

Hans Rainer Sepp (Hg.)
Natur und Kosmos

AD FONTES

STUDIEN ZUR FRÜHEN PHÄNOMENOLOGIE

12

Herausgegeben von

Joachim Feldes · Stephan Fritz · Hans Rainer Sepp

in Verbindung mit

Angela Ales Bello · Kimberley Baltzer-Jaray · Jean-François Lavigne

Wissenschaftlicher Beirat

Oliver Agard (Paris)	Karen Joisten (Kassel)
Francesco Alfieri (Roma)	Marcus Knaup (Hagen)
Beate Beckmann-Zöllner (München)	Mette Lebech (Maynooth)
Jason Bell (Sackville)	Jerzy Machnac (Wrocław)
Antonio Calcagno (London / Canada)	Verena Mayer (München)
Georgy Chernavin (St. Petersburg)	Jeff Mitscherling (Guelph)
Guido Cusinato (Verona)	Liangkang Ni (Guangzhou)
Christian Dupont (Virginia Beach)	Karel Novotný (Praha)
Urbano Ferrer Santos (Murcia)	Rodney Parker (London / Canada)
Patrick Flack (Berlin)	Anna Maria Pezzella (Roma)
Michael Gabel (Erfurt)	Ignacio Quepons (Morelia)
Hanna-Barbara Gerl-Falkovitz (Heiligenkreuz)	Javier San Martin (Madrid)
Susan Gottlöber (Maynooth)	Toru Tani (Kyoto)
Dietrich Gottstein (München)	Thomas Vongehr (Leuven)
Wolfhart Henckmann (München)	Daniel von Wachter (Liechtenstein)
Seongha Hong (Jeollabukdo)	Roberto Walton (Buenos Aires)
Hynek Janoušek (Praha)	Wei Zhang (Guangzhou)
	Nicola Zippel (Roma)

Die Reihe *Ad Fontes* wird am Mitteleuropäischen Institut für Philosophie, Prag herausgegeben.
www.sif-praha.cz

Natur und Kosmos

Entwürfe der frühen Phänomenologie

Herausgegeben von
Hans Rainer Sepp

Verlag Traugott Bautz GmbH

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation
in der Deutschen Nationalbibliografie.
Detaillierte bibliografische Daten sind im Internet abrufbar über
<http://portal.dnb.de>

Gestaltung des Bucheinbands unter Verwendung
der Grafik »Blick Wirrnis Ordnung« (2005) von Meinolf Wewel
<http://portfolio.fotocommunity.de/meinolf-wewel>

Der vorliegende Band wurde am *Středoevropský institut pro filosofii (SIF)* der Univerzita Karlova v Praze, Fakulta humanitních studií vorbereitet. Seine Herausgabe und seine Publikation wurden ermöglicht mit Mitteln des Forschungsprojekts *Life and Environment: Phenomenological Relations between Subjectivity and Natural World* (Grantová agentura ČR, č. 401/15-10832S).



Středoevropský institut
pro filosofii

Verlag Traugott Bautz GmbH
D-99734 Nordhausen 2019

Gedruckt auf säurefreiem, alterungsbeständigem Papier
Alle Rechte vorbehalten
Printed in Germany

ISBN 978-3-95948-433-6

Inhalt

Einführung <i>Hans Rainer Sepp</i>	VII
 <i>Werner Vogd</i> Anschauungen zu einer nicht mehr durch Anschauung begreifbaren Theorie. Soziologische Betrachtungen zum Deutungsproblem der Quantentheorie	1
 <i>Ignacio Quepons</i> Body-Movement, Earth and Vulnerability: Marginal Remarks on Husserl's Idea of Nature	23
 <i>Wolfhart Henckmann</i> Schelers Naturbegriff in seiner Jenaer und Münchener Dozentenzeit (1900-1910)	37
 <i>Matthias Schloßberger</i> Phänomenologie der Naturerfahrung. Einfühlung und Einsföhlung mit der Natur bei Geiger und Scheler	55
 <i>Nicole Thiemer</i> Welt ohne Kosmos?! Ein Beitrag zu Wilhelm Schapps Geschichtenphilosophie	76
 <i>Valentina Gaudio</i> Der Mensch zwischen Natur und Kultur. Edith Stein <i>versus / contra</i> Trans- und Posthumanisten?	93

<i>Seongha Hong</i> Die ontologische Phänomenologie von Alexander Pfänder und Hedwig Conrad-Martius als eine andere Phänomenologie. Ein Vorschlag zur Erweiterung der Angewandten Phänomenologie	111
<i>Randolph Dible</i> Eternity, Time, and Reality in Conrad-Martius' Cosmological Phenomenology	127
<i>Giovanna Caruso</i> Der irdische Kosmos im Denken Hedwig Conrad-Martius'. Materialismus, Realismus und Phänomenologie	139
<i>Hans Rainer Sepp</i> Conrad-Martius über Realität	156
<i>Rodney K. B. Parker</i> „Über Ontologie“ Ein unveröffentlichtes Manuskript von Hedwig Conrad-Martius zu Husserls <i>Ideen I</i>	170
Autorinnen und Autoren	189

Einführung

Hans Rainer Sepp

Der Ausdruck ‚Münchener-Göttinger‘ bezeichnet eine Gruppe von Philosophinnen und Philosophen, die sich in den Jahren nach 1900 an der Universität München zusammenschlossen und von denen einige der Jüngeren wenige Jahre später zu dem an der Universität Göttingen lehrenden Edmund Husserl wechselten. Die vielleicht bedeutsamsten Vertreter dieser Richtung der Münchener-Göttinger Phänomenologie sind Alexander Pfänder, Max Scheler, Moritz Geiger, Adolf Reinach, aber auch die Göttinger Schüler Husserls, der Pole Roman Ingarden sowie Wilhelm Schapp – und insbesondere die Frauen Edith Stein und Gerda Walther sowie Hedwig Conrad-Martius, deren umfangreiches Werk bis heute auf seine Erschließung und Aufarbeitung wartet.

Zum Thema ‚Natur und Kosmos‘ haben aus dieser Gruppe der Münchener-Göttinger Phänomenologie zweifellos Scheler und Conrad-Martius am ausgiebigsten beigetragen: Scheler mit wiederholten Bezugnahmen auf ein genuines Verständnis von Natur, so z. B. in seinen frühen Vorlesungen zur Biologie, sowie im Spätwerk mit seinem großangelegten Ansatz zu einer „pantheistischen“ Metaphysik; Conrad-Martius, die in München ab dem Wintersemester 1909/1910 studierte, dann für ein Semester nach Göttingen zu Husserl ging, bevor sie 1912 bei Alexander Pfänder in München promovierte, mit ihrem Lebensthema einer neuen Naturphilosophie, in deren Verlauf sie sich im Frühwerk mit der Konzeption einer „Realontologie“ befasste und später, mit den Themen von Sein, Raum und Zeit mit einer Metaphysik des Irdischen und Kosmischen, dabei sich aber ebenso mit der jüngeren Geschichte naturwissenschaftlichen Denkens auseinandersetzte wie auf zeitgenössische Entwicklungen der Naturwissenschaften Bezug nahm.

Gemeinsames thematisches Anliegen der Münchener-Göttinger ist es, die Einschränkung auf den phänomenologischen Idealismus Husserl’scher

Couleur zurückzunehmen und den Fokus auf das Wirkliche zu lenken, dessen Gegebensein so zu denken sei, dass es *nicht* auf das Bewusstsein relativ werde. Mit dieser Ausrichtung sind die von der Münchener-Göttinger Gruppe der Phänomenologinnen und Phänomenologen unternommenen Versuche von ungebrochener Aktualität, insbesondere im Kontext heutiger Diskussionen um dem sog. „Neuen Realismus“.

Die Beiträge dieses Bandes verstehen sich lediglich als die Eröffnung einer Diskussion, die längst überfällig ist, sofern sie das Werk der Münchener-Göttinger Phänomenologie auf aktuelle Fragen sowohl der Naturwissenschaften als auch der Gegenwartsphilosophie bezieht. Der Schwerpunkt der hier verhandelten Themen liegt auf dem Werk von Scheler und vor allem von Conrad-Martius. Dabei wurde entsprechend der leitenden Grundidee versucht, nicht nur andere Positionen miteinzubeziehen – wie diejenige von Husserl selbst, dann von Pfänder, Geiger, Schapp, Stein –, sondern, am Beispiel von soziologischen Annotationen zur Quantentheorie, von Bezugnahmen auf den Trans- und Posthumanismus und auf aktuelle Positionen eines Realismus, den Blick auch auf philosophische und interdisziplinäre Aspekte der Gegenwart zu richten.

Den Band eröffnet ein Beitrag von *Werner Vogt*, der aus soziologischer Sicht die Problematik der Anschaulichkeit im Kontext der Quantenphysik zum Thema macht. Während die klassische Physik auf Anschauungen beruht, die mit den vertrauten Vorstellungen von Raum und Zeit spielen lebensweltlich nachvollziehbar sind, entzieht sich der mathematische Formalismus der Quantentheorie einem solchen anschaulichen Verständnis. Vogt zeigt, wie sich durch die Ausdifferenzierung in getrennte (Teil-)Disziplinen Mathematik, Experimentalphysik und theoretische Physik in einer wissenschaftlichen Koevolution wechselseitig hochtreiben, so dass in der Theoriebildung ein höheres Komplexitätsniveau und, mit Hilfe der Mathematik, unwahrscheinliche, ja bizarre Theorieentwürfe möglich werden. Gegenüber dieser Machtübernahme der Mathematik versuchen Physiker wieder zu einer physikalischen Reflexion zu gelangen, die auf physikalisch sinnhaften Anschauungen beruht, wobei deutlich wird, dass Experiment, Anschauung und mathematischer Formalismus in einem produktiven Wechselspiel stehen und damit zu neuen Versuchsanordnungen und Theorieentwicklungen, nicht jedoch zu einer kohärenten Einheit führen. Die Anschauungen der Quantentheorie bleiben problematisch – entweder muss auf zwei komplementäre, sich logisch widersprechende Anschauungen rekuriert werden oder man hat gro-

teske, dem gesunden Menschenverstand spottende Weltmodelle in Kauf zu nehmen.

Ignacio Quepons unternimmt es vor dem Hintergrund von Husserls Philosophie, die Rolle zu klären, die leibliche Bewegung bei der Konstitution der natürlichen Welt spielt. Er zeigt, wie Husserl eine transzendente Naturauffassung entwickelt, die auf der subjektiven Offenlegung vielschichtiger Horizonte der umgebenden Welt basiert, im Gegensatz zum Naturbild der empirischen Wissenschaften, das nur rein physische Phänomene kennt. Das Ziel seiner Untersuchung besteht darin aufzuzeigen, wie Husserl auf der Grundlage der mit Bewusstsein ausgestatteten Erfahrung von Lebewesen eine Perspektive eröffnet, die unser Verständnis von Natur unter dem Gesichtspunkt unserer körperlichen Verletzlichkeit neu zu gestalten vermag.

Die Beiträge von *Wolfbart Henckmann* und *Mathias Schloßberger* widmen sich dem Naturverständnis in der Philosophie Max Schelers. Während Henckmann Schelers Naturbegriff in seiner frühen Werkphase durchleuchtet, kontrastiert Schloßberger Schelers Auffassung der Naturerfahrung mit derjenigen von Moritz Geiger. Henckmann legt dar, dass ‚Natur‘ ein Grundbegriff des offenen Systems der Philosophie Schelers sei, den er zwar nirgends systematisch entwickelt hat, der aber in den drei Perioden von Schelers philosophischem Lebensweg immer wieder neue Facetten annimmt oder sich neu formiert. Mit Blick auf die ersten zehn Jahre von Schelers Erörterungen des Naturbegriffs wird bereits eine weltanschaulich umfassende, in sich stark differenzierte Naturauffassung deutlich. In einer Selbstdeutung von 1906 zeigt sich in vorwiegend erkenntnistheoretischer Perspektive die Verflochtenheit des Naturbegriffs in die Korrelationen von subjektiven Erfahrungsformen und objektiven Fundierungsschichten eines sich subjektiv und objektiv ausgestaltenden Naturbegriffs, den Scheler dem neuzeitlichen mechanischen Naturbegriff entgegenstellt. Treten in den zunehmend phänomenologisch aufgewiesenen, sich wechselseitig herausfordernden Korrelationen von Wahrnehmungs-, Erlebens- und Denkformen mit ihren spezifischen Sachgehalten bereits verschiedene metaphysische Aspekte in Erscheinung, denen Scheler in späteren Jahren nachgegangen ist, so auch bereits Ansätze zu ihrer Zusammenfassung und Neuformierung auf der Grundlage der in Schelers letzter Periode entworfenen metaphysischen Anthropologie.

Schloßberger untersucht, inwieweit sich bei Geiger und Scheler Ansätze zu einer Theorie der Naturerfahrung finden, mit der sich erklären lässt, warum die Erfahrung der Natur oftmals als Erfahrung einer erlebten Einheit mit der Natur beschrieben wird. Geiger arbeitet von ihm als Stimmungsein-

föhlung bezeichnete Phänomene heraus und zeigt, dass die Redeweise, dass wir uns in die Natur einföhlen, auf zweifache Weise verstanden werden kann: Auf der einen Seite liege die Möglichkeit der Projektion, d. h. wir leihen der in der Natur wahrgenommenen Stimmung nur etwas; demgegenüber gebe es auch eine „objektive Natureinföhlung“, bei der wir die Stimmung der Natur nachleben, indem wir uns mit ihr verbunden föhlen. Auch bei Scheler finden sich ähnliche Beschreibungen einer Erfahrung, die eine Subjekt-Objekt-Unterscheidung unterläuft, aber nicht als regressiv deklariert werden kann. Scheler beschreibt diese Erfahrung als Einsföhlung, die möglich ist, weil die Natur als ein Ausdrucksfeld des Lebendigen erlebt wird. In der als „kosmovitale Einsföhlung“ bezeichneten Erfahrung sieht er im Anschluss an Franziskus den Grund jeder möglichen Liebe zur Natur. Der Beitrag belegt somit, dass Geigers und Schelers Analyse derjenigen Akte, in denen wir uns mit der Natur eins föhlen, keineswegs als subjektive Konstruktion gedeutet werden müssen.

Nicole Thiemer bezieht sich in ihrem Beitrag auf die Geschichtenphilosophie Wilhelm Schapps. Schapps onto-anthropologische These lautet, dass der Mensch ein in Geschichten verstricktes Wesen ist und Geschichten das Sinngefüge bilden, in dem sich der Mensch in der Lebenswelt immer schon befindet. Schapp greift darin insbesondere auf den Gedanken der homerischen Welt zurück, die für ihn als ein Sinngefüge von einem Kosmosgedanken durchdrungen ist, der für die gesamte Konzeption der Geschichtenphilosophie tragend ist. Dieses Weltverständnis stellt er der „Sonderwelt des Abendlandes“ gegenüber, in der er eine blutleere Sachverhaltswelt erblickt, die die Lebenswelt des Menschen nicht trifft bzw. verstellt. Abschließend konfrontiert Thiemer Schapps Ansatz der Geschichtenphilosophie mit dem Mensch- und Weltverständnis, wie es sich in der Philosophie des Absurden bei Albert Camus zeigt. Beide Ansätze liegen zeitnah beieinander, greifen auf Mythen und Erzählungen in ihren Philosophien zurück, kommen jedoch zu einem diametral gegensätzlichen Verständnis des Gefüges von Mensch und Welt.

Valentina Gaudio kontrastiert Edith Steins Konzept von der Stellung des Menschen in der Welt mit den Auffassungen von Mensch und Natur, wie sie von Theorien der Trans- und Posthumanisten entwickelt werden. Für Stein steht fest, dass der Mensch nicht nur eine eigene Natur als Wesen innerhalb der Welt (für Stein der Schöpfung) besitzt, sondern auch Teil der Natur ist (als geschaffene Substanz). Das bedeutet, dass der Mensch auf diese Natur nicht verzichten kann, ohne sich selbst zu verneinen. Allerdings

besitzt er im Unterschied zu anderen Lebewesen eine Freiheit, sich zu entwickeln und zu entfalten. Von dieser Freiheit machen Vertreter des Trans- und Posthumanismus Gebrauch, erblicken aber in der Natur eine Tatsache, die es zu überwinden gilt und die überwunden werden kann, um so zu einem neuen Menschen nach dem Menschen zu gelangen.

Die abschließenden Beiträge von *Hong Seongha*, *Randolph Dible*, *Giovanna Caruso* und *Hans Rainer Sepp* sind dem Werk von Hedwig Conrad-Martius gewidmet. Hongs Beitrag stellt einleitend vor, wie die von Alexander Pfänder und Conrad-Martius entworfene ontologische Phänomenologie als eine neue Phänomenologie konzipiert wird und als eine angewandte Phänomenologie, basierend auf der phänomenologischen Methode, in Funktion treten kann. Die Forschungsthemen der frühen Phänomenologen entfalteten sich in unterschiedlichen Disziplinen, so wandte Pfänder die Phänomenologie auf die philosophischen Grundlagen der Psychologie und Conrad-Martius auf diejenigen der Naturwissenschaft an, doch beide wollten dabei auf die Realität Bezug nehmen – im Kontext einer Ontologie, für die das Seiende und sein Wesen die Hauptthemen markieren. Für Pfänder analysiert die Phänomenologie entgegen der von einem verfälschenden Objektivismus entstellten Psychologie das Bewusstseinsphänomen als psychische Wirklichkeit, deren Grundzüge Gegenstandsbewusstsein, Gefühl und Streben sind. Conrad-Martius bezieht die Phänomenologie auf die Ausarbeitung einer auf die wirkliche Welt ausgerichteten Realontologie. Dabei akzeptieren Pfänder und Conrad-Martius den ersten Schritt der Husserl'schen phänomenologischen Methode, die Epoché und nehmen die eidetische Reduktion auf, distanzieren sich aber von der transzendentalen Reduktion, soweit diese Sein vom Bewusstsein her bestimmt.

Randolph Dible führt aus, dass sich die Spätphase von Conrad-Martius' Werk an ihrer Arbeit an einem ultimativen philosophischen System orientiert, das als metaphysisches Projekt zur Thematisierung der polaren Konstitution des irdischen und des himmlischen Bereichs konzipiert wird und mit der Trilogie der drei Bücher *Die Zeit* (1954), *Das Sein* (1957) und *Der Raum* (1958) Gestalt angenommen hat. Um den Selbstaufbau der Natur mit Begriffen der Realontologie verständlich zu machen, führt Conrad-Martius zwei Kategorien von Raumzeit ein, die äonische Raumzeit und die des Apeiron. Dible stützt die Kritik, die James G. Hart zu Conrad-Martius' Phänomenologie der Zeit vorgelegt hat, indem er zeigt, dass das Husserl'sche zweidimensionale und doppel-intentionale Schema des inneren Zeitbewusstseins seine Wurzeln in den gleichen überlieferten Konzepten hat, die auch Con-

rad-Martius in ihrer Philosophie verwendet. Die Themen des Apeiron und des Horizonts sind ein dyadisch gedachtes Paar in der radikalen Grundlegung der Philosophie ebenso wie in der Phänomenologie, und ihre Verbindung veranschaulicht Conrad-Martius' Sichtweise und Harts Kritik in der Blickbahn einer Phänomenologie der Raumzeit.

Die Beiträge von *Giovanna Caruso* und *Hans Rainer Sepp* beziehen Conrad-Martius' philosophische Position auf die aktuelle Realismus-Diskussion. Caruso stellt die These auf, dass das Denken Conrad-Martius' die Alternative von Phänomenologie einerseits, von Realismus und Materialismus andererseits aufhebt. Realismus und Materialismus bieten sich heute als Schlüsselbegriffe eines philosophischen Denkens an, das ausgehend von einer Konzeption der Materie, die sich nicht zuletzt auf die neuen naturwissenschaftlichen Ergebnisse der Physik stützt, ontologische Paradigmen vorschlägt, die sich als eine Alternative zum modernen Anthropozentrismus und postmodernen Relativismus verstehen. Diese Paradigmen sind der Phänomenologie gegenüber häufig implizit, zuweilen auch explizit kritisch, der der Vorwurf entgegengebracht wird, die reale Existenz von Objekten und Welt vom subjektiven Bewusstsein abhängig zu machen. Realismus und Materialismus einerseits und Phänomenologie andererseits erscheinen somit als sich gegenseitig ausschließende Alternativen. Dass das Denken Conrad-Martius' diese Alternative aufhebt, verdeutlicht Caruso an ihrem Begriff des Kosmos. Denn Conrad-Martius vertrete eine realistische materialistische Auffassung des Kosmos, die die Notwendigkeit der phänomenologischen Wesensschau begründet.

Der Beitrag von Sepp führt die These aus, dass es aus historischen und sachlichen Gründen nicht angemessen nicht, die philosophische Stoßrichtung der Münchener-Göttinger Phänomenologinnen und Phänomenologen mit dem pauschalierenden Etikett eines ‚Realismus‘ zu versehen und sie zum transzendentalphänomenologischen ‚Idealismus‘ Husserls in einen Gegensatz zu bringen. Denn es ging dieser phänomenologischen Gruppe nicht um die Umsetzung eines Gegenprogramms zu Husserl, sondern um den Versuch einer Ergänzung. Dabei kann insbesondere das Werk von Conrad-Martius als eine Richtschnur dafür dienen, den im Etikett des *Realismus* steckenden Begriff der *Realität* zum Thema zu machen, zumal für Conrad-Martius ‚Realität‘ einen zentralen Baustein ihrer Philosophie der Natur und des Kosmischen bildet. Der Beitrag zeichnet in einem ersten Schritt nach, wie sich Conrad-Martius dem Thema der Realität methodisch nähert und wie sie Realität phänomenologisch bestimmt. In einem zweiten Schritt wird

ihr Ergebnis mit heutigen Versuchen der Wiederbelebung eines philosophischen Realismus konfrontiert.

Den Band beschließt das von *Rodney K. B. Parker* hier zum ersten Mal publizierte Manuskript „Über Ontologie“, das Conrad-Martius 1916, offenbar kurz nach ihrer Schrift „Zur Ontologie und Erscheinungslehre der realen Außenwelt“, verfasst hat. Da Conrad-Martius in diesem Manuskript erstmals Stellung zu Husserls idealistischer Position der *Ideen I* von 1913 bezieht und damit ihrer *Realontologie* vorarbeitet, ist es von zentraler Bedeutung für das Verständnis der Entwicklung ihres Denkens. Die in diesem Manuskript unternommene Besprechung der *Ideen I* korrespondiert zudem mit den Randbemerkungen in Conrad-Martius' Handexemplar der *Ideen I*, so dass im Anschluss an das hier im Haupttext wiedergegebene Manuskript „Über Ontologie“ auch diese Randbemerkungen im Druck vorgestellt werden.

Die Beiträge dieses Bandes gehen auf ein Kolloquium zurück, das aus Anlass des 50. Todestags von Hedwig Conrad-Martius vom Prager Mitteleuropäischen Institut für Philosophie in Zusammenarbeit mit dem *Forum Münchener Phänomenologie International* (FMPI) sowie *The North American Society for Early Phenomenology* (NASEP) im Oktober 2016 im Tagungszentrum der Tschechischen Akademie der Wissenschaften in Villa Lanna veranstaltet wurde. Das Kolloquium und die Drucklegung der Tagungsbeiträge konnten dank der Unterstützung des Tschechischen Nationalfonds, der *Grantová agentura České republiky* (GAČR), verwirklicht werden. Abschließend bleibt nur noch die sehr angenehme Pflicht, auch allen Autorinnen und Autoren für ihre Mitarbeit noch einmal sehr herzlich zu danken.

Anschauungen zu einer
nicht mehr durch Anschauung begreifbaren Theorie
Soziologische Betrachtungen
zum Deutungsproblem der Quantentheorie

Werner Vogd

„Quantenmechanische Materie besteht aus Wellen von nichts.“

Robert B. Laughlin (2007, 93)

Der vorliegende Beitrag geht der Frage nach, welche Anschauungen zu einer Physik entstehen, die von ihrer konzeptionellen Anlage her nicht mehr in lebensweltlich verankerte Anschauungen überführt werden kann, und was dies für die Beziehung zwischen Theoriebildung und Weltbezug bedeutet. Die Rede ist von der Quantentheorie, als einer *nichtklassischen* physikalischen Theorie. Hierunter verstehen wir eine physikalische Theorie, deren Gegenstand nicht mehr durch die Bewegung von Teilchen (beschrieben durch Differenzialgleichungen) noch durch den Tanz von Wellen in einem Medium oder Feld konzeptionalisiert werden kann. Der Formalismus der Quantentheorie – insbesondere in der radikalen Form von Heisenbergs Matrizenmechanik – lässt diese alltagsweltlich vertrauten Konzepte hinter sich und transzendiert sie in Richtung eines Theorieentwurfs, dessen theoretische Konsequenzen jeder Anschauung spotten.

Im Folgenden werden zunächst die Entwicklung der Quantentheorie und die Entfaltung des hiermit entstehenden Deutungsproblems unter dem Blickwinkel des Zusammenspiels von Mathematik, Experiment und physikalischer Theorie nachgezeichnet.¹ Anschließend wird der Frage nachgegan-

¹ Bevorzugtes Quellenmaterial der mit diesem Aufsatz vorgelegten Rekonstruktion sind vor allem Textdokumente, welche von Physikern erstellt wurden, die an der Entwicklung der Quantentheorie maßgeblich beteiligt waren. Siehe zur ausführlichen

gen, wie die Physik mit dem Problem der fehlenden Anschauung umzugehen gelernt hat, um die Deutungshoheit gegenüber der Mathematik wiederzugewinnen.

1. Ausdifferenzierung der physikalischen und mathematischen Disziplinen

Schauen wir auf die Physik zu Beginn des 20. Jahrhunderts, so begegnen wir auf inhaltlicher Ebene drei großen Theoriegebäuden: der *Mechanik*, welche die Bewegungen von Körpern deterministisch anhand von Differenzialgleichungen, den Newton'schen Bewegungsgleichungen, nachzeichnet, der *Elektrodynamik*, welche auf Basis der Feldtheorie Licht als elektromagnetische Wellen beschreibt, sowie der *Thermodynamik*, die sich mit der statistischen Beschreibung von Ensembles von sich bewegenden Teilchen beschäftigt. Zudem treffen wir auf eine *theoretische Physik* und eine *Experimentalphysik*, die über entsprechende Lehrstühle institutionalisiert ist.

Darüber hinaus – und dies ist für die folgende Argumentation von Bedeutung – finden wir in den 1920er Jahren eine akademisch eigenständig ausdifferenzierte Mathematik vor, die sich gegenüber der Physik bereits institutionell und in Hinblick auf unmittelbare Anwendungs- und Gegenstandsbezüge emanzipiert hat (Heintz 2000).

Gerade aufgrund der weltfernen Selbstbezüglichkeit ihrer Formsprache kann die Mathematik einen nahezu unerschöpflichen Formenreichtum generieren. Mathematik und Physik können auf diese Weise in eine Koproduktion treten. Diese Zusammenarbeit beruht nicht mehr nur darauf, dass physikalische Anschauungen zu einer mathematischen Modellierung führen, die dann die antizipierte Gesetzmäßigkeit abbildet. Vielmehr erlaubt die entwickelte Mathematik auch umgekehrt, mathematische Formen für Phänomene und Problembereiche zu finden, von denen noch keine Anschauung oder konzeptionelle Ahnung besteht, was diese physikalisch bedeuten könnten.² So kann eine Physik, die in ihren Experimenten auf seltsame Phänomene stößt, welche sich mit ihren derzeitigen Mitteln weder deuten noch verstehen las-

Rekonstruktion und umfangreicher Darstellung der Theorieentwicklung die Monografie von Vogd (2014).

² Um es mit Luhmann (1998, 201) zu formulieren: „Die Mathematik ist also, gerade weil sie auf Übereinstimmung mit der Außenwelt und auch auf entsprechende Illusionen verzichtet, in der Lage, Anschlußfähigkeit zu organisieren.“

sen, sehr wohl zur Charakterisierung der sich hier offenbarenden Beziehungen erfolgreich auf Formen der Mathematik zurückgreifen.³

Nun gilt aber – wie Bauberger feststellt –, dass eine „reine Mathematik keinen Bezug zur Welt“ hat, denn ihre Formsprache ergibt sich allein durch ‚innere‘ Formzwänge, nicht jedoch durch die Notwendigkeit, mit einer wie auch immer zu beschreibenden ‚physikalischen‘ Welt zu korrelieren. „Damit Physik eine Bedeutung hat, braucht sie eine Semantik, die die Variablen in den physikalischen Gleichungen in eine Beziehung setzt zu Objekten in der physikalischen Welt. Insofern setzt die Physik eine Ontologie voraus, obgleich sie keine direkten ontologischen Aussagen macht.“ (Bauberger 2009, 56) Hinter den Begriffen stecken also *nolens volens* konzeptionelle Anschauungen, die *physikalisch* – d. h. im semantischen Kontext der eigenen Wissenschaftstradition – etwas *bedeuten*.⁴ Auch wenn diese in Hinblick auf die repräsentierte Theorieform unzutreffend oder gar falsch sein mögen, gilt hier, dass nur die wahrgenommene Gestalt oder eine entsprechend symbolisierte Konzeption als *sinnvoll* erlebt werden kann.

2. Beginn der Quantentheorie und die „Machtübernahme der Mathematik“

Der Beginn der Quantentheorie lässt sich recht genau definieren, nämlich mit der Einsicht von Max Planck, dass sich das Strahlungsverhalten eines schwarzen Körpers nur angemessen beschreiben lässt, wenn man annimmt, dass die Strahlungsaufnahme oder -abgabe gequantelt, d. h. in Form diskreter Energieelemente stattfindet.

In Rekurs auf die wahrscheinlichkeitstheoretische Interpretation der Entropie gelangt Planck zu einer physikalischen Deutung der Beziehung, welche im Einklang mit dem mathematischen Formalismus steht, der die empirischen Verhältnisse korrekt beschreibt. Diese Erklärung beruht auf der Anschauung, dass die Gesamtenergie der Strahlung in diskreten Teilen auf eine konkrete Anzahl von ‚Resonatoren‘ aufgeteilt wird. Planck hatte sich in seinen früheren Arbeiten bereits intensiv mit der Wärmetheorie und den

³ Siehe hierzu als Lehrbuchbeispiel das Planck'sche Postulat zum Wirkungsquantum (vgl. Simonyi 2004, 426 ff.).

⁴ Diese Anschauungen können in der Kommunikation der Physiker als „fungierende Ontologien“ vorausgesetzt werden. Anschlussfähigkeit entsteht, wenn untereinander vorausgesetzt werden kann, dass der jeweils andere das ‚Welthaftige‘ der vorgetragenen Argumente begreift (Fuchs 2004, 11).

Hauptsätzen der Thermodynamik beschäftigt, so dass der hiermit eingeschlagene Weg für ihn zunächst nicht ungewöhnlich war, sondern einfach den Transfer eines ihm bereits gut bekannten Theorieansatzes darstellte. Auf diese Weise gelangt er schließlich zur Idee gequantelter Wirkungen.

Wir treffen hier auf eine Physik, die, von der Experimentalphysik herausgefordert, neue Rekombinationen aus unterschiedlichen Theoriebereichen erprobt, um auf diese Weise Erklärungen für die experimentellen Befunde formulieren zu können. Insbesondere Kuhn (1978) weist darauf hin, dass Planck nur deshalb zu seiner Lösung kommen konnte, weil er seine früheren Arbeiten als eine in sich schlüssige Fortführung der Konzepte der klassischen Physik missinterpretiert. Den für die Theoriebildung revolutionären Schritt von Albert Einstein, die Quantentheorie auf die elektromagnetischen Wellen des Lichts zu übertragen, konnte Planck aus diesem Grunde nicht so recht ernst nehmen.⁵

Doch die mit Einstein entwickelten ersten Ansätze einer Quantentheorie öffneten eine Reihe von Perspektiven für die Atomphysik als ein neues empirisches Forschungsfeld. Das bisherige von Ernest Rutherford entwickelte Atommodell, wonach die negativ geladenen Elektronen, homolog zur Planetenbewegung, um einen positiv geladenen Atomkern kreisen, hatte zwar eine hohe intuitive Plausibilität. Es krankte jedoch daran, dass die Elektronen entsprechend der Theorie des Elektromagnetismus ihre Energie abstrahlen und folglich innerhalb kürzester Zeit in den Kern fallen müssten. Demgegenüber erweist sich die These von Niels Bohr, dass nur bestimmte Elektronenbahnen erlaubt seien, nicht nur theoretisch, sondern auch empirisch als überzeugend: Wenn angeregte Atome Licht aussenden, dann zeigen sich nur bestimmte Farben, und zwar in diskreten, begrenzten Spektralbändern. Damit scheint auch hier eine quantentheoretische Beschreibung erfolgsversprechend.

⁵ Dies wird etwa an den Vorbehalten deutlich, die Planck noch im Jahr 1912 gegenüber Einsteins Hypothese geäußert hat: „In diesem Zusammenhang möchten wir auf ein von Planck und seinen Kollegen unterzeichnetes Schreiben hinweisen, mit dem die Aufnahme Einsteins in die Preußische Akademie der Wissenschaften empfohlen wurde. Nach der Aufzählung von Einsteins wissenschaftlichen Verdiensten wird gleichsam entschuldigend hinzugefügt, daß ein gelegentliches Hinausschießen über das Ziel, wie z. B. Einsteins Hypothese der Lichtquanten, bei jedem einmal vorkommen kann. Beinahe ein Jahrzehnt später, im Jahr 1921, hat Einstein den Nobelpreis in erster Linie für diese Arbeit erhalten.“ (Simonyi 2004, 435)

Unter dieser Voraussetzung war Louis de Broglies Vorschlag, Elektronen als stehende Wellen zu sehen, die um das Zentrum eines Atoms laufen, nicht abwegig. Wir treffen in Bezug auf die subatomaren Verhältnisse nun einerseits auf ein Teilchenmodell, mit dem sich etwa die gequantelte Absorption und Emission von elektromagnetischer Strahlung in diskreten Einheiten begreifen lässt. Andererseits behält das Wellenmodell weiterhin seine Plausibilität, denn mit ihm lässt sich etwa das Verhalten von Wasserstoff- oder Heliumatomen recht gut beschreiben.

Während sich Planck seinem Problem noch durch eine einfache mathematische Interpolation nähert, lassen sich diese beiden Beschreibungsweisen nicht so leicht in eine Formel überführen. Zudem fehlt eine physikalische Erklärung des Welle-Teilchen-Dualismus, wie er beispielsweise im berühmten Doppelspaltexperiment deutlich wird, durch das einige der Eigenarten der Quantentheorie bekannt geworden sind: Lassen wir Licht, Elektronen und andere Elementarteilchen⁶ von einer punktförmigen Quelle auf eine Wand treffen, die eine kleine Spaltöffnung hat, so tritt ein wenig durch die Öffnung hindurch. Auf der anderen Seite der Wand kann man die Repräsentation von ‚Teilchen‘ in Form eines unscharfen Balkens auf einem entsprechenden Schirm sehen. Man kann die Strahlung der Quelle nun so weit reduzieren, dass sich die ‚Teilchen‘ beim Auftreffen jeweils einzeln verfolgen lassen. Auf dem Schirm zeigen sich dann punktförmige Ereignisse, deren Orte im Rahmen des unscharfen Balkens verteilt sind. Zählt man eine Vielzahl solcher Ereignisse aus, so ergibt sich für ihre Häufigkeitsverteilung wieder das Balkenmuster. Wenn wir aber einen Doppelspalt in der Wand verwenden, präsentiert sich ein merkwürdiges Ergebnis. Entsprechend dem Teilchenmodell würden wir erwarten, dass ein einzelnes Lichtquant oder Elementarteilchen entweder durch den einen oder den anderen Spalt tritt. Auf dem Schirm würden wir demnach für jeden Spalt ein Balkenmuster sehen, das wiederum an seinen jeweiligen Grenzen unscharf erscheint. Für das Gesamtbild des Doppelspaltexperiments würden wir dementsprechend vermuten, dass sich diese beiden Bilder addieren, denn dem Teilchenmodell zufolge ist davon auszugehen, dass wir es weiterhin mit streuenden Einzelergebnissen zu tun haben, die unabhängig voneinander durch die beiden Spalte treten.

⁶ Unter bestimmten experimentellen Voraussetzungen treten die Eigenarten des Doppelspaltexperiments sogar mit beschleunigten Molekülen auf.

Das reale Experiment offenbart demgegenüber ein anderes Ergebnis: Wir finden ein Interferenzmuster vor, das seinem Erscheinungsbild nach an Wellen erinnert, die sich überlagern. Auf dem Schirm zeigt sich ein Streifenmuster, in dem sich helle und schwarze Streifen periodisch und in kontinuierlichen Übergängen abwechseln. Wenn man aber die Quelle wieder so weit reduziert, dass sich Einzelereignisse beobachten lassen, zeigen sich auf dem Schirm wiederum punktförmige Ereignisse. Zählt man erneut eine große Menge dieser Ereignisse aus, ergibt sich für ihre Häufigkeitsverteilung gleichermaßen das Wellenmuster. Dieser Befund ist verwirrend, denn es ist unklar, warum aufeinanderfolgende diskrete Ereignisse in ihrer Häufung ein Wellenmuster bilden sollten. Eine Welle müsste demnach durch beide Spalte gehen, aber auf dem Schirm sehen wir jeweils nur Punktereignisse, aus denen das Gesamtbild zusammengesetzt wird.

Man kann das Experiment abwandeln, indem man hinter jeder Spaltöffnung jeweils einen Detektor anbringt, mit dem sich feststellen lässt, ob ein Teilchen hindurchgegangen ist. Hierbei zeigt sich der Befund, dass ein Ereignis entweder an dem einen oder dem anderen Spalt detektiert werden kann. Die Aktion der Bestimmung führt jedoch merkwürdigerweise zu der Konsequenz, dass nun kein Interferenzmuster mehr auf dem Schirm hinter der Wand erscheint. Die Auszählung der Ereignisse führt dahingegen jetzt zu einer Häufigkeitsverteilung, die der Addition von zwei Einzelspaltexperimenten entspricht. Man hat weiterhin zwei Spaltöffnungen, doch der Sachverhalt der Messung des Orts, an dem das Licht hindurchtritt, bringt das Wellenmuster zum Verschwinden. Spätestens jetzt erscheinen die Verhältnisse vollkommen bizarr.

Albert Einstein ist der Erste, der vermutet, dass die hiermit aufgeworfenen Fragen nicht mehr mit den der klassischen Physik eigenen Mitteln zu lösen sind, und veröffentlicht 1922 diesbezügliche Überlegungen in seinem Aufsatz „Über die Krise der gegenwärtigen Physik“. Aufgrund der Aufgabe, die Quantenrelation mit einer Wellentheorie verbinden zu müssen, ergibt sich für ihn vor allem die Konsequenz, dass die hierfür notwendige Theorie nicht mehr allein auf der Basis von Teilchenbewegungen oder sich verändernden Felddynamiken modelliert werden kann. Wenn aber die physikalischen Verhältnisse nicht mehr mittels einer auf Differenzialrechnung beruhenden Bewegungsgleichung rekonstruiert werden können, dann müsse entweder die Idee des Determinismus und hiermit verbunden die starke Fassung des Kausalitätsgesetzes oder ein anderer wichtiger Satz der klassi-

schen Physik – etwa das Gesetz der Energieerhaltung – aufgegeben werden.⁷ Einsteins Ausführungen aus dem Jahre 1922 legen deutlich die Bezugsprobleme dar, vor denen die theoretische Physik der 20er Jahre stand.

Der entscheidende Durchbruch zur Quantentheorie gelingt Werner Heisenberg. Der außergewöhnliche Schritt in seiner Theoriebildung besteht darin, sich vom Bohr'schen Atommodell, also der Vorstellung von Elektronen, die um den Atomkern kreisen, radikal zu lösen, um stattdessen einen abstrakten Zugang zu suchen, der auf die Anschauung der Elektronenbahn ganz verzichten kann. Heisenbergs Grundidee umfasst die Entwicklung eines Modells einer abstrakten relationalen Dynamik, welches auf dem jeweiligen Set der beobachtbaren Größen beruht und nicht auf konzeptionelle Vorstellungen wie Elektronenbahnen und Elektronenteilchen zurückzugreifen braucht. Möglich wird dies durch den mathematischen Kunstgriff der Matrizenrechnung, der es erlaubt, die komplexe Beziehung der Observablen darzustellen, ohne dabei auf klassische physikalische Konzepte – etwa die Bahnbewegung eines Teilchens – rekurrieren zu müssen. Der hiermit formulierte Ansatz ist für die damalige Physik revolutionär, denn er geht aus einer Mathematik hervor, die auf keinerlei physikalischer Anschauung mehr beruht, sondern per se auf Abstraktion setzt. Komplexitätssteigerung in der Theoriebildung – und dies erscheint wissenschaftssoziologisch hochinteressant – wurde also durch die Auslöschung von Anschauung erreicht, was wiederum erst durch eine hochabstrakte mathematische Formsprache möglich wurde, die allein ihren eigenen Formzwängen folgt.

Neue mathematische Formen und eine physikalisch theoretische Intuition führen hier zu einem praktikablen Formalismus, der sich anschließend mit mathematischen Mitteln weiter ausloten lässt. Hierbei zeigt sich schnell, dass die mit Quantenmechanik eingeführte Matrizenrechnung eine besondere Eigenart offenbart: Bei der Multiplikation der Matrizen ergibt sich, dass die Reihenfolge der Faktoren, mit denen die Rechnung ausgeführt wird, für das Ergebnis von Bedeutung ist. So stimmen die Matrizenprodukte für die Impuls- und Ortsmatrizen nicht überein, sondern zeigen eine „Vertau-

⁷ Einstein formuliert: „Um den Quanten-Relationen wirklich gerecht zu werden, scheint eine neue mathematische Sprache nötig zu sein; jedenfalls erscheint es sinnwidrig die Gesetze durch Kombination von Differentialgesetzen und Integralbedingungen auszudrücken, wie wir es heute thun [sic]. Abermals sind die Grundlagen der Physik erschüttert, und es ruft die Erfahrung nach dem Ausdruck einer höheren Stufe von Gesetzlichkeit.“ (Einstein 1922, 238 f.)

schungsrelation“ (Simonyi 2004, 441), die zur bekannten Heisenberg’schen Unbestimmtheitsrelation führt, wonach Ort und Impuls nicht beide zugleich genau bestimmt werden können. Die quantenmechanische Unbestimmtheit darf also nicht als messtechnisches Problem missverstanden werden, etwa in dem Sinne, dass man eben nicht so genau hinschauen könne, sondern sie ergibt sich theorieimmanent aus dem mathematischen Formalismus. Insofern die Theorie ‚richtig‘ ist, folgt aus ihr, dass die Unbestimmtheitsrelation prinzipiell zu gelten hat, da die Quantenwelt weniger Freiheitsgrade als die klassische Welt hat, und dass entsprechend bestimmte Variablen nicht mehr unabhängig voneinander beschrieben werden können, sondern in einer komplexen Beziehung miteinander verwoben sind.

Aus der neuen Mathematik der Quantenmechanik folgt also eine Reihe von Konsequenzen, die ihrerseits nach einer physikalischen Interpretation verlangen. Außerdem geht der Verzicht auf die klassische Vorstellung der Elektronenbahnen mit einem radikalen Verlust an physikalischer Anschauung einher.

Es verwundert entsprechend kaum, dass unmittelbar nach der ersten überzeugenden Formulierung der Quantenphysik Versuche unternommen werden, der Physik eine klassische Anschauungsform zurückzugeben.

Erwin Schrödinger formuliert beispielsweise seine Wellengleichung zunächst mit der Intention, hierdurch eine Formulierung der Quantentheorie zu gewinnen, die auch vor dem Hintergrund der Anschauung physikalisch Sinn ergibt. Die Grundidee besteht darin, Materie als Wellen zu beschreiben. Diese Herausforderung erscheint ihm als ein einfach zu bewältigendes mathematisches Problem, nämlich als die Aufgabe, sogenannte Eigenwerte und Eigenfunktionen zu bestimmen. Während Heisenberg die klassischen Größen ‚Energie‘, ‚Impuls‘ und ‚Ort‘ mittels mathematischer Hochabstraktion durch Matrizen ersetzt, wählt Schrödinger den Weg, diese durch Operatoren zu umschreiben. Schrödingers Hoffnung, die quantenmechanische Wellenfunktion ψ im Sinne des klassischen physikalischen Verständnisses als Potenzialwelle deuten zu können, lässt sich jedoch nicht halten. Denn die zentrale Variable ψ taucht in jedem Term auf und lässt sich dementsprechend nicht in einer Weise isolieren, mit der ihre Bedeutung anschaulich würde, oder um es mit den Worten des Nobelpreisträgers Robert B. Laughlin radikaler auszudrücken: „Quantenmechanische Materie besteht aus Wellen von nichts.“ (Laughlin 2007, 93) Die Antwort auf die Frage, was unter ψ zu verstehen sei, entzieht sich uns demnach.

Mit der modernen Quantentheorie wird jedoch die physikalische An-