich betrieb, als Theologie. Gleichwohl wurde mir immer klarer, dass ein Gespräch nur entstehen kann, wenn beide Seiten bereit sind, auf die jeweils andere Seite zuzugehen und nicht davor zurückschrecken, die eigene Position infrage zu stellen. Offenheit, Klarheit und argumentative Stringenz erscheinen hierfür als notwendige Voraussetzungen; übertriebene formale Exaktheit oder langweilendes philosophisches Lamentieren stehen dem Dialog nur im Weg. Deshalb habe ich etwa Formeln angeführt, aber nur wo es mir unter inhaltlichem Gesichtspunkt nötig schien. Der Mathematiker soll für die fehlenden Rechenschritte auf die jeweils angeführten Quellen zurückgreifen (oder selber rechnen); der Theologe kann Formeln mit bestem Gewissen überspringen, wenn diese (in seinen Augen) nicht zum besseren Verständnis beitragen. Ebenso habe ich versucht, nicht mehr zu sagen, als für eine klare und kritikfähige Argumentation unerlässlich ist. Physiker wie Philosophen sollten also nicht darauf aus sein, festzustellen, wo das eigene Fachgebiet hätte weiter ausgeführt werden können. Sie sollten vielmehr fragen, ob das jeweilige Verhältnis beider Fachgebiete Transparenz und Stringenz der Darstellung garantiert. Wenn die Voraussetzung dafür, dass eine Arbeit als theologisch bezeichnet wird, die Quantität einschlägiger Ausführungen ist, wird die vorliegende Untersuchung vermutlich vielfach nicht als theologisch eingestuft. Wenn dagegen die Qualität bzw. Tragweite der erzielten Ergebnisse das Kriterium der Klassifizierung darstellt, worauf ich natürlich hoffe, kann kaum bezweifelt werden, dass es sich hier um eine genuin theologische Arbeit handelt.

Wissenschaftliche Diskussionen haben kein Ende. Die Lösung eines gegebenen Problems führt zu neuartigen Fragestellungen. Auch die vorliegende Arbeit will nicht als etwas Abgeschlossenes verstanden werden. Sie will das Gespräch eröffnen, nicht beenden.

München, den 21. März 2011

Anna Ijjas

Danksagung

Die vorliegende Arbeit wurde im Sommersemester 2010 von der Katholisch-Theologischen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München als Dissertation angenommen. An dieser Stelle möchte ich all denen danken, die mich während der Promotionszeit unterstützt und gefördert haben.

Armin Kreiner hat mich für das Thema gewonnen und die Entstehung der Arbeit begleitet; sein Anspruch war mir eine stete Herausforderung. Für sein Vertrauen wie für seinen fachlichen und menschlichen Rückhalt gilt ihm mein tief empfundener Dank. Harald Lesch hat sich für das Dissertationsprojekt von Anfang an begeistert und konnte mich sogar dann motivieren, wenn ich selber nicht mehr an das Unterfangen glaubte. Dafür danke ich ihm ebenso wie für die Erstellung des Zweitgutachtens. Mit ihnen beiden auch weiterhin zusammenarbeiten zu dürfen, kann ich nur als absolutes Privileg betrachten. Angesichts der Thematik ist es alles andere als selbstverständlich, echte Gesprächspartner gefunden zu haben. Paul Näger, Detlef Dürr, Niklas Boers, Florian Rieger und Johannes Grössl danke ich für ihr Interesse, die anregenden Diskussionen und die wertvollen Tipps.

Die Promovendengruppe an der KHG München war der Ort, wo im interdisziplinären Kreis von Doktoranden Fachliches wie Menschliches ausgetauscht werden konnte. Peter Blümel und meinen Mitstreitern Eva Winkelmeier, Birgit Halbgewachs und Stephan Mokry danke ich für das geduldige Zuhören, die vielen nützlichen Ratschläge und die Ermutigung, den eingeschlagenen Weg weiterzugehen.

Johanna Riester und Manuela Walter hatten immer ein offenes Ohr für mich, falls etwas mal nicht klappte, und sie haben sich über jede neue Idee mit mir gefreut. Johanna danke ich auch für die sorgfältige Korrektur und die hilfreichen Kommentare.

Antje Jackelén, Gebhard Löhr, Ted Peters und Willem B. Drees danke ich als den Herausgebern für die Aufnahme der Arbeit in die Reihe *Religion, Theologie und Naturwissenschaft*. Ebenso danke ich Silke Hartmann, Maike Linne, Christoph Spill und Renate Hartog von Vandenhoeck & Ruprecht für die kompetente verlegerische Betreuung.

Der größte Dank gilt aber meiner Mutter. Sie war stets für mich da und hat mich in allem unterstützt. Ich hoffe, sie mit dieser Arbeit ein wenig stolz machen zu können.

Teil I

Problemstellung und Methodik

1 Quantenmechanik – eine Theorie für alles?

OPPENHEIMER: *Ja. – Es ist die Art von Schizophrenie, in der wir Physiker seit einigen Jahren leben.*

ROBB: *Können Sie das erläutern?*

OPPENHEIMER: *Man machte von den großen Entdeckungen der neueren Naturwissenschaften einen fürchterlichen Gebrauch.*

H. KIPPHARDT, In der Sache J. Robert Oppenheimer

Stöbert man in einer Buchhandlung, dürfte es kaum lange dauern, bis einem eine Veröffentlichung zur Quantenmechanik unter die Hände kommt – egal, in welcher Abteilung man sich gerade befindet. Irgendwie scheint nahezu jeder Wissenschaftszweig ausgerechnet diese eine physikalische Theorie für sich entdeckt zu haben. Noch mehr: Es mutet so an, als ob die Quantenmechanik sogar in der Lage wäre, zahlreiche bislang ungelöste Fragen der unterschiedlichen Disziplinen zu beantworten. Es sieht also so aus, als ob die Quantenmechanik im gewissen Sinne eine Theorie für alles wäre.¹

Die Frage ist natürlich, ob sie es tatsächlich ist oder ob es nur so scheint, als ob sie es wäre; ob es sich hier wirklich um wissenschaftlich fundierte Erkenntnisse von Bedeutung handelt, die man also ernst nehmen und mit denen man sich deshalb auseinandersetzen müsste, oder ob es bloß eine zeitbedingte, pseudowissenschaftliche Modeerscheinung ist, die man besser ignorieren sollte.

Das Ziel der vorliegenden Untersuchung besteht darin, auf diese Frage eine Antwort zu finden und so die mögliche theologisch-weltanschauliche Relevanz der Quantenmechanik aufzuzeigen. Als notwendige Voraussetzung für eine zufrieden stellende Antwort erscheint die Präzisierung der Problemsituation in diesem ersten Kapitel.

1.1 Die Sokal-Affäre

Um das Dilemma besser nachvollziehen zu können, lohnt ein Blick auf die *sog. Sokal-Affäre*. In etwa obige Frage dürfte nämlich auch den New Yorker Physiker *Alan Sokal* beschäftigt haben, als er sich zu einem eher ungewöhnlichen

¹ Für gewöhnlich wird mit diesem Ausdruck diejenige physikalische Theorie bezeichnet, die als solche die grundlegenden Eigenschaften der physikalischen Welt zu erklären vermag, die also *alle* fundamentalen Naturgesetze zu umfassen und gleichsam die Zahlenwerte *aller* Naturkonstanten vorauszusagen imstande ist. In diesem Sinne wird der Ausdruck hier nicht verwendet. Mag nämlich die Quantenmechanik mit noch so erstaunlicher Genauigkeit empirisch bestätigt sein, so weist sie doch zu gravierende theoretische Schwierigkeiten auf, als dass sie den Anspruch einer Weltformel erheben könnte.

Experiment entschloss: Er verfasste einen völlig unsinnigen, pseudowissenschaftlichen Aufsatz² und schickte diesen einer renommierten nordamerikanischen Soziologie-Fachzeitschrift, dem *Social Text* zu. Die Besonderheit des Aufsatzes bestand darin, die von den Redakteuren favorisierte weltanschauliche Position mithilfe von physikalischen Erkenntnissen im Sinne der sog. hermeneutischen Methode untermauern zu können.³ Und es ereignete sich etwas Unerwartetes; anstatt die redaktionelle Fachkompetenz zu beweisen und den Beitrag abzulehnen, passierte genau das Gegenteil: *Die Zeitschrift veröffentlichte Sokals Aufsatz als einen ernst zu nehmenden Beitrag*. Hätte außerdem Sokal seinen Schwindel nicht selber enthüllt, wäre dieser möglicherweise nie aufgefliegen.

Der Vorfall löste – wie es sich versteht – heftige Diskussionen aus:⁴ Der Skandal landete auf der Titelseite von Zeitungen wie *The New York Times*,⁵ *International Herald Tribune*⁶ oder *Le Monde*⁷. Die Verantwortlichen verteidigten ihre Entscheidung,⁸ wollten sie doch in erster Linie einen originellen Versuch unterstützen, der ihrer Ansicht nach in die richtige Richtung zeigte und deshalb unabhängig vom Inhalt desselben der Ermunterung wert gewesen sei.⁹ Dass die Veröffentlichung den Bankrott postmoderner Kulturwissenschaften entpuppt hätte, hielten sie wiederum für absurd.¹⁰ Nicht so diejenigen, die durchaus die Notwendigkeit empfanden, an der redaktionellen, die eigene Sachkompetenz offensichtlich überschätzenden Arroganz Kritik zu üben.¹¹ Ebenso gab es Versuche, den Vorfall auf die wissenschaftstheoretisch-methodologische, philosophische oder eben politische Ebene zu verlagern, was jeweils durch Rekurs auf Gegensätze wie die scheinbar unüberwindbare, nicht zuletzt auf die jeweilige Forschungsmethode zurückzuführende Differenz von Natur- und Geisteswissenschaften,¹² den konkurrierenden Streit des angesagten postmodernen Konstruktivismus mit dem angeblich altmodischen Realismus¹³ oder eben die Kluft zwischen rechts- und linksorientierter Politik

² Vgl. SOKAL (1996).

³ Vgl. Ebd., 62: »So, to test the prevailing intellectual standards, I decided to try a modest (though admittedly uncontrolled) experiment: Would a leading North American journal of cultural studies – whose editorial collective includes such luminaries as Fredric Jameson and Andrew Ross – publish an article liberally salted with nonsense if (a) it sounded good and (b) it flattered the editors' ideological preconceptions?«

⁴ Vgl. hierzu insbesondere SOKAL/BRICMONT (2001).

⁵ Vgl. SCOTT (1996).

⁶ Vgl. LANDSBERG (1996).

⁷ Vgl. WEILL (1996).

⁸ Vgl. ROBINS/ROSS (1996); vgl. hierzu kritisch BOGHOSSIAN (1997).

⁹ Vgl. ROBINS/ROSS (1996): »[...] we read it more as an act of good faith of the sort that might be worth encouraging than as a set of arguments with which we agreed.«

¹⁰ Vgl. Ebd.: »But to construe this decision as proof of the bankruptcy of cultural studies is absurd.«

¹¹ Vgl. etwa AUGSTEIN (1996).

¹² Vgl. WEINBERG (1996).

¹³ Vgl. etwa BAECKER (1997).

geschah.¹⁴ Bedauerlicherweise erfolgte die Diskussion jedoch nicht selten in einer Atmosphäre, die eher einem Mehrfrontenkrieg ähnelte, als dass sie sich durch objektive Sachlichkeit charakterisieren ließe, und mündete in weniger relevanten Detailfragen, so dass schlussendlich allenfalls eine moralische Lehre gezogen werden konnte.¹⁵ Dies wiederum scheint gleichsam der Grund dafür zu sein, dass der Vorfall doch keine weitreichenden Konsequenzen hatte; er ist heute weitgehend unbekannt.

1.2 Dem Problem auf der Spur

Obwohl die Entgleisung der Debatte später selbst von Sokal bedauert wurde,¹⁶ könnte es dennoch sein, dass er an dieser nicht gänzlich unschuldig war. Möglicherweise betrachtete er nämlich die falsche Tendenz, die er bloßzustellen suchte, unter einem doch zu engen Blickwinkel. Die erneute Auseinandersetzung mit der Affäre aus einer etwas anderen Sicht dürfte sich also lohnen.

Sokal wollte auf den Missbrauch physikalischer Theorien durch postmoderne Geisteswissenschaftler aufmerksam machen. Offensichtlich maß er der Tatsache jedoch keine Bedeutung bei, dass die Texte, die den postmodernen Autoren als Grundlage ihrer Theorien dienten, keineswegs Aussagen von Geisteswissenschaftlern sind. Im Gegenteil: *es handelt sich um Aussagen prominenter Physiker*. Mit anderen Worten, auch wenn dies den inadäquaten Umgang der kritisierten Geisteswissenschaftler mit den im Artikel genannten physikalischen Theorien *nicht* entschuldigt, sind es doch Physiker gewesen, die damit begonnen haben, ihren eigenen Theorien eine über die Physik hinausgehende Relevanz zuzusprechen und sich philosophischen Fragestellungen zuzuwenden. Noch mehr: Die Anfänge dieser Tendenz lassen sich relativ eindeutig feststellen, es sind die Geburtsjahre der Quantenmechanik.

Nachdem es sich nämlich herausgestellt hatte, dass die neue Theorie noch so strengen empirischen Prüfungen standhält, entstand ein neuartiges, bis heute ungelöstes Problem: Die Theorie schien sich dem Begreifen zu verschließen, d.h. niemand wusste, ob und inwiefern sie das sog. klassische Weltbild verändert bzw. was sie über die Wirklichkeit zu sagen hat.¹⁷ Auf den Punkt gebracht bedeutete dies, dass die Physik über eine Theorie verfügte, mit der es sich zwar unglaublich gut rechnen lässt, die aber kaum bzw. nur sehr schlecht

¹⁴ Sokal selbst wollte ursprünglich durch das Experiment auf die Unhaltbarkeit einer anti-realistischen Position aufmerksam machen (vgl. SOKAL/BRICMONT (2001), 9–13), erwähnt später jedoch als Motiv gleichsam seine linksorientierte politische Einstellung, vgl. SOKAL (1996); vgl. auch SOKAL (1998).

¹⁵ Vgl. ähnlich GUMBRECHT (1997).

¹⁶ Vgl. SOKAL/BRICMONT (2001), 12.

¹⁷ Vgl. hierzu die etwas zugespitzte aber wohl zutreffende Formulierung von R. Feynman; FEYNMAN (2007b), 129: »Früher einmal konnte man in den Zeitungen lesen, es gebe nur zwölf Menschen, die die Relativitätstheorie verstünden. Das glaube ich nicht. [...] Andererseits kann ich mit Sicherheit behaupten, dass niemand die Quantenmechanik versteht.«

verstanden wird.¹⁸ Um dem Dilemma zu entfliehen und einen Weg aus der Krise zu finden, wurden schließlich die verschiedenen Interpretationen der Quantenmechanik entwickelt.

Der erste Punkt, mit dem auch Sokal begann,¹⁹ betrifft die These von der *Unhaltbarkeit des Realismus*, also die Idee von der Unvereinbarkeit einer Beobachter unabhängigen, objektiven Wirklichkeit mit der neu entdeckten quantisierten Welt; diese Theorie sollte die mit dem Messproblem entstandenen Schwierigkeiten überwinden. Entsprechend proklamierten bereits Begründer und spätere Interpreten der Quantenmechanik diese, angeblich der physikalischen Theorie implizite, neue philosophische Einsicht in ihren Publikationen wiederholt²⁰ – und dies mit zum Teil bis heute anhaltendem Erfolg. So glaubt etwa der durch seine genialen Experimente berühmt gewordene Wiener Physiker *Anton Zeilinger*, aufgrund der quantenmechanischen Gleichungen annehmen zu *müssen*, dass die reale Außenwelt eine Illusion sei:

»Wir müssen uns wohl von dem naiven Realismus, nach dem die Welt an sich existiert, ohne unser Zutun und unabhängig von unserer Beobachtung, irgendwann verabschieden.«²¹

Dass die von Sokal kritisierten postmodernen Autoren nach einem Anknüpfungspunkt zur Realismusfrage nicht lange suchen mussten, überrascht kaum mehr.

Seinen zweiten Punkt widmet Sokal der *Komplementarität* und zitiert *Niels Bohr*, der aus dem von ihm entwickelten Komplementaritätsprinzip²² gleichsam die grundsätzliche *Akausalität* der Natur folgern wollte:

»Nach dem Wesen der Quantentheorie müssen wir uns also damit begnügen, die Raum-Zeit-Darstellung und die Forderung der Kausalität, deren Vereinigung für die klassischen Theorien kennzeichnend ist, als komplementäre, aber einander ausschließende Züge der Beschreibung des Inhalts der Erfahrung aufzufassen, die die Idealisierung der Beobachtungs- bzw. Definitionsmöglichkeiten symbolisieren.«²³

¹⁸ Vgl. ähnlich POPPER (2001b), 3: »Heute steckt die Physik in einer Krise. Die physikalische Theorie ist unglaublich erfolgreich; sie produziert am laufenden Band neue Probleme und löst die Probleme, die alten so gut wie die neuen. Und ein Teil dieser Krise – nämlich die nahezu permanente Revolution ihrer fundamentalen Theorien – ist meiner Ansicht nach der Normalzustand einer reifen Wissenschaft. Doch gibt es einen anderen Aspekt der gegenwärtigen Krise: wir haben es auch mit einer Krise des Verstehens zu tun.«

¹⁹ Vgl. SOKAL (2001), 264.

²⁰ Vgl. etwa HEISENBERG (1959a), 9–11, 27–42; BOHR (1928); BORN (1955).

²¹ NAICA-LOEBELL (2001); vgl. auch ZEILINGER (2005). Für weitere Diskussionen der Realismusfrage vgl. etwa HERBERT (1990).

²² Für eine Einführung vgl. etwa SELLERI (1990), 81–86.

²³ BOHR (1928), 38.

Mag diese Folgerung zunächst noch so absurd anmuten, erfreute sie sich doch einer breiten Rezeption; besonders oft und gern wurde sie für die Rechtfertigung des *Indeterminismus* bzw. des mit diesem oft in Zusammenhang gebrachten *Leib-Seele-Dualismus* herangezogen. Der renommierte Physiologe und Nobelpreisträger für Medizin von 1963, *Sir J. C. Eccles*, versuchte etwa aus den quantenmechanischen Gleichungen die von ihm bereits lange postulierte Existenz eines immateriellen Geistes abzuleiten bzw. dessen Wechselwirkung mit dem materiellen Gehirn zu beschreiben:

»Es kann geschlossen werden, dass aus einer Rechnung auf der Grundlage der Heisenbergschen Unschärferelation folgt, dass ein Psychon, das in Analogie zu einem quantenphysikalischen Wahrscheinlichkeitsfeld wirkt, ein Vesikel des präsynaptischen Vesikelgitters für die Exozytose auswählt.«²⁴

Ähnlich weit reichende Überlegungen findet man in zahlreichen zur Thematik verfassten Beiträgen. Ein Philosophieprofessor aus Australien hat sich sogar die Mühe gemacht, diese zu sammeln und auf seiner Webseite²⁵ zu veröffentlichen. Und obwohl ihre Anzahl von 213 im Vergleich zur Anzahl aller zur Bewusstseinsthematik verfassten Schriften von 18367 als vernachlässigbar klein erscheint, stellt sich doch die Frage, ob nicht bereits ein einziger Artikel als zu viel empfunden werden sollte.²⁶

Als dritten und letzten Punkt des ersten Abschnittes erwähnt Sokal die *Nichtlokalität*. Es handelt sich hierbei um die von Einstein vehement bekämpfte Hypothese, es gäbe in der Natur so etwas wie mit Überlichtgeschwindigkeit agierende Fernwirkungen; ein bis heute nur sehr schlecht verstandenes Phänomen, das alles mit allem zu verbinden scheint. Gleichzeitig handelt es sich aber auch um ein Phänomen, das dem aus dem Bohrschen Komplementaritätsprinzip deduzierten Leib-Seele-Dualismus widersprechen dürfte. *Erwin Schrödinger* nahm nämlich gerade angesichts der Nichtlokalität eine radikal monistische Position ein.²⁷ Doch auch hier gibt es eine mögliche Lösung im Sinne der Quantenmechanik, und zwar die *Quantenlogik*, eine Modifikation der klassischen Logik, deren Besonderheit – etwas vereinfacht – in der Zulassung von bestimmten Kontradiktionen liegt.

Die Quantenmechanik bietet keine leichte Kost. Insbesondere dürfte nun als fraglich erscheinen, ob Sokal nicht besser daran getan hätte, sich zunächst an die eigenen Kollegen zu wenden, bevor er die Geisteswissenschaftler angriff. Doch könnte seine Vorgehensweise insofern als eine korrekte angesehen werden, als die Absurdität und Inkompetenz der postmodernen Hermeneutik

²⁴ ECCLES (1994), 163.

²⁵ Vgl. <http://consc.net/mindpapers/8.9b>.

²⁶ Vgl. LEHNER (1997).

²⁷ Vgl. SCHRÖDINGER (2006), 67: »Ich glaube nicht, dass die Lösung des Knotens auf logischem Wege durch folgerichtiges Denken innerhalb unseres Intellekts möglich ist. Wohl aber lässt sie sich sehr leicht in Worten aussprechen, nämlich: die wahrgenommene Vielheit ist nur Schein, sie besteht in Wirklichkeit gar nicht.«

zumindest offensichtlich war; ob sich sämtliche Physiker geirrt haben, lässt sich nicht mehr ohne weiteres feststellen, so dass schließlich zwar in einem verändertem Kontext, aber doch nichts als die eingangs gestellte Frage übrig bleibt: *Quantenmechanik – eine Theorie für alles?*

1.3 Was nun?

Eine Antwort fällt nicht leicht. Denn auch wenn manche der soeben angeführten Thesen möglicherweise selber an der eigenen Wahrheitsfähigkeit Zweifel aufkommen lassen, Tatsache ist, dass zahlreiche ernst zu nehmende Wissenschaftler der Ansicht waren und es teilweise immer noch sind, ihre Interpretationen seien nichts als rein logische Folgerungen der physikalischen Theorie und verdienten aus diesem Grund – ohne eigens geprüft zu werden – genau dieselbe Anerkennung wie die ursprüngliche, empirisch mit erstaunlicher Genauigkeit bestätigte physikalische Theorie. Sollte diese Ansicht stimmen, hätte es weit reichende Konsequenzen für die philosophisch-theologische Diskussion: Erstens käme *allen* angeführten weltanschaulichen Thesen derselbe Geltungsanspruch zu wie der physikalischen Theorie. Zweitens *müssten* diese Thesen folglich sogar als wahr angesehen werden, solange die Quantenmechanik empirisch nicht widerlegt wird.

Die Frage ist jedoch, ob die genannten Wissenschaftler recht haben, ob der Interpretation einer physikalischen Theorie, sei sie noch so spekulativ, tatsächlich derselbe epistemologische Status zukommt wie der physikalischen Theorie. Gelingt es, diese Frage zu beantworten, den jeweiligen Behauptungen einen adäquaten epistemologischen Status zuzuordnen und also das Verhältnis von Theorie und Interpretation zu bestimmen, wird auch die Prüfung des jeweiligen Wahrheitsgehalts bzw. der theologisch-weltanschaulichen Relevanz im Rahmen einer anschließenden, der epistemologischen Eigenart angemessenen kritischen Diskussion möglich.

2 Theorie vs. Interpretation – Entwurf einer Methodik

BOHR: *You know how strongly I believe that we don't do science for ourselves, that we do it so we can explain to others.*

HEISENBERG: *In plain language.*

BOHR: *In plain language. Not your view, I know – you'd be happy to describe what you were up to purely in differential equations if you could.*

M. FRAYN, Copenhagen

Karl Popper, Wissenschaftstheoretiker und Begründer der Philosophie des *Kritischen Rationalismus*, prägte den Vergleich, die Wissenschaft sei wie ein Spiel, ihre methodischen Vorschriften wie die Regeln dieses Spiels.¹ Akzeptanz und Befolgung einer Methodik sind folglich die Voraussetzung dafür, im Spiel »Wissenschaft« mitzuspielen. Gleichwohl betont Popper, dass methodische Regeln wie Spielregeln *Festsetzungen* und somit das Ergebnis von *Definitionen* sind; man kann sie bzw. die Notwendigkeit ihrer Befolgung nicht zwingend begründen. Man kann sie allenfalls kritisieren, und zwar auf dem Hintergrund der durch ihre Befolgung erzielten Resultate. Letztlich bleibt die Akzeptanz einer Methodik dennoch die weiter nicht begründbare Sache eines Entschlusses.

Der quasi axiomatische Charakter methodischer Regeln erscheint relativ unproblematisch, wenn diese als etablierte Standards der Forschung gelten. Sie hätten sich kaum etablieren können, wenn ihre Befolgung nicht bereits mehrfach zum Erfolg geführt hätte. Anders verhält es sich aber mit einer Methodik, die erst entwickelt werden muss. Einerseits kann auf den Neuentwurf nicht verzichtet werden, weil das Fehlen transparenter methodischer Grundlagen ein Teil der Problemsituation ist. Ob der Neuentwurf gelingt und also die Lösung der eigentlichen Probleme ermöglicht oder hieran geradezu hinderlich ist, lässt sich andererseits erst *nach* Durchführung der Untersuchung feststellen.

Dieses ambivalente Unterfangen gilt es nun in Angriff zu nehmen, wenn als Ziel der vorliegenden Untersuchung die theologisch-weltanschauliche Relevanz der Quantenmechanik herausgestellt werden soll. Die quantenmechanische Interpretationsproblematik scheint nämlich letztlich auf eine fehlende methodische Grundlage zurückzuführen zu sein: Ohne die definitorische Klärung bzw. Abgrenzung von Theorie und Interpretation ist die kritische Diskussion der unterschiedlichen Deutungen und ihrer theologisch-weltanschaulichen Relevanz kaum möglich. Gleichsam verursacht die vorhandene forschungslogische Lücke das aktuell herrschende Meinungschaos.

¹ Vgl. POPPER (1994), 25f.

Das folgende Kapitel setzt sich zum Ziel, diese Lücke zu schließen und als ersten Schritt der Untersuchung eine (neue) Methodik als Basis der anschließenden Diskussion zu entwerfen: Nach Klärung des Theoriebegriffs (2.1) erfolgt der (Neu)Entwurf eines Interpretationsmodells (2.2). Das Kapitel fungiert also als eine Art »Axiomatisierung« der nachfolgenden Untersuchung. Die entworfenen methodologischen Festsetzungen wollen entsprechend als Vorschläge aufgefasst werden; als Axiome, die allenfalls durch die Ergebnisse der nachfolgend durchgeführten Untersuchung, als deren Basis sie dienen, gerechtfertigt werden können.

2.1 Axiom 1: das Theoriemodell

Da das Ziel der vorliegenden Untersuchung die kritische Diskussion einer physikalischen Theorie ist, soll in einem allerersten Schritt ein Modell für wissenschaftliche Theorien aufgestellt werden.

Äußerst vage formuliert stellt eine wissenschaftliche Theorie den Versuch dar, einen Ausschnitt der Realität, also eine insbesondere nicht-sprachliche Entität, sprachlich zu erfassen.² Ein *Theoriemodell* hat folglich die Aufgabe,

1. die Struktur dieses Vorgangs der Aufstellung wissenschaftlicher Theorien nachzubilden und
2. auf dem Hintergrund der erfolgten deskriptiven Beschreibung normative Regeln der Methodologie anzugeben, die in Zukunft die Aufstellung wissenschaftlicher Theorien effektiv(er) machen und eine angemessene Diskussion derselben ermöglichen sollen.

Seit der Antike gab es die unterschiedlichsten Versuche, ein adäquates Theoriemodell zu entwerfen.³ Allein schon die faktische Mehrzahl der aktuell konkurrierenden Entwürfe zeugen aber vom fehlenden Konsens.

Der vorliegenden Arbeit liegt das nachfolgend vorgestellte kritisch-rationale Theoriemodell von *Karl Popper* zugrunde. Die Gründe für die getroffene Modellwahl sind teils sachlicher, teils subjektiver und teils pragmatischer Natur: Sachlicher Natur sind sie insofern, als das favorisierte Modell eine befriedigende Lösung der beiden erkenntnistheoretischen Grundprobleme, des Induktionsproblems und der Abgrenzung und Klassifizierung unterschiedlicher Theorietypen, zu bieten scheint. Subjektiv-pragmatischer Natur sind die Gründe wiederum insofern, als die vertretenen Maximen wie Offenheit, Kritikfähigkeit und praktische Umsetzbarkeit geteilt werden.

² Vgl. ähnlich etwa POPPER (1994), 3: »Die Tätigkeit des wissenschaftlichen Forschers besteht darin, Sätze oder Systeme von Sätzen aufzustellen und systematisch zu überprüfen [...]«. Vgl. auch ANZENBACHER (2002), 235: »Theorien sind sprachlich formulierte Systeme. Sie sind systematisch geordnete Gefüge von Sätzen.«

³ Für einen historisch orientierten einführenden Überblick vgl. LAUTH/SAREITER (2005).

Auf eine weitere Erläuterung oder Rechtfertigung der Modellwahl wird hier verzichtet, da eine Verwicklung in langwierige wissenschaftstheoretische Normbegründungsversuche die Zielsetzung der Untersuchung verfehlen würde und nichtsdestotrotz beim argumentativen Charakter verbleiben müsste. Kurz, das gewählte Theoriemodell bildet das erste Axiom der Untersuchung.

Im folgenden Abschnitt werden Grundzüge des kritizistischen Theoriemodells vorgestellt: Ausgehend von der *deskriptiven* Nachzeichnung wissenschaftlicher Theoriebildung (2.1.1) werden *normative* Kriterien für die Theoriebildung entwickelt (2.1.2). Der Abschnitt schließt mit der Abgrenzung unterschiedlicher Theorietypen (2.1.3); die Eigenart metaphysischer Theorien erfährt dabei besondere Berücksichtigung.

2.1.1 Wesen und Struktur wissenschaftlicher Theoriebildung

Ausgangspunkt des kritisch-rationalen Theoriemodells ist eine deskriptive Beschreibung des menschlichen Erkenntnisprozesses auf dem Hintergrund eines *realistischen* Weltbildes. Der eingangs sehr vage formulierte Theoriebegriff im Sinne der Versprachlichung außersprachlicher Entitäten wird im Rahmen der konkreten weltanschaulichen Position präzisiert: Jede wissenschaftliche Theorie soll als das versprachlichte Ergebnis des Versuchs verstanden werden, einen Ausschnitt der objektiven Wirklichkeit zu entdecken.

Die Nachzeichnung des Vorganges einer so verstandenen Theoriebildung setzt bei der rein *logischen Analyse* der insbesondere in positivistischen Kreisen favorisierten Vorstellung des Alltagsverständes an und kritisiert die induktionistische These, nach der der Geist wie ein anfangs leerer Kübel durch die Sinne Informationen sammeln, diese im Kübel anhäufen und später verdauen sollte.⁴ Das Prinzip der *sog. induktiven Methode* scheitert an der Einführung der *sog. Gleichförmigkeitsthese*. Denn während angenommen wird, dass Theorien lediglich die Konstatierung wiederholt gemachter Sinneswahrnehmungen seien, wird übersehen, dass diese Annahme der Einführung einer zusätzlichen Hypothese gleichkommt.⁵ Gerade dies, die Einführung einer zusätzlichen Hilfshypothese, müsste aber vermieden werden, zeichnen sich doch logische Deduktionen eben dadurch aus, *allein* mit den zugrunde liegenden Prämissen und *ohne* zusätzliche Annahmen auszukommen. Darüber hinaus ist diese Hilfsannahme nicht einmal notwendigerweise korrekt; denn sie basiert auf einer empirisch nicht prüfbaren, metaphysischen Aussage, nach der aus endlich vielen Ereignissen in jedem Fall auf unendlich viele geschlossen werden könnte.

⁴ Auf die Unhaltbarkeit des vom Alltagsverstand gemachten Bildes, nach dem eine Theorie ganz einfach das Produkt wiederholt gemachter Beobachtungen bzw. aus diesen abgeleiteter *zweifelloser sicherer Erkenntnisse* sein sollte, hat als erster *David Hume* aufmerksam gemacht; vgl. hierzu insbesondere HUME (1903), 33–48. Vgl. auch STEGMÜLLER (1986).

⁵ Vgl. HUME (1903), 47: »Unmöglich können [...] irgendwelche Argumente aus Erfahrung diese Ähnlichkeit der Vergangenheit mit der Zukunft beweisen; denn alle die Argumente sind auf die Voraussetzung jener Ähnlichkeit gegründet.«

Auf die logische Analyse folgt eine Erweiterung um die *erkenntnistheoretische* Komponente. Mit Rekurs auf aktuelle Ergebnisse der biologischen Forschung wird die Idee eines angeborenen Theorienetzes eingeführt; diese soll die aus rein logischen Gründen unhaltbare Kübeltheorie ablösen.

Bereits die primitivsten Lebewesen scheinen nämlich über eine angeborene Erkenntnisstruktur zu verfügen: Vor jeder Wahrnehmung ist eine innere Reaktionsbereitschaft, eine konkrete Erwartung da. *Warum und wie diese Erwartung entstand, besitzt im Hinblick auf ihre Korrektheit und somit auch für die Forschungslogik keinerlei Relevanz.*

Von Interesse ist vielmehr die Tatsache, dass die Erwartung durch Vergleich mit der Reaktion der von ihr unabhängigen, da realistisch verstandenen äußeren Umgebung überprüft, d.h. bestätigt oder widerlegt, werden kann. Die Idee einer *endgültigen* Bestätigung anhand von Überprüfung an Einzelfällen scheidet allerdings an demselben logischen Problem wie das Induktionsprinzip. *Für eine endgültige Widerlegung genügt dagegen die negative Antwort der Außenwelt.*⁶

Entscheidend für den Erkenntniszuwachs sind also Situationen, in denen eine Erwartung durch die Erfahrung enttäuscht wird. Denn in diesen Fällen entsteht für das erkennende Subjekt ein *Problem*, das in der Inadäquatheit der eigenen Antizipation besteht und entsprechend zur Korrektur derselben auffordert. Eine Amöbe etwa wird gezwungen, durch Probierbewegungen zu ertasten, welche (neue) Reaktionsbereitschaft der Umgebung entspricht – vermutlich wird sie mehrere Versuche durchführen müssen, bis sie nach Elimination der falschen die Struktur der Umgebung richtig »erkennt«. Aber auch Einstein versucht nur, eine empirisch widerlegte Theorie durch eine neue, dem experimentellen Befund adäquate zu ersetzen, um auf diese Weise die faktische Struktur der Welt zu erfassen. Der Einzeller und der Forscher partizipieren in ihren Erkenntnis- bzw. Lernprozessen an der Methode von *Versuch und Irrtum*.

»Von der Amöbe zu Einstein ist, sozusagen, nur ein Schritt.«⁷ Er betrifft die Natur der Relation des jeweiligen Erkenntnissubjekts zur eigenen Erwartung. Während nämlich die Existenz der Amöbe wesentlich vom Erfolg der eigenen Lösungsversuche abhängt und die Probierbewegung somit gleichsam einen

⁶ Eine mögliche Kritik dieser These mit Rekurs auf deren vermeintliche Undurchführbarkeit im Rahmen einer nicht-induktivistischen Erkenntnistheorie greift kaum, da im Rahmen einer rein logischen Analyse epistemologische Fragestellungen grundsätzlich nicht berücksichtigt werden; vgl. ähnlich POPPER (1994), 15: »Sodann könnte man versuchen, unsere Kritik des »induktionslogischen Abgrenzungskriteriums« gegen uns zu wenden und gegen die Falsifizierbarkeit als Abgrenzungskriterium ähnliche Einwände zu erheben, wie wir sie gegen die Verifizierbarkeit erhoben haben; aber auch dieser Versuch wird uns keine Schwierigkeiten machen: Unsere Auffassung stützt sich auf eine Asymmetrie zwischen Verifizierbarkeit und Falsifizierbarkeit, die mit der logischen Form der allgemeinen Sätze zusammenhängt; diese sind nämlich nie aus besonderen Sätzen ableitbar, können aber mit besonderen Sätzen in Widerspruch stehen.«

⁷ POPPER (1993), 360.

Teil von ihr bildet, von dem sie sich nicht zu trennen imstande ist, vermag Einstein seine Erwartung mithilfe der der menschlichen Sprache exklusiv eigenen Darstellungsfunktion⁸ *als Theorie zu artikulieren*, somit zu objektivieren und sich folglich von ihr zu lösen, gegenüber ihr sogar eine kritische Haltung einzunehmen.

Genau dies aber macht in den Augen Poppers die Wissenschaft aus. Wissenschaftlichkeit ist die *bewusst kritische Haltung* gegenüber den eigenen Erwartungen, das *aktive* Interesse an der Fehlerelimination. Der Erfolg eines Wissenschaftlers hängt wesentlich davon ab, ob er sich mit der eigenen Theorie identifiziert und an dieser unter allen Umständen festhalten will, oder ob er geradezu darauf bedacht ist, mögliche Fehler der Theorie aufzudecken:

»Wir werden also zu der Auffassung zurückgeführt, dass es die Probleme sind, mit denen die Wissenschaft und auch das Wachstum der Erkenntnis beginnt und wohl auch endet; Probleme von stets wachsender Tiefe und stets zunehmender Fruchtbarkeit im Aufdecken von neuen Problemen.«⁹

Diese Idee der Objektivierung und der bewusst kritischen Haltung, verbunden mit der Hoffnung, Fehler der eigenen Theorie zu entdecken und auf diese Weise neue Probleme zu finden, um so die Wissenschaft voranzutreiben, ist nicht nur völlig revolutionär. Sie ist auch unter psychologischem Gesichtspunkt beachtenswert, impliziert sie doch eine neue, grundsätzlich positive Einstellung zu den eigenen Fehlern.

2.1.2 Normative Kriterien der Theoriebildung

Auf dem Hintergrund der erfolgten deskriptiv-definitiven Rekonstruktion wissenschaftlicher Theoriebildung kann die Tätigkeit des Forschers durch das folgende vierstufige Schema modellhaft dargestellt werden:¹⁰

$$P^{(1)} \rightarrow \{L_1^{(1)}, L_2^{(1)}, \dots, L_n^{(1)}\} \rightarrow L^{(1)} \rightarrow P^{(2)}$$

Am Anfang steht immer ein Problem $P^{(1)}$, zu dem Lösungsvorschläge $\{L_1^{(1)}, L_2^{(1)}, \dots, L_n^{(1)}\}$ entworfen und anschließend in der kritischen Diskussion auf ihre Fehler hin untersucht werden. Derjenige Lösungsvorschlag, der sich gegen Kritik am besten bewährt hat, gilt als *vorläufige* Lösung $L^{(1)}$ des Problems $P^{(1)}$ – vorläufig, weil angesichts eines fehlenden Verifikationskriteriums jedes

⁸ Auf die der menschlichen Sprache eigene Darstellungsfunktion, die es erst ermöglicht, auf die Außenwelt zu referieren hat *Karl Bühler* hingewiesen; vgl. BÜHLER (1999). *Ernst Cassirer* nannte den Menschen aufgrund dieser seiner Sprache charakteristischen Eigenschaft *animal symbolicum*; vgl. CASSIRER (1996), 5. Später wurden durch *John L. Austin* und *John R. Searle* gesamte Konzepte für eine Theorie der Sprechakte entworfen; vgl. AUSTIN (1986) bzw. SEARLE (1983).

⁹ POPPER (2000), 323.

¹⁰ Vgl. POPPER (2004), 190–194 bzw. POPPER (2005), 31–40.

Vandenhoeck & Ruprecht

Religion, Theologie und Naturwissenschaft /
Religion, Theology, and Natural Science 24

Seit der Entstehung der Quantenmechanik wurden auch ihre weltanschaulichen Implikationen und Konsequenzen diskutiert. Mittlerweile gibt es kaum noch ein metaphysisches Problem, das nicht unter Berufung auf die Quantentheorie angeblich gelöst wurde. Anna Ijjas hinterfragt die gängige Praxis und entwickelt ein neues Modell der Zuordnung von Quantenmechanik und Metaphysik. Sie erörtert sowohl die physikalischen Grundlagen als auch die klassischen philosophischen Kontroversen, bevor sie Konsequenzen für die Verhältnisbestimmung von Gehirn und Bewusstsein, das Problem der Willensfreiheit sowie für die Frage nach dem Wirken Gottes in der Welt zieht.

Die Autorin

Dr. theol. Anna Ijjas ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Fundamentaltheologie der Katholisch-Theologischen Fakultät der LMU München und Promotionsstudentin in Theoretischer Astrophysik.

ISBN 978-3-525-57017-3



9 783525 570173

www.v-r.de