



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Das Literarische der Quantenmechanik – das
Quantenmechanische in der Literatur: Eine
Untersuchung des Zusammenhangs von Literatur und
Quantenmechanik anhand der Kopenhagener Deutung
und Brochs *Unbekannter Größe*

Verfasserin

Veronika Graf

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, 2013

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 190 333 412

Studienrichtung lt. Studienblatt: Lehramtsstudium UF Deutsch UF Physik

Betreuerin / Betreuer: Dr. Romano Rupp

Inhalt

Einleitung	2
1. Das Wissen der Literatur.....	4
1.1 Literatur	4
1.2 Wissen	5
1.3 Zusammenhang von Wissen und Literatur.....	6
1.3.1 Diskursiver Wissensbegriff	7
1.4 Wechselbeziehungen von Literatur und Wissen.....	11
1.4.1 Literatur nimmt Wissensbestände auf und verarbeitet sie.....	11
1.4.2 Das Literarische ermöglicht Wissen	18
1.4.3 Literatur generiert Wissen.....	23
1.4.4 Literatur kann Wissensbestände vermitteln und popularisieren.....	26
1.5 Zusammenfassung:	
Arten der Wechselbeziehung zwischen Literatur und Wissenschaft	27
2. Quantenmechanischer Diskurs	29
2.1 Die Entwicklung der Quantentheorie	29
2.2 Die Kopenhagener Deutung	39
2.2.1 Grundthesen der Kopenhagener Deutung	44
2.2.2 Sprachliche Aspekte der Kopenhagener Deutung.....	54
3. Literuranalyse - Hermann Broch: <i>Die Unbekannte Größe</i>	66
3.1 Brochs Konzeption der totalitätserfassenden Erkenntnis – Literatur- und Wissenschaftsverständnis bei Broch	66
3.2 Die Unbekannte Größe	76
Schlussbetrachtungen	92
Literaturverzeichnis	93
Abstract	102
Lebenslauf	104

Einleitung

„Quantenmechanik“ und „Literatur“ sind zwei Begriffe, die eher selten miteinander in Beziehung gesetzt werden. Warum sollte man aber diese Relation nicht genauer untersuchen? Die vorliegenden Arbeit hat genau das zum Gegenstand.

Der erste Teil der Arbeit wird sich mit der theoretischen Begründbarkeit eines Zusammenhangs von Literatur und Wissen bzw. Wissenschaft im Allgemeinen auseinandersetzen. Dazu wird mir als Hintergrundtheorie vornehmlich Foucaults *Diskursanalyse*, Luhmanns *Systemtheorie* und Vogls *Poetologie des Wissens* dienen. Ziel der theoretischen Analyse ist es, ein Modell herauszuarbeiten, das die einzelnen Facetten der wechselseitigen Beziehung, also eine gegenseitige Beeinflussung auf mehreren Ebenen, herausstellt. Zwei Punkte dieses Modells werde ich in der folgenden Arbeit näher im Bezug auf die Quantenmechanik untersuchen, nämlich die literarische Verarbeitung des quantenmechanischen Diskurses und umgekehrt den Einfluss des Literarischen innerhalb der Quantenmechanik. Dazu ist es nötig, den Quantenmechanischen Diskurs darzustellen; Hauptaugenmerk werde ich dabei auf die Kopenhagener Deutung legen. Bei dieser Darstellung werde ich das spezielle Verhältnis zwischen Quantenmechanik und Literatur herausstreichen. Innerhalb der Kopenhagener Interpretation hat nämlich gerade die sprachliche Beschreibung von Quantenprozessen einen wichtigen Stellenwert. In der Quantenmechanik wird ein Bereich betreten, der jenseits der klassischen Logik liegt. Damit wird das Gebiet, in dem sich unsere Sprache manifestiert, verlassen. Trotzdem muss eine physikalische Beschreibung in der mit physikalischen Begriffen verfeinerten Sprache stattfinden. Dieses Beschreibungsproblem kann man mit der Sprachkrise vergleichen, die man zur gleichen Zeit auch in anderen Disziplinen wie der Philosophie und der Literatur festmachen kann. Die Frage, welche Disziplin determinierend für die Sprachkrise war, kann umgangen werden, wenn man die Sprachkrise im Sinne Foucaults als diskursive Formation betrachtet, die in den verschiedenen Disziplinen produktiv gemacht werden kann. Letztlich ist die Sprachkrise Ausdruck jeder menschlichen Erkenntnis- und Beschreibungsleistung, die allen Disziplinen zugrunde liegt. Von dieser Warte aus kann man eine Beeinflussung in beide Richtungen konstatieren. Es lässt sich also sagen, die Literatur oder besser gesagt das Literarische hat einen Einfluss auf die Quantenmechanik und umgekehrt, die Quantenmechanik nimmt innerhalb der literarischen Beschreibung einen Einfluss. Damit erhält die Literatur auf jeden Fall eine Kompetenz in der quantenmechanischen Beschreibung. Wie diese Kompetenz aussehen kann, wird Gegenstand des dritten Teils. Anhand von Brochs

Roman *Die Unbekannte Größe* werde ich untersuchen, wie die Quantenmechanik produktiv gemacht werden kann. Bereits in Brochs Theoriewerk spielen die erkenntnistheoretischen Implikationen der Quantenmechanik eine wesentliche Rolle. In der Literatur sieht er eine Möglichkeit, die Grenze des Logischen zu übertreten, ein Schritt der, wie er meint, in der modernen Physik ebenfalls wichtig wird. Damit wird eine Unifizierung der verschiedenen Erkenntnisformen erreicht. In der literarischen Gestaltung dieses Themas bzw. dieses Ansatzes verwendet er, wie ich zeigen werde, eine komplementäre Beschreibungsweise à la Bohr, indem er durch eine Antithetik eine Einheit erzeugt. Die Quantenmechanik wird außerdem noch auf anderen Ebenen literarisch verarbeitet: Die Auseinandersetzung des Protagonisten mit den Erkenntnissen aus der modernen Physik und Mathematik befördern ihn zu einer totalitätserfassenden Erkenntnis. Außerdem macht er die Quantenmechanik auf der gestalterischen Ebene (sein Vater wird wie ein unscharfes Mikro-Objekt beschreiben) und auf der inhaltlichen Ebene produktiv.

1. Das Wissen der Literatur

Wissen und Literatur sind zwei Bereiche, die seit einer frühen Diskussion in der Antike üblicherweise getrennt werden. So will Platon jede die Affekte berührende Literatur aus dem Staate verbannen, da sie trügerisch ist und nichts zum Auffinden der Idee beiträgt, sie sogar verstellt.¹ Die Wissenschaft, in unserer ausdifferenzierten modernen Gesellschaft für die Generierung von Wissen zuständig², ist hinsichtlich der Darstellung der Wirklichkeit die rivalisierende Schwester der Kunst, die auch den Gattungsbereich der Literatur umfasst. Dass diese Trennung bzw. Rivalität in unserer Gesellschaft stark verankert ist, zeigt, folgendes – polemisches – Beispiel: Zu einer wissenschaftlichen Fachkonferenz wird man nicht als Experte eingeladen, weil man einen Roman gelesen hat, der das Thema behandelt. Einen Beitrag zur Diskussion könnte man nur dann liefern, wenn es etwa um die literarische Darstellung des Themas geht.³

Und dennoch ist eine Verbindung der beiden Bereiche nicht aus der Luft gegriffen. Um jedoch die Beziehung von Wissen und Literatur theoretisch zu fundieren, ist zunächst der Blick auf die beiden Bereiche etwas zu schärfen.

1.1 Literatur

Der Bereich Literatur soll im Folgenden auf das Schrifttum eingeschränkt werden, „welches bestimmten ästhetischen (bzw. poetischen) Kriterien unterliegt und in der Regel fiktionalen Charakter aufweist.“⁴ Wichtig sind dabei die Begriffe *ästhetisch*, *poetisch* und *fiktional*. *Ästhetisch* korreliert dem Wortstamm nach mit „Wahrnehmung“ und Poetik mit „herstellen, machen“. Somit kann man unter einem ästhetischen Text einen Text verstehen, der mit der Wahrnehmung (des Rezipienten) arbeitet, und unter einem poetischen Text einen Text, „der das eigene Gemachtsein ausstellt.“⁵ Dieser Definitionsansatz lässt sich damit in Verbindung

¹ vgl. Platon: Der Staat. 10. Buch. In: Platon: Sämtliche Werke. Band 2, Berlin: Schneider 1940, S. 366-373.

² vgl. Luhmann, Niklas: Differentiation of society. In: Canadian Journal of Sociology. 2/1 (1977). S. 29-53, hier S. 38.

³ aus: Liessmann, Konrad Paul: Vorlesung: Philosophie der modernen Kunst. WiSe 2011/12.

⁴ Klinkert, Thomas: Literatur und Wissen. Überlegungen zur theoretischen Begründbarkeit ihres Zusammenhangs. In: Köppe, Tilmann (Hg.): Literatur und Wissen. Theoretisch-methodische Zugänge. Berlin, New York: De Gruyter 2011, S. 116-139, hier S. 123.

⁵ ebda., S. 125.

bringen, was ein bekannter Linguist einst als *poetische Funktion* der Sprache definiert hat:

„Die Ausrichtung auf die Botschaft um ihrer selbst willen.“⁶

Daraus folgt, dass der Modus der Literatur, also die ästhetische bzw. poetische Verarbeitung, immer mitzudenken ist, wenn man Inhalte, wie etwaige Wissensgegenstände, analysieren will:⁷ „Ästhetische Texte sind niemals bloß transparent auf außertextuelle Wirklichkeiten, neben der Fremdreferenz läuft in ihnen immer auch die Selbstreferenz mit.“⁸

Fiktional bezeichnet den der Literatur eigenen Sprechakt, Erfundenes (Fiktives) im Modus der Wahrheit darzustellen. Im Rahmen der Lesesozialisation lernt der Rezipient, das Erfundene nicht als real anzunehmen und sich aber gleichzeitig darauf einzulassen und ihm Glauben zu schenken. Die Kriterien wahr oder falsch greifen auf dieser Ebene nicht.⁹

1.2 Wissen

Ähnlich wie bei der Definition von Literatur konzentriere ich mich auf Aspekte, die für den Begriff bestimmend sind. Auf Platon geht die Definition zurück, dass Wissen eine wahre, gerechtfertigte Meinung ist.¹⁰ Die zentralen Momente von Wissen sind also Wahrheit (Messung an einer objektiven Realität bzw. einem objektiven Wahrheitsparadigma), Rechtfertigung (man muss begründen können, warum man etwas für wahr hält), und Überzeugtsein (damit korreliert das Attribut, eine bejahende Meinung zu haben). So ist der Satz: *Ich weiß, dass es schneit, aber ich bin nicht der Meinung, dass es schneit an sich unsinnig*). Wissen zeichnet sich dabei in subjektiver Hinsicht durch das Merkmal der Gewissheit, in objektiver Hinsicht durch das Kennzeichen der Wahrheit aus.¹¹

Voraussetzung für Wissen ist damit zum einen die Existenz eines Erkenntnissubjekts, welches mit einer begründeten Überzeugung Wissen behauptet und zum anderen ein bestimmtes Wahrheitsparadigma, in das sich eine Aussage als wahr oder falsch einordnen lässt. An dieser Stelle muss man einräumen, dass beide Voraussetzungen variabel sind, Wissen daher nicht als allgemein verbindlich und epochenübergreifend verstanden werden kann.¹²

⁶ Jakobson, Roman: Linguistik und Poetik (1960). In: Ders.: Poetik. Ausgewählte Aufsätze. Hg. v. Elmar Holenstein Elmar und Tarcisius Schelbert. Frankfurt/Main: Suhrkamp 1979, S. 83-121, hier S. 92.

⁷ vgl. Klinkert (2011), S. 124.

⁸ ebda.

⁹ vgl. ebda, S. 126-127.

¹⁰ vgl. Platon: Theaitetos. In: Platon: Sämtliche Werke. Band 2, Berlin: Schneider 1940, S. 561-662.

¹¹ vgl. Ritter, Joachim / Gründer, Karlfried u.a. (Hg.): Wissen: Historisches Wörterbuch der Philosophie. Band 12. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft 2001, Sp. 855.

¹² vgl. Gamper, Michael: Projektbeschreibung: Literatur und Nichtwissen 1750–1930. 2008.

http://www.lw.ethz.ch/Texte/Text.Nicht-Wissen.Netz_b.pdf (18.09.2012), S. 2.

1.3 Zusammenhang von Wissen und Literatur

Eingangs haben wir Literatur mitunter über ihren fiktionalen Charakter definiert, in dem die Kategorien *wahr/falsch* aufgehoben sind. Wissen haben wir notwendigerweise über das Attribut *wahr* definiert. Zunächst scheint prinzipiell also kein Zusammenhang zwischen den beiden Bereichen bestehen zu können.¹³ Selbst wenn ein Autor etwas weiß, also gerechtfertigterweise etwas Wahres in einem literarischen Werk wiedergibt, von dem er überzeugt ist, ist durch den fiktionalen Sprechakt der Literatur ausgeschlossen, dass der Rezipient es nach der Lektüre auch weiß, es also auch als gerechtfertigt und wahr auffasst und davon überzeugt ist.¹⁴

Ein weiteres Problem besteht darin, dass Wissen ein Subjekt voraussetzt. Ein literarisches Werk ist kein Subjekt und kann somit nicht wissen. Die Umgehung des Problems durch die Einführung eines *impersonalen Wissens*, um beschreiben zu können, dass etwa Enzyklopädien Wissen enthalten, hält Tillmann Köppe für nicht zielführend: erstens, weil der Begriff elliptisch ist – das Wissen wurde schließlich von einer Person in das Werk „niedergelegt“, und zweitens, weil die Einführung der Kategorie eines *impersonalen Wissens*, das eben geschilderte Problem des fiktiven Erzählrahmens nicht löst.¹⁵

Für Tilman Köppes besteht also kein Grund, überhaupt von Wissen in der Literatur zu sprechen: „Ein literarischer Text besteht demnach aus Sätzen, die bestimmte Auffassungen zum Ausdruck bringen können, aber Wissen enthält er nicht.“¹⁶ Er negiert nicht, dass bestimmte Wissensbestände in ein literarisches Werk eingehen, die schließlich die Aussagen bilden, doch können literarische Texte keine Quelle von Wissen sein, das lässt die theoretischen Definition von *Wissen* nicht zu.¹⁷

Das ist für mich und für viele andere aber kein Grund zu negieren, dass Literatur Wissen enthalte, es bedarf lediglich einer anderen Definition, der die beiden Wissensarten auf eine Ebene holt. Literatur folgt anderen Gesetzmäßigkeiten als die Wissenschaft, es liegt also nahe, dass es auch eines anderen Wissensbegriff als eines wissenschaftlichen (den Köppe gerade für die literaturwissenschaftliche Bearbeitung des Themas fordert¹⁸) bedarf.

¹³ vgl. Klinkert (2008), S. 127.

¹⁴ vgl. Köppe, Tillmann: Vom Wissen in Literatur. In: Zeitschrift für Germanistik N.F. 17 (2007), S. 398-410, hier S. 402-403.

¹⁵ vgl. ebda., S. 405-407.

¹⁶ ebda., S. 403.

¹⁷ vgl. ebda., S. 403-404.

¹⁸ vgl. ebda., S. 409.

1.3.1 Diskursiver Wissensbegriff

Um den Zusammenhang von Wissen und Literatur herauszuarbeiten, bietet es sich an, mit den Begrifflichkeiten von Foucaults Diskursanalyse zu arbeiten.

Hauptaspekt seiner Arbeit ist es, historisch zu analysieren, welche Aussagen zu einer bestimmten Zeit überhaupt gemacht werden konnten, was in späterer Folge als wahr bzw. Wissen angesehen wurde und was schließlich in einen wissenschaftlichen Diskurs aufgenommen wurde. Er fragt nach den Regularitäten, die hinter einem solchen Prozess stecken. Dabei geht es ihm aber nicht darum, herkömmliche Erklärungsmodelle für die Kontinuität mancher Entwicklungen bzw. solche, die jene suggerieren, über die einzelnen Ereignisse zu stülpen. Stattdessen fordert er die Überprüfung von Begriffen wie Tradition, Einfluss, Entwicklung und Evolution, Mentalität, Geist, aber auch Einheiten wie Werk und Autor.¹⁹ Letzen Endes wird er mit seinem Diskursbegriff wieder eine Kontinuität herstellen; doch ist diese eine sehr allgemeine und, wie er meint, eine konsistenter. Er versucht nicht, einzelne Einheiten wie etwa Disziplinen aufzustellen und diese zu analysieren, sondern er fragt danach, wie sie zu so einer Einheit im diskursiven Raum wurden, „auf dem Hintergrund welcher diskursiven Ereignisse sie sich zerlegen; und ob sie schließlich nicht in ihrer akzeptieren und quasi institutionellen Individualität die Oberflächenwirkung von konsistenteren Einheiten sind“²⁰.

Sein Untersuchungsgebiet, jenseits von übergestülpten Einheiten und Modellen der Kontinuität, definiert er schließlich als Gebiet, das „durch Gesamtheit aller effektiven Aussagen (énoncés) (ob sie gesprochen oder geschrieben worden sind, spielt dabei keine Rolle) in ihrer Dispersion von Ereignissen und in der Eindringlichkeit, die jedem eignet, konstituiert [wird]“²¹. Dieses Material erscheine als eine Fülle von Ereignissen im Raum des Diskurses.²²

Der Diskurs besteht aus diskursiven Ereignissen, bildet diskursive Formationen und hat eine diskursive Praktik. In ihm ist geregelt, was zu einer bestimmten Zeit gesagt werden kann. Die kleinste Einheit des Diskurses ist die Aussage.²³ Diese wird wiederum durch das Verbreitungs- und Verteilungsprinzip – die diskursiven Formationen – gebildet bzw. setzt sich die diskursive Formation aus Aussagen zusammen.²⁴

¹⁹ vgl. Foucault, Michel: Archäologie des Wissens. Aus dem Französischen von Ulrich Köppen. In: Ders.: Die Hauptwerke. Frankfurt/Main: Suhrkamp 2008. S. 471-701, hier S. 493-495.

²⁰ ebda., S. 499.

²¹ ebda., S. 500.

²² vgl. ebda., S. 500.

²³ vgl. ebda., S. 557.

Das Verhältnis zwischen Aussage und Diskurs kann man also als ständige Rückkopplung begreifen.²⁵

Diskurs kann nicht nur als regulierte Praxis aufgefasst werden, sondern auch als Menge von Aussagen, die einem gleichen Formationssystem angehören. Das heißt, dass es auch mehrere Diskurse geben kann,²⁶ die aber nicht gleichzusetzen sind mit dem, was wir heute unter wissenschaftliche Disziplinen verstehen, es ist viel weitgefasster und kann mehrere Disziplinen speisen.²⁷ Den Ausdruck dieser diskursiven Praxis nennt er Positivität. Sie bildet sich aus „eine[r] Gesamtheit [von diskursiven Ereignissen], die für eine diskursive Praxis die Formation ihrer Aussagen charakterisiert.“²⁸

Am Auftauchens einer psychiatrischen Disziplin zum Beispiel sieht er „ein ganzes Bündel von Beziehungen und Prozeduren des gesellschaftlichen Ausschlusses, den Regeln der Jurisprudenz, den Normen der industriellen Arbeit und der bürgerlichen Moral“²⁹ bestimmt. Sie werden von der selben diskursiven Praxis gespeist und ihre Positivität ist in mehreren Disziplinen zu sehen, „man findet sie in juridischen Texten, in literarischen Ausdrücken, in philosophischen Betrachtungen, bei politischen Entscheidungen, in täglichen Redensarten, in Meinungen angewandt“³⁰.

Der Begriff der Positivitäten korreliert nun mit dem Begriff des Wissens. Die Menge von Elementen, die die Positivitäten bilden, nennt er Wissen. Wissen wird somit von einer diskursiven Praxis ausgebildet. Aus diesen Elementen kann sich schließlich eine Wissenschaft formieren, muss aber nicht.³¹ Es handelt sich dabei nicht um ein Gegebenes, eine gelebte Erfahrung, die man neu durchlaufen muss, um die ideale Bedeutung aufzufinden, sondern es sind eben Elemente, die von der diskursiven Praxis gebildet worden sein müssen.³² „Ein Wissen ist das, wovon man in einer diskursiven Praxis sprechen kann, die dadurch wiederum spezifiziert wird.“³³ Das heißt, dass auch das Verhältnis von Wissen und Diskurs einer ständigen Rückkopplung entspricht.

Foucaults Wissensbegriff ist damit ein sehr weiter: Alles, was innerhalb der diskursiven Praxis gesagt werden kann, wird als Wissen definiert. Wieder am Beispiel der Psychiatrie

²⁴ vgl. Foucault (2008), S. 588-589.

²⁵ vgl. Rieger, Stefan: Exkurs: Diskursanalyse. In: Pechlivanos, Miltos (Hg.): Einführung in die Literaturwissenschaft. Stuttgart, Weimar: Metzler 1995, S. 164-169, hier S. 165.

²⁶ vgl. Foucault (2008), S. 589.

²⁷ vgl. ebda., S. 664.

²⁸ ebda.

²⁹ ebda.

³⁰ ebda.

³¹ vgl. ebda., S. 668.

³² vgl. ebda., S. 667-668.

³³ ebda., S. 668.

zeigt er, dass das Wissen mehr ist als die Summe dessen, was man als wahr angesehen hat. „Es ist die Gesamtheit der Verhaltensweisen, Eigentümlichkeiten und Abweichungen, über die man im psychiatrischen Diskurs sprechen kann.“³⁴ Es beinhaltet also auch ein gewissermaßen globales prozedurales Wissen, Metawissen, Schlüsselkompetenzen, oder wie immer man es auch nennen will. So regelt es, welche Funktionen ein Subjekt im Diskurs ausüben kann, wie es neue Aussagen in das schon Integrierte eingliedern kann und wie man Elemente, die der Diskurs anbietet, benutzen und sich aneignen kann.

Mit seiner Definition von Wissen erweitert er nicht nur das Spektrum des Wissens, sondern auch den Ort des Wissens. In diesem Zusammenhang ist seine Unterscheidung von *wissenschaftlichen Bereichen* und *archäologischen Gebieten* wesentlich. Dem wissenschaftlichen Bereich werden Behauptungen zugeordnet, wenn sie bestimmten Konstruktionsgesetzen gehorchen, die der von der *diskursiven Praxis* verhandelten Wissenschaftlichkeit genügen. Behauptungen mit derselben Aussage und demselben Wahrheitsgehalt, aber anderer Systematizität wären aus diesem Bereich ausgeschlossen, sie gehören zum archäologischen Gebiet des jeweiligen Wissens.³⁵ Die Wissenschaft ist also nur Teilgebiet des gesamten archäologischen Gebiets des Wissens.³⁶ Skizziert man das archäologische Feld anhand ihrer Primärtexte, so enthält es sowohl literarische Texte als auch wissenschaftliche Texte. So kann – und das ist entscheidend für den in der Arbeit benötigten Zusammenhang von Wissen und Literatur – Wissen auch in Fiktion liegen,³⁷ allein seine Systematizität ist eine andere.

Ein literarisches Werk kann also ebenso wie eine wissenschaftliche Theorie Ausdruck einer diskursiven Praxis, einer Positivität, wie oben definiert, sein. Da Wissen als Bestandteil einer Positivität definiert wurde, liegt es nahe, dass auch Literatur Ort von Wissen ist. Literatur kann dieser Definition nach also Wissen enthalten. Klinkert merkt an, dass sich Wissen potentiell in allen Dokumenten der Vergangenheit zeigen kann; eine Beschränkung auf eine bestimmte Disziplin oder nur auf die Wissenschaften greift somit zu kurz.³⁸ Außerdem ergibt sich aus der Definition von Wissen, dass das Wissen der Literatur wiederrum in andere Disziplinen, die ebenfalls von der diskursiven Praxis gespeist werden und umgekehrt, zur Wirkung kommen kann. Dem liegt zu Grunde, dass die diskursive Praxis mehrere Disziplinen speisen kann.

³⁴ Foucault (2008), S. 668.

³⁵ vgl. Foucault (2008), S. 669.

³⁶ vgl. ebda., S. 670.

³⁷ vgl. ebda., S. 669.

³⁸ vgl. Klinkert (2011), 132.

Zusammenfassend wird Wissen als „historisch spezifische, kollektiv zugängliche Menge von ‚Gegenstandsgruppen, Äußerungsmengen, Begriffsbündel, Serien theoretischer Wahlmöglichkeiten“³⁹ begriffen, die verschiedene Gebiete durchqueren und in verschiedenen Modalitäten und Textsorten vorliegen. Dieses Wissen stellt ein Arsenal von bedeutungshaltigen Elementen bereit, die wie alles ‚Wissen‘ an mediale Träger gebunden sind und erst durch solche zur Erscheinung kommen, die prinzipiell aber keinen definierten disziplinären Status haben“⁴⁰.

Foucaults Wissensbegriff löst sich außerdem gewissermaßen vom Subjekt und damit von erkenntnistheoretischen Problemen. Bei der Auseinandersetzung mit der sogenannten transzendentalen Frage, also der Frage nach den Bedingungen menschlicher Erkenntnis, stößt man, wie wir in 1.2 gesehen haben, schnell auf die Frage nach Realität und Wahrheit. Foucault umgeht das, indem er Wissen als Bereich definiert, in dem das Subjekt notwendigerweise angesiedelt und abhängig ist, jedoch ohne dass es als Inhaber von Wissen auftreten kann, „sei es als transzendentale Aktivität, sei es als empirisches Bewußtsein“⁴¹. Damit ist das von Koppe thematisierte Problem, Literatur sei keine Person und könne deshalb nicht wissen (s. 1.3), umgangen, da Wissen der obigen Definition nach eben nicht an ein Subjekt gebunden ist.

Zudem kommt Foucaults Wissensbegriff ganz ohne den problematischen Wahrheitsbegriff aus. Klinkert folgert aus Foucaults Analyse: „Unter Wissen versteht er das, was in einer bestimmten historisch eingrenzbaren Zeit von den in dieser Zeit lebenden Menschen für wahr gehalten wird, nicht das, was objektiv wahr ist.“⁴² Das heißt, es geht allein darum, was der Diskurs ermöglicht, nicht ob es objektiv wahr ist.

Foucault schafft mit seiner Arbeit einen theoretischen Überbau für etwas, was andere ganz einfach für die Erarbeitung der Beziehung von Literatur und Wissenschaft voranstellen und *kulturelles Wissen* nennen. Definiert man es als „die Gesamtheit der Aussagen/Propositionen, die die Mitglieder eines räumlich und zeitlich begrenzten soziokulturellen Systems („Epoche“, „Kultur“) *für wahr halten* – unabhängig davon, ob eine solche Proposition im Rahmen *unseres* Wissens als wahr gilt oder nicht, und unabhängig davon, ob im System der Propositionen der

³⁹ Foucault (2008), S. 667.

⁴⁰ vgl. Gamper (2008), S. 2.

⁴¹ Foucault (2008), S. 669.

⁴² vgl. Klinkert (2011), S. 134.

epistemische Modus des Wissens [...] oder *des Glaubens* [...] zugeschrieben wird“⁴³, kann man davon ausgehen, dass Wissen nicht nur von der Wissenschaft erzeugt wird. Es beinhaltet sowohl „Alltagswissen“ als auch „hochspezialisierte Wissensmengen“ der wissenschaftlichen Gemeinschaft sowie Wissen über reale als auch über irreale Entitäten.⁴⁴

1.4 Wechselbeziehungen von Literatur und Wissen

Prinzipiell ist also ein Zusammenhang der beiden Gebiete theoretisch begründbar. Die Frage ist nun, wie sich dieser Zusammenhang zeigt, wie die beiden Bereiche miteinander agieren.

1.4.1 Literatur nimmt Wissensbestände auf und verarbeitet sie

Literatur hat keinen spezifischen Redegegenstand, wie andere Diskurse (im Sinn von Disziplinen) das haben, kann sich aber – und das wird in vielen Bearbeitungen des Themas festgestellt – „vieler unterschiedlicher Diskurse bedienen“⁴⁵ und „in sich jederzeit wissenschaftliches wie nicht-wissenschaftliches Wissen kombinieren“⁴⁶.

Kurzum kann Literatur als „kulturelle Redeform“⁴⁷ auffassen, „die nicht durch einen für sie spezifischen Gegenstandsbereich definiert ist“⁴⁸, jedoch „über jeden beliebigen Objektbereich reden kann, also auch über den Objektbereich jeder beliebigen wissenschaftlichen Theorie“⁴⁹.

Also kann Literatur auch über den Objektbereich „Quantenmechanik“ sprechen.

Die Foucaultsche Theorie, dass sowohl Literatur als auch wissenschaftliche Theorien Positivitäten ein und derselben diskursiven Formation sein können, erklärt, warum etwa physikalisches Wissen in die Literatur Eingang finden kann.

⁴³ Richter, Karl/ Schönert, Jörg u.a.: Literatur – Wissen – Wissenschaft. In: Dies. (Hg.): Die Literatur und die Wissenschaften 1770-1930: Walter Müller-Seidl zum 75. Geburtstag. Stuttgart: M & P Verlag für Wissenschaft und Forschung 1997, S. 9-36, hier S. 12.

⁴⁴ vgl. Richter/Schönert u.a. (1997), S. 13.

⁴⁵ ebda., S.19-20.

⁴⁶ Maillard, Christine / Titzmann, Michael: Vorstellung eines Forschungsprojekts: „Literatur und Wissenschaften in der Frühen Moderne“. In: Dies. (Hg.): Literatur und Wissen(schaften) 1890-1935. Stuttgart, Weimar: Metzler 2002, S. 7-37, hier S. 13.

⁴⁷ ebda., S. 24.

⁴⁸ ebda.

⁴⁹ ebda.

Eine weitere Möglichkeitsbedingung liefert Luhmanns Systemtheorie der Gesellschaft. Die moderne Gesellschaft besteht nach Luhmann aus mehreren Systemen wie etwa Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Literatur, die je unterschiedliche Funktionen erfüllen, die nur ihnen eigen sind. Er spricht daher von einer funktionalen Ausdifferenzierung der Gesellschaft.⁵⁰ Das dahinterliegende Prinzip nennt er *Autopoiesis*, welches besagt, dass „ein System seine eigenen Operationen nur durch das Netzwerk der eigenen Operationen erzeugen kann“⁵¹. Daraus folgt nach Klinkert: „Was außerhalb der Systemgrenze liegt, kann vom System beobachtet und interpretiert werden; das System habe aber keinen direkten Kontakt mit den Elementen der Umwelt und damit auch keinen direkten, unmittelbaren Zugriff auf sie.“⁵² Dass Systeme dennoch auf ihre Umwelt reagieren können, erklärt er mit dem Begriff der *strukturellen Kopplung*. Die strukturelle Kopplung spaltet die Umwelt in Ausgeschlossenes – auf das letztlich nicht zugegriffen werden kann – und in Eingeschlossenes – auf das das System reagieren kann.⁵³

Für die hier zu untersuchende Beziehung von Literatur und Wissenschaft lässt sich somit folgern, dass Literatur zwar nicht die Funktion der Wissenschaft übernehmen kann, also wegen der *Autopoiesis* nicht das produzieren kann, was dem System der Wissenschaft eigen ist, „nämlich ein der Leitdifferenz wahr/falsch unterliegendes Wissen“⁵⁴, jedoch wegen der strukturellen Kopplung Wissenselemente, die das Wissenschaftssystem produziert und somit für das System der Literatur der Umwelt angehören, beobachten und auf sie SYSTEMSPEZIFISCH reagieren kann.⁵⁵

Wegen der von Luhmann postulierten zunehmenden Ausdifferenzierung der Gesellschaft seit der Moderne kann man in dieser Funktion der Literatur sogar eine Notwendigkeit sehen. Die Arbeitsteilung innerhalb der Gesellschaft hat eine Spezialisierung mit jeweiligen Spezialdiskursen zur Folge,⁵⁶ wie etwa Politik und Wissenschaften. Die Entwicklung von spezialisierten und gleichzeitig professionalisierten Wissenschaften ist die Folge eines Pluralisierungsschubs und interner Komplexitätssteigerung der Produktion von Wissen. In langen Prozessen entwickeln sich methodisch gesicherte Erkenntnisse.⁵⁷

⁵⁰ vgl. Luhmann (1977), S. 32-36.

⁵¹ Luhmann, Niklas: Einführung in die Systemtheorie. Hg. v. Dirk Baecker. Heidelberg: Carl-Auer-Systeme Verl. 2002, S. 109.

⁵² Klinkert (2011), S. 128.

⁵³ vgl. Luhmann (2002), S. 121.

⁵⁴ Klinkert (2011), S. 130.

⁵⁵ vgl. ebda.

⁵⁶ vgl.: Link, Jürgen: Literaturanalyse als Interdiskursanalyse. Am Beispiel des Ursprungs literarischer Symbolik in der Kollektivsymbolik. In: Jürgen Fohrmann und Harro Müller (Hg.): Diskurstheorien und Literaturwissenschaft. Frankfurt/Main: Suhrkamp 1988, S. 284-307, hier S. 285.

⁵⁷ vgl. Klausnitzer (2008), S. 7.

Jürgen Link zufolge, bilden die Spezialdiskurse aber gleichzeitig auch Maßnahmen zur Reintegration aus, indem eine Kopplung mit anderen diskursiven Formationen geschieht und sich ein *Interdiskurs* ausbildet.⁵⁸ So lässt sich feststellen, dass es Gegenbewegungen zur Spezialisierung gibt. Das aufkommende Pressewesen verbreitet beispielsweise Wissensbestände aus den Wissenschaften in der Öffentlichkeit⁵⁹ und die Literatur erhält die Aufgabe der philosophischen Ausdeutung der sich neuen entwickelten wissenschaftlichen Erkenntnisse; in Form des Neuen Romans erhält sie Weltbildkompetenz.⁶⁰ An dieser Stelle muss man jedoch einwenden, dass diese philosophischen Ausdeutungen gemäß Luhmann anderen Gesetzmäßigkeiten folgen als eigentliche philosophische Theorien. Die Philosophie wird damit nicht von der Literatur abgelöst, sondern bleibt als eigenständiger Bereich bestehen.

Abgesehen davon entdeckt die Literatur „in wissenschaftlichen Erkenntnissen und Methoden sowohl einen attraktiven Referenzraum als auch einen fruchtbaren Bild- und Ideenspender“⁶¹. Sieht man sich die Literatur der Phase an, in der man in der Literaturgeschichte die Moderne ansetzt (etwa das erste Drittel des 20. Jahrhunderts), die Phase, in der auch die Quantenmechanik ihre Anfänge findet, unterhält die Literatur tatsächlich in einem größeren Ausmaß als zuvor Relationen zu unterschiedlichen Diskursen und Wissensmengen. Maillard und Titzmann geben dazu etliche Beispiele.⁶²

Für Link ist deshalb die Literatur ein Interdiskurs, beziehungsweise sieht er die beiden Diskursarten als korrelierbar an und das nicht nur auf der thematischen Ebene, sondern tiefenstrukturell.⁶³ Belege dafür sieht er in interdiskursiven Elementen wie dem *Kollektivsymbol*, das eine vernetzende Funktion hat.⁶⁴ Die Literatur sieht er als „Elaboration interdiskursiver Elemente“⁶⁵. Zu untersuchen wäre zum Beispiel, ob der Begriff „Quantensprung“ solch ein Kollektivsymbol ist. Auch wenn er eine andere Bedeutung als in der Quantenmechanik hat, trägt er wohl dazu bei, den Spezialdiskurs Quantenmechanik mit anderen Diskursen zu vernetzen.

⁵⁸ vgl. Link (1988), S. 285-286.

⁵⁹ Elisabeth Emter belegt in ihrer Studie zahlreiche Beispiele von Presstexten, die quantenmechanische Themen behandeln. (vgl. Emter, Elisabeth: Literatur und Quantenmechanik. Die Rezeption der modernen Physik in Schriften zur Literatur und Philosophie deutschsprachiger Autoren (1925-1970). Berlin, New York: de Gruyter 1995. S. 64-65.)

⁶⁰ vgl. Klausnitzer (2008), S. 8.

⁶¹ ebda. S. 8.

⁶² vgl. Maillard/Titzmann (2002), S. 8.

⁶³ vgl. Link (1988), S. 286.

⁶⁴ vgl. ebda.

⁶⁵ ebda.

Hermann Broch, der sich mit dem „*funktionalen Ort von Literatur im kulturellen Diskurssystem*“⁶⁶ der Moderne auseinandersetzt hat, kommt zu einem ähnlichen Schluss wie Link; auch er sieht die Aufgabe der Literatur darin, Spezialdiskurse zu vernetzen und eine Totalität herzustellen:

Heute, in einer Zeit ausgesprochener Radikalität, gibt es keine belletristische Pseudowissenschaftlichkeit mehr, und die vom Roman vermittelten Erkenntnisse sind bestenfalls popularisierende Platoniken. Dagegen vermag die Wissenschaft keine Totalität zu liefern, vielmehr muß sie das der Kunst, als auch dem Roman überlassen.⁶⁷

Auf Brochs Konzept der totalitätserfassenden Erkenntnis, über das ein Zusammenhang von Wissenschaft und Literatur begründet wird, werde ich im dritten Kapitel noch ausführlich eingehen.

Die Korrelation von Literatur mit Wissensmengen aus wissenschaftlichen Diskursen kann sehr verschieden sein.⁶⁸ Durch ihre sprachliche Form und ihre spezielle Zugangsweise hat sie unendlich viele Möglichkeiten, die verschiedensten Diskurse aufzugreifen und mit ihnen zu arbeiten.⁶⁹

Literatur entwirft Szenarien mit bestimmten Objekten, Figuren und Problemen. Um diese beschreiben und um mögliche Problemlösungen ausarbeiten zu können, wird bereits vorhandenes Wissen auf unterschiedliche Art aufgenommen und geordnet.⁷⁰ Die fiktional entworfenen Welten gehorchen schließlich bestimmten Regeln, die Resultat wie Bedingung von Wissen sind.⁷¹ Konkret kann wissenschaftliches Wissen etwa explizit in der Figur- oder Erzählrede thematisiert oder implizit aufgenommen werden, indem es als Motor für die Figuren und Handlung dient.⁷² Eine Auseinandersetzung mit wissenschaftlichen Beständen kann natürlich auch indirekt erfolgen, indem sich das Werk mit verschiedensten ideologischen Folgerungen (z.B. religionsphilosophischen, moraltheoretischen oder epistemologischen) auseinandersetzt.⁷³

⁶⁶ Titzmann, Michael: Revolutionärer Wandel in Literatur und Wissenschaften. In: Richter, Karl/ Schönert, Jörg u.a. (Hg.): Die Literatur und die Wissenschaften 1770-1930: Walter Müller-Seidl zum 75. Geburtstag. Stuttgart: M & P Verlag für Wissenschaft und Forschung 1997, S. 297-322, hier S. 306.

⁶⁷ Broch, Hermann: Entstehungsbericht zu *Die Schuldlosen* (1950). In: Ders. Kommentierte Werkausgabe. Hg. v. Paul Michael Lützeler. Band 5. Frankfurt/Main: Suhrkamp 1974, S. 323-328, hier S. 324.

⁶⁸ vgl. Richter/Schönert u.a. (1997), S. 28.

⁶⁹ vgl. Gamper (2012), S. 14-15.

⁷⁰ vgl. Richter/Schönert u.a. (1997), S. 28.

⁷¹ vgl. Klausnitzer (2008), S. 2.

⁷² vgl. Maillard/Titzmann (2002), S. 24-25.

⁷³ vgl. ebda., S. 27.

Man kann daraus folgern, dass sich ein literarisches Werk erst vor dem Hintergrund eines bestimmten zeitgenössischen wissenschaftlichen oder auch nicht-wissenschaftlichen Wissens erschließt.⁷⁴

1.4.1.1 Was passiert mit den von der Literatur aufgenommenen Wissensbeständen

Die nächste relevante Frage ist nun, was mit den Wissensbeständen passiert, wenn sie von der Literatur aufgenommen werden. Eine reine Abbildungsfunktion ist ausgeschlossen, weil Literatur anderen Gesetzmäßigkeiten folgt, sie kann also, wie oben dargelegt, nur nach ihren strukturellen Bedingungen, also systemspezifisch reagieren. Das bedeutet, dass die Literatur aufgenommene Wissensbestände transformieren muss und das auf verschiedenen Ebenen. Will man die Wissensbestände eines literarischen Werks freilegen, sind diese wie auch immer gearteten Prozesse zu berücksichtigen, sofern sie greifbar sind.⁷⁵ Eine Analyse dessen kann spannend sein, weil man so das freilegen kann, was dem kulturellen Wissen der Entstehungszeit des Textes entspricht.⁷⁶

Auf einer pragmatischen Ebene sind die Wissensbestände im Hinblick auf ihre Verstehbarkeit für nicht spezialisierte Leser und Autoren zu transformieren. Wobei die Bedingung der Verstehbarkeit für das Publikum seit der Moderne ein Stück weit ausgehebelt worden ist, da der Leser vermehrt zu eigener Interpretationsleistung aufgefordert wird (s. 1.4.3).⁷⁷ Auf jeden Fall muss aber der Autor die Inhalte verstehen, ehe er sie verarbeitet und eventuell wieder verschlüsselt. Dabei ist davon auszugehen, dass sich nicht jeder Autor direkt mit den wissenschaftlichen Quellen auseinandergesetzt hat, ehe er einen Wissensbestand aufgreift. Wegen der Unzugänglichkeit (im Sinne von Unverständlichkeit) fachwissenschaftlicher Quellen für Laien ist eher davon auszugehen, dass Autoren auf Popularisierungen zurückgreifen.⁷⁸ Dabei werden die Wissensbestände nicht nur im Sinne einer Simplifizierung transformiert, sondern mitunter auch verfälscht.⁷⁹ Das ist nicht als Kritik an Autoren aufzufassen, sondern schlichtweg das Resultat der *Autopoiesis*, die der Literatur eine ganz andere Funktion einräumt als der Wissenschaft.

⁷⁴ vgl. Richter/Schönert u.a. (1997), S. 27.

⁷⁵ vgl. Richter/Schönert u.a. (1997), S. 20.

⁷⁶ vgl. Maillard/Titzmann (2002), S. 21.

⁷⁷ vgl. Klausnitzer (2008), S. 7.

⁷⁸ vgl. Maillard/Titzmann (2002), S. 19-20.

⁷⁹ vgl. ebda., S. 20.

Eine weitere Transformation passiert auf der Darstellungsebene. Literarische Texte haben freilich als Ausdruck ihrer Systemspezifität einen anderen sprachlichen Modus als wissenschaftliche. Eingangs wurde Literatur durch den fiktionalen Sprechakt und die *poetische Funktion* charakterisiert. Es erfolgt also eine ästhetisch Bearbeitung von Wissensgegenständen, bei der Wissensinhalte bestätigt, modifiziert oder kritisiert werden.⁸⁰ Will die Literatur quantenmechanische Wissensbestände darstellen, muss sie diese nicht nur transformieren. Laut Titzmann kann es zwischen Quantenmechanik und Literatur gar keine „objektadäquate Relation“ geben.⁸¹ Erstens, weil quantenmechanische Objekte allein mit einem mathematischen Formalismus widerspruchsfrei beschrieben werden können und die „semiotische Weltklassifikation der natürlichen Sprache“ in Frage stellen, zweitens, weil die quantenmechanischen Objekte das Menschliche Vorstellungsvermögen übersteigen und sich der unmittelbaren menschlichen Wahrnehmung entziehen. Letzteres ist inkompatibel mit der Literatur, weil sie eine Welt beschreibt, die auf menschlicher Vorstellung basiert.⁸² Unmöglich ist es deshalb aber nicht, dass Wissensbestände aus der Quantenmechanik in die Literatur aufgenommen werden. Titzmann räumt schließlich der Literatur ein, metaphorisch über die Quantenmechanik sprechen zu können.⁸³ Er schließt damit aber aus, dass die Literatur einer den wissenschaftlichen Behauptungen genügende Welt konstruieren oder ein den Wissenschaften methodisch strukturgleiches Modell entwerfen könnte.⁸⁴ Strukturgleichheit schließt, wie schon mehrfach gesagt, Luhmanns *Autopoiesis* aus, doch bedeutet das meiner Meinung nach nicht, dass quantenmechanische Wissensbestände in der Literatur nicht produktiv gemacht werden können. Titzmann selbst gesteht „pseudoexperimentellen Anordnungen“ (die aber als solche bewusst sind)⁸⁵ in der Literatur der Moderne eine Legitimation ein. Ein direktes Verhältnis sieht er jedoch nur zu den von der Wissenschaft abgeleiteten Problemen, wie etwa der Frage nach der Anwendung von Wissenschaft (Technische Folgen) oder nach philosophisch-weltanschaulichen Implikationen.⁸⁶ Titzmann vergisst aber, dass auch in der wissenschaftlichen Debatte die Quantentheorie einer Interpretation, also einer sprachlichen Formulierung bedarf, da wie er selbst sagt, sie sich dem menschlichen Verständnis entzieht. Der mathematische Formalismus allein ist in dem Fall noch keine vollständige Theorie:

⁸⁰ vgl. Richter/Schönert u.a.(1997), S. 30.

⁸¹ vgl. Titzmann (1997), S. 303.

⁸² vgl. ebda., S. 301, 303.

⁸³ vgl. ebda., S. 303.

⁸⁴ vgl. ebda., S. 303-304.

⁸⁵ ebda., S. 304.

⁸⁶ vgl. ebda.

Die Gleichungen einer Theorie, ihr zugrundeliegender mathematischer Formalismus, bilden eben noch keine physikalische Theorie. Denn zu einer physikalischen Theorie gehört, auch, daß den mathematischen Symbolen eine physikalische Bedeutung unterlegt wird. Erst damit wird eine Zuordnung zwischen Symbolen und Meßergebnissen möglich, erst damit liegt eine Beschreibung der „Wirklichkeit“ vor.⁸⁷

Nicht umsonst haben sich die Begründer der Quantenmechanik intensiv mit einer möglichen Interpretation auseinandergesetzt. Wie ich im 2. Kapitel zeigen werde, ist es gerade der Kern der Kopenhagener Deutung, dass einen Beschreibung der Experimente in der klassischen Sprache zu erfolgen hat:

In diesem Zusammenhang müssen wir uns vor allem vergegenwärtigen, daß – selbst wenn die Phänomene über den Rahmen der Theorien der klassischen Physik hinausgehen – die Beschreibung der Versuchsanordnung sowie der Beobachtungen in einfacher, mit technisch-physikalischen Ausdrücken passend ergänzten Sprache zu geschehen hat. Dies ist eine klare logische Forderung, da sich das Wort „Experiment“ auf eine Situation bezieht, in der wir anderen berichten können, was wir getan und beobachtet haben.⁸⁸

Fazit dieser Bemühungen ist, dass die mathematische Theorie nicht mit der klassischen Sprachlogik kompatibel zu sein scheint; im Rahmen der Kopenhagener Deutung, die heute noch als vorherrschende Deutung gilt,⁸⁹ hat man sich darauf geeinigt, dass die Theorie, obwohl sie mit den Begriffen der klassischen Physik nicht eindeutig zu beschreiben ist, vollständig ist.⁹⁰ Das fehlen einer widerspruchsfreien sprachlichen Interpretation gehört somit zur Quantentheorie:

Im Unterschied von anderen Theorien der Physik ist die Quantenmechanik in ihrer mathematischen Niederschrift noch nicht vollständig! Sie bedarf noch der Interpretation, ohne die eine experimentelle Überprüfung ihrer Voraussagen nicht möglich wäre. Und in dieser Interpretation ist der Widerspruch als Welle-Teilchen-Dualismus oder als Komplementarität bewahrt.⁹¹

Wenn die sprachliche Formulierung zur physikalischen Theorie gehört, warum sollte die Literatur keinen direkten Zugang dazu haben, und wenn der Knackpunkt genau in der sprachlichen Beschreibung liegt, warum gesteht man der Literatur, deren Hauptgeschäft genau darin liegt, nicht eine Kompetenz zu.

Im Verlauf der weiteren Arbeit werde ich versuchen, theoretisch zu begründen, worin diese Kompetenz liegen könnte, und im praktischen Teil (3. Kapitel) werde ich versuchen, diese anhand von Brochs Werk aufzuzeigen.

⁸⁷ Baumann, Kurt / Sexl, Roman: Die Deutung der Quantentheorie. 2., überarbeitete Auflage. Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg 1986, S. 2.

⁸⁸ Bohr, Niels: Einheit des Wissens (1954). In: Ders.: Atomphysik und menschliche Erkenntnis. Aufsätze und Vorträge aus den Jahren 1930-1961. Mit einem Vorwort zur Neuauflage von Karl von Meyenn. Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg 1985, S. 76-91, hier S. 81.

⁸⁹ vgl. Scheibe, Erhard: Die Philosophie der Physiker. München: Beck 2006, S. 240 und Weizsäcker, Carl Friedrich von.: Aufbau der Physik. Hanser: München, Wien 1985, S. 538.

⁹⁰ vgl. Dawid, Richard: Grundprobleme der Philosophie der Physik. Kapitel 8: Grundideen der Quantenmechanik. Skriptum zur Vorlesung. Universität Wien 2011, S. 13.

⁹¹ Pietschmann, Herbert: Phänomenologie der Naturwissenschaft. Wissenschaftstheoretische und philosophische Probleme der Physik. 2., erweiterte Auflage. Wien: Ibera/European University Press 2007, S. 217.

1.4.2 Das Literarische ermöglicht Wissen

Wenn Literatur, wie oben behauptet, keinen eigenen Wissensgegenstand hat, so hat sie aber ihre Eigentümlichkeit, nämlich das Literarische.⁹² In dieser Eigentümlichkeit ist sie nach Joseph Vogl tief mit Wissen verwoben, denn jede Bildung von Wissen kann als genuin literarisch, im Sinne von fiktiv angesehen werden und besonders literarische Texte machen diesen fiktiven Begriffs- und Tatsachenbildungsprozess sichtbar. Das Literarische ist damit nicht auf Literatur im engeren Sinn eingegrenzt: „[...] dieses Fiktive durchzieht unterschiedslos Dichtung und Reflexion, Erzählung und Wissen.“⁹³

Weder die Begriffe, die wir bilden, noch die Tatsachen, die wir beobachten, können die Realität abbilden. Vogl sieht die Wörter als ebenso entfernt wie die Dinge von einer für uns unerreichbaren Realität an. Der Begriffs- und Tatsachenbildungsprozess entspricht der Kreuzung dieser doppelten Entfernung auf ein und derselben materiellen Ebene.⁹⁴ Von einer historischen Perspektive aus sind die Konturen eines entstehenden Wissens vorbegrifflich, jedoch nicht vordiskursiv.⁹⁵ In der ganzen Breite des Diskurses, bilden sich Kräfte, die das Wissen schließlich zu einem Begriff formen. Dabei überlagern sich verschiedenste und teilweise unterschiedliche Konzepte aus den verschiedenen Disziplinen.⁹⁶ Die Begriffe bilden sich demnach nicht, weil es ein evidentes Referenzsystem gebe.⁹⁷ „Es gibt keinen einfachen Begriff, es gibt keinen Begriff, der nicht auf einen Mannigfaltigkeit von Komponenten rekurriert.“⁹⁸

Damit ist nicht nur die Anschaulichkeit, die intuitive Gewißheit und Eindeutigkeit der Darstellung gefährdet; die Zeichenfunktion selbst hat sich vielmehr in eine nicht-signifikante Dichte zurückgezogen und mit dem Eingeständnis einer „wesenhaften Zweideutigkeit“ den objekthaften Status der Wirklichkeit unterlaufen. Die Begriffe der Wissenschaft sind also nicht substantiell, sondern relational; sie sind nicht homogen im Verhältnis zueinander, und mit dieser Zurückstellung der Objekthaftigkeit wird auch die Subjektivität selbst als Spielinstanz ihrer Verfahrensweise sichtbar.⁹⁹

⁹² vgl. Vogl, Joseph: Für eine Poetologie des Wissens. In: Richter, Karl / Schönert, Jörg u.a. (Hg.): Die Literatur und die Wissenschaften 1770-1930: Walter Müller-Seidl zum 75. Geburtstag. Stuttgart: M & P Verlag für Wissenschaft und Forschung 1997, S. 107-127, hier S. 124-125.

⁹³ ebda., S. 123.

⁹⁴ vgl. ebda., S. 122.

⁹⁵ vgl. ebda., 118.

⁹⁶ vgl. ebda., S. 114.

⁹⁷ vgl. ebda., S. 107

⁹⁸ ebda., S. 111.

⁹⁹ ebda., S. 111.

Die Tatsache wiederum formiert sich nicht unabhängig von der Begriffsbildung. „Es gibt in diesem Sinn keine Gegebenheit, und wer beobachtet, sieht zuallererst nichts.“¹⁰⁰ Denn „Beobachtung und Experiment sind nur unter dem Zwang vorausgehender Bahnungen möglich“¹⁰¹. Die Konstitution des Faktums verläuft also nicht vom Gegenstand zum Begriff, sondern in umgekehrte Richtung.¹⁰² „[D]ie Tatsache verfestigt sich zu einem bildhaften Rest nur als Ergebnis eines polemischen Eingriffs, einer polemischen Praxis, die sich nicht zuletzt noch in Beobachtung und Experiment manifestiert.“¹⁰³ Sie verfestigt sich wie der Begriff „kraft diskursiver Widerstände und Nötigungen“¹⁰⁴. Vogl schließt mit Bachelard: „Die Wissenschaft ist nicht real durch ihre Gegenstände, diese sind vielmehr bloß hypothetisch und „Metaphern“, deren Verbindung und Relation selbst als Realität figuriert.“¹⁰⁵

Wegen dieser komplexen Begriffs- und Tatsachenbildungsprozesse, die einer rein referentiellen Dimension vorausgehen, wird eine formal-logische Betrachtung der Erkenntnisprozesse vereitelt.¹⁰⁶ Das dahinterliegende Konzept ist viel mehr das Literarische. Vogl sieht daher eine poetologische Perspektive auf die Entstehung von Wissen gefordert, „die im Abbild den Prozeß seiner Verfertigung erkennt, die Tatsache als kollektive Schöpfung begreift und somit auf neue Weise *mimesis* und *poiesis* miteinander verknüpft“¹⁰⁷. Die von ihm postulierte *Poetologie des Wissens* untersucht die Herstellung von Wissensobjekten und Aussagen nach deren Inszenierung und Darstellbarkeit.¹⁰⁸ Damit rekurriert Vogl u.a. auf Nietzsches genealogisches Verfahren, „das in jeder strengen Begriffsbildung das Vergessen einer „primitiven Metaphernwelt“ reklamiert“¹⁰⁹ und auf Fleck, der in der Wissenschaft die Formen einer „objektiven Dichtung“ erkennt.¹¹⁰

Das Fiktive ist eine Sprachform, die die Distanz zu sich selbst aussagt, und ihre historische Materialität ausdrückt.¹¹¹ Das Literarische, das durch das Fiktive in besonderer Weise ausgezeichnet ist, macht „den Zwischenraum zwischen Repräsentation und Materialität der Zeichen sichtbar [...]“¹¹² und artikuliert so das Gemachtsein von Begriffen und Tatsachen und

¹⁰⁰ Vogl (1997), S. 114.

¹⁰¹ ebda.

¹⁰² vgl. ebda.

¹⁰³ ebda., S. 111.

¹⁰⁴ ebda., S. 115.

¹⁰⁵ ebda., S. 111.

¹⁰⁶ vgl. ebda., S. 114.

¹⁰⁷ ebda., S. 117.

¹⁰⁸ vgl. Vogl, Joseph: Einleitung. In: Poetologien des Wissens um 1800. München: Fink 1999, S. 7-16, hier S. 7.

¹⁰⁹ vgl. ebda., S. 13.

¹¹⁰ vgl. Vogl (1997), S. 116.

¹¹¹ vgl. ebda., S. 123.

¹¹² ebda., S. 125.

macht damit im weitersten Sinn den dahinterliegenden Formierungsprozess von Wissen sichtbar bzw. kann es, mit dem dahinterliegenden Prozess, gleichgesetzte werden, wenn man das Literarische wie Vogl als „jenes Selbstverhältnis der Sprache und jene fiktive Schicht, in der sich Gesehenes und Gelesenes, Wörter und Dinge aneinanderlagern und die Ordnung der Repräsentation unterbrechen“¹¹³ und das Fiktive mit Foucault als „die ins Wort gefaßte Äderung dessen, was es nicht gibt, so wie es ist“¹¹⁴ definiert.

Literarische Texte erhalten damit eine besondere „wissenschaftliche Relevanz“¹¹⁵: „Mit dieser Intransitivität ist das Literarische Produkt und zugleich Auflösungspunkt des Wissens, [...]. Und gerade mit dieser Intransitivität ist die Literatur [...] schließlich das atopische Moment, das gedacht werden muß, um die Topologie des Wissens zu denken.“¹¹⁶ „Jeder literarische Text schreibt [...] seine Poetologie des Wissens, mit der er jene negative Seite, jene Grenze von Sichtbarem und Sagbarem fortsetzt, korrigiert und verrückt und sich damit selbst in sein eigenes Außen bestimmt.“¹¹⁷

Anders formuliert Vogl den Zusammenhang von Wissen und Literatur: „Literatur wird schließlich durch eine Ordnung des Wissens selbst produziert – dort etwa, wo ihre Sprache wie keine andere beauftragt scheint, das Uneingestehbare zu sagen, das Geheimste zu formulieren, das Unsagbare ans Licht zu holen.“¹¹⁸

In diesem Zusammenhang wird Literatur eine enorme Kompetenz in der Produktion von Wissen eingeräumt. So formuliert Bohr passend dazu (mehr zum Zusammenhang von wissenschaftlicher und literarischer Sprache s. 2.2.2):

Die Bereicherung, die die Kunst uns geben kann, beruht auf ihrer Fähigkeit, uns Harmonien zu vermitteln, die jenseits systematischer Analyse bestehen. Man kann sagen, daß Dichtung, bildende Kunst und Musik eine Folge von Ausdrucksformen darstellen, in der ein immer weitergehender Verzicht auf die die wissenschaftliche Mitteilung kennzeichnende Forderung nach Definition der Phantasie freieren Spielraum läßt. Besonders in der Poesie wird dieses Ziel durch Zusammenstellung von Worten erreicht, die sich auf wechselnden Beobachtungssituationen beziehen und dadurch mannigfaltige Seiten menschlicher Erfahrung gefühlsmäßig verbinden.¹¹⁹

Auch Broch spricht, wie bereits zitiert, von einer Totalität des Romans, die die wissenschaftliche Begriffsbildung nicht zu liefern vermag.¹²⁰ Schon in der Romantik stilisierte man die Literatur „zur Instanz einer höheren oder umfassenderen Wahrheit“¹²¹. Im

¹¹³ Vogl (1999), S. 125

¹¹⁴ Foucault, Michel: Distanz, Aspekt, Ursprung. In: Ders.: *Schriften in vier Bänden. Dits et écrits*, Band 1: 1954-1969. Hg. v. Daniel Defert und François Ewald. Frankfurt/Main: Suhrkamp 2001, S. 370-387.

¹¹⁵ vgl. Vogl (1999), S. 125.

¹¹⁶ ebda.

¹¹⁷ ebda., S. 124.

¹¹⁸ ebda.

¹¹⁹ Bohr (1954), S. 88.

¹²⁰ vgl. Broch (1950), S. 324.

¹²¹ Richter/Schönert u.a. (1997), S. 31.

Gegensatz zur Wissenschaft wird ihrem Erkenntnisanspruch eine Universalität eingeräumt.¹²² Geistige Begründer dieser Epoche setzen bei der Erreichung des übergeordneten gesellschaftlichen Ziels – der Freiheit – alles auf die Ästhetik, vor allem der Poesie kommt dabei eine wichtige Rolle zu. Die Grundthese lautet, dass man sich nur innerhalb der Ästhetik eine Idee von etwas machen könne, genau darin liege ihr Sinn. Das Begreifen einer Idee ohne Ästhetik könne daher nicht funktionieren. So heißt es in einem Traktat der Zeit, das vermutlich mitunter von Hegel stammt: „Ich bin nun überzeugt davon, dass der höchste Akt der Vernunft, der, indem sie alle Ideen umfaßt, ein ästhetischer Akt ist und daß Wahrheit und Güte nur in der Schönheit verschwistert sind.“¹²³ Die Rolle der Ästhetik heben auch Physiker hervor, wenn sie über die Gestalt von physikalischen Formeln sprechen: „gerade durch diese Einfachheit, durch diese Unentbehrlichkeit jedes Wortes, jedes Buchstabens, jedes Strichelchens kommt der Mathematiker unter allen Künstlern dem Weltenschöpfer am nächsten;“¹²⁴ Hegel jedenfalls sieht in der Poesie die Verbindung von Ästhetik und Geistigkeit und nennt sie deshalb die „Lehrerin der Menschheit“.¹²⁵

Im 20. Jhd. ändert sich die Auffassung der festgefügten Relation von Wissen, Wissenschaft und Wahrheit. Wahrheit wird nicht länger als unabhängig vom Subjekt gesehen. Für den Wahrheitsanspruch der Literatur hat das die Folge, dass er ihr nicht mehr wegen ihrer Universalität zugesprochen wird, sondern wegen ihrer Individualität.¹²⁶

Weniger fundamental als Vogl, aber noch immer sehr eindeutig, sieht auch Klausnitzer in der Eigentümlichkeit des Literarischen Wissen begründet, zumindest sieht er einen Zusammenhang zwischen genuin Literarischem und Wissen(-schaft). Er verwendet in diesem Zusammenhang – wohl in Anlehnung an Jakobson – den Begriff der poetischen Funktionen (s. 1.1). Nach dem Jakobsonschen Kommunikationsmodell kann man jedem Faktor einer Sprachhandlung (Sender, Empfänger, Mitteilung, Kontext, Code, Kontakt) eine ihm eigentümliche Funktion zuordnen.¹²⁷ „Die Ausrichtung auf die Botschaft um ihrer selbst willen, stellt die poetische Funktion dar.“¹²⁸ Die einzelnen Funktionen auf bestimmte Arten von Kommunikation zu isolieren, ist nicht sinnvoll, da im Sprechakt alle Funktionen beteiligt

¹²² vgl. Richter/Schönert u.a. (1997), S. 31.

¹²³ Hegel, Friedrich: Das älteste Systemprogramm des deutschen Idealismus. In: Ders.: Werke. Band 1. Frühe Schriften. Hg. v. Eva Moldenhauer und Karl Markus Michel. Frankfurt/Main: Suhrkamp 1979, S. 234-237, hier 235.

¹²⁴ Boltzmann, Ludwig: Gustav Robert Kirchhoff. Festrede zur Feier des 301. Gründungstages der Karl-Franzens-Universität zu Graz. Leipzig: Barth 1888, S. 29.

¹²⁵ vgl. Hegel (1979), S. 235.

¹²⁶ Richter/Schönert u.a. (1997), S. 32.

¹²⁷ vgl. Jakobson (1960), S. 88.

¹²⁸ ebda. S. 92.

sind, doch kann man feststellen, dass im Fall der literarischen Kommunikation die poetische Funktion vorherrschend ist.¹²⁹ Die poetische Funktion hat sämtliche Stilmittel zur Folge, bei der das Verfahren der Äquivalenz zur Sequenzenbildung konstitutiv wurde.¹³⁰ Entscheidend ist, dass die poetische Funktion in jedem Sprechakt, also auch in der Alltagskommunikation oder wissenschaftlichen Kommunikation vorhanden ist.

Während Jakobson die poetischen Funktion auf linguistischer Ebene analysiert, zieht Klausnitzer die Kreise weiter. Er definiert die poetische Funktion als „Muster und Regularien wechselseitiger Beobachtungen, Einfluss- und Übernahmen, die Poesie und Wissenschaften so miteinander verbinden, dass nicht nur topische Differenzen von res fictae und res factae schwinden, sondern poetische Formen und literarische Strukturen als ordnende Formulare auch Eingang in die Erzeugung und Kommunikation eines spezialisierten wissenschaftlichen Wissens finden“¹³¹.

Konkret bedeutet das, dass diese wechselseitige Bezugnahme zwischen den Wissenskulturen zur Folge hat, dass die Wissenschaft narrative Verfahren (z.B. die Fallgeschichte oder den Reisebericht), rhetorische Elemente (z.B. die Metapher) und Mittel der Fiktion (Gedankenexperiment) zur Darstellung ihrer Erkenntnisse nutzt.¹³²

Allgemeiner formuliert, kann man sagen, dass die Literatur für die Wissenschaft formal und inhaltlich ein Reservoir an Ideen und Ästhetik sein kann,¹³³ auch wenn die Umkehrung dieser Beziehung, die Wissenschaft als Ideenspender für die Literatur, wohl stärker ausgeprägt ist.

Der Metapher kommt nach Klausnitzer dabei eine besondere Bedeutung zu. Seit Aristoteles gilt sie sowohl als stil- als auch als erkenntnisförderndes Mittel. Durch den uneigentlichen Wortgebrauch werden Inhalte veranschaulicht, vergegenwärtigt und verlebt. Denn um eine Metapher zu verstehen, muss eine Erkenntnisleistung erbracht werden, indem man die Ähnlichkeit zum eigentlich Gemeinten erkennen muss. Durch diesen Prozess wird eine Sinnstiftung ermöglicht, sowohl in Dichtung, eigentlicher Rhetorik, wenn man also jemanden von einem Argument überzeugen will, als auch in der Wissenschaft, wenn es darum geht, Inhalte darzustellen. Ein kurzer Blick, so Klausnitzer, auf wissenschaftliche Texte zeigt nämlich, dass Metaphern nicht nur als Schmuck eingesetzt werden, sondern für die Darstellung wesentlich sind.¹³⁴

¹²⁹ vgl. Jakobson (1960), S. 92.

¹³⁰ vgl. ebda., S. 94.

¹³¹ Klausnitzer (2008), S. 254.

¹³² vgl. ebda., S. 8, 254.

¹³³ vgl. ebda., S. 8.

¹³⁴ vgl. ebda., S. 257-258.

Zusammenfassend lässt sich mit Vogl sagen, dass Literatur selbst Gegenstand von Wissen wird, wenn „sie eine bestimmte Art des Kommentierens hervorgerufen und die Möglichkeit eines eigentümlichen Sprechens über das Sprechen geschaffen hat“.¹³⁵ Sie kann also sprachliches Wissen in besonderer Wiese elaborieren und anderen Disziplinen zur Verfügung stellen.

Dieser Prozess tritt laut Klausnitzer in besonderen Maße ein, als sich die Literatur ab Mitte des 18. Jahrhunderts als autonome Kunst versteht und jede Pflichtzuweisung, wie etwa die lange vorherrschende Aufgabe der Belehrung, abweist.¹³⁶ Literatur produziert Zeichenkomplexe, die erst zu interpretieren sind. Durch diesen Deutungsprozess können Erkenntnisse hervorgebracht und verändert werden. In jedem Fall konzentriert sich die Literatur auf ihre „besondere selbstbezügliche Gestaltung“ und setzt sich mit Sprache an sich auseinander.¹³⁷ Diese Entwicklung scheint zu Beginn des 20. Jahrhunderts in der Sprachkrise zu kulminieren.

Die Sprachkrise selbst kann man mit den Worten Foucaults selbst als diskursive Formation auffassen, in dem Sinn, dass sie für verschiedenste Disziplinen produktiv/bestimmend/maßgebend war. In der Literatur, in der Philosophie und auch wie bereits angedeutet in der Quantenmechanik stellt sich ungefähr gleichzeitig das Problem der sprachlichen Beschreibung von Prozessen ein. Wie diese Sprachkrisen miteinander in Verbindung gebracht werden können, werde ich im nächsten Kapitel etwas genauer erläutern, dazu ist es nämlich nötig, das Beschreibungsproblem der Quantenmechanik genauer zu analysieren.

1.4.3 Literatur generiert Wissen

Literatur kann also durch ihre Eigentümlichkeit als Bedingung von Wissen angesehen werden; in ihrer besonderen Darstellungsart kann sie aber noch mehr.

Indem Dichtung nicht mimt, was wirklich geschehen ist, sondern nach den Regeln der Wahrscheinlichkeit darstellt, was geschehen könnte, macht sie zugleich viel allgemeinere, philosophischere Aussagen als etwa die Geschichtsschreibung, die nur den Einzelfall schildert. Mit diesem Modellcharakter rechtfertigte man bereits in der Antike die Literatur.¹³⁸

¹³⁵ Vogl (1997), S. 124.

¹³⁶ vgl. Klausnitzer (2008), S. 6.

¹³⁷ vgl. ebda., S. 7.

¹³⁸ vgl. ebda., S. 4-5.

Werden fiktive Problemlösungen durchgespielt, kann dadurch auch neues Wissen gewonnen werden.¹³⁹ Klausnitzer spricht in diesem Zusammenhang von hypothetischem Wissen und Möglichkeitsräumen.¹⁴⁰ Er geht davon aus, dass sich mit der Autonomisierung von der Literatur als Kunst in der Mitte des 18. Jahrhundert in experimentellen Anordnungen hypothetisches Wissen getestet wird.¹⁴¹ Die entworfenen Szenarien speisen sich zwar aus Wissen und Erfahrungen, die aus der Welt entnommen sind, doch hat Literatur keine reine Abbildungsfunktion, sondern konstituiert dabei etwas Neues, einen Möglichkeitsraum.¹⁴² Dabei spielt das sogenannte hypothetische Wissen eine Rolle, „das Abwesendes wie Vergangenheit und Zukunft thematisiert, Unsichtbares wie Gedanken und Gefühle sichtbar macht.“¹⁴³ Entscheidend ist dabei, dass Literatur „in der simulativen Gestaltung von Handlungsvarianten in imaginierten Möglichkeitsräumen“¹⁴⁴ die Grenzen des Wirklichkeitsraumes überschreitet. Klausnitzer bezeichnet Literatur schließlich als „ein faszinierend unterhaltendes Probehandeln; literarische Texte spielen durch Imaginationen Möglichkeiten durch, die in der Begrenztheit unserer empirischen Existenz nicht realisierbar sind“¹⁴⁵. Literarische Texte können also „das spezifisch menschliche Potential der Einbildungskraft frei[setzten]“¹⁴⁶.

Für die Generierung von Wissen in der Literatur kann man drei Möglichkeitsbedingungen angeben, die miteinander korrelieren und nur aus heuristischen Gründen getrennt werden. Erstens ist die moderne Literatur vom Alltagsdruck und von der Forderung nach pragmatischer Verständigung entlastet und hat somit mehr Spielraum, kann also die Grenzen des Sagbaren verschieben.¹⁴⁷ Zweitens kann sie in ihrer Eigentümlichkeit die Affekte berühren. Damit schafft sie die Einheit von kognitivem und emotionalem Potential, also von Bedeutung und Sinnlichkeit.¹⁴⁸ Drittens kann Literatur durch ihren eigenen Sprachgebrauch, etwa durch die Verwendung von metaphorischer Rede, zu einer aktiven Aneignung anregen (s. 1.4.2).

¹³⁹ vgl. Richter/Schönert u.a. (1997), S. 28.

¹⁴⁰ vgl. Klausnitzer (2008), S. 44-45.

¹⁴¹ vgl. ebda., S. 6.

¹⁴² vgl. ebda., S. 44.

¹⁴³ ebda., S. 42.

¹⁴⁴ ebda., S. 5.

¹⁴⁵ ebda., S. 45.

¹⁴⁶ ebda., S. 7.

¹⁴⁷ vgl. ebda., S. 5-6.

¹⁴⁸ vgl. ebda., S. 5.

In diesem Zusammenhang spricht der Autor Alfred Döblin von einem „nicht begrifflichen Wissen“¹⁴⁹. Gemeint ist damit, dass bei der Rezeption eines literarischen Werks die aufgenommenen Wissenselemente nicht oder nicht nur kognitiv verarbeitet werden, sondern dass das Identifizieren und Verarbeiten einzelner Wissenselemente überlagert oder ersetzt wird durch Formen affektiver Aneignung.¹⁵⁰ Durch diesen Prozess kann ein Mehr an Bedeutung generiert werden.

Vogl dehnt diesen Ansatz dahingehend aus, dass er Literatur als „Funktionselement von Wissen“¹⁵¹ bezeichnet. Das ist der Fall, wenn Literatur „das Feld einer schöpferischen Subjektivität auf herausragende Weise besetzt“¹⁵².

1.4.3.1 Rückspeisung

Die weitere Frage, die sich stellt, ist, ob Wissen, das von der Literatur generiert wird, in den wissenschaftlichen Diskurs wieder zurückgespeist wird. In Kapitel (1.4.2) wurde bereits gezeigt, dass Literatur durch die Konzentration auf ihre Eigentümlichkeit eine Art von Wissen generiert, das für andere Disziplinen eine Bedingung von Produktion und Darstellung von Wissen ist.

Wie sieht es mit anderen Wissensbeständen aus?

Ein Blick auf die Wissenschaftsgeschichte zeigt, dass wissenschaftliches Wissen aufgrund nicht-wissenschaftlicher Wissenvoraussetzungen gewonnen werden kann. Es ist also möglich, dass Wissen, das von der Literatur gewonnen wird, wissenschaftliches Wissen hervorbringt, beziehungsweise wissenschaftliches Wissen solch ein Wissen integriert.¹⁵³

Das betrifft nach Klinkert jedoch nicht jede Art von Wissen, das die Literatur generiert. Er unterscheidet zwei Arten von Wissen, ein Wissen „welches seinen Ort eigentlich in einem außerliterarischen Zusammenhang hat“¹⁵⁴ und ein „sprachlich induziertes Wissen“.¹⁵⁵ Ersteres kann in den wissenschaftlichen Diskurs aufgenommen werden, in dem Sinn, dass die Literatur ein Wissen zur Verfügung stellt, das vorher noch nicht da war. Beispiele finden sich etwa im psychiatrischen Diskurs. So enthält etwa Büchners *Lenz* eine komplette

¹⁴⁹ Döblin, Alfred: Die Dichtung, ihre Natur und ihre Rolle. Mainz: Verlag der Akademie der Wissenschaften und Literatur 1950, S. 23.

¹⁵⁰ Richter/Schönert u.a. (1997), S. 29.

¹⁵¹ Vogl (1999), S. 15.

¹⁵² ebda.

¹⁵³ vgl. Richter/Schönert u.a. (1997), S. 15.

¹⁵⁴ Klinkert (2011), S. 121.

¹⁵⁵ ebda.

Symptombeschreibung einer psychischen Krankheit, die von der Wissenschaft erst viel später erbracht wird.¹⁵⁶

Letzteres, das sprachlich induzierte Wissen, stellt ein Wissen dar, das sich nur im sprachlichen Vollzug einstellt.¹⁵⁷ Gemeint ist damit wohl ein „nicht begriffliches Wissens“ à la Döblin. Die Aufnahme eines solchen Wissens in den wissenschaftlichen Diskurs ist nicht ausgeschlossen, nur sehr schwer nachzuweisen.

Richter, Schönert und Titzmann folgern in ihrem Sammelband, dass der Begriff *literarisch generiertes Wissen* erst anerkannt wird, wenn, wie im skizzierten ersten Fall, eine Verbindung zwischen literarisch formuliertem Wissen und wissenschaftlich organisiertem Wissen festgelegt wurde. Das bedeutet, dass Literatur zwar als eigenständige Wissensordnung (vgl. Vogl) anerkannt wird, doch der Status *Wissen* wird von den Wissenschaften bestimmt.¹⁵⁸ Das entspricht dem Luhmannschen Konzept der *Autopoiesis*. Es ist die Funktion der Wissenschaften, Wissen zu generieren, das dem Wahrheitskriterium unterliegt.¹⁵⁹ Das bedeutet, aber nicht, dass Literatur keinen Einfluss auf die Generierung von Wissen hat. Titzmann räumt der Literatur die Möglichkeit ein, durch Vermittlungsoperationen (s. 1.4.4) bestimmte Wissensbestände in „das gegebene Denk- und Wissenssystem“ zu integrieren.¹⁶⁰ Daraus kann man den Schluss ziehen, dass Literatur dazu beitragen kann, dass eine weitere Auseinandersetzung – etwa auch eine wissenschaftliche – mit den von der Literatur vermittelten Wissensbeständen stattfinden kann. Richter, Schönert und Titzmann fassen zusammen: „Literatur wird zum Ort der Erzeugung von Wissen, das erst in der nachfolgenden Korrespondenz oder Bestätigung durch Wissensproduktion der Wissenschaften als kulturell relevantes Wissen gilt.“¹⁶¹

1.4.4 Literatur kann Wissensbestände vermitteln und popularisieren

Eine weitere Funktion von Literatur in Bezug auf Wissen liegt darin, dass sie dazu beitragen kann, wissenschaftliche Bestände zu vermitteln und zu popularisieren.

Wie in (1.4.1) bereits erörtert, entzieht sich vor allem die Naturwissenschaft einem breiten Publikum. Im Sinne einer allgemeinen Verstehbarkeit werden Inhalte transformiert, wenn sie

¹⁵⁶ vgl. Klinkert (2011), S. 121.

¹⁵⁷ vgl. ebda.

¹⁵⁸ Richter/Schönert u.a. (1997), S. 29-30.

¹⁵⁹ vgl. Klinkert (2001), S. 129, 130.

¹⁶⁰ vgl. Titzmann (1997), S. 305.

¹⁶¹ Richter/Schönert u.a. (1997), S. 30.

in die Literatur aufgenommen werden bzw. verwendet der Benutzer bereits eine Quelle, die zu einem bestimmten Grad popularisiert wurde.¹⁶²

Bei der wie auch immer gearteten Vermittlungsoperation kann es, wie etwa Karsten Könneker im Fall der Relativitätstheorie zeigt, zu gravierenden Fehlinterpretationen kommen.¹⁶³

Schließlich kann so aber spezialisiertes gruppenspezifisches Wissen zum allgemeinem Gegenstand oder zumindest über die „wissensproduzierende Gruppe“ hinaus verbreitet werden.¹⁶⁴

Ursache dafür ist wohl, dass die Literatur bei der Verarbeitung wissenschaftlicher Inhalte nicht nur vereinfacht oder reduziert, sondern durch die besondere Darstellungsweise – wie bereits in 1.4.3 dargestellt – die Affekte berührt¹⁶⁵ und zu einer aktiven Auseinandersetzung anregt. Ein Zugang zu den Inhalten wird dadurch erleichtert, und die Vermittlung ist wohl nachhaltiger.

Durch die Vermittlungsfunktion der Literatur speist Literatur im Sinn von Foucault Wissenobjekte in den Diskurs zurück und formiert ihn dadurch mit.

Das Besondere daran ist, dass Literatur auch Nicht-Wissen, „Wissen, das in den Wissenschaften nicht (oder noch nicht) aufgenommen wird, bewahren und im öffentlichen Gespräch halten [kann]“¹⁶⁶.

1.5 Zusammenfassung: Arten der Wechselbeziehung zwischen Literatur und Wissenschaft

Die Beziehung von Literatur und Wissen(-schaft) ist, wie ich versucht habe zu zeigen, eine wechselseitige. Für meine weitere Analyse möchte ich nun ein Modell erstellen, dass die einzelnen Facetten dieser wechselseitigen Beziehung, zusammenfasst.

1. Literatur nimmt Wissensbestände auf und verarbeitet sie.

¹⁶² vgl. Maillard/Titzmann (2002), S. 19-21.

¹⁶³ vgl. Könneker, Karsten: „Ungereimtheiten und Absurditäten“. Zur Vulgarisierung der Relativitätstheorie im 2. und 3. Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts. In: Maillard, Christine / Titzmann, Michael (Hg.): Literatur und Wissen(schaften) 1890-1935, Stuttgart, Weimar: Metzler 2002, S. 51-72.

¹⁶⁴ vgl. Richter/Schönert u.a. (1997), S. 14.

¹⁶⁵ vgl. Klausnitzer (2008), S. 5.

¹⁶⁶ Richter/Schönert u.a. (1997), S. 30.

2. Das Literarische ermöglicht Wissen, in dem Sinn, dass das Fiktive als der Formierungsprozesse von Begriffen und Tatsachen aufgefasst werden kann. Außerdem kann es der Wissenschaft Darstellungs- und Produktionsmittel zur Verfügung stellen.

3. Literatur generiert durch Ästhetik und Fiktion Wissen, und wissenschaftliche Diskurse können prinzipiell darauf zurückgreifen.

4. Literatur verbreitet und popularisiert Wissensbestände, speist sie damit in den Diskurs zurück und formiert ihn dadurch.

Zusammenfassend kann man wie Gamper sagen: Literatur kann Wissen „ergänzen, erweitern, vermitteln, veranschaulichen, popularisieren, darstellen, verarbeiten, reflektieren, problematisieren, antizipieren und hervorbringen, indem sie es rhetorisch formiert, narrativ relationiert und fiktional erprobt.“¹⁶⁷

¹⁶⁷ Gamper (2012), S. 14.

2. Quantenmechanischer Diskurs

Nachdem ich den Zusammenhang von Literatur und Wissen/Wissenschaft theoretisch dargestellt habe, möchte ich nun einen Aspekt dieses Zusammenhangs näher untersuchen. In 1.4.1 habe ich dargelegt, dass sich Literatur eines jeden wissenschaftlichen Diskurses durch entsprechende Transformation bedienen kann, bzw. – mit Foucault gesprochen – wissenschaftliche Texte und Literatur Positivität ein und derselben diskursiven Formation sind. Diesen Aspekt möchte ich nun anhand des Diskurses Quantenmechanik näher untersuchen, um im darauffolgenden Kapitel eine praktische Analyse anhand eines literarischen Werkes zu machen. In dem Zusammenhang wurde bereits angedeutet, dass in der Kopenhagener Deutung der Quantenmechanik das Beschreibungsproblem von atomaren Prozessen letztlich mit einem sprachlichen Problem korreliert. Deshalb habe ich die These aufgestellt, dass die Literatur eine besondere Kompetenz in der Verarbeitung des Darstellungsproblems hat, die noch genauer zu bestimmen ist. Ich werde zeigen, dass in Folge dessen die Literatur die der Quantenmechanik eigentümlichen Beschreibungsweise von Zuständen für sich produktiv machen kann, und umgekehrt die Quantenmechanik bei der Beschreibung auf das Literarische zurückgreift.

Dazu ist es notwendig, etwas weiter auszuholen und den quantenmechanischen Diskurs mit Hauptaugenmerk auf die Kopenhagener Deutung darzustellen. Zunächst werde ich die Entwicklung der Quantenmechanik bis zur Kopenhagener Deutung darstellen, um anschließend auszuführen, worin diese Deutung besteht.

2.1 Die Entwicklung der Quantentheorie

Ausgangspunkt für die Entstehung der Quantentheorie war, dass neue experimentelle Befunde nicht mit den bisher bekannten Naturgesetzen sinnvoll beschrieben werden konnten. Rekapituliert man die Schritte, die zur Formulierung der Quantentheorie geführt haben, kann man Plancks Strahlungsgesetz von 1900 an den Anfang setzen. Mit diesem Gesetz konnte er das Emissionsspektrum eines schwarzen Körpers, der erhitzt wird, korrekt vorhersagen. Wo andere Theorien versagten, hatte Planck Erfolg, weil er die elektromagnetische Strahlung auf thermodynamische Prozesse zurückführte. Völlig neu war an dieser Theorie, dass der

Energieaustausch zwischen dem elektromagnetischem Feld und den Atomen im schwarzen Körper nicht kontinuierlich ist, sondern diskret.¹⁶⁸

Da Planck von seinen früheren Untersuchungen her die Formel leicht in eine Aussage über das strahlende Atom (den sogenannten Oszillator) übersetzen konnte, muß er wohl bald herausgefunden haben, daß seine Formel so aussah, als könnte der Oszillator seine Energie nicht stetig ändern, sondern nur einzelne Energiequanten aufnehmen, als könnte er nur in bestimmten Zuständen oder, wie der Physiker sagt, diskreten Energienstufen existieren. Dieses Ergebnis war so verschieden von allem, was man aus der klassischen Physik wußte, daß Planck sich sicher am Anfang geweigert hat, es zu glauben.¹⁶⁹

Einstein wendete diese revolutionäre Hypothese später korrekt an, um andere Phänomene zu erklären. Im Rahmen des photoelektrischen Effekts postulierte er, dass nicht nur die Strahlungswerte der Atome quantisiert sind, also nur diskrete Werte annehmen können, sondern dass elektromagnetische Wellen selbst auch aus Quanten von Energie bestehen. Diese Energie ist proportional zur Frequenz der jeweiligen Welle. Die Proportionalitätskonstante ist jene, die Planck bei seinem Strahlungsgesetz herausgefunden hat. Weiters zeigte er, dass die experimentellen Werte für die spezifische Wärme fester Körper erklärt werden konnten, wenn man die Planck'sche Quantenhypothese anwendet. Beim Planck'schen Wirkungsquantum schien es sich also um etwas Fundamentales zu handeln, das in verschiedensten Erfahrungsbereichen seine Anwendung findet.¹⁷⁰ Einstein brachte aber nicht nur Einigung. Mit seiner Lichtquantentheorie entwarf er ein Bild, das im Widerspruch zur Wellentheorie von Licht stand, eine Theorie die man etwa bei Interferenzerscheinungen nicht umgehen konnte.¹⁷¹

Dennoch hielt die Quantisierungsthese weiter Einzug in die Physik. Nachdem Rutherford durch seine Streuexperimente Wesentliches zum Aufbau des Atoms herausfand, entwarf 1913 Niels Bohr ein quantisiertes Atommodell als Antwort auf die Frage nach der bis dato nicht zu erklärenden Stabilität des Atoms. Nach diesem Modell können sich Elektronen nur in bestimmten Energieniveaus aufhalten, diese Energieniveaus entsprechen auch den Linienspektren, die man erhält, wenn man Atome anregt. Sommerfeld schuf später eine präzise mathematische Beschreibung dieses Modells. Für einfache Fälle konnte man tatsächlich auf der Grundlage des Modells die Frequenzen für Linienspektren voraussagen, doch leider konnte dieses Modell den experimentellen Befunden nicht durchgehend standhalten, und es taten sich weitere Fragen auf.¹⁷² Das Hauptproblem kreiste um die Bewegung der Elektronen im Atom. Die Idee war, in den Frequenzen und Intensitäten der

¹⁶⁸ vgl. Heisenberg, Werner: Die Geschichte der Quantentheorie (1959a). In: Ders.: Quantentheorie und Philosophie. Vorlesungen und Aufsätze. Hg. v. Jürgen Busche. Stuttgart: Reclam 1979, S. 3-21, hier S. 3-4.

¹⁶⁹ ebda., S. 4.

¹⁷⁰ vgl. ebda., S. 6-7.

¹⁷¹ vgl. ebda., S. 5-7.

¹⁷² vgl. ebda., S. 8-9.

Spektrallinien mittels Fourier-Analyse die Umlaufsfrequenzen und Intensitäten der Elektronen im Atom zu sehen,¹⁷³ also von der ausgesandten Frequenz auf die Elektronenbahn zu schließen. Die emittierte Frequenz der angeregten und in den Grundzustand zurückfallenden Elektronen entspricht jedoch nicht durchwegs der Frequenz der Elektronen, wie man sie etwa bei freien Elektronen in der Nebelkammer beobachten konnte.¹⁷⁴ Ein anderes Problem, das zeitgleich immer augenscheinlicher wurde, war die Beschreibung von Licht: Welle oder Teilchen. Das Experiment von Compton lieferte wieder einen Zuschlag für die Interpretation als Teilchen, doch konnte man die Welleneigenschaft des Lichts nicht übergehen. Je nach Experiment ergeben sich unterschiedliche Interpretationen, die nicht zu vereinbaren waren.¹⁷⁵

Heisenberg schildert, dass je tiefer man in die zu beschreibende Materie vordrang, immer mehr Widersprüche zur klassischen Beschreibung auftauchten. Die Leistung der Physiker bestand darin, mit der Zeit zu lernen, mit dem widersprüchlichen Erfahrungsmaterial, dem sie ausgesetzt waren, umzugehen und die richtigen Fragen zu stellen.¹⁷⁶

Allmählich, im Anfang der zwanziger Jahre, wurden die Physiker mit diesen Schwierigkeiten vertraut. Sie erwarben ein allerdings noch unklares Gefühl dafür, wo die Schwierigkeiten wahrscheinlich auftreten, und lernten, wie man sie vermeiden konnte. Sie wußten schließlich, welche Beschreibung eines Atomvorgangs für ein gegebenes Experiment zu den richtigen Resultaten führen würde.¹⁷⁷

Von einem widerspruchsfreien Bild der Quantenvorgänge war man zwar noch weit entfernt, doch internalisierten die Physiker „irgendwie den Geist der Quantentheorie“, indem sie sich von der Verbindlichkeit von Begriffen (Elektronenbahn, Welle, Teilchen) ein Stück weit lösten und je nach Experiment eine geeignete Beschreibung wählten.¹⁷⁸ „Man gewöhnte sich daran, dass die Begriffe und Bilder, die man aus der früheren Physik in den Bereich der Atome übertragen hatte, dort nur halb richtig und halb falsch sind; dass man für ihre Anwendung keine allzu strengen Maßstäbe anlegen darf.“¹⁷⁹

Diese Freiheit führte schließlich dazu, dass einige Zeit später ein widerspruchsfreier mathematischer Formalismus für atomistische Vorgänge hervorgebracht wurde. Eine

¹⁷³ vgl. Baumann/Sexl (1986), S. 8.

¹⁷⁴ vgl. Heisenberg (1959a), S. 9.

¹⁷⁵ vgl. ebda., S. 12-13.

¹⁷⁶ vgl. ebda., S. 10.

¹⁷⁷ ebda., S. 11.

¹⁷⁸ vgl. Heisenberg, Werner: Die Quantenmechanik und ein Gespräch mit Einstein (1969). In: Ders.: Quantentheorie und Philosophie. Vorlesungen und Aufsätze. Hg. v. Jürgen Busche. Stuttgart: Reclam 1979, S. 20-31, hier S. 20-21.

¹⁷⁹ ebda., S. 23.

besondere Stellung räumt Heisenberg in diesem Zusammenhang dem Gedankenexperiment ein.¹⁸⁰

Zwei unterschiedliche Ansätze führten zur mathematischen Formulierung. Die eine ging laut Heisenberg vom Bohrschen Korrespondenzprinzip aus.¹⁸¹ Wie bereits erwähnt, scheiterte der Versuch, die Frequenzen und Intensitäten, die man durch die Spektralanalyse erhielt, mit den Bewegungsbahnen der Elektronen im Atom zu verbinden. Eine Übereinstimmung fand man nur für den Grenzwert hoher Quantenzahlen. Bohr führte deshalb 1920 in dem Aufsatz *Über die Serienspektra der Elemente*¹⁸² das sogenannte Korrespondenzprinzip ein. Es besagt, dass die Intensität der emittierten Spektrallinien den Intensitäten der entsprechenden harmonischen Oberschwingungen der Elektronen nur ungefähr entsprechen soll. Das heißt, nur im Grenzfall hoher Quantenzahlen, ergibt die emittierte Strahlung durch ihre Frequenz und Intensität ein Bild von der Elektronenbahn.¹⁸³ Die Hauptaussage war also zunächst, dass eine klassische Beschreibung der atomaren Phänomene nur im Grenzwert mit einer quantentheoretischen Beschreibung übereinstimmt.¹⁸⁴ Für niedrigere Quantenzahlen musste man den Begriff der Elektronenbahn zunächst aufgeben.¹⁸⁵

Das brachte Heisenberg dazu, mikrophysikalische Prozesse nicht künstlich auf klassische Beschreibungsmodelle (nämlich in Form von Gleichungen für Ort und Geschwindigkeit von Elektronen¹⁸⁶) zurückzuführen. Heisenberg verfolgte diesen Ansatz und schaffte so die Grundlage für eine widerspruchsfreie mathematische Beschreibung von Quantenvorgängen, die Matrizenmechanik bzw. allgemein die Quantenmechanik.¹⁸⁷ Sie wurde von Jordan und Born mit ausgebaut. Als Leitprinzip stellte Heisenberg seinem Aufsatz *Über quantentheoretische Umdeutung kinematischer und mechanischer Beziehungen* von 1925 Folgendes voran: „In der Arbeit soll versucht werden, Grundlagen zu gewinnen für eine quantentheoretische Mechanik, die ausschließlich auf Beziehungen zwischen prinzipiell beobachtbaren Größen basiert.“¹⁸⁸ Als einzige beobachtbare und damit unbezweifelbare Größen der Atome sieht er die Frequenzen und Intensitäten ihrer Spektrallinien an.¹⁸⁹ So etwas wie eine Umlaufbahn der Elektronen um den Atomkern ist direkt nicht beobachtbar,

¹⁸⁰ vgl. Heisenberg (1959a), S. 11-12.

¹⁸¹ vgl. ebda., S. 14.

¹⁸² vgl. Bohr, Niels: Über die Serienspektra der Elemente. In: Zeitschrift für Physik 2 (1920), S. 424-469.

¹⁸³ vgl. Heisenberg (1959a), S. 14.

¹⁸⁴ vgl. Emter (1995), S. 37.

¹⁸⁵ vgl. Heisenberg (1959a), S. 14.

¹⁸⁶ vgl. ebda., S. 15.

¹⁸⁷ vgl. ebda., S. 15.

¹⁸⁸ Heisenberg, Werner: Über quantentheoretische Umdeutung kinematischer und mechanischer Beziehungen. In: Zeitschrift für Physik 33 (1925), S. 879-893, hier S. 879.

¹⁸⁹ vgl. Baumann/Sexl (1986), S.8.

man soll daher nicht versuchen, klassische Bewegungsgleichungen mit Größen für Ort und Geschwindigkeit aufzustellen. Stattdessen kann man Gleichungen für die Frequenz und Amplitude entwerfen. Die korrekte Darstellung dieser Größen und deren Verhältnisse lassen sich nur im Formalismus der Matrizenrechnung darstellen.¹⁹⁰ „Gerade in diesem abstrakten Schema lassen sich die beobachtbaren Größen wie Meßwerte und Übergangswahrscheinlichkeiten zusammenfassen, ohne sie in das unbeobachtbare klassische Modell des Teilchens eintragen zu müssen.“¹⁹¹ Die Grundpfeiler dieser neuen Mechanik fußten auf der klassischen Theorie; Heisenberg spricht deshalb davon, eine neue Mechanik in Analogie zur klassischen Mechanik zu bilden.¹⁹² Bohrs Korrespondenzprinzip wurde dahingehend ausgeweitet, dass die „Quantentheorie [...] als das Ergebnis des Übergangs von einer vorgegebenen klassischen Theorie zu einer neuen, ihr entsprechenden Theorie aufgefaßt [wird]“¹⁹³ und dass „umgekehrt die klassische Theorie als Grenzfall für große Quantenzahlen folgt.“¹⁹⁴ Bohrs Komplementaritätsprinzip, das im Rahmen seines Atommodells formuliert wurde, erhält damit eine allgemeine Gültigkeit und man kann es wie Weizsäcker auf folgende Aussage zuspitzen: „Die Quantentheorie kann nur richtig sein wenn sie die klassische Physik [die klassische Feldtheorie des Elektromagnetismus und die klassische Teilchentheorie] als Grenzfall impliziert.“¹⁹⁵ Heisenberg selbst stellt in diesem Zusammenhang fest: „Es war ein sehr merkwürdiges Erlebnis, viele von den alten Ergebnissen der Newton'schen Mechanik, wie zum Beispiel die Erhaltung der Energie, auch in dem neuen Formalismus wiederzufinden.“¹⁹⁶

Der zweite Ansatz ging von de Broglies Modell der Materiewelle aus und gipfelte in der Wellenmechanik von Schrödinger 1926.¹⁹⁷

De Broglies Idee war es, den Widerspruch zwischen Welle und Teilchen, auf den man bei der Beschreibung von Licht stieß, auch auf Elektronen zu übertragen. Diese Idee war laut Heisenberg möglich, weil viele Physiker dieser Zeit davon überzeugt waren, dass scheinbare Widersprüche zur Natur der Atomphysik gehörten.¹⁹⁸

Sowie man eine Lichtwelle über die Bewegung von Lichtquanten beschreiben konnte, konnte man die Bewegung der Elektronen als Materiewelle beschreiben. Die von Bohr postulierten

¹⁹⁰ vgl. Heisenberg (1959a), S. 15.

¹⁹¹ Weizsäcker, Carl Friedrich von.: Aufbau der Physik. Hanser: München, Wien 1985, S. 500.

¹⁹² vgl. Heisenberg (1925), S. 880.

¹⁹³ Weizsäcker (1985), S. 504.

¹⁹⁴ ebda.

¹⁹⁵ Weizsäcker (1985), S. 491-492.

¹⁹⁶ Heisenberg (1959a), S. 15.

¹⁹⁷ vgl. ebda., S. 15-16.

¹⁹⁸ vgl. ebda., S. 13.

diskreten Zustände der Elektronen im Atom erklärte er über die Welleneigenschaft der Elektronen. Aus geometrischen Gründen kann eine Welle, die um den Atomkern herum läuft, nur eine stehende Welle sein. Somit muss der Umfang der Bahn ein ganzzahliges Vielfaches der Wellenlänge sein,¹⁹⁹ es kann also nur diskrete Werte von möglichen „Bahnen“ um den Atomkern geben. Anders kann man formulieren, dass eine stehende Welle nur in einer diskreten Menge von Eigenwerten der Frequenzen schwingen kann, und somit die Materiewellen der Elektronen im Atom nur in einer diskreten Menge von Eigenwerten der Energie erscheinen.

Schrödinger verfolgte diesen Ansatz und stellte eine Gleichung für diese stationären Wellen auf. Die Gleichung hat tatsächlich nur für ganz bestimmte Werte eine Lösung. Die berechneten Werte stimmten mit den experimentellen Daten aus der Spektroskopie überein. Außerdem konnte gezeigt werden, dass seine Wellenmechanik mathematisch äquivalent ist zur Matrizenmechanik von Heisenberg, Jordan und Born.²⁰⁰ Die Äquivalenz von Welle- und Teilchenbild wurde damit in der Quantentheorie bewiesen.²⁰¹

Die Frage, was im Atom nun wirklich vorgeht, blieb jedoch nach wie vor ungeklärt. Was bedeutet die in der Gleichung beschriebene Wellenfunktion? Die gefundene Gleichung beschreibt zwar die Änderung der Energie eines Zustands, doch ist das keine klassische Bewegungsgleichung, die man anschaulich verarbeiten könnte, die Wellengleichung bezieht sich nämlich auf einen abstrakten mathematischen Konfigurationsraum.²⁰² Einen ersten Vorstoß zur richtigen Interpretation der Wellenfunktion machten Bohr, Kramers und Slater noch ehe Schrödinger seine Gleichung formulierte. Sie wollten den Widerspruch von Welle und Teilchen auflösen, indem sie die Welleneigenschaften des Lichtes als Eigenschaften einer Wahrscheinlichkeitswelle deuteten. Die Intensität dieser Welle bestimmt an jedem Punkt, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein Lichtquant von einem Atom an dieser Stelle absorbiert oder emittiert wird.²⁰³ Schrödinger selbst versuchte, die Elektronen durch dreidimensionale Materiewellen zu ersetzen. Er dachte, dass durch eine Überlagerung von Wellenfunktionen Wellengruppen entstehen, die ihre Ausdehnung im Raum beibehalten und dass diese Gebilde um den Atomkern kreisen. Diese Annahme konnte sich aber rechnerisch nicht halten.²⁰⁴ Born griff später den Begriff der Wahrscheinlichkeitswelle auf und schuf die noch heute akzeptierte

¹⁹⁹ vgl. Heisenberg (1959a), S. 13.

²⁰⁰ vgl. ebda., S. 16.

²⁰¹ vgl. Heisenberg, Werner: Die Entwicklung der Deutung der Quantentheorie (1956). In: Ders.: Gesammelte Werke. Abteilung C. Allgemeinverständliche Schriften. Band I. Hg. v. Walter Blum, Hans-Peter Dürr u.a. München, Zürich: Piper 1984, S. 434-449, hier S. 437.

²⁰² vgl. Heisenberg (1959a), S. 15-16.

²⁰³ vgl. ebda. S. 16-18.

²⁰⁴ vgl. ebda., S. 18-19 und Baumann/Sexl (1986), S. 9-10.

Interpretation der Wellenmechanik (s. 2.2.1). Er deutet das Betragsquadrat der Wellenfunktion als Wahrscheinlichkeitsdichte²⁰⁵ und ging damit erfolgreich den Weg der statistischen Interpretation der Quantenmechanik. In der endgültigen Fassung seines Aufsatzes *Quantenmechanik der Stoßvorgänge* beschreibt er die Synthese der Interpretation der Matrizenmechanik und der Wellenmechanik:

Die Quantenmechanik geht davon aus, „daß eine exakte Darstellung der Vorgänge in Raum und Zeit überhaupt unmöglich ist, die nur im klassischen Grenzfall als Eigenschaften von Bewegung gedeutet werden können. Schrödinger auf der anderen Seite scheint den Wellen, [...], eine Realität [...] zuzuschreiben, [...]; er versucht „Wellengruppen aufzubauen, welche in allen Richtungen relativ kleine Abmessungen“ haben und die offenbar die bewegte Korpuskel direkt darstellen sollen. Keine dieser beiden Auffassungen scheint mir befriedigend. Ich möchte versuchen, hier eine dritte Interpretation zu geben [...].“²⁰⁶

Dabei bezieht er sich, wie er sagt, auf eine Idee von Einstein, die da lautet, dass die Welleneigenschaften, auf die man bei der Beschreibung von Licht gestoßen ist, nicht die Lichtteilchen beschreibt, sondern ein „Gespensterfeld“, das die Lichtteilchen leitet.²⁰⁷ „Dieses bestimmt die Wahrscheinlichkeit dafür, daß ein Lichtquant, der Träger von Energie und Impuls, einen bestimmten Weg einschlägt; dem Feld selbst aber gehört keine Energie und kein Impuls zu.“²⁰⁸ Den Elektronen im Atom kommt auch so ein „Gespensterfeld“ oder, wie er es lieber nennen will, „Führungsfeld“ zu. Die Materiewellen von de Broglie bzw. die Wellenfunktion von Schrödinger sind Ausdruck dieses Feldes.²⁰⁹ „Impuls und Energie aber werden so übertragen, als wenn Korpuskeln (Elektronen) tatsächlich herumfliegen.“²¹⁰ Welche Bahn die Elektronen nun einschlagen, wird durch die Werteverteilung der Wellenfunktion bestimmt. Daraus ergibt sich eine, wie er meint, „etwas paradoxe“ Situation, dass die Bewegung der Partikeln Wahrscheinlichkeitsgesetzen folgt und die Wahrscheinlichkeit selbst aber dem Kausalgesetz.²¹¹ In einer Fußnote erklärt er, was Letzteres bedeutet: „Das heißt so, daß die Kenntnis des Zustandes in allen Punkten in einem Augenblick die Verteilung des Zustandes zu allen späteren Zeiten festlegt.“²¹² Das Einzelergebnis bleibt aber indeterministisch.²¹³ Die Wellenfunktion, als Lösung der Schrödingergleichung, hat keine physikalische Bedeutung, sondern nur ihr Betragsquadrat, die Wahrscheinlichkeitsdichte. Sie gibt, wie der Name schon sagt, nicht das Ergebnis der

²⁰⁵ vgl. Born, Max: Zur Quantenmechanik der Stoßvorgänge (vorläufige Mitteilung). In: Zeitschrift für Physik 37 (1926a), S. 863-867, hier S. 865.

²⁰⁶ Born, Max: Quantenmechanik der Stoßvorgänge. In: Zeitschrift für Physik 38 (1926b), S. 803-827, hier S. 803.

²⁰⁷ vgl. Born (1926b), S. 804.

²⁰⁸ ebda., S. 804.

²⁰⁹ vgl. ebda., S. 804.

²¹⁰ ebda.

²¹¹ vgl. ebda.

²¹² ebda.

²¹³ vgl. ebda., S. 826.

Messung an, sondern die Wahrscheinlichkeit eines möglichen Messergebnisses, etwa die Wahrscheinlichkeit ein Teilchen zu einem Zeitpunkt in einem bestimmten Raumgebiet in einem Raumpunkt anzutreffen. Da nur Wahrscheinlichkeitsaussagen möglich sind, muss zur experimentellen Überprüfung mit einer großen Anzahl gleichpräparierter Teilchen gearbeitet werden. Für so ein Ensemble ergibt sich gemäß der jeweiligen Wahrscheinlichkeitsdichte eine Intensitätsverteilung.²¹⁴ Das dahinterliegende Beschreibungskonzept ist demnach die Statistik.²¹⁵

An dem Problem der Unmöglichkeit, eine genaue Aussage über die Bahn der Elektronen zu machen, knüpft Heisenberg mit seiner Unbestimmtheitsrelation an. Er er hob diese Unkenntnis zum Naturgesetz.²¹⁶ Als er die Quantenmechanik formal entwickelte, wollte er ausschließlich Beziehungen zwischen prinzipiell beobachtbaren Größen herstellen.²¹⁷ Es blieb jedoch offen, ob Größen wie Ort und Impuls, die mit der klassischen Vorstellung einer Elektronenbahn korrespondieren, prinzipiell beobachtbar sind. Fazit ist, dass sie prinzipiell beobachtbar sind, aber prinzipiell zugleich nicht beliebig genau beobachtet werden können.²¹⁸ Heisenberg leitet die Unschärferelation erstmals 1927 in seinem Aufsatz *Über den anschaulichen Inhalt der quantenmechanischen Kinematik und Mechanik* anhand eines praktischen Beispiels her: Will man den Ort eines Elektrons bestimmen, muss man es mit einem Mikroskop betrachten, dessen elektromagnetische Welle kleiner als die des Elektrons ist. Die ausgesandte Welle verändert jedoch den Impuls des Teilchens (Comptonstreuung). Die Änderung des Impulses ist umso größer, je kleiner die Wellenlänge des Mikroskops ist, also je genauer der Ort bestimmt wird. Eine genaue Berechnung ergibt, dass das Produkt aus der Unschärfe des Impulses und Unschärfe des Ortes nicht kleiner als $\hbar/2$ sein kann.²¹⁹ Es hat demnach keinen Sinn von einer Bahn des Elektrons im Atom zu sprechen. Führt man eine Messung an mehreren Atomen im selben Zustand durch, kann man jedoch einen Mittelwert der klassischen Bahn über alle Phasen angeben. Diesem Mittelwert entspricht die Wahrscheinlichkeitsfunktion, die durch Messung beliebig genau feststellbar ist.²²⁰ Man darf dieses Beispiel aber nicht dahingehend miss verstehen, dass die Unschärferelation lediglich der experimentellen Technik eine Grenze auferlegt, nein die Unschärferelation ist

²¹⁴ vgl. Nolting (2009), S. 94.

²¹⁵ vgl. ebda., S. 81.

²¹⁶ vgl. Emter (1995), S. 41.

²¹⁷ vgl. Heisenberg (1925), S. 879.

²¹⁸ vgl. Weizsäcker (1985), S. 501-502.

²¹⁹ vgl. Heisenberg, Werner: Über den anschaulichen Inhalt der quantenmechanischen Kinematik und Mechanik. In: Zeitschrift für Physik 43 (1927), S. 172-198, hier S. 174-175.

²²⁰ vgl. ebda., S. 176.

auch ohne Experimentator gegeben. Gemäß der Theorie existieren keine Zustände, die so präpariert sind, dass das Produkt aus der Unschärfe des Impulses und Unschärfe des Ortes kleiner ist als $\hbar/2$. Diese Begrenzung folgt direkt aus dem mathematischen Formalismus der Quantenmechanik, sie ist also keine künstliche Zusatzbedingung, sondern ihre Konsequenz.²²¹ Um den Erwartungswert einer Observablen (beobachtbare, messbare Größe) eines Zustandes berechnen zu können, ordnet man ihnen Operatoren zu. Die Operatoren von Ort und Impuls kommutieren nicht, das heißt ihre Reihenfolge ist nicht beliebig.²²² Dirac und Jordan haben den Zusammenhang dieser Operatoren bereits in der sogenannten Vertauschungsrelation festgehalten.²²³ Will man Ort und Impuls gleichzeitig angeben, kann man das also nicht unabhängig voneinander tun und es ergibt sich, dass das Produkt aus der Schwankung des Ortes in der Ortsdarstellung und der Schwankung des Impulses in der Impulsdarstellung nicht beliebig klein gemacht werden kann. Das gilt für alle Observablen die durch unterschiedliche Operatoren dargestellt werden, die nicht kommutieren. Im Hilbertraum entspricht die Observable einem Eigenvektor. Ort und Impuls haben je einen Eigenvektor, aber zusammen haben sie keinen.²²⁴

Heisenberg verwendet in der folgenden Formulierung statt Operator den Begriff Matrix:

Jeder quantentheoretischen Größe oder Matrix lässt sich eine Zahl, die ihren „Wert“ angibt, mit einem bestimmten wahrscheinlichen Fehler zuordnen; der wahrscheinliche Fehler hängt vom Koordinatensystem ab; für jede quantentheoretische Größe gibt es je ein Koordinatensystem, in dem der wahrscheinliche Fehler für diese Größe verschwindet. Ein bestimmtes Experiment kann also niemals über alle quantentheoretischen Größen genau Auskunft geben, vielmehr teilt es in einer für das Experiment charakteristischen Weise die physikalischen Größen in „bekannte“ und „unbekannte“ (oder: mehr und weniger genau bekannte Größen) ein. Die Resultate zweier Experimente lassen sich nur dann exakt auseinander herleiten, wenn die beiden Experimente die physikalische Größen in gleicher Weise in „bekannte“ und „unbekannte“ einteilen.²²⁵

Heisenberg sieht in der Unbestimmtheitsrelation keine Einschränkung der Quantenmechanik, sondern die Ermöglichung dieser. Analog dazu, dass in der Relativitätstheorie der Begriff der Gleichzeitigkeit durch die Lichtgeschwindigkeit eingeschränkt wird, schränkt die Unschärferelation Begriffe wie Ort und Impuls ein, die einzeln jedoch exakt zu bestimmen sind. Diese Ungenauigkeit schafft, so Heisenberg, erst Raum für die Gültigkeit der Beziehung zwischen verschiedenen Größen.²²⁶

²²¹ vgl. Weizsäcker (1985), S. 502.

²²² vgl. Nolting, Wolfgang: Grundkurs Theoretische Physik 1/5: Quantenmechanik – Grundlagen. Berlin, Heidelberg: Springer 2009. (2011), S. 116, 118.

²²³ vgl. Born, Max / Jordan, Pascual: Zur Quantenmechanik. In: Zeitschrift für Physik 34 (1925), S. 858-888.

²²⁴ vgl. Weizsäcker (1985), S. 502.

²²⁵ Heisenberg (1927), S. 181-182.

²²⁶ vgl. ebda., hier S. 179-180.

Gleichzeitig zur Unbestimmtheitsrelation hat Bohr sein Komplementaritätsprinzip formuliert. Es stellte seine Lösung des Deutungsproblems der Quantenmechanik dar. Später hat es Heisenberg sogar als Grund für seine Unbestimmtheitsrelation angesehen.²²⁷

In seinem Aufsatz *Das Quantenpostulat und die neuere Entwicklung in der Atomistik* beschreibt er die quantenmechanische Beschreibungsweise als komplementär. Grundlegend dafür ist, dass die raumzeitliche Beschreibungsweise komplementär zur Kausalitätsforderung ist. Damit ist ganz allgemein gemeint, dass die Quantenmechanik Eigenschaften hat, die eine kausale Beschreibung von atomaren Prozessen verhindert, wenn wir sie raumzeitlich festmachen wollen.²²⁸ Wie sich dieses Problem genau darstellt, ist bereits in der Interpretation der Wellenfunktion als Wahrscheinlichkeitsfunktion angerissen worden und wird im nächsten Kapitel noch genau untersucht. Komplementär ist dadurch jedenfalls nicht unbedingt die Natur der Quantenphänomene, sondern die Natur der Beschreibung von Quantenphänomenen, sie symbolisiert nämlich die „Idealisation der Beobachtungs- bzw. Definitionsmöglichkeiten“²²⁹. Mit „Idealisation“ meint Bohr, dass unsere Empirie auf einer kausalen raumzeitlichen Anschauung gründet, die aber nur angemessen ist, wenn das Wirkungsquantum gegenüber der gewöhnlichen Sinnesempfindung klein ist, also im Makroskopischen.²³⁰ Im Mikroskopischen hat diese Anschauung jedoch keine Basis, wir haben aber keine andere zur Verfügung; letztlich können wir deshalb mikrophysikalische Prozesse nicht vollständig kausal raumzeitlich verfolgen. Umgekehrt formuliert, bedeutet das, „daß der Komplementaritätsbegriff – [...] – der unmittelbare Ausdruck ist für unsere Lage hinsichtlich der Beschreibung von Grundeigenschaften der Materie, die in der klassischen Darstellungsweise vorausgesetzt werden, aber außerhalb ihres Bereiches liegen“²³¹. Will man die Widerspruchsfreiheit der Beschreibung der Quantenphänomene beurteilen, muss man „stets die Beobachtungs- und Definitionsmöglichkeiten zusammen ins Auge fassen.“²³² Das heißt, dass eine sinnvolle Anwendung von Begriffen entsprechend „der Definitionsmöglichkeiten [...] begrenzt ist“²³³ und dass diese Begrenzung durch die Beobachtungssituation gegeben ist.

²²⁷ vgl. Weizsäcker (1985), S. 503.

²²⁸ vgl. Bohr, Niels: Das Quantenpostulat und die neuere Entwicklung der Atomistik. In: Die Naturwissenschaften 16 (1928), S. 245-257, hier S. 245.

²²⁹ ebda.

²³⁰ vgl. ebda., S. 246.

²³¹ Bohr, Niels: Atomphysik und Philosophie – Kausalität und Komplementarität. (1958). In: Ders.: Atomphysik und menschliche Erkenntnis. Aufsätze und Vorträge aus den Jahren 1930-1961. Mit einem Vorwort zur Neuausgabe von Karl von Meyenn. Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg 1985, S. 104-110, hier S. 110.

²³² Bohr (1928), S. 251.

²³³ ebda., S. 256.

Davon ausgehend nennt er, um das berühmtestes Beispiel zu zitieren, die Komplementarität von Welle und Teilchen: Beide Auffassungen stellen „zwei verschiedene Versuche einer Anpassung der experimentellen Tatsachen an unsere gewöhnliche Anschauungsform dar, durch welche die Begrenzung der klassischen Begriffe in komplementärerer Weise zum Ausdruck kommt“²³⁴. Diese etwas verschachtelte Aussage – wie sie für Bohr typisch ist – gestaltet Weizsäcker in eine klarere Formulierung um: „Materie und Licht sind >>an sich<< weder Teilchen noch Welle. Wenn wir sie aber für unsere Anschauung beschreiben wollen, so müssen wir beide Bilder gebrauchen. Und die Gültigkeit des einen Bildes erzwingt gleichzeitig die Gültigkeitsgrenze des anderen.“²³⁵

Bohrs Korrespondenzprinzip von Welle und Teilchen fand eine „besonders eindrucksvolle Darstellung“²³⁶ als die formale Äquivalenz von Wellenmechanik und Matrizenmechanik gezeigt werden konnte.

Das Komplementaritätsprinzip und die Heisenbergsche Unschärferelation führten schließlich dazu, dass die Quantenmechanik im Rahmen der Kopenhagener Deutung einheitlich gedeutet werden konnte. Ein Stück weit habe ich die Deutung schon vorweggenommen, im Folgenden werde ich aufschlüsseln, worin sie genau besteht.

2.2 Die Kopenhagener Deutung

Als der Formalismus der Quantenmechanik 1925/26 ausgearbeitet wurde, war man noch weit davon entfernt, die Probleme, die bei der Beschreibung von atomaren Prozessen auftraten, als gelöst zu betrachten. Man konnte allerhand Berechnungen anstellen, doch der Zusammenhang von Berechnung und Beobachtung verlangte nach einer Deutung. Wie in Kapitel 2.1 bereits angesprochen, gibt es dafür zwei Gründe: zum einen bezieht sich der Formalismus der Quantenmechanik auf einen komplexen Konfigurationsraum, der mit unserer Wirklichkeit nichts gemein hat, und zum anderen waren die Beobachtungen kontraintuitiv, also mit unserer Anschauung nicht vereinbar, auch wenn sie mit der Berechnung übereinstimmten.

In den Worten Weizsäckers gesprochen, war es die physikalische Semantik, die noch zur Vollständigkeit der Theorie fehlte.²³⁷ Gefordert ist von dieser Semantik, dass sie konsistent mit dem mathematischen Formalismus ist, dass also das Vorverständnis der Theorie, „mit dem wir ihre mathematische Struktur physikalisch deuten, selbst den Gesetzen der Theorie

²³⁴ Bohr (1928), S. 246.

²³⁵ Weizsäcker (1985), S. 503-504.

²³⁶ Heisenberg (1956), S. 437.

²³⁷ vgl. Weizsäcker (1985), S. 501.

genügt“²³⁸. Im Fall der Quantenmechanik führt so eine Semantik von klassischen Vorstellungen weg; ein Paradigmenwechsel vollzog sich. In so einer Umbruchszeit, wie sie damals von Physikern erlebt wurde, liegt es nahe, neben der physikalischen Betrachtungsebene auch eine philosophische einzuschalten.²³⁹ So gibt es zahlreiche Arbeiten von Physikern, die sich mit philosophischen Implikationen der Quantenmechanik beschäftigen.²⁴⁰ Am Institut für theoretische Physik an der Universität Kopenhagen ist unter der Schirmherrschaft Bohrs, wie Scheibe zusammenfasst, zuerst die Erkenntnis der philosophischen Bedeutung der Quantentheorie aufgekommen.²⁴¹ Das Resultat war die sogenannte Kopenhagener Deutung, die damit nicht nur eine Vorschrift zur Interpretation von quantenmechanischen Experimenten darstellt, sondern auch philosophische Probleme tangiert.²⁴² Sie stellt jedoch keine vollständige philosophische Interpretation dar, sondern eher eine Gruppe allgemeiner Prinzipien des Verständnisses der Quantenmechanik. Demnach kann man sie, wie Heisenberg selbst sagt, auch schwer einer philosophischen Gattung zuordnen.²⁴³

Was im Jahre 1927 in Kopenhagen entstand, war ja nicht nur eine eindeutige Vorschrift zur Interpretation von Experimenten, sondern auch eine Sprache, in der über die Natur im atomaren Bereich gesprochen wurde, und insofern ein Teil der Philosophie. In der Tat war die Art, wie Bohr seit 1912 über die atomaren Erscheinungen nachgedacht hatte, immer ein Mittelding zwischen Physik und Philosophie gewesen, [...]. So formte sich ihm die neue Deutung der Quantentheorie auch in der philosophischen Sprache, [...] die den Problemen am besten angemessen schien. Aber dies war nicht die Sprache einer der traditionellen philosophischen Richtungen: Positivismus, Materialismus, Idealismus; sie war in ihrer Substanz anders, wiewohl sie Elemente aller dieser Denksysteme enthielt.²⁴⁴

Eindeutig zu definieren, was die Kopenhagener Deutung nun genau ist, ist außerdem schwierig, weil sich die Ansichten der Hauptakteure teilweise unterscheiden und vor allem Bohrs Darstellungen wegen seines schwierigen Sprachstils schwer zu fassen sind.²⁴⁵ Carl v. Weizsäcker fasst diesen Umstand so zusammen, dass die Kopenhagener Deutung deshalb selbst wieder einer Interpretation bedarf.²⁴⁶

Wie auch immer kann die Kopenhagener Deutung heute noch als die kanonische Interpretation angesehen werden.²⁴⁷ Sie ist und war deshalb aber nicht unumstritten, und mit der Zeit haben sich auch andere in sich konsistente Deutungen entwickelt, wie die der verborgenen Parameter oder die Viele-Welten-Interpretation. An der Theorie ändern diese

²³⁸ Weizsäcker (1985), S. 514.

²³⁹ vgl. Dawid (2011), Kapitel 1: Allgemeine Einführung, S. 3.

²⁴⁰ vgl. Scheibe (2006), S. 240.

²⁴¹ vgl. ebda., S.241.

²⁴² vgl. Heisenberg (1956), S. 438.

²⁴³ vgl. ebda.

²⁴⁴ ebda.

²⁴⁵ vgl. Scheibe (2006), S. 243.

²⁴⁶ vgl. Weizsäcker, Carl Friedrich von: Die Einheit der Natur. Hanser: München 1971, S. 225.

²⁴⁷ vgl. Scheibe (2006), S. 240.

jedenfalls nichts, die Quantentheorie ist abgeschlossen und stößt bis heute auf keine erkennbaren Gültigkeitsgrenzen.²⁴⁸ Der Wert der anderen Deutungen ist, vorsichtig gesagt, umstritten. Weizäcker fasst die entwickelten Alternativen und Diskussionen um scheinbare Paradoxien mit dem Begriff „Trauerarbeit“ zusammen, in der die Opfer, die man im klassischen Verständnis bringen musste, beklagt wurden und versucht wurde, diese teilweise rückgängig zu machen, aber ohne Erfolg.²⁴⁹ Er rekapituliert, dass bis heute (Erscheinungsjahr des Buches 1985) kaum ein substantieller Fortschritt über die Kopenhagener Deutung hinaus erzielt wurde, die Kopenhagener Deutung deshalb aber nicht „objektiv das letzte Wort“ innerhalb der Deutungsdebatte habe.²⁵⁰ Man kann zusammenfassen, dass der Mehrwert der alternativen Deutungen in Anbetracht des konzeptionellen bzw. metaphysischen Mehraufwands zur Wahrung bestimmter Charakteristika einer klassischen Ontologie bzw. zur Vermeidung des Kollaps der Wellenfunktion sehr fragwürdig ist.²⁵¹

Die berühmtesten Gegner der ersten Stunde der Kopenhagener Deutung waren Schrödinger und Einstein.²⁵²

Ihre Feuerprobe, wie Heisenberg es nennt, bestand die Kopenhagener Deutung erstmals auf der Solvay-Konferenz in Brüssel 1927.²⁵³ Als grundlegende Dokumente für die Kopenhagener Deutung kann man die Texte von Heisenberg *Über den anschaulichen Inhalt der quantentheoretischen Kinematik und Mechanik* und von Bohr *Das Quantenpostulat und die neuere Entwicklung der Atomistik* betrachten.²⁵⁴ Wie im letzten Kapitel bereits dargelegt, geht Heisenberg dabei von der Unschärferelation aus und Bohr vom Komplementaritätsprinzip. Trotz der unterschiedlichen Herangehensweise enthalten beide den „Kern der Kopenhagener Deutung“²⁵⁵, denn das Komplementaritätsprinzip und die Unschärferelation führen im gleichen Maß zu einer Begrenzung der Anwendbarkeit klassischer Begriffe.²⁵⁶ In der Beschreibung quantenmechanischer Prozesse bestehen nebeneinander Begriffe, die ganz verschiedenartigen, komplementären anschaulichen Bildern entsprechen. Widerspruchsfrei kann so eine Beschreibung nur sein, wenn der

²⁴⁸ vgl. Weizsäcker (1985), S. 539.

²⁴⁹ vgl. ebda.

²⁵⁰ vgl. ebda., S. 538.

²⁵¹ vgl. Dawid (2011), Kapitel 9: Quantenmechanik II: Alternative Interpretationen, S. 21, 27, 29.

²⁵² vgl. Scheibe (2006), S. 240.

²⁵³ vgl. Heisenberg (1959a), S. 21.

²⁵⁴ vgl. Baumann/Sexl (1986), S. 16.

²⁵⁵ Weizsäcker (1985), S. 504.

²⁵⁶ vgl. Weizsäcker (1985), S. 503-504.

Anwendungsbereich dieser Bilder eingeschränkt wird.²⁵⁷ Die Grenze des Anwendungsbereichs der Bilder wird von der Unbestimmtheitsrelation gezogen.²⁵⁸ Darin zeigt sich, dass die Kopenhagener Deutung mit dem Problem der sprachlichen Referenz korreliert. Um zu zeigen, in wie weit das zutrifft, ist es zweckmäßig, zunächst diesen Punkt der Kopenhagener Deutung anhand eines Experiments durchzugehen: dem Doppelspaltexperiment. Zunächst war es ein Gedankenexperiment, eins derer, die auf der Solvay Konferenz 1927 heiß diskutiert wurden.²⁵⁹

Die Interferenzerscheinung beim Doppelspaltexperiment kann man mit der Welleneigenschaft von Photonen oder auch Elektronen einwandfrei beschreiben. Da Photonen bzw. Elektronen in anderen Zusammenhängen Teilcheneigenschaft aufweisen (s. 2.1), sollte man das Resultat des Experiments auch erklären können, wenn man diese Teilcheneigenschaft zu Grunde legt. Betrachtet man ein einzelnes Teilchen, so liegt die Vorstellung nahe, dass es entweder durch den einen Spalt oder durch den anderen Spalt geht. Wiederholt man das Experiment mehrmals, sollte die Wahrscheinlichkeitsverteilung für den Weg durch den einen oder den anderen Spalt gleich der Summe der Intensitätsverteilung an zwei Einfachspalte sein, es sollte folglich zu keinem Interferenzbild kommen. Dem ist aber nicht so. Man erhält das typische Interferenzbild des Doppelspalts. Aus diesem Widerspruch heraus ergibt sich eine brisante Frage: Wie kann der Weg eines Teilchens davon abhängen, ob es zwei Spalte gibt oder nur einen?²⁶⁰

Aufklärung versuchte man zu finden, indem man durch die Impulsübertragung an der Blende feststellt, welchen Weg das Teilchen genommen hat. Doch wegen der Unbestimmtheitsrelation ergibt sich durch die Messung des Impulses eine Unschärfe bezüglich der Lage der Blende, sodass eine Interferenz verhindert wird und das Bild der Summe der Intensitätsverteilung an zwei Einfachspalten entspricht.

Bohr rekapitulierte, dass wir damit vor der Wahl zwischen Teilchenbild oder Wellenbild stehen.²⁶¹ Dem Komplementaritätsprinzip zufolge ist eine widerspruchsfreie Beschreibung von Quantenphänomen nur dann möglich, wenn wir den Anwendungsbereich beider Begriffe eingrenzen. Diese Grenze wird von der Heisenbergschen Unschärferelation gezogen. Im Fall

²⁵⁷ vgl. Heisenberg (1956), S. 437.

²⁵⁸ vgl. Heisenberg (1959a), S. 20.

²⁵⁹ vgl. Bohr, Nils: Diskussion mit Einstein über erkenntnistheoretische Probleme in der Atomphysik (1944). In: Ders.: Atomphysik und menschliche Erkenntnis. Aufsätze und Vorträge aus den Jahren 1930-1961. Mit einem Vorwort zur Neuauflage von Karl von Meyenn. Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg 1985, S. 31-66, hier S. 40-46.

²⁶⁰ vgl. Heisenberg, Werner: Die Kopenhagener Deutung der Quantentheorie (1959b). In: Ders.: Quantentheorie und Philosophie. Vorlesungen und Aufsätze. Hg. v. Jürgen Busche. Stuttgart: Reclam 1979, S. 42-61, hier S. 51-53.

²⁶¹ vgl. Bohr (1944), S. 45.

des Doppelspaltexperiments bedeutet das, dass wenn wir das Teilchen auf die Teilcheneigenschaft festnageln, es sich wegen der Unschärfe nur wie ein Teilchen verhalten wird. Wenn wir das nicht tun, verhält es sich wie eine Welle, dann hat es aber auch keinen Sinn, davon zu sprechen, welchen Weg das Teilchen genommen hat,²⁶² das Teilchenbild hat dann also keine Anwendung mehr.

Wenn wir diese Grenze einhalten, vermeiden wir, wie Bohr sagt, den paradoxen Schluss, dass das Verhalten eines Teilchens davon abhänge, ob es zwei Schlitze gebe oder einen.²⁶³ Dieser Schluss würde letztlich zu der Annahme führen, wie sie Einstein vertrat, dass mit der Quantenmechanik die Phänomene nicht vollständig beschrieben werden können,²⁶⁴ denn es müsste irgendwelche Parameter geben, die das Teilchen je nach Schlitzanzahl steuert.

Mit der Komplementarität von Welle und Teilchen geht auch die Komplementarität von eigentlichem Geschehen und Messen einher. Heisenberg fasst zusammen:

Man erkennt aus diesem Beispiel deutlich, daß der Begriff der Wahrscheinlichkeitsfunktion nicht eine raum-zeitliche Beschreibung dessen erlaubt, was zwischen zwei Beobachtungen geschieht. Jeder Versuch, eine solche Beschreibung zu finden, würde zu Widersprüchen führen. Dies bedeutet, daß schon der Begriff >>Geschehen<< auf die Beobachtung beschränkt werden muss.²⁶⁵

Bohr spricht dasselbe an: „[...] wir stehen bei der Analyse der Quanteneffekte vor der Unmöglichkeit, eine scharfe Trennungslinie zwischen einem unabhängigen Verhalten atomarer Objekte und ihrer Wechselwirkung mit dem Meßgerät zu ziehen, die zur Definition der Bedingungen für das Auftreten der Phänomene dienen.“²⁶⁶

Das führt letztlich zu der in 2.1 beschriebenen Komplementarität von raum-zeitlicher Beschreibung (Messung) und Kausalität: „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, [...].“²⁶⁷

Damit ist der Kern der Kopenhagener Deutung grob umrissen, davon ausgehend kann man vier Thesen bilden.

²⁶² vgl. Sexl/Baumann (1986), S. 15.

²⁶³ vgl. Bohr (1944), S. 45.

²⁶⁴ vgl. ebda., S. 41-42.

²⁶⁵ Heisenberg (1959b), S. 52-53.

²⁶⁶ Bohr (1944), S. 15.

²⁶⁷ Bohr (1928), S. 243.

2.2.1 Grundthesen der Kopenhagener Deutung

1. Die Interpretation der Wellenfunktion als Wahrscheinlichkeitsfunktion verhindert eine deterministische Deutung subatomarer Vorgänge und fordert stattdessen eine statistische.
2. Die Messung stellt den Übergang vom Wahrscheinlichen zum Faktischen dar.²⁶⁸
Daraus folgt, dass man nur über messbare Größen Aussagen machen kann. Schlüsse, wie es tatsächlich zu diesem Messergebnis gekommen ist, sind nicht möglich, wenn man eine widerspruchsfreie Beschreibung der Phänomene geben will.
3. Mit dem Übergang vom Wahrscheinlichen zum Faktischen geht einher, dass durch diesen Prozess der Messung der Zustand geändert bzw. entschieden wird. Die Wellenfunktion ändert sich durch die Messung unstetig, man spricht vom Kollaps oder von der Reduktion der Wellenfunktion. Die Wellenfunktion selbst entspricht einem Katalog aller möglichen Messresultate.²⁶⁹ Bei der Messung wird dieser Katalog auf eine Möglichkeit reduziert; wie es genau dazu gekommen ist, können wir nicht verfolgen, weil die Angabe der Parameter des Objekts und des Messapparats der Unbestimmtheitsrelation unterliegt. Außerdem hat eine Gesamtheit von möglichen Zuständen, die ihren Ausdruck im Planckschen Wirkungsquantum hat und sich uns in einer Diskontinuität oder Individualität von Prozessen zeigt, in unserer klassischen Logik keine Übersetzung.²⁷⁰ Dieser Umstand kann letztlich als Sprachproblem interpretiert werden. Wir können/müssen quantenmechanische Systeme auf Grundlage der klassischen Physik beschreiben, weil wir sonst gar keine Kenntnis hätten.
4. Die Quantentheorie ist in ihrer unvollständigen Kenntnis vollständig. Das Problem der Zugänglichkeitsblockade der Wellenfunktion ist inhärent und kann nicht durch die Annahme versteckter Parameter gelöst werden.

²⁶⁸ vgl. Heisenberg (1959b), S. 45,

²⁶⁹ vgl. Weizsäcker (1985), S. 518.

²⁷⁰ vgl. Bohr (1928), S. 243 und Bohr (1958), S. 105-106.

Die Hauptaufgabe der Quantenmechanik ist es, atomare Systeme zu beschreiben, also experimentelle Befunde zu interpretieren und vorherzusagen.²⁷¹ Heisenberg unterscheidet hinsichtlich dieses Prozesses drei Schritte:

Im ersten wird die experimentelle Ausgangssituation in eine Wahrscheinlichkeitsfunktion übersetzt. Im zweiten wird diese Funktion rechnerisch im Laufe der Zeit verfolgt. Im dritten wird eine neue Messung am System vorgenommen, deren zu erwartendes Ergebnis dann aus der Wahrscheinlichkeitsfunktion berechnet werden kann. Für den ersten Schritt ist die Gültigkeit der Unbestimmtheitsrelation eine notwendige Vorbedingung. Der zweite Schritt kann nicht in den Begriffen der klassischen Physik beschrieben werden. Es ist unmöglich anzugeben, was mit dem System zwischen der Anfangsbeobachtung und der nächsten Messung geschieht. Nur im dritten Schritt kann wieder der Wechsel vom Möglichen zum Faktischen vollzogen werden.²⁷²

Um ein atomares System beschreiben zu können, muss man also zuerst die experimentelle Ausgangssituation in den geeigneten Formalismus übersetzen. Konkret bedeutet das, dass man einen Zustand präparieren muss, sodass seine Wellenfunktion bekannt ist. Das gelingt indem man zweimal hintereinander dieselbe Messung macht (warum das funktioniert, wird später erklärt), um dann durch die per Hand eingeführte Reduktion der Wellenfunktion wieder eine Rückübersetzung anzustellen, bei der das Ergebnis der Berechnung mit der zeitlich veränderten experimentellen Ausgangssituation wieder in Verbindung gebracht wird.

So eine Übersetzung ist nötig, weil atomare Phänomene nur durch einen mathematischen Formalismus beschrieben werden können. Bohr erklärt diesen Umstand damit, dass atomaren Prozessen ein Ganzheitszug innewohnt,²⁷³ der sich in der Diskontinuität oder – wie er lieber sagt – Individualität von Prozessen zeigt. Diese Eigenschaft ist der klassischen Physik, die unserer Anschauung entspricht, völlig fremd.²⁷⁴ Klassisch kann man Prozesse kontinuierlich, das heißt als stetige Zustandsänderung im Laufe der Zeit beschreiben; in der Quantenmechanik geht das nicht. Würde man etwa die Bahn eines Teilchens durch sukzessive Ortsmessung verfolgen wollen, führte das zu einer die Bahn zerstörenden Wechselwirkung. Die Prozesse in der Quantenmechanik sind daher individuell, also unteilbar.²⁷⁵ Weil diese Eigenschaften in unsere Anschauung so fremd sind, können sie durch die mit der Terminologie der Physik verfeinerten Umgangssprache nicht beschrieben werden, sondern es musste erst ein abstrakter mathematischer Formalismus eingeführt werden, innerhalb dessen dieser nicht anschauliche Zug von atomaren Prozessen in die Physik eingegliedert werden konnte – sogar als Verallgemeinerung der klassischen Physik (Bohrsches Korrespondenzprinzip, s. 2.1).

²⁷¹ vgl. Nolting (2009), S. 185.

²⁷² Heisenberg (1959b), S. 45.

²⁷³ vgl. Bohr (1958), S. 106.

²⁷⁴ vgl. Bohr (1928), S. 243.

²⁷⁵ vgl. Weizsäcker (1985), S. 299.

In diesem Formalismus werden die Zustandsgrößen durch symbolische Operatoren ersetzt, die einem nicht kommutativen Algorithmus unterworfen sind (Unschärferelation).²⁷⁶

Dieser mathematische Formalismus funktioniert einwandfrei. Die Schrödingersche Wellenfunktion, mit der ein Zustand beschrieben wird, breitet sich kontinuierlich aus,²⁷⁷ das heißt, dass im mathematischen Formalismus ein Zustand zu einem bestimmten Zeitpunkt angegeben und auch über die Zeit verfolgt werden kann.²⁷⁸ In die Formulierung geht zwar die Unschärfe ein, sie ist sogar die Bedingung dafür, dass eine experimentelle Ausgangssituation übersetzt werden kann, da sie das Verhältnis der Observablen zueinander ausdrückt,²⁷⁹ doch wird diese mathematisch weiterverfolgt und stellt kein Problem dar. In diesem Sinn ist die Quantenmechanik deterministisch.

Zu einem Problem kommt es erst, wenn man nun eine physikalische Aussage über die Wellenfunktion machen will, sie also in unsere Anschauung übersetzen will. Die Wellenfunktion kann erst mit unserer Anschauung, also der physikalischen Wirklichkeit, verbunden werden, wenn wir eine Messung vornehmen,²⁸⁰ sie also raumzeitlich fixieren. Der Sinn einer Messung ist genau dann gegeben, wenn wir sie mit unserer mit der physikalischen Terminologie verfeinerten Umgangssprache beschreiben können, also direkt auf unsere Anschauung beziehen. Mit der Messung tut sich damit also eine Kluft auf zwischen mathematischem Formalismus, der sich unserer Anschauung entzieht, und klassischer Beschreibung, die auf unserer Anschauung fußt. Die Frage, die sich stellt, lautet also, wie die Berechnung der Wellenfunktion mit dem Resultat der Messung in Verbindung gebracht werden kann. Es zeigt sich, dass man erst zu einer empirisch prüfbaren Aussage kommt, wenn man das Betragsquadrat der Wellenfunktion bildet. Das entspricht der Wahrscheinlichkeit, auf Grund des Vorliegens eines Anfangszustandes eine vorgegebene Eigenschaft vorzufinden. Für das Experiment bedeutet das, dass man mehrere Messungen an gleichpräparierten Zuständen machen, also eine statistische Erhebung durchführen muss.²⁸¹ Das bedeutet, dass man das Einzelergebnis einer Messung nicht berechnen kann (es sei denn, man macht zweimal hintereinander dieselbe Messung), man kann nur die Wahrscheinlichkeit für das Eintreffen dieses Ergebnisses berechnen; in diesem Sinne ist die Quantenmechanik nicht deterministisch.²⁸²

²⁷⁶ vgl. Bohr (1958), S. 106.

²⁷⁷ vgl. Weizsäcker (1985), S. 515.

²⁷⁸ vgl. Heisenberg (1959b), S. 55.

²⁷⁹ vgl. Heisenberg (1927), S. 179-180.

²⁸⁰ vgl. Heisenberg (1959b), S. 44-45.

²⁸¹ vgl. Scheibe (2006), S. 249.

²⁸² vgl. Nolting (2009), S. 187.

Diesen Umstand kann man in der Terminologie von Bohrs Komplementaritätsprinzip ausdrücken:

Die raumzeitliche Beschreibung von Atomvorgängen ist komplementär zu ihrer kausalen oder deterministischen Beschreibung. Die Wahrscheinlichkeitsfunktion genügt einer Bewegungsgleichung ähnlich wie die für die Koordinaten in der Newtonschen Mechanik. Ihre Änderung im Laufe der Zeit ist durch die quantenmechanische Gleichung vollständig bestimmt, aber sie liefert keine raum-zeitliche Beschreibung des Systems. Durch die Beobachtung andererseits wird eine raum-zeitliche Beschreibung erzwungen. Aber sie unterbricht den durch die Rechnung bestimmten Ablauf der Wahrscheinlichkeitsfunktion, [...].²⁸³

Heisenberg beschreibt diesen Umstand so, dass man zwar eine Wahrscheinlichkeitsfunktion zeitlich verfolgen kann, also die Wahrscheinlichkeit für den Ausgang der Messung angeben kann, dass diese ermittelte Wahrscheinlichkeitsfunktion jedoch nicht einen Ablauf von Ereignissen in der Zeit darstellt.²⁸⁴ Eine kausale Beschreibung im herkömmlichen Sinn kann also nicht erfolgen. Man kann nicht beschreiben, was zwischen einer Beobachtung und der nächsten „passiert“.²⁸⁵ „Wenn wir beschreiben wollen, was in einem Atomvorgang geschieht, so müssen wir davon ausgehen, daß das Wort <<geschieht>> sich nur auf die Beobachtung beziehen kann, nicht auf die Situation zwischen zwei Beobachtungen.“²⁸⁶

Wie entscheidend dieser Punkt ist, zeigt sich darin, dass eine erfolgreiche Beschreibung atomarer bzw. subatomarer Vorgänge erst gelang, als nur beobachtbare Größen in die Theorie eingingen (s. 2.1).

An dieser Stelle ist festzuhalten, dass durch die Messung bei der Übersetzung von Formalismus in physikalische Realität etwas Entscheidendes verloren geht: nämlich die Kenntnis des kontinuierlichen Prozesses, der zu dem Messergebnis geführt hat. Was wir vom Formalismus für unsere Empirie ableiten können, sind nur Wahrscheinlichkeitsaussagen, weil der Formalismus keine direkte Übersetzung hat. Die Blockade ist praktisch gekennzeichnet durch die Unschärferelation. Im mathematischen Formalismus kann damit umgegangen werden, in dem Sinn, dass der Zustand als eine Gesamtheit von möglichen Zuständen beschrieben wird. Der Hilbertraum-Formalismus ist für solch eine Gesamtheit dieser an ihm vollziehbaren, möglichen Messung zuständig,²⁸⁷ doch hat dies in unserer Anschauung keine Übersetzung. Wenn wir nun dem Quantenobjekt unsere Anschauung aufzwingen, indem wir es messen, kommt es zur sogenannten Reduktion der Wellenfunktion bzw. zu ihrem Kollaps. Aus der Gesamtheit von Möglichkeiten wird eine entschieden. So gesehen, enthält die

²⁸³ Heisenberg (1959b), S. 49.

²⁸⁴ vgl. ebda., S. 44-45.

²⁸⁵ vgl. ebda., S. 50.

²⁸⁶ Heisenberg (1959b), S. 56.

²⁸⁷ vgl. Scheibe (2006), S 246.

Wellenfunktion alle Wirklichkeiten, durch die Messung wird eine dieser möglichen Wirklichkeiten dann für uns Wirklichkeit. Die Messung stellt sozusagen den Übergang vom Möglichen zum Faktischen dar.²⁸⁸ Weizsäcker beschreibt diesen Umstand, indem er die Wellenfunktion als die vollständige Liste aller möglichen Vorhersagen, die er über das Ergebnis einer künftigen Messung machen kann, bezeichnet. Voraussetzung ist, dass das Ergebnis der letzten Messung bekannt ist.²⁸⁹ Ganz zu Beginn des Kapitels habe ich mit Heisenberg bereits erwähnt, dass die experimentelle Ausgangssituation in die Wellenfunktion übersetzt werden muss; die Wellenfunktion muss also bekannt sein, das geht nur über Messungen (s.u.). „ ψ ist ein Wissenskatalog, der aus *einem* beobachteten Faktum folgt und die Wahrscheinlichkeit für eine Unendlichkeit möglicher zukünftiger Ereignisse bestimmt.“²⁹⁰

Im mathematischen Formalismus wird der Kollaps der Wellenfunktion so ausgedrückt, dass sie auf einen Eigenwert des Operators, dem die Messanordnung entspricht, reduziert wird. Vor der Messung war der Zustand eine Überlagerung von allen Eigenwerten dieses Operators. Wenn wir dieselbe Größe des Zustandes mit derselben Messanordnung noch einmal messen, finden wir den Zustand genau so vor. Damit kann man einen Zustand präparieren, das heißt die Wellenfunktion für den Zustand des Systems angeben. Das bedeutet wiederum, dass man die experimentelle Ausgangssituation in die Wellenfunktion übersetzen kann. Verschiedene Messapparaturen, denen verschiedene Observablen entsprechen, ändern jedoch den Systemzustand in unterschiedlicher Weise. So kann der Wert der Observablen von der Reihenfolge abhängen, in der sie gemessen werden. Das drückt sich in der Heisenbergschen Unschärferelation aus.²⁹¹

Die sich kontinuierlich ausbreitenden Wellenfunktion wird plötzlich diskontinuierlich. Diese veränderte Wellenfunktion hat zum Leidwesen ihres „Erfinders“ „mit ihrem regelmäßigen Abrollen zwischen zwei Messungen nicht das mindeste (sic) zu tun“²⁹².

Wie kann man diese paradoxe Situation erklären? Heisenberg erklärt die plötzliche Veränderung der Wellenfunktion wie folgt – dabei verwendet er den berühmten Begriff des „Quantensprungs“ (in dieser Verwendung entspricht er tatsächlich dem, was er in der Alltagssprach bezeichnen soll, etwas Großes):

²⁸⁸ vgl. Heisenberg (1959b), S. 45.

²⁸⁹ vgl. Weizsäcker (1985), S. 517-518.

²⁹⁰ ebda., S. 518.

²⁹¹ vgl. Notling (2007), S. 186-188.

²⁹² Schrödinger, Erwin: Die gegenwärtige Situation in der Quantenmechanik. Naturwissenschaften 23 (1935), S. 807-812, 823-828, 844-849, hier S. 824.

Die Beobachtung selbst ändert die Wahrscheinlichkeitsfunktion unstetig. Sie wählt von allen möglichen Vorgängen den aus, der tatsächlich stattgefunden hat. Da sich durch die Beobachtung unsere Kenntnis des Systems unstetig geändert hat, hat sich auch ihre mathematische Darstellung unstetig geändert, und wir sprechen daher von einem >>Quantensprung<<. ²⁹³

Weizsäcker erklärt diese Lösung der vermeintlichen Paradoxie etwas näher mit den Begriffen der Informationstheorie. Er schließt, dass die Diskontinuität im Wissen, bzw. in der Beschreibung des Informationsgewinns des Beobachters besteht. Wenn man einen kontinuierlichen Prozess beschreibt, kann er das nur in Intervallen äußern. Nach einem bestimmten Zeitintervall kennt man das erste Messergebnis, nach einem weiteren Intervall kennt man das zweite Messergebnis usw.; der Zugewinn an Wissen passiert also nicht kontinuierlich, die Prozesse, die dazu führen, aber vermutlich schon. In der Quantenmechanik ist das genauso, die Wellenfunktion entwickelt sich stetig zu einem Messergebnis hin, unser Wissenserwerb ist aber wie immer diskontinuierlich. Die Wellenfunktion definiert er letztlich als Wissen selbst. Da es sich unstetig ändert (zumindest in unserer Beschreibung, die Gehirnprozesse mögen kontinuierlich sein), ändert sich auch die Wellenfunktion unstetig. ²⁹⁴

Mit dieser Definition der Wellenfunktion kann man erklären, dass eine Messung das Ergebnis und somit unsere Wirklichkeit beeinflusst. Wenn wir messen ändert sich nämlich unser Wissen, je nachdem, was und ob wir messen, wissen wir – und das wird für uns Wirklichkeit. Die Wirklichkeit ist verschieden, je nachdem, ob wir sie messen²⁹⁵ bzw. was wir messen. Damit ist aber das Problem der objektiven Beschreibbarkeit der Wirklichkeit bzw. der Trennung von Objekt und Subjekt aufgeworfen.

Damit das Subjekt über das Objekt eine Aussage machen kann, schaltet es einen Messapparat dazwischen. In der Quantenmechanik hat der Messapparat, wie gerade gezeigt, einen so großen Einfluss auf das Objekt, dass man die zwei nicht trennen kann. „Objekte und experimentelle Anordnungen bilden“, so Scheibe, „eine neuartige Ganzheit – ein Quantenphänomen –, die wegen der im Rahmen des Planckschen Wirkungsquantums prinzipiell unkontrollierbaren Wechselwirkung zwischen Objekt und Versuchsanordnung keine weitere Unterteilung zuläßt, die zu einer Beschreibung dessen führen würde, was am Objekt (und auch am Meßapparat) wirklichen passiert.“ ²⁹⁶

Bohr bezeichnet die Wechselwirkung von Objekt und Messgerät als „integrierenden Teil des Phänomens“ in der Quantenmechanik. ²⁹⁷ Er schreibt deshalb weder den Phänomenen noch

²⁹³ Heisenberg (1959b), S. 55.

²⁹⁴ vgl. Weizsäcker (1985), S. 519.

²⁹⁵ vgl. Heisenberg (1959b), S. 53.

²⁹⁶ vgl. Scheibe (2006), S. 245.

²⁹⁷ vgl. Bohr (1958), S. 108.

dem Beobachtungsmittel alleine eine selbstständige physikalische Realität im gewöhnlichen Sinn zu.²⁹⁸

Die Wechselwirkung von Messapparat und Objekt, also die Reduktion der Wellenfunktion ist irreduzibel.²⁹⁹ Die Ursache dafür kann man in der semantischen Forderung der klassischen Beschreibung eines Messapparates sehen. Scheibe sagt dazu:

Es ist wohl letztlich charakteristisch an der Kopenhagener Deutung, daß ihr zufolge eine wirklich abgeschlossene Messung sich weder schon in der physikalischen Wechselwirkung von Objekt und Meßgerät erschöpft, noch erst durch die mit Bewußtsein erfolgte Kenntnisnahme eines Beobachters vollendet wird. Entscheidend ist die semantische Forderung der klassischen Beschreibung eines Meßapparates (oder auch eines Präparators) nicht etwa zur Bildung einer Klasse von Objekten, die der QM grundsätzlich entzogen würden. Vielmehr ist jedes Objekt grundsätzlich der Quantenmechanik unterworfen und kann als Objekt in einem Quantenphänomen fungieren. Und nur wenn es als Meßapparat bzw. Präparator dienen soll, gilt die Forderung der klassischen Beschreibung.³⁰⁰

Diese Forderung nach der klassischen Beschreibung wurde bereits mehrfach erwähnt.

Weizsäcker bezeichnet sie sogar als >>goldene Kopenhagener Regel<<: „Die Quantentheorie ist eine Theorie der probabilistischen Verknüpfung zwischen formal möglichen Fakten.

Fakten müssen klassisch beschrieben werden. Wo keine klassische Beschreibung möglich ist, gibt es kein Faktum. Die Irreversibilität der Fakten meinen wir, wenn wir von klassischer Beschreibung sprechen.“³⁰¹

In dieser Regel ist sehr viel enthalten. Weizsäcker klaut den Begriff klassische Beschreibung auseinander und sagt mit Bohr, entscheidend dafür ist, dass die raumzeitliche mit der kausalen Beschreibung vereinbar ist.

Kausal bedeutet, dass es einen eindeutigen Schluss von beobachteten Phänomen auf das Objekt gibt.³⁰² Das bedeutet, dass der Messapparat so gebaut sein muss, dass man von der Anzeige des Geräts auf das Phänomen schließen können muss. So bedeutet z.B. die Schwärzung des Fotopapiers (Anzeige des Messapparats), dass hier das Teilchen gelandet ist. Die raumzeitliche Beschreibung kann man auf die Irreduzibilität zurückführen.³⁰³ Mit Bohr gesprochen, ist die Irreversibilität dem Beobachtungsbegriff inhärent.³⁰⁴

Das bedeutet, dass die Anzeige des Messapparats ein Faktum ist, sich also nicht weiter ändert und für jeden als solches erkennbar ist. Wenn man den Vorgang als irreversibel annimmt, ändert sich jedoch die Wellenfunktion unstetig, weil mit dieser Beobachtung der individuelle Prozess für den Beobachter endet. Er endet, weil man den Prozess nicht weiterbeschreiben

²⁹⁸ vgl. Bohr (1928), S. 245.

²⁹⁹ vgl. Scheibe (2006), S 246.

³⁰⁰ ebda., S. 246-247.

³⁰¹ Weizsäcker (1985), S. 371.

³⁰² vgl. ebda., S 522-523.

³⁰³ vgl. ebda., S. 523.

³⁰⁴ vgl. Bohr (1958), S. 106.

kann.³⁰⁵ Wenn das Objekt auf den Messapparat auftrifft, findet eine unkontrollierbare Wechselwirkung statt, die immer weiter Kreise zieht und auch die Umgebung des Messapparates mit einschließt. Da man nicht alle Parameter der Umwelt kenne und diese wegen der Unschärferelation auch prinzipiell nicht genau genug beschreiben kann, lässt man den Prozess enden, sobald sich etwas Irreversibles einstellt, etwa die Schwärzung einer Fotoplatte.³⁰⁶ Bohr fasst zusammen, „daß es wesentlich ist, sich dran zu erinnern, daß jede eindeutige Erfahrung, die atomare Objekte betrifft, von permanenten Spuren stammt – [...] –, die auf den Körpern, welche die Versuchsbedingungen bestimmen, hinterlassen werden“³⁰⁷. Könnte man den Prozess weiterbeschreiben, würde sich die Wellenfunktion nicht unstetig ändern, dann wäre für unsere Begriffe aber auch kein Faktum erkennbar, weil der Prozess dann nicht irreversibel wäre, sondern immer weitergehen würde.³⁰⁸ Weizsäcker fasst diesen Umstand mit dem Begriff der Diskretetheit des Irreversiblen zusammen: „In einem endlichen Raum-Zeit-Gebiet können nur endlich viele voneinander unterscheidbare irreversible Vorgänge ablaufen. [...] man kann nur endliche Alternativen empirisch entscheiden. [...] die Diskretetheit der irreversiblen Vorgänge [impliziert] nur wegen des quantentheoretischen Indeterminismus eine Diskretetheit der Fakten [...]. Nun impliziert die Diskretetheit der Fakten einerseits die Individualität der beobachtbaren Vorgänge; jede empirische Teilung eines Vorgangs ist ein neues Faktum.“³⁰⁹

In diesem Sinne macht das Subjekt durch die Beobachtung, die durch die Grenzen seiner Erkenntnisfähigkeit bzw. Wahrnehmung bestimmt ist, das Faktum zum Faktum. Damit ist „in der Quantentheorie das Objekt vom Subjekt nicht prinzipiell trennbar“.³¹⁰ Objekte, Gegenstände, gibt es *nur für Subjekte*, denen sie >>entgegenstehen<<.³¹¹ Damit erhält die physikalische Betrachtungsebene ein gewisses subjektives Element, das an sich der naturwissenschaftlichen Methode widerspricht und einer Rechtfertigung bedarf.³¹² Weizsäcker erklärt das in der Quantenmechanik anzutreffende subjektive Moment folgendermaßen:

„ψ ist Wissen, und Wissen hängt von der Information ab, die das wissende Subjekt besitzt. Wissen ist aber natürlich nicht Träumerei, nicht >>bloß subjektiv<<. Es ist Wissen von objektiven Fakten der Vergangenheit, die sich für jeden, der die nötige Information besitzt,

³⁰⁵ vgl. Weizsäcker (1985), S. 525, 530.

³⁰⁶ vgl. ebda., S. 524-525.

³⁰⁷ Bohr (1958), S. 106.

³⁰⁸ vgl. Weizsäcker (1985), S. 530.

³⁰⁹ ebda., S. 372.

³¹⁰ ebda., S. 530.

³¹¹ ebda.

³¹² vgl. Scheibe (2006), S. 258.

identisch erweisen werden: und es ist eine Wahrscheinlichkeitsfunktion für die Zukunft, die für jeden, der dieselbe Information besitzt, gilt; und [...] durch Messung relativer Häufigkeiten empirisch bestätigt werden kann.³¹³

In den Worten Heisenbergs gesprochen, sind die Aussagen über Wahrscheinlichkeiten oder Tendenzen, wie er sie lieber nennt, völlig objektiv, sie hängen nicht davon ab, wer sie beobachtet, wohl aber davon, dass sie überhaupt beobachtet werden bzw. dass unsere Kenntnis durch die Unbestimmtheit eingeschränkt ist. Er räumt jedoch ein, dass es auch zu subjektiven Unterschieden kommen kann. Diese gründen jedoch lediglich auf dem Problem der experimentellen Messgenauigkeit, das in jeder physikalischen Beschreibung zu einem bestimmten Grad vorhanden ist.³¹⁴

Man ist wohl gut beraten, das subjektive Moment der Quantenmechanik als intersubjektives zu beschreiben. Kenntnis bzw. Nichtkenntnis hängt nicht vom einzelnen Subjekt ab, sondern von dem Subjekt überhaupt. Mit Kant gesprochen, kommt es nicht auf das empirische, sondern auf das transzendentale Subjekt an:³¹⁵ „darauf, daß ein Subjekt etwas wahrnimmt, tut und weiß [...]. Aber der so >>objektivierte<< Beobachter ist kein >>reiner Geist<<. Er muß mit seinen Augen sehen, mit seinen Händen arbeiten. Er ist nur Beobachter, weil er selbst – [...] – Teil der Welt der Phänomene ist.“³¹⁶

Damit ist der Beobachter eigenschränkt. So sind wir bei der Beschreibung der Messung von unseren klassischen Begriffen abhängig, die letztlich eine Folge unserer allgemeinen geistigen Entwicklung ist. Damit nehmen wir auf uns Bezug und die Beschreibung ist deswegen laut Heisenberg nicht ganz objektiv, obwohl für alle Subjekte gleich.³¹⁷

Er fasst diesen Umstand wie folgt zusammen: „[...] wir müssen uns daran erinnern, daß das, was wir beobachten, nicht die Natur selbst ist, sondern Natur, die unserer Art der Fragestellung ausgesetzt ist. Unsere wissenschaftliche Arbeit in der Physik besteht darin, Fragen über die Natur zu stellen in der Sprache, die wir besitzen, und zu versuchen, eine Antwort zu erhalten durch Experimente, die wir mit den Mitteln ausführen, die zu unserer Verfügung stehen.“³¹⁸ Anders formuliert, ist die Natur früher als der Mensch, aber der Mensch früher als die Naturwissenschaft.³¹⁹

Das ist an und für sich nichts Neues und betrifft unsere ganze Naturbeschreibung. Warum wird gerade in der Quantenmechanik so ein großes Aufsehen darum gemacht, dass sie nicht

³¹³ Weizsäcker (1985), S. 519.

³¹⁴ Heisenberg (1959b), S. 54.

³¹⁵ vgl. Weizsäcker (1985), S. 530.

³¹⁶ ebda., S. 530-531.

³¹⁷ vgl. Heisenberg (1959b), S. 57.

³¹⁸ ebda., S. 60.

³¹⁹ vgl. ebda., S. 58.

objektiv sei? Der Grund liegt darin, dass dieser Umstand in der Quantenmechanik besonders augenscheinlich wird. Zum einen, weil wir mit der Quantenmechanik in einen Bereich vorgedrungen sind, der uns erahnen lässt, dass es neben unserer Denklogik noch eine andere gibt und zum anderen, weil besonders drastisch ersichtlich wird, dass unsere Erkenntnis durch unsere Erkenntnisfähigkeit bestimmt wird. Das, was wir beobachten können, wird für uns zum Faktum. In der klassischen Physik hingegen sprechen wir über die Teile der Welt unabhängig davon, ob wir sie beobachten oder nicht, also ohne dabei auf uns selbst Bezug zu nehmen. Das stellt eine Idealisierung dar, die nur in der klassischen Physik Erfolge feiern konnte.³²⁰

Interessant ist, dass diese klassische Beschreibung von atomaren Prozessen keinen Schaden anrichtet, eine Beschreibung der atomaren Prozesse also auf dieser Basis erfolgen kann. Wir bezeichnen unsere Erkenntnis als objektiv, als Faktum, und das ist dann für uns auch so; wir können sogar auf ihrer Grundlage weiterarbeiten.³²¹ Wir konnten sogar alleine auf dieser Grundlage eine komplette mathematische Theorie entwerfen, die das für uns Beobachtbare und damit auch unsere Denklogik übersteigt. Jedoch können wir nicht sagen, wie es zu diesem objektiven Faktum gekommen ist.

Letzteres ruft Kritiker der Kopenhagener Deutung mit dem Argument, der für die Physik so fundamentalte Begriff der „objektiv-real“en Wirklichkeit“ würde damit aus der Naturbeschreibung verschwinden, auf den Plan. Darauf kann man, wie eben dargestellt, kontern, dass jede naturwissenschaftliche Beschreibung subjektive Züge hat und dass der besonders geartete Fall in der Quantenmechanik, das Versagen der deterministischen Beschreibung, also die Abhängigkeit von der Beobachtung, in der weiteren physikalischen Betrachtung kein Problem darstellt,

denn das >>Faktische<< spielt in der Quantentheorie die gleiche entscheidende Rolle wie in der klassischen Physik. Allerdings ist es in der Kopenhagener Deutung beschränkt auf die Vorgänge, die sich anschaulich in Raum und Zeit, d.h. in den klassischen Begriffen, beschreiben lassen, die also unsere >>Wirklichkeit<< im eigentlichen Sinn ausmachen. Wenn man versucht, hinter dieser Wirklichkeit die Einzelheiten des atomaren Geschehens vorzudringen, so lösen sich die Konturen dieser >>objektiv-real<< Welt auf – nicht in dem Nebel einer neuen und noch unklaren Wirklichkeitsvorstellung, sondern in der durchsichtigen Klarheit einer Mathematik, die das Mögliche nicht das Faktische, gesetzmäßig verknüpft. Daß die >>objektiv-reale Wirklichkeit<< auf den Bereich des vom Menschen anschaulich in Raum und Zeit Beschreibbaren beschränkt wird, ist natürlich kein Zufall. Vielmehr äußert sie sich an dieser Stelle die einfache Tatsache, daß die Naturwissenschaft ein Teil der Auseinandersetzung des Menschen mit der Natur und insofern vom Menschen abhängig ist.³²²

³²⁰ vgl. Heisenberg (1959b), S. 57.

³²¹ vgl. ebda.

³²² Heisenberg (1956), S. 449.

2.2.2 Sprachliche Aspekte der Kopenhagener Deutung

Auf der Basis der Texte Heisenbergs und Bohrs werde ich nun den sprachlichen Aspekt der Kopenhagener Deutung herausstreichen, um schließlich auf den Anwendungsbereich der Literatur überleiten zu können.

Im voranstehenden Kapitel dürfte deutlich geworden sein, dass die Forderung, die Versuchsanordnung und das Messergebnis mit klassischen Begriffen zu beschreiben, zentral in der Kopenhagener Deutung ist. Die Beschreibung mit klassischen Begriffen bedeutet, das Experiment mit der Umgangssprache, die mit physikalischer Terminologie verfeinert wurde, zu beschreiben.³²³ Unsere Umgangssprache, die natürliche Sprache, wie Heisenberg sie bezeichnet, hat sich aus dem Umgang mit der sinnlich erfahrbaren Welt gebildet.³²⁴ Sie gründet also auf unserer Anschauung,³²⁵ in der nach Bohr die Vereinbarung von raumzeitlicher Beschreibung und Kausalität bestimmt ist.³²⁶ Die formale Struktur der Sprache ist die klassische Logik nach Aristoteles.³²⁷

Die Wellenfunktion selbst trägt jedoch Züge, die sich der Beschreibung mit klassischen Begriffen entzieht. Indem wir aber die Messung klassisch beschreiben, das heißt u.a. dass die Messapparate klassisch funktionieren, nageln wir die Wellenfunktion gewissermaßen auf unsere Anschauung und Logik fest, und es kommt zum Kollaps der Wellenfunktion. Aus der Gesamtheit von Möglichkeiten wird *eine* zum Faktum. Obwohl die Wellenfunktion reduziert ist oder gerade deshalb, haben wir Kenntnis über sie erhalten, in dem Sinn, dass wir ein Faktum vor uns haben, über das wir eindeutige Aussagen machen können. Wir können sogar berechnen, wie groß die Wahrscheinlichkeit für dieses Faktum ist. Ohne die Messung könnten wir über die Wellenfunktion selbst keine solche eindeutige Aussage machen; so können wir nicht sagen, was zwischen zwei Messungen passiert. Wir haben kein Faktum, also auch keine eindeutigen Begriffe, sondern nur ein unscharfes Bild, auf das wir von den verschiedensten Messungen schließen können. Bohr hielt mit seinem Komplementaritätsprinzip (s. 2.1) fest, dass unsere Begriffe je nur einen begrenzten Anwendungsbereich haben, wenn es bei der Beschreibung keine Widersprüche geben soll. Da wir also nicht nur einen Begriff zur Verfügung haben, behelfen wir uns mit mehreren Begriffen, die komplementär zueinander

³²³ vgl. Bohr (1958), S. 106.

³²⁴ vgl. Heisenberg, Werner: Sprache und Wirklichkeit in der modernen Physik (1960). In: Ders.: Gesammelte Werke. Abteilung C. Allgemeinverständliche Schriften. Band II. Hg. v. Walter Blum, Hans-Peter Dürr u.a. München, Zürich: Piper 1984, S. 271-301, hier S. 272.

³²⁵ vgl. Bohr (1928), S. 257.

³²⁶ vgl. ebda., S. 245.

³²⁷ vgl. Heisenberg (1960), S. 275.

sind, sich aber ergänzen. Laut Weizsäcker sprach Bohr deshalb davon, dass wir bei der Beschreibung von atomaren Prozessen auf die Verwendung von Wortgemälden angewiesen sind.³²⁸

Was wir am Beispiel der Quantenmechanik erkennen können, ist, dass, wenn wir kein Faktum erkennen, auch keine eindeutigen Begriffe haben können und umgekehrt kein Faktum erkennen können, wenn wir keine eindeutigen Begriffe haben.

Das hat Erklärungsbedarf³²⁹: „Faktum“ wurde in 2.2.1 mit den Prädikaten kausal und irreduzibel definiert. Denn diese Prädikate sind Voraussetzung dafür, ein Faktum also solches zu erkennen. Das bedeutet, dass unsere Erkenntnisfähigkeit von unserer Anschauung abhängt. Das bedeutet wiederum, dass es etwas gibt, das unsere Erkenntnis strukturiert bzw. ermöglicht. Raum, Zeit und Kausalität sind solche nach Kant benannte Urteile *a priori*.³³⁰ In der Quantenmechanik sind wir mit dem Problem konfrontiert, dass eine raumzeitliche Beschreibung von atomaren Prozessen komplementär zu einer kausalen ist. Die Prozesse selbst entsprechen also in unserem Sinn keinem Faktum, ehe wir sie nicht auf unsere Anschauung festnageln und sie durch die Messung zum Faktum machen. Erst dann können wir die Situation beschreiben.

Über das Davor, also über den eigentlichen Prozess, können wir keine eindeutigen Aussagen der Art, „Wenn das Teilchen am Punkt X landet, ist es durch Spalt A/Spalt B gegangen.“ machen. „Durch Spalt A gegangen“, oder „Durch Spalt B gegangen“ wären eindeutige Beschreibungen, wir hätten uns von der Situation einen Begriff gemacht, sie begriffen, doch keine der beiden Beschreibungen trifft zu.

Beschreibungen wie „Das Teilchen ist wie eine Welle im Raum verschmiert.“, „Es ist durch beide Spalte gleichzeitig gegangen.“ sind nicht eindeutig, weil sie unsere Anschauung übersteigen, aus der sich Logik und Begriffe formiert haben. Unsere klassische Logik basiert unter anderem auf dem Satz vom ausgeschlossenen Dritten. Sind zwei Aussagen streng logische Gegensätze, muss eine der beiden richtig sein, eine dritte Möglichkeit gibt es nicht. Wenn das Teilchen nicht durch Spalt A gegangen ist, bedeutet das, dass es durch Spalt B

³²⁸ vgl. Weizsäcker (1985), S. 509.

³²⁹ Heisenberg bringt in diesem Zusammenhang einen anschaulichen Vergleich: „Wenn wir von einem klar verstandenen, wissenschaftlich schon geordneten Bereich der Wirklichkeit zu einem neuen übertreten, so geraten wir von Neuem in die Situation des Kindes, das gleichzeitig Denken und Sprechen muß; das noch nicht sprechen kann, da ihm ausdrückbare Gedanken fremd sind; und das noch nicht denken kann, da ihm die Begriffe fehlen, an denen sich Gedanken ordnen und verknüpfen können.“ (Heisenberg, Werner: Die Ordnung der Wirklichkeit (1942). In: Ders.: Gesammelte Werke. Abteilung C. Allgemeinverständliche Schriften. Band I. Hg. v. Walter Blum, Hans-Peter Dürr u.a. München, Zürich: Piper 1984, S. 217-306, hier S. 225-226.)

³³⁰ vgl. Kant, Emanuel: Kritik der reinen Vernunft. Nach der 1. und 2. Orig.-Ausg. Hg. v. Raymund Schmidt. Hamburg: Meiner 1976.

gegangen ist.³³¹ Da in der Quantenmechanik beides nicht zutrifft, fordert sie sozusagen eine andere Logik, innerhalb derer eine Beschreibung widerspruchsfrei sein kann. So haben Physiker zur Entstehungszeit der Quantenmechanik eine Quantenlogik ausgetüftelt. Weizsäcker hat vorgeschlagen, jeder Aussage einen Wahrheitswert zuzuordnen, dem eine komplexe Zahl zwischen 1 und 0 entspricht, wobei 1 in unserer Logik dem Wahrheitswert von *ist richtig* entspricht und 0 dem Wahrheitswert *ist falsch*. Es kann in der Quantenlogik aber auch dazwischen Werte geben:³³²

Es existieren also Zwischenstationen, bei denen es nicht entschieden ist, ob die Aussage falsch oder richtig ist, und dieses Wort „nicht entschieden“ darf keineswegs einfach als eine Unkenntnis über den wahren Sachverhalt interpretiert werden. Man kann also eine Aussage, die einem Zwischenwert entspricht, nicht einfach in der Weise deuten, daß zwar „in Wirklichkeit“ die eine oder die entgegengesetzte Aussage der Alternativen richtig sei, daß aber nicht bekannt sei, welche Aussage zutreffe. Vielmehr läßt sich die dem Zwischenwert entsprechende Aussage eben in einer gewöhnlichen Sprache nicht mehr ausdrücken.³³³

Damit haben wir aber wieder ein Übersetzungsproblem. Damit wir über sie reden können, muss sie im Grenzfall die klassische Logik enthalten, sonst hätten wir keine Möglichkeit über sie zu reden. Wir haben damit also dasselbe Verhältnis vorliegen wie zwischen Quantenmechanik und klassischer Mechanik sowie zwischen der Beschreibung von atomaren Prozessen und der Beschreibung der Messung von atomaren Prozessen.³³⁴

Wäre die Quantenlogik nicht nur im Grenzfall unsere Logik, hätten wir kein Problem mit der Beschreibung von diesen Prozessen, wir könnten sie begreifen. Weizäcker ist, als er bestrebt war, eine Quantenlogik aufzustellen, davon ausgegangen, dass mit der Quantenlogik eine *ontologische* Sprechweise über atomare Prozesse möglich wäre (wie in der klassischen Physik, in der wir aussagen können, was der Fall ist) und nicht nur eine *epistemische*, in der wir nur aussagen können, was wir wissen.³³⁵ Das bedeutet: Hätten wir eine Logik, die atomaren Prozessen entspricht, könnten wir sie eindeutig beschreiben und hätten für unsere Begriffe vollständige Kenntnis, die sich darin ausdrückt, dass wir über atomare Prozesse so sprechen würden, wie über Tische und Sessel, sie für uns also ontologische Entitäten wären. Ob wir mit unserer Beschreibung richtig lägen, also ein Stück Realität erfasst hätten, wüssten wir dann freilich immer noch nicht, das wissen wir aber auch nicht im Fall eines Sessels.

In der Mathematik hat man laut Heisenberg den Vorteil, dass man auch andere Logiken zur Verfügung hat, so ist eine widerspruchsfreie Beschreibung möglich. Die Mathematik ist aber

³³¹ vgl. Heisenberg (1960), S. 291-292.

³³² vgl. ebda.

³³³ ebda., S. 292.

³³⁴ vgl. ebda., S. 293-294.

³³⁵ vgl. Weizsäcker (1985), S. 317-318.

eine Kunstsprache, die eben nicht eins zu eins in unsere natürliche Sprache übersetzt werden kann.³³⁶ Das ist der Grund dafür, dass Bohr in einer Quantenlogik nicht die Lösung des Beschreibungsproblems sieht, denn schließlich haben wir nur unsere klassische Logik innerhalb der Sprache zur Verfügung.³³⁷

Das bringt uns zum Aufgaben- bzw. Anwendungsbereich der Literatur. Die Naturwissenschaft hat es sich zur Aufgabe gemacht, die Begriffe der natürlichen Sprache genau zu definieren, um durch diese Eindeutigkeit und Präzision ein Fundament zur Verfügung zu haben, von dem aus man alles andere ableiten kann:

Wir müssen uns darum bemühen, das Spezielle aus dem Allgemeinen herzuleiten, das einzelne Phänomen als Folge einfacher allgemeiner Gesetze zu verstehen. Die allgemeinen Gesetze können, wenn sie sprachlich formuliert werden, nur einige wenige Begriffe enthalten, denn sonst wären die Gesetze nicht einfach und allgemein. Aus diesen Begriffen muß nun eine unendliche Vielfalt von möglichen Erscheinungen hergeleitet werden, und zwar nicht nur qualitativ und ungenau, sondern mit größter Genauigkeit hinsichtlich jeder Einzelfrage. Es ist unmittelbar einzusehen, daß die Begriffe der gewöhnlichen Sprache, ungenau und unscharf definiert, wie sie sind, niemals solche Ableitungen zulassen können.³³⁸

Das veranlasst Heisenberg zu der Aussage: „Was an Verständnis der Materie bisher errungen worden ist, das ist schließlich in mathematischen Gleichungen niedergeschrieben worden, denn keine andere Sprache kann einen derartigen Reichtum an Formen aufweisen.“³³⁹

Bohr charakterisiert die Sprache der exakten Wissenschaften damit, Eindeutigkeit erreichen zu wollen, indem jeder Hinweis auf das betrachtende Subjekt vermieden wird.³⁴⁰

In der modernen Physik hat man jedoch die Erfahrung gemacht, dass genau diese Trennung von Subjekt und Objekt nicht mehr möglich ist.³⁴¹

Aus dieser Sachlage folgt nicht nur die relative von der Willkür in der Wahl des Gesichtspunktes abhängige Bedeutung eines jeden Begriffes, oder besser jeden Wortes, - sondern wir müssen im allgemeinen darauf gefaßt sein, dass eine allseitige Beleuchtung ein und desselben Gegenstandes verschiedene Gesichtspunkte verlangen kann.³⁴²

Damit ist jedoch eine eindeutige Beschreibung im Sinne der Logik unmöglich.³⁴³ Bohr kommt außerdem zu dem Schluss, dass in den eigentlichen Naturwissenschaften ohnehin „von

³³⁶ vgl. Heisenberg (1960), S. 291.

³³⁷ vgl. Weizsäcker (1985), S. 509-510.

³³⁸ Heisenberg (1960), S. 277-278.

³³⁹ Heisenberg, Werner: Die gegenwärtigen Grundprobleme der Atomphysik (1949). In: Ders.: Gesammelte Werke. Abteilung C. Allgemeinverständliche Schriften. Band I. Hg. v. Walter Blum, Hans-Peter Dürr u.a. München, Zürich: Piper 1984, S. 341-353, hier S. 349.

³⁴⁰ vgl. Bohr (1929), S. 485.

³⁴¹ vgl. ebda.

³⁴² ebda.

³⁴³ vgl. ebda.

keinem streng abgeschlossenen Anwendungsgebiet der logischen Prinzipien die Rede sei, da wir immer mit neu hinzukommenden Tatsachen rechnen müssen“³⁴⁴.

Damit sieht Bohr die Notwendigkeit gegeben, zu einer Beschreibungsweise Zuflucht zu nehmen, die komplementär zu einer streng logischen Sprache ist.³⁴⁵ Er spricht damit eine Sprache an, die nicht wie die wissenschaftliche Sprache bestrebt ist, systematisch vorzugehen, um unsere Erfahrungen zu erweitern und geeignete Begriffe zu ihrer Ordnung zu entwickeln, sondern eine Sprache mit individuellen Bestrebungen, Gefühle zu erwecken, welche an die Ganzheit unserer Situation erinnern; damit verweist er direkt auf eine künstlerische Sprache.³⁴⁶ An dieser Stelle sei noch einmal Bohrs Auffassung zur literarisch-künstlerischen Sprache zitiert:

Die Bereicherung, die die Kunst uns geben kann, beruht auf ihrer Fähigkeit, uns Harmonien zu vermitteln, die jenseits systematischer Analyse bestehen. Man kann sagen, daß Dichtung, bildende Kunst und Musik eine Folge von Ausdrucksformen darstellen, in der ein immer weitergehender Verzicht auf die die wissenschaftliche Mitteilung kennzeichnende Forderung nach Definition der Phantasie freieren Spielraum läßt. Besonders in der Poesie wird dieses Ziel durch Zusammenstellung von Worten erreicht, die sich auf wechselnde Beobachtungssituationen beziehen und dadurch mannigfaltige Seiten menschlicher Erfahrung gefühlsmäßig verbinden.³⁴⁷

Auch Heisenberg schreibt der lebendigen Sprache einen viel reicheren Schatz an Ausdrucksmitteln zu, denn:

Jedes gesprochene Wort tut in unserem Denken ja nicht nur eine bestimmte Bewegung hervor, die uns voll bewußt wird und die man als die gemeinte Bedeutung des Wortes bezeichnen kann, sondern es gleiten mit dem aufgenommenen Wort noch viele Nebenbedeutungen und Assoziationen durch das Halbdunkel unseres Bewußtseins, die obwohl sie kaum wahrgenommen werden, doch für den Sinn des gehörten Satzes wesentlich sein können. Unter Umständen kann gerade dieses Gewebe von nur halbbewußten Vorstellungen, das durch die Sprache hervorgerufen werden kann, den Sinn dessen, was ausgesprochen werden soll, besser wiedergeben als ein scharfes logisches Schlußverfahren.³⁴⁸

Er zitiert an dieser Stelle Mephisto aus Goethes *Faust*, um dieses Bild des sprachlichen Gewebes auf diese Art und Weise zu beschreiben, die er gerade angesprochen hat.

Zwar ist es mit der Gedankenfabrik
wie mit einem Webermeistersrück,
wo ein Tritt tausend Fäden regt,
die Schifflein herüber-, hinüberschießen,
die Fäden ungesehen fließen,
ein Schlag tausend Verbindungen schlägt.³⁴⁹

³⁴⁴ Bohr (1929), S. 485.

³⁴⁵ vgl. ebda.

³⁴⁶ vgl. Bohr (1954), S. 89.

³⁴⁷ ebda., S. 88.

³⁴⁸ Heisenberg (1960), S. 276.

³⁴⁹ Goethe, Johann Wolfgang: *Faust. Der Tragödie Erster Teil*. Stuttgart: Reclam 2000, S. 54.

Wer versucht, die Elemente und die Struktur der Elemente zu beschreiben, der verliert jedoch das geistige Band, die Kräfte, die dahinter liegen und das Gewebe ausmachen.³⁵⁰

Diese Überlegungen veranlassen Françoise Balibar dazu, einen Zusammenhang von Literatur und Quantenmechanik überhaupt nur auf der sprachlichen Ebene zu verorten. Einen Zusammenhang über die Gemeinsamkeit von behandelten Themen sieht sie nicht gegeben, weil Schriftsteller nicht in der gleichen Weise von Themen wie z.B. „[der]Tilgung der Abgrenzung von Subjekt und Objekt, [der] Unmöglichkeit, nicht uneigentlich von den Dingen reden zu können, etc.“ betroffen waren wie die Gründerväter der Quantenmechanik. Eine Ausnahme sieht sie eventuell in Brochs *Unbekannter Größe* (s. 3.) bestehen.³⁵¹

Diese wenigen fragmentarischen Andeutungen lassen mich denken, daß die Wirkung, die der dem europäischen Bewußtsein durch die Quantentheorie auferlegte Paradigmenwechsel auf die Literatur gehabt haben mag, falls eine solche Wirkung überhaupt existiert, nicht in den angesprochenen Themen gesucht werden darf, sondern viel eher in einem eventuellen Wandel der narrativen Verfahren. Literatur und Wissenschaft haben gemein, daß beide auf Sprache angewiesen sind, und allgemeiner auf Repräsentation. Vernünftigerweise lässt sich annehmen, daß jene Krise der Repräsentation und die Unmöglichkeit, wie früher zu reden, die die Physiker erlebt haben, gleichermaßen die Literatur betroffen hat.³⁵²

Jedoch sieht sie die Sprachkrise der Literatur als ursächlicher an, sie glaubt zumindest nicht, dass die physikalische Behandlung des Beschreibungsproblems als Modell gedient hat für die Infragestellung der sprachlichen Verfahrensweisen in der Literatur dieser Epoche, sondern dass die Physiker aus dem Verlust früherer Ideale heraus in die Begrifflichkeit einer Sprachkrise gelangt sind. Sie konnten sich die nötig gewordene neue „Weltanschauung“ nur durch das Auftauchen einer neuen Sprache denken.³⁵³

Die Frage nach einem Urheber der Sprachkrise ist meiner Meinung nach jedoch ein Zirkelschluss; Balibar selbst schließt den Kreis, indem sie beide Krisen auf eine gemeinsame Ursache zurückführt, die gemeinsame Denktradition. Sie meint nämlich, dass sowohl Physiker als auch Schriftsteller der Zeit geprägt waren von der Sprachphilosophie Wilhelm von Humboldts und der durch Goethe geprägten Denktradition. Charakteristisch für diese Denktradition ist, dass der Mensch immer in der

³⁵⁰ vgl. Goethe (2000), S. 54.

³⁵¹ vgl. Balibar, Françoise: Wenn die Worte fehlen, um von der Natur zu sprechen... Relativitätstheorie, Quantenmechanik und Paradigmenwechsel in Physik und Philosophie. Aus dem Französischen übersetzt von Christine Maillard und Michael Titzmann. In: Maillard, Christine / Titzmann, Michael (Hg.): Literatur und Wissen(schaften) 1890-1935, Stuttgart, Weimar: Metzler 2002, S. 39-49, hier S. 46-47.

³⁵² Ebda., S. 47.

³⁵³ vgl. ebda.

Sprache schwebt und die Sprache damit einen sehr speziellen Platz innerhalb dieser Tradition zugewiesen bekommt. Als Ausklang erscheint nach Balibar heute Wittgenstein.³⁵⁴

Balibar zitiert an dieser Stelle eine Untersuchung von Catherine Chevalley, die Bohrs Auffassung der Sprache mit der von Humboldt vergleicht. Bohrs Sprachauffassung habe ich bereits dargelegt, für Humboldts Auffassung ist es auch charakteristisch, dass nur die Alltagssprache eine rein referentielle Funktion hat; die mathematische Physik ist, wie bereits beschrieben, ein Fortentwicklungsprozess dieser Alltagssprache mittels Präzisierung, Verfeinerung, Definition und Analyse.³⁵⁵

Dichtung, Philosophie, Kunst hingegen, die durch Synthese verfahren, machen sichtbar, was sich in der wissenschaftlichen Terminologie verbirgt, das heißt, eine immer schon vorausgesetzte >>Weltansicht<<, die ihrerseits als eine bestimmte Art, das Objektive mit dem die Sprache färbenden Subjektiven zu vereinbaren, definiert ist; [...] Sprache ist nie Kopie oder Abbildung im üblichen Sinn, sondern als solche konstitutiv für das, was sich der Erkenntnis als Phänomen manifestiert.³⁵⁶

Vor dem Hintergrund dieser Sprachauffassung tut sich zwangsläufig das Problem der sprachlichen Beschreibung auf. Wie soll etwas objektiv dargestellt werden, wenn die Beschreibung nur subjektiv sein kann? Bohr sieht genau darin das Erkenntnisproblem wurzeln, wir streben nach einer objektiven Beschreibung, können aber letztlich nur eine subjektive liefern:

Das in Frage stehende Erkenntnisproblem lässt sich wohl kurz dahin kennzeichnen, daß einerseits die Beschreibung unserer Gedankentätigkeit die Gegenüberstellung eines objektiv gegebenen Inhalts und eines betrachtenden Subjekts verlangt, während andererseits – wie schon aus einer solchen Aussage einleuchtet – keine strenge Trennung zwischen Objekt und Subjekt aufrecht zu erhalten ist, da ja auch der letztere Begriff dem Gedankeninhalt angehört.³⁵⁷

Weiter oben haben ich bereits zitiert, was für Bohr daraus folgt, nämlich eine komplementäre Beschreibungsweise.³⁵⁸

Außerdem stellt sich in der sprachlichen Beschreibung wie in der physikalischen Beschreibung das Problem des Kontinuums dar.

Gerade das Kontinuum ist es, das in unserer Sprachlogik zu Übersetzungsproblemen führt, weil wir unsere Erkenntnis auf diskrete Fakten stützen. Wenn die Literatur also ein Kontinuum beschreibt, ist es klar, dass irgendwann das Unvermögen dieser Beschreibung als Problem thematisiert wird, weil unser Denken scheinbar nach einer Eindeutigkeit strebt. Die Krise in der Literatur um die Jahrhundertwende, die etwa Hofmannsthal im *Chandos-Brief*

³⁵⁴ vgl. Balibar (2002), S. 47.

³⁵⁵ vgl. Chevalley, Catherine: Langage ordinaire. In: Niels Bohr: Physique atomique et connaissance humaine. Gallimard 1991 (Folio Essais), S. 502, zitiert nach Balibar (2002), S. 45.

³⁵⁶ ebda.

³⁵⁷ Bohr (1929), S. 484-485.

³⁵⁸ vgl. ebda.

thematisiert („Es zerfiel mir alles in Teile, die Teile wieder in Teile und nichts mehr ließ sich mit einem Begriff umspannen.“³⁵⁹) ist eine logische Konsequenz daraus, wenn wir mit unseren logischen Denkkategorien an ein Kontinuum herangehen wollen. Bohr rekapituliert, dass wir bei der Frage nach Einheit des Wissens auf eine Mehrdeutigkeit stoßen, wie bei dem Begriff „Wahrheit“:

Auch wenn wir von geistigen und kulturellen Werten sprechen, werden wir an erkenntnistheoretische Probleme erinnert, die verbunden sind mit dem Gleichgewicht zwischen unserem Wunsche nach einer allumfassenden Schau auf das Leben in seiner Vielfalt und unseren Möglichkeiten, uns in einer logisch widerspruchsfreien Weise auszudrücken.³⁶⁰

Ich möchte soweit gehen, das Problem der Literatur mit den erkenntnistheoretischen Implikationen der Quantenmechanik zu vergleichen. In der Quantenmechanik ist das Erkenntnisproblem dadurch gegeben, dass in der Vorstellung ein Wechsel vom Kontinuum zum Diskreten stattgefunden hat. Prozesse konnten nicht länger durch ihre Teilbarkeit beschrieben werden, sondern mussten als individuell aufgefasst werden.

Erkenntnistheoretisch hat sich damit jedoch das Problem des Kontinuums aufgetan, denn zwischen den individuellen Prozessen passieren Vorgänge, die für uns nicht beschreibbar sind, die eben nicht durch Messwerte darstellbar sind, da jede Unterteilung durch Messung das zu untersuchende Phänomen verändert.³⁶¹ Die Quantenmechanik kann damit zwar nur diskrete Messwerte aufstellen, doch muss man zur Kenntnis nehmen, dass die Prozesse zwischen diesen Messwerten ein Kontinuum von verschiedenen, überlagerten Prozessen darstellen. Diesem Faktor wird/muss in der klassischen Physik nicht Rechnung getragen werden. Die Literatur hat ähnlich wie die Quantenmechanik mit diesem Kontinuum zu tun. Zur Verfügung hat sie auch nur das Diskrete, sie fertigt jedoch ein Gewebe dieses Diskreten an, in dem Sinn, dass sie im Leser eine Gesamtheit evoziert. Aus diesem Kontinuum kann wieder jeder seine Erkenntnis erlangen, also etwas Diskretes.

Lösungsansätze für dieses Beschreibungsproblem sieht Balibar im Bereich der Philosophie, wie gesagt, in Wittgensteins Bestrebungen das Sagbare vom Nichtsagbaren zu trennen.³⁶² Diese ist auch im Diskurs der Kopenhagener Deutung wieder zu finden.

So erinnert Wittgensteins Bestreben, das Sagbare vom Nicht-Sagbaren zu trennen,³⁶³ an die Bemühungen der Quantenphysiker, das Messbare vom nicht Messbaren abzugrenzen und

³⁵⁹ Hofmannsthal, Hugo von: Ein Brief. In: Ders.: Gesammelte Werke. In zehn Einzelbänden. Erzählungen; Erfundene Gespräche und Briefe; Reisen. Hg. v. Bernd Schoeller. S. 461-472, hier S. 466.

³⁶⁰ Bohr (1954), S. 89.

³⁶¹ vgl. Bohr (1958), S. 107.

³⁶² vgl. Balibar (2002), S. 47.

³⁶³ vgl. Wittgenstein, Ludwig: Tractatus logico-philosophicus. Frankfurt/Main: Suhrkamp 1963, S. 7.

daran die Lösung des Beschreibungsproblems im Komplementaritätsprinzip zu finden, bei der die Begriffe ein begrenztes Anwendungsgebiet haben, wenn man den Bereich der Anschauung verlässt. Die Sprachlogik stellt also eine Grenze unserer Anschauung dar und umgekehrt. Heisenberg bezeichnet in einem von ihm nicht der Veröffentlichung preisgegebenen Manuskript die sprachliche Beschreibung als Balance-Akt oder besser „Schwebe-Akt“ über einem Abgrund:

Wer es nun unternimmt, die Wirklichkeit in dieser Weise zu untersuchen, der bedarf dazu, wie zu allem geordneten Nachdenken, der Form, in der menschliche Gedanken gefaßt und weitergegeben werden können: die Sprache. Damit steht aber die Untersuchung schon mit dem ersten Schritt an dem Abgrund, an dessen Rand alle menschliche Erkenntnis sich abspielt: Ist es denn überhaupt möglich, mit der Sprache etwas ganz bestimmtes auszudrücken? Die Frage sei nicht in der Weise gemeint, daß es zwar völlig klare bestimmte Gedanken gebe, daß aber die Sprache nicht immer in der Lage sei, diese auszudrücken. Sondern die Frage zielt auf jenes unvermeidbare Element der Unbestimmtheit, jenes eigentümliche „Schwebende“, in Denken und Sprechen, das die Philosophen so eindringlich beschrieben haben.³⁶⁴

Er führt weiter, optimistischer aus:

Obwohl unser Denken stets gewissermaßen über einer grundlosen Tiefe schwebt – da wir nie von dem festen Grund klarer Begriffe aus Schritt für Schritt in das unbekannte Neuland vordringen können – so wird dieses Denken doch schließlich jeder neuen Erfahrung, jedem zugänglichen Bereich der Welt gerecht werden können. Es wird sich immer wieder eine Sprache entwickeln, die eben zu dem ins Auge gefaßten Bereich der Wirklichkeit paßt und die Sachverhalte in diesem Gebiet genau abbildet. Freilich wird, wie weit das Denken auch dringen mag, stets das Gefühl überbleiben, daß jenseits des Erforschten noch andere Zusammenhänge gebe, die sich der sprachlichen Formulierung entziehen und deren Geltungsbereich jeweils mit dem Verständnis eines neuen Bereiches der Wirklichkeit noch einen Schritt weiter hinausgeschoben wird in das undurchdringliche Dunkel, das hinter den durch die Sprache formulierbaren Gedanken liegt. Diese Gefühl bestimmt die Richtung des Denkens, aber es gehört zu seinem Wissen, daß Zusammenhänge, auf die es gerichtet ist, nicht in Worte gefaßt werden können.³⁶⁵

Er schließt seine Ausführungen mit dem Satz: „Über die letzten Dinge kann man nicht sprechen.“³⁶⁶ Damit knüpft er tatsächlich recht offensichtlich an den von Wittgenstein wohl häufigsten zitierten Satz an: „Wovon man nicht sprechen kann, darüber muss man schweigen.“³⁶⁷ „Wovon man nicht sprechen kann“ bezeichnet den Bereich, der jenseits unserer klassischen Sprachlogik liegt.

Einen weiteren Lösungsansatz sieht Balibar im Rekurs auf die symbolische Analogie, die von Humboldt vorbereitet wurde und auf die Bohr zurückgegriffen haben soll, um das Beschreibungsproblem zu lösen.³⁶⁸ Sie stützt diese Aussage darauf, dass Bohr in einem Brief an Born geschrieben hat, dass bei der Beschreibung der Quantenobjekte auf jede Form

³⁶⁴ Heisenberg (1942), S. 226.

³⁶⁵ ebda.

³⁶⁶ ebda.

³⁶⁷ Wittgenstein (1936), S. 115.

³⁶⁸ vgl. Balibar (2002), S. 48

anschaulicher Bilder verzichtet werden muss: „[...] ich fühle, besonders wenn die Koppelung³⁶⁹ wirklich eine Tatsache sein sollte, dass man dann in noch höherem Grade wie bisher seine Zuflucht zu symbolischen Analogien nehmen muss. Eben in letzter Zeit habe ich mir den Kopf zerbrochen, in solche Analogien mich hineinzuträumen.“³⁷⁰

Bei Humboldt stellt die Analogie den dritten Sprachmodus dar, dieser überträgt anhand eines Objekts oder eines Begriffes etablierte Relationen auf einen anderen Bereich. Der symbolische Modus ist der zweite, in ihm besteht keine Ähnlichkeit zum Bezeichnendem. Die symbolische Analogie bedeutet demnach „zgleich, die nicht-figurative Natur der Sprache (und also die Notwendigkeit, das Bild durch das Symbol zu ersetzen) zu behaupten und zu erklären, allein die Relationen oder Verknüpfungen zwischen Dingen seien fähig, in symbolischer Form in die Sprache aufgenommen zu werden“³⁷¹.

Damit sieht Balibar Bohrs Beschreibungsweise charakterisiert. Das belegende Zitat, in dem Bohr auf die Notwendigkeit verweist, „eine Maximum an Relationen in der Vielfalt der Gegebenheiten der Erfahrung zu unterscheiden“³⁷², ist leider falsch ausgewiesen oder falsch übersetzt und für mich auch nach einer breit angelegten Recherche unauffindbar. In dem angegebenen Artikel findet sich nur der Verweis auf die komplementäre Beschreibungsweise, die nötig ist, da der einzelne Begriff eine relative Bedeutung hat, die von der Wahl des Gesichtspunktes abhängt und eine allseitige Beleuchtung ein und desselben Gegenstandes verschiedene Gesichtspunkte verlangen kann.³⁷³ Dem einzelnen Begriff kommt keine volle Bedeutung mehr zu, es müssen verschiedene Begriffe herangezogen werden, die sich gegenseitig begrenzen. Das Komplementaritätsprinzip ist für Bohr eindeutig Kern des Beschreibungsproblems, ob es im Sinne Bohrs ist, dieses mit der Humboldtschen symbolischen Analogie gleichzusetzen, kann ich jedoch nicht eindeutig belegen, zumal er den Begriff „symbolische Analogie“ verwendet hat, ehe er 3 Jahre später das Komplementaritätsprinzip als Lösung der Beschreibungssituation aufgestellt hat (und sich herausgestellt hat, dass die Kopplung keine Tatsache ist.)

³⁶⁹ Mit *Kopplung* ist innerhalb der Theorie von Bohr, Kramers und Slater die Kopplung der Zustandsänderungen in entfernten Atomen durch Strahlung gemeint. Sie postulierten ein virtuelles Strahlungsfeld, durch das die Atome kommunizieren können, und das Oszillatoren mit allen Frequenzen für die möglichen Phasenübergänge enthält (, jene diskreten Übergänge, auf die man durch die Spektralanalyse schließen konnte). Damit wollten sie den Wellencharakter von (sub-)atomaren Objekten, der ein kontinuierliches Spektrum verlangt, aufrechterhalten, und gleichzeitig die beobachteten diskontinuierlichen Spektren erklären. (s. 2.1). (vgl. Slater, John C.: Radiation and Atoms. In: Nature 113 (1924), S. 307-308.)

³⁷⁰ Bohr, Niels: Brief an Max Born, 1. Mai 1925. In: Ders.: Collected Works. Band 5. Hg. v. Klaus Stolzenburg. Amsterdam, New York u.a.: North-Holland 1984, S. 310-311, hier S. 311.

³⁷¹ Balibar (2002), S. 48.

³⁷² zitiert nach Balibar (2002), S. 48, das Zitat ist nicht wie angegeben in Bohr (1929) zu finden.

³⁷³ vgl. Bohr (1929), S. 485.

Wie auch immer, was bleibt, ist, dass die Sprachkrise in den verschiedenen Disziplinen (Wissenschaft, Philosophie, Literatur) als Positivität ein und der selben diskursiven Praxis aufgefasst werden kann. Die Krise kann auf die Besinnung auf das transzendentale Subjekt zurückgeführt werden und betrifft somit die verschiedensten Disziplinen, da dieses Problem jeden Erkenntnis- und Beschreibungsakt durchzieht. Diese ganzheitliche Strömung durchfließt die einzelnen Disziplinen, die ihrerseits spezielle Positivitäten erzeugen, indem sie auf ihre Weise dieses Thema bearbeiten. Diese Positivitäten werden wiederum in den gemeinsamen Strom rückgespeist; als Resultat kann man eine gegenseitige Beeinflussung oder gemeinsame Tendenzen festmachen. So kommt es, dass man sowohl Belege dafür finden kann, dass die Geisteswissenschaft die Sprachkrise vorbereitet und Lösungsmittel zur Verfügung gestellt hat (wie Balibar und Chevalley das tun) als auch umgekehrt dafür, dass die Quantenmechanik durch ihre Erkenntnisse eine Sprachkrise vorbereitet hat und etwa mit dem Komplementaritätsprinzip einen Lösungsansatz auch für andere Disziplinen zur Verfügung gestellt hat.

Bohr kommt zu dem Schluss: „[...], so wird man sich schwerlich von der Überzeugung freimachen können, dass wir in dem von der Quantentheorie entschleierten, unserer gewöhnlichen Anschauung unzugänglichen Tatbestand ein Mittel in die Hände bekommen haben zur Beleuchtung allgemeiner Fragestellungen menschlichen Denkens.“³⁷⁴ Er wendet selbst die Beschreibungsweise der Quantenmechanik auf andere Bereiche des Lebens an. So erklärt er etwa psychologische Prozesse mit derselben eigentümlichen Komplementarität.³⁷⁵

Es handelt sich hier um allbekannte Eigentümlichkeiten des Gefühls- und Willenlebens, die sich gänzlich der Darstellung durch anschauliche Bilder entziehen. Insbesondere findet der scheinbare Gegensatz zwischen dem kontinuierlichen Fortschreiten des assoziativen Denkens und der Bewahrung der Einheit der Persönlichkeit eine eindrucksvolle Analogie in dem Verhältnis der von dem Superpositionsprinzip beherrschten Wellenbeschreibung des Verhaltens materieller Teilchen zu deren unzerstörbarer Individualität. Die unvermeidbare Beeinflussung der atomaren Erscheinungen durch deren Beobachtung entspricht hier der wohlbekannten Änderung der Färbung des psychischen Geschehens, welche jede Lenkung der Aufmerksamkeit auf ihre verschiedenen Elemente begleitet.³⁷⁶

Einen einseitigen Transfer festzumachen bzw. sich auf eine Ursachenfrage zu verstießen, verhindert eine gesamtheitliche Sichtweise.

Im nächsten Kapitel werde ich anhand Brochs theoretischen Schriften und eines Romans zeigen, wie eine Wirkung der naturwissenschaftlichen Bearbeitung des Erkenntnis- und

³⁷⁴ Bohr (1929), S. 486.

³⁷⁵ vgl. ebda., S. 485-486.

³⁷⁶ ebda., S. 486.

Beschreibungsproblems auf den Bereich der Literatur argumentiert werden kann. Wie ich dabei herausarbeiten werde, stellt Broch die eben geforderte gesamtheitliche Sichtweise über seine Betrachtungen; grundlegend für seine Untersuchungen ist nämlich die Frage der Erkenntnis überhaupt.

3. Literaturanalyse - Hermann Broch: *Die Unbekannte Größe*

Hermann Broch studierte von 1925 bis 1929 an der Universität Wien, ehe er sein Studium zu Gunsten des Literaturschaffens abbrach. In dieser Zeit besuchte er Vorlesungen bei Mitgliedern des Wiener Kreises, die sich unter anderem mit der Relativitätstheorie und ihren mathematischen Implikationen beschäftigt haben,³⁷⁷ und bei Arthur Haas eine Vorlesungsreihe zur Einführung in die Theorie der Quanten³⁷⁸ – mit ihm stand Broch im engeren Kontakt.³⁷⁹ Auch nach seinem Studium hielt er Kontakt zu Hermann Weyl, der sich unter anderem auch mit den erkenntnistheoretischen Implikationen der Quantenmechanik beschäftigte. Es ist davon auszugehen, dass sein Interesse an der modernen Physik nie abbrach, zumindest thematisiert er sie auch in seinen Texten nach seinem Studium.³⁸⁰ In seinem Roman *Die Unbekannte Größe* (1933) rekurriert er in mehrfacher Hinsicht auf die Quantenmechanik. Bevor ich in 3.2 klären werde, in welcher Weise das geschieht, ist es zielführend, Brochs Literatur- und Wissenschaftskonzeption zu erörtern. Dabei stellt Broch einen Zusammenhang von Literatur und Wissenschaft her, der mit dem obigen Ansatz korreliert.

3.1 Brochs Konzeption der totalitätserfassenden Erkenntnis – Literatur- und Wissenschaftsverständnis bei Broch

In seinen theoretischen Schriften erarbeitet Broch ein Konzept der Totalität von Erkenntnis. In seinem Essay *Denkerische und dichterische Erkenntnis* führt er die Bereiche Wissenschaft und Dichtung auf einen gemeinsamen Stamm zurück: die Erkenntnis.³⁸¹ Mit jeder Epoche wandle sich der Stil des Erkennens, der beiden Erscheinungen zu Grunde liegt, ab.³⁸² Man kann deshalb zwischen Kunst und Wissenschaft einer Epoche Parallelismen erkennen. Im ersten Drittel des 20. Jahrhunderts reichen solche oberflächlichen Betrachtungen formaler Parallelismen jedoch nicht mehr aus, da durch die Selbstrevision der Wissenschaften

³⁷⁷ vgl. Schlant, Ernestine: Hermann Broch and Modern Physics. In: Germanic Review 53 (1978), S. 67-75, hier S. 71.

³⁷⁸ vgl. Könnecker, Carsten: Hermann Brochs Rezeption der modernen Physik. In: Zeitschrift für Deutsche Philologie. Sonderheft 118 (1999a), S. 205-239, hier S. 208, 211 und Schlant (1978), S. 71.

³⁷⁹ vgl. Könnecker S. 211.

³⁸⁰ vgl. Emter (1995), S. 132-133.

³⁸¹ vgl. Broch, Hermann: Dichterische und Denkerische Erkenntnis (1933a). In: Ders.: Kommentierte Werkausgabe. Band 9/2. Schriften zur Literatur 2. Hg. v. Paul Michael Lützeler. Frankfurt/Main: Suhrkamp 1975, S. 43-49, hier S. 48.

³⁸² vgl. Broch (1933a), S. 49.

im ersten Drittel des 20. Jahrhunderts die Erkenntnisquelle vom Rationalen auf das Irrationale ausgeweitet wurde, und damit ein tieferer Zusammenhang begründbar ist.³⁸³ Mit dieser Selbstrevision der Wissenschaft meint Broch aber nicht, dass die Wissenschaft irrational geworden sei, sondern dass sie mit rationalen Mitteln an den Bereich des Irrationalen herankommt. In einem Brief an Vietta schreibt er:

Nun glaube ich, - und darüber dürften wir uns einig sein -, daß das Irrationale etwas sehr Exaktes ist, d.h., daß es Aufgabe des erkennenden Menschen ist, das Rationale bis zur äußersten Grenzen zu verfolgen, um es von hier aus dem Bereich des Irrationalen eben >>abzugrenzen<<. Die Untersuchungen über die physikalische Feinstruktur liegen in dieser Richtung, die Mengenlehre ist auf diesem Weg und noch vieles mehr. Reale Erkenntnis spielt sich im Bereich des Rationalen ab, und das ist ja auch gar nicht anders möglich, weil formulierbare Erkenntnis wesenhaft rational sein muß. Die Entdeckung des >>schweren Wasserstoffes<<, der Heisenbergschen Antinomie, das sind reale Erkenntnisse, [...].³⁸⁴

Damit rekurriert Broch eindeutig auf die Quantentheorie; die von ihm angesprochene Heisenbergsche Unschärferelation „steckt in der Präzision einer mathematischen Formulierung exakt jenen Bereich ab, wo die Begriffe Teilchen und Welle im klassischen Sinne nicht mehr auf die mikrophysikalische Struktur anwendbar sind, wo die raumzeitliche Beschreibung versagt und wo eine an der klassischen Logik und Kausalität orientierte Rationalität an ihre Grenzen stößt“³⁸⁵. Mit dieser Trennung von Rationalem und Irrationalem knüpft Broch ziemlich genau an das Komplementaritätsprinzip von Bohr an. Statt der Begriffe *rational* und *irrational* verwendet Bohr die Begriffe *klassisch* und *nicht-klassisch*. Die Erkenntnis könne nur in klassischen Begriffen beschrieben werden; diese Begriffe haben aber in der modernen Physik eine begrenzte Anwendung. Diese Grenze wird mathematisch-präzise durch die Unschärferelation gezogen (s. 2).

Auf die Bedeutung der Sprache bei der Abgrenzung von *Rational* und *Irrational* weist Broch ebenso wie die Akteure der Kopenhagener Deutung hin. „[...] die Welt wie die Erkenntnis [können] ausschließlich im Sprachlichen zu Bewußtsein und zur Vermittlungsmöglichkeit gelangen [...], so wird damit die >>Welt<< [...] als >>objektives<< – und sohin als >>positivistisch<< zu nehmendes – Beobachtungsfeld abgesteckt,[...].“³⁸⁶ Das Objektfeld ist also die einzige Aussagenquelle für Sprach- und Erkenntnisakt, es bleibt jedoch das für das Subjekt nicht zu überschreitende transzendentale Gebiet bestehen - die Sprache an sich. Damit

³⁸³ vgl. Broch (1933a), S. 48.

³⁸⁴ Broch, Hermann: Brief an Egon Vietta vom 19. Nov. 1934. In: Ders.: Kommentierte Werkausgabe. Band 13/1. Briefe: Dokumente und Kommentare zu Leben und Werk 1. 1913-1938. Hg. v. Paul Michael Lützeler. Frankfurt/Main: Suhrkamp 1981, S. 317-321, hier S. 319.

³⁸⁵ Emter (1995), S. 117.

³⁸⁶ Broch, Hermann: Philosophische Aufgaben einer Internationalen Akademie (1946). In.: Ders.: Kommentierte Werkausgabe. Band 10/1. Philosophische Schriften 1. Hg. v. Paul Michael Lützeler. Frankfurt/Main: Suhrkamp 1977, S. 67-112, hier S. 90.

erhält die objektive Beschreibung immer ein subjektoides Element.³⁸⁷ In der Naturwissenschaft kommt eine weitere Grenzziehung hinzu. Wie die Sprache sind auch Lichtgeschwindigkeit oder „Minimalquanten, die keine weitere Zerteilung zulassen“³⁸⁸ Grenzen der Erkenntnis. Diese Grenzziehung ist wie bei der Sprache einerseits absolut, da diese Grenze von keinem der einzelnen empirischen Subjekte überschritten werden kann; sie stellt damit die Grenze der „physikalische[n] Person an sich“³⁸⁹ dar. Andererseits enthält sie aber dennoch ein subjektoides Element: „[...] die Abstraktionsbasis bleibt trotz alldem das Leben und der lebendige Mensch, und so ist er es auch, der im letzten als Träger der neuen >>irdischen Absoultheiten<< zu gelten hat.“³⁹⁰ Durch das Einführen absoluter irdischer Grenzen wird gleichzeitig die Absolutheit des Logischen erschüttert.³⁹¹ „Denn >>logisch<< ist es nicht einzusehen, warum nicht jedes Maß [...] beliebig, also bis ins Unendliche über- oder unterschritten werden soll.“³⁹² Durch diese Erschütterung „der bisher unbedingten Plausibilität“ wird der Mensch schließlich auf sich selbst zurückverwiesen.³⁹³ An anderer Stelle heißt es: „[...] eine Neufundierung der Wissenschaftlichkeit als solche wurde notwendig, der Begriff des Gesetzes und des Naturgesetztes, ja sogar der des logischen Gesetzes hat seinen Unantastbarkeit verloren, alles ist wieder in Fluß geraten und das Leben wieder unbegreiflicher denn je geworden.“³⁹⁴

Broch macht das Irrationale, auf das die Wissenschaft gestoßen ist, genau daran fest, dass eine Trennung zwischen Subjekt und Objekt nicht länger aufrecht zu erhalten ist. Damit knüpft Broch wieder an einen entscheidenden Punkt der Kopenhagener Deutung an:

Daß die physikalischen Phänomene in zunehmendem Maße als Wahrscheinlichkeitsfakten (mit der dem Wahrscheinlichkeitscharakter eigentümlichen Verquickung objektiver und subjektiver Elemente) interpretiert werden müssen, daß das Heisenbergsche Unsicherheitsprinzip den zwar abstrakten, dennoch sozusagen >>subjektoiden<< Experimentator in das Experiment einbezieht, daß die Relativitätstheorie den nicht minder >>subjektoiden<< Sehakt als physikalischen Grundkoeffizienten in alle Berechnung einsetzt, dies alles zeigt, [...] daß die Schranke zwischen dem Beobachtungssubjekt und dem objektiven Beobachtungsfeld bereits gefallen ist.³⁹⁵

In diesem Prozess wird es nötig, eine Einheit aus Subjekt und Objekt zu bilden, im Sinne einer Einheit von Darstellungsmittel und Darstellungsgegenstand, die sich gegenseitig so sehr

³⁸⁷ vgl. Broch (1946), S. 90.

³⁸⁸ Broch, Hermann: Politik. Ein Kondensat (1949). In: Ders.: Gesammelte Werke. Band 7. Erkennen und Handeln. Essays II. Hg. v. Hannah Arendt. Zürich: Rhein-Verlag 1955, S. 203-255, hier S. 215.

³⁸⁹ ebda, S. 216.

³⁹⁰ ebda., S. 216-217.

³⁹¹ vgl. ebda. 216-218.

³⁹² ebda., S. 216.

³⁹³ vgl. ebda, S. 217.

³⁹⁴ Broch (1933a), S. 48.

³⁹⁵ Broch (1946), S. 88.

durchdringen, dass eine gewisse Auflösung des Objekts stattfindet.³⁹⁶ Broch spricht von einer „höchst sonderbaren Auflösung des Objekts [...], die gleichzeitig eine Präzisierung desselben ist.“³⁹⁷ Diesen Prozess sieht er in der Naturwissenschaft durch das Auflösen der Materie durch mathematische Funktionen beschrieben.³⁹⁸

Diese Aussage kann man wieder mit der Beschreibungssituation in der Quantenmechanik in Verbindung bringen. Die mathematische Beschreibung der Quantenobjekte beinhaltet die Beobachtungssituation (Unschärferelation), dadurch wird das Objekt aber (für unsere Begriffe) aufgelöst, da es nicht eindeutig (raum-zeitlich und kausal) beschreibbar ist.

Man gerät dadurch in einen irrationalen Bereich, weil damit eine Unergründlichkeit der eigenen Erkenntnisfähigkeit, der Unergründlichkeit der Einheit von Sein und Erkenntnis und eine letzte Grenze des Wissens im Unendlichen aufgeworfen ist. Broch bezeichnet es damit als Gebiet der Grundlagenforschung,³⁹⁹ in dem, wie Emter zusammenfasst, das erkennende Subjekt in den Vordergrund gerückt wird, indem die Voraussetzungen von Erkenntnis überprüft werden. Emter schließt zu Recht, dass das genau die Aufgabe ist, die sich die Physiker bei der Formierung der Quantentheorie stellen mussten.⁴⁰⁰ In dem Aufsatz *Quantenmechanik und Kantsche Philosophie* drückt Heisenberg genau diesen Umstand aus, indem er Weizsäcker in einem Gespräch mit einer Philosophin zitiert: „Der Fortschritt der Wissenschaft vollzieht sich nicht nur dadurch, daß uns neue Tatsachen bekannt und verständlich werden, sondern auch dadurch, daß wir immer wieder neu lernen, was das Wort >Verstehen< eigentlich bedeuten kann.“⁴⁰¹

Außerdem kann aus der Vertiefung der Grundlagenforschung „eine zunehmende Aufdeckung des Zusammenhangs zwischen der logischen und allgemeinen geistigen und schließlich ethischen Struktur der Menschenseele erwartet werden [...]“⁴⁰².

Emter fasst Brochs Auffassung so zusammen, dass er in der Entwicklung der Naturwissenschaften eine Befreiung von einer Weltsicht sieht, die das Rationale überbewertet und sich so den Blick auf das Transzendentale verstellt.⁴⁰³

³⁹⁶ vgl. Broch, Hermann: James Joyce und die Gegenwart. Rede zu Joyces 50. Geburtstag (1936). In: Ders.: Kommentierte Werkausgabe. Band 9/1. Schriften zur Literatur 1. Hg. v. Paul Michael Lützeler. Frankfurt/Main: Suhrkamp 1976, S. 63-94, hier S. 78.

³⁹⁷ Broch (1936), S. 79.

³⁹⁸ vgl. ebda. 79.

³⁹⁹ vgl. Broch (1946), S. 81.

⁴⁰⁰ vgl. Emter (1995), S. 121.

⁴⁰¹ Heisenberg, Werner: Quantenmechanik und Kantsche Philosophie (1969). In: Ders.: Quantentheorie und Philosophie. Vorlesungen und Aufsätze. Hg. v. Jürgen Busche. Stuttgart: Reclam 1979, S. 62-75, hier S. 75.

⁴⁰² Broch, Hermann: Die mythische Erbschaft der Dichtung (1945). In: Ders.: Kommentierte Werkausgabe. Band 9/2. Schriften zur Literatur 2. Hg. v. Paul Michael Lützeler. Frankfurt/Main: Suhrkamp 1975, S. 202-211, hier S. 208-209.

⁴⁰³ vgl. Emter (1995), S. 119.

Broch subsumiert unter dem Gesichtspunkt – dem Wichtigwerden des erkennenden Subjekts in der Naturbeschreibung – die Relativitätstheorie und die Quantentheorie. Das Problem, das sich dabei für die Naturbeschreibung auftut, ist, dass die Beobachtung einen Effekt auf die Erscheinung hat. In der Relativitätstheorie hat das im Speziellen keine Wirkung, dennoch beschreibt Broch in seinem Joyce-Aufsatz die Relativitätstheorie wie folgt:

Die klassische Physik begnügte sich damit, die zu erforschenden Erscheinungen zu beobachten und zu messen, sie nahm auf das Beobachtungsmedium, den Akt des Schauens, bloß insoweit Rücksicht, als in diesem, sei es durch die Mangelhaftigkeit der menschlichen Sinnesorgane, sei es durch die der irdischen Messinstrumente, Fehlerquellen zustande kommen. Die Relativitätstheorie aber hat entdeckt, dass also, um die Fehlerquellen zu vermeiden, der Beobachter und ein idealer Sehakt, in das Beobachtungsfeld einbezogen werden müssen, kurzum, dass hierfür die theoretische Einheit von physikalischem Objekt und physikalischem Subjekt geschaffen werden muß.⁴⁰⁴

Ernestine Schlant hat in ihrer Untersuchung darauf hingewiesen, dass diese Auffassung auf die Relativitätstheorie nicht zutrifft. Eine Fehlerquelle wird nicht durch die Beobachtung an sich angenommen und eine Trennung von Objekt und Subjekt bleibt aufrecht, wenn man die Koordinaten entsprechend transformiert. Das beschriebene Problem trifft im Speziellen auf die Quantentheorie zu.⁴⁰⁵ Deshalb kann man Broch Unkenntnis unterstellen.⁴⁰⁶ Schlant kommt zu dem Schluss, dass seine Kenntnisse der modernen Physik zur Zeit seines Studiums präzise und aktuelle waren, er jedoch zu einer Zeit studiert hatte als die Relativitätstheorie bereits etabliert war und die Quantenmechanik gerade erst am Sich-Etablieren war. Die Relativitätstheorie wurde für ihn daher von großer Bedeutung in seiner Epistemologie, und Dinge, die der Quantenmechanik zuzusprechen sind, benannte er nicht extra (weil die Begrifflichkeiten zur Zeit seines Studiums noch in Schwebe waren) und subsumierte sie unter dem Begriff Relativitätstheorie.⁴⁰⁷ Könneker hingegen belegt, dass Brochs physikalischen Kenntnisse durchaus detailliert waren und, wie aus Textbelegen ersichtlich ist, er durchaus den Unterschied zwischen Quanten- und Relativitätstheorie gekannt hat. Er führt die eigenwillige Nomenklatur darauf zurück, dass er wie sein Lehrer und Freund Arthur Haas bestrebt war, die beiden Theorien zu vereinheitlichen. Auf einer phänomenologischen Ebene sah er (wie bereits angedeutet) die Vereinheitlichung darin begründet, dass auch die Relativitätstheorie ein subjektoides Element in den Sehakt als physikalischen Grundkoeffizienten in alle Berechnungen einsetzt. Als Grundkoeffizienten des Sehaktes bezeichnet Broch hier die Lichtgeschwindigkeit, dessen Endlichkeit dazu führt, dass ein

⁴⁰⁴ Broch (1936), S. 77.

⁴⁰⁵ vgl. Schlant (1978), S. 69.

⁴⁰⁶ vgl. Emter (1995), S. 130-131.

⁴⁰⁷ vgl. Schlant (1978), S. 74.

Ereignis und seine Wahrnehmung durch einen Beobachter nie gleichzeitig erfolgen können.⁴⁰⁸
Damit sei die Schranke zwischen dem Beobachtungssubjekt und dem objektiven
Beobachtungsfeld gefallen.⁴⁰⁹

Das Argument von Könneker kann man tatsächlich mit einem Zitat von Broch belegen, in dem er zunächst wieder das besondere Beobachtungsverhältnis innerhalb der Relativitätstheorie herausstreckt, in der sich der „Beobachtungsakt [...] selber als physikalisches Faktum [erwies]“⁴¹⁰ (etwas das gewissermaßen auf Relativitätstheorie und Quantenmechanik zutrifft) und dann aber zwischen Relativitätstheorie, innerhalb derer sich daraus neue Absolutheitskonstanten gebildet haben, und einem physikalischen Bereich unterscheidet, der außerhalb der Relativitätstheorie liegt, in dem daraus die Erkenntnis eines Unsicherheitsfaktor resultierte, „der die beobachtbaren Fakten zu Wahrscheinlichkeitsphänomenen macht“⁴¹¹. Hier rekurriert er auf ein Charakteristikum der Quantenmechanik, das er nicht unter einem gemeinsamen Gesichtspunkt mit dem Begriff „Relativitätstheorie“ subsumiert. Die Bildung von Absolutheitskonstanten sieht er jedoch, wie erwähnt, in beiden Bereichen stattfinden; in der eigentlichen Relativitätstheorie durch die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit, in der eigentlichen Quantenmechanik durch die „Minimalquanten“⁴¹².

Nun möchte ich aber wieder zum Ausgangspunkt zurückkehren, dem Zusammenhang von Wissenschaft und Dichtung. Wie gesagt, entspricht nach Broch das Irrationale der tiefsten Erkenntnisquelle und ist somit die eigentliche Bindung zwischen den beiden Erkenntnisgruppen Wissenschaft und Dichtung.⁴¹³ Broch streicht also, mit Foucault gesprochen, die zugrundeliegende diskursive Formation von Wissenschaft und Dichtung heraus und schließt, dass sie durch die neuesten Entwicklungen der Wissenschaften direkt ins Blickfeld gerät. Beide sind somit Erscheinungsformen der Erkenntnis und haben je einen spezifischen Zugang zu dieser Erkenntnis. Er charakterisiert sie wie folgt:

Und wenn es die Aufgabe der wissenschaftlichen Erkenntnis ist, zur Totalität der Welt in unendlich vielen, unendlich kleinen rationalen Schritten vorzudringen, ewig sich ihr anzunähern, niemals sie erreichend, und wenn es die Aufgabe der künstlerischen Erkenntnis ist, den von der Wissenschaft unerreichbaren >>Weltrest<< ahnen zu lassen, jenen Weltrest, der doch vorhanden, der doch gewußt ist und den zu erfassen die ewige Sehnsucht des Menschen ist

⁴⁰⁸ vgl. Könneker (1999a), S. 212.

⁴⁰⁹ vgl. Broch (1946), S. 88.

⁴¹⁰ Broch (1949), S. 216.

⁴¹¹ ebda.

⁴¹² ebda., S. 215.

⁴¹³ vgl. Broch (1933a), S. 48.

– immer ist Dichten solche Ungeduld der Erkenntnis, und jedes Kunstwerk ist ahndendes Symbol der gehahten Totalität [...].⁴¹⁴

Ein Jahr später trifft er in einem Brief an Vietta weitere Unterscheidungen zwischen Literatur und Wissenschaft. Er meint, dass eine Erweiterung der Realität nur auf dem Weg des Logos passieren kann, durch die Verfolgung des Rationalen bis zum Äußersten: die Wissenschaft. Dichtung hingegen vermag zwar eine Realität entstehen zu lassen, doch nicht, sie zu erweitern.

Reale Erkenntnis spielt sich im Bereich des Rationalen ab, und das ist ja auch gar nicht anders möglich, weil formulierbare Erkenntnis wesenhaft rational sein muß. Die Entdeckung des >>schweren Wasserstoffes<<, der Heisenbergschen Antinomie, das sind reale Erkenntnisse, [...].und daher auch mein Unbehagen vor allem Geisteswissenschaftlichen, mein ewiger Wunsch, wieder ins Exakte einzubiegen und in eine Realität, die man wohl dichterisch entstehen lassen kann, die aber durch die dichterische Arbeit nicht erweitert, sondern höchstens beleuchtet wird. Der Weg des Logos ist eine Erweiterung der Realität, und sei es selbst nur mithilfe von Modellen, wie es die Physik tut.⁴¹⁵

Diese Aussage ist weder als Abwertung der Dichtung noch als Abkehr vom Irrationalen zu sehen. Der Wunsch „wieder ins Exakte einzubiegen“, entspricht Brochs Programm, das Irrationale mittels des Rationalen abzugrenzen.⁴¹⁶ Dahinter steckt weiters Brochs Programm der Unifizierung von Erkenntnis, durch die schließlich eine totalitätserfassende Weltdarstellung erreicht werden könne. Die Wissenschaft erschließt das rationale Gebiet, während Literatur nicht an die empirische Bedingtheit gebunden ist und so diesen Bereich überschreiten kann.⁴¹⁷ Eine Totalität kann dann erreicht werden, wenn beide Bereiche je ihre Grenzen überschreiten, die Literatur wissenschaftlicher wird und die Wissenschaft literarischer.⁴¹⁸

Diese Ansicht hebt er auch in einem Brief an seinen Freund und Verleger Daniel Brody hervor. Er ist der Überzeugung, „daß alle erkenntnismäßige und künstlerische Arbeit jenseits solcher polarer Begriffspaaren vor sich geht: Analyse und Synthese, Irrationales und Rationales laufen da unausgesetzt ineinander“⁴¹⁹.

In der Rede zu James Joyce 50. Geburtstag fasst er zusammen, dass die Universalität allen Wissensgutes, der Sprengung und Überflügelung der rationalen Erkenntnisgebiete bedürfe sowie der Suche nach etwas, „das weder von der spekulativen Erkenntnistheorie der

⁴¹⁴ Broch (1933a), 48-49.

⁴¹⁵ Broch (1934), S. 319-320.

⁴¹⁶ vgl. Emter (1995), S. 118.

⁴¹⁷ vgl. ebda., S. 127.

⁴¹⁸ vgl. ebda., S. 127-128.

⁴¹⁹ Broch, Hermann: Brief an Daniel Brody vom 24.05.1935, In: Ders.: Kommentierte Werkausgabe. Band 13/1. Briefe: Dokumente und Kommentare zu Leben und Werk 1. 1913-1938. Hg. v. Paul Michael Lützeler. Frankfurt/Main: Suhrkamp 1981, S. 348-351, hier (1935), hier S. 349.

Theologie oder der Philosophie, noch von der sozusagen realen Erkenntnis der exakten Wissenschaften geliefert werden kann“⁴²⁰. Der Erkenntniswille habe sich auf den „mythischen Rest, der in aller Erfahrung steckt, auf jene höhere Realität, die alle äußere positivistische Realität überschattet, auf jene wahrhaft metaphysische Erkenntnis“⁴²¹ zu richten.

Nach Broch war das einst die Aufgabe der Philosophie, jedoch hat sie durch die selbstgewählte Berufung auf das Logische das Mythische aus ihrer Betrachtung ausgeklammert.⁴²²

Indem die moderne Physik wie bereits geschildert in das irrationale Gebiet vorgedrungen ist, sieht Borch einen Schritt zur totalitären Welterfassung. Wissenschaft wird nämlich dadurch angehalten, Grundlagenforschung (Untersuchung der Grundlage von Erkenntnis) zu betreiben und so den Zusammenhang zwischen der logischen und allgemeinen geistigen und schließlich ethischen Struktur der Menschenseele aufzudecken.⁴²³

Der Vorstoß der Wissenschaft in das irrationale Gebiet lässt Broch nicht nur auf eine Unifizierung der Erkenntnis, sondern auch auf einen Unifizierung der Wissenschaften hoffen, einem Zusammenschluss von Philosophie und Empirie.⁴²⁴

Die Literatur erhält die Funktion der totalitätserfassenden Erkenntnis in ausgezeichneter Weise. In einer Phase der Weltzersplitterung hat sie die Aufgabe, die Splitter in ihren Werken zu einer Totalität zusammenzusetzen. Die Phase der Weltzersplitterung setzt nach Broch mit dem Siegeszug der Wissenschaft im 19. Jahrhundert ein. In der Kunst zeichnet sich ein Primat der wissenschaftlichen Denkweise zur Jahrhundertwende durch die methodologische Unterordnung der Kunst ab.⁴²⁵ Davor erfahren die verschiedenen „Wertgebiete“ innerhalb der Gesellschaft eine Verwissenschaftlichung in dem Sinn, dass sauber zwischen verschiedenen Bereichen getrennt wird, und gelangen so zu einer Autonomie.⁴²⁶ Das entspricht ziemlich genau dem, was Luhmann einige Jahre später mit dem *Prozess der Ausdifferenzierten Gesellschaft* beschrieben hat (s. 1.4.1). Diese Entwicklung führt zu den L’art pour l’art-Bestrebungen der Kunst um die Jahrhundertwende und dazu, dass die Kunst ihren sozialen Boden verliert und damit die „soziale Abbildungspflicht.“ Dafür erhält sie jedoch eine „übersoziale Allgemeinverbindlichkeit“, die Erkenntnisfunktion.⁴²⁷

⁴²⁰ Broch (1936), S. 86.

⁴²¹ ebda.

⁴²² vgl. ebda., S. 84-85.

⁴²³ vgl. Broch (1945), S. 208-209.

⁴²⁴ vgl. Broch (1646), S. 92.

⁴²⁵ vgl. Broch (1933a), S. 44.

⁴²⁶ vgl. ebda., S. 43-45.

⁴²⁷ vgl. Broch (1936), S. 82-83.

Und dies ist der Punkt, an dem die Mission des Dichterischen einsetzt, Mission einer Totalitätserfassenden Erkenntnis, die über jeder empirischen oder sozialen Bedingtheit steht und für die es gleichgültig ist, ob der Mensch in einer feudalen, in einer bürgerlichen oder in einer proletarischen Zeit lebt, Pflicht der Dichtung zur Absolutheit der Erkenntnis schlechthin.⁴²⁸

Wenn es eine Existenzberechtigung der Literatur gibt, eine Überzeitlichkeit des künstlerischen Schaffens, so liegt sie in solcher Totalität des Erkennens. Denn die Totalität einer Welterfassung, [...] drängt alles Wissen der unendlichen Menschheitsentwicklung in einen einzigen simultanen Erkenntnisakt zusammen.⁴²⁹

Diese Erkenntnisfunktion der Dichtung bezeichnet sich in besonderer Weise dadurch aus, dass sie bei der Totalitätserfassung der Welt die rationale Sphäre miteinbeziehen muss, eine Sphäre, die mit der philosophischen Erkenntnis „in einer bis zur Identität anwachsenden Weise“ verwandt ist.⁴³⁰ Will die Dichtung dieser Weltendarstellung, also einer Totalität genügen, muss sich Literatur dem Geist der Epoche, seiner Wissenschaftlichkeit, unterordnen.⁴³¹ Dichtung müsse den wissenschaftlichen Geist in sich schließen und ihre Durchtränkung damit fordern, denn die kognitive Aufgabe des Dichterischen sei die Fortsetzung der rationalen Erkenntnis über die rationale Grenze hinaus, das Hinabsteigen ins Irrationale. Der Prozess, der zu dieser Erweiterung geführt hat, ist nach Broch naturwissenschaftlich zu nennen, weil dabei auf das Unmittelbare und Wirkliche zurückgegriffen wird, in dem Fall auf die Unmittelbarkeit und Wirklichkeit des Irrationalen. Besonders wertvoll ist nach Broch die Dichtung, wenn eine Synthese mit der rationalen Erkenntnis gelingt.⁴³² Die reinen L'art pour l'art-Bestrebungen sind hingegen wegen ihres formalen Ästhetizismus einseitig rational und verschließen sich dadurch vor dem wahrhaft Irrationalen. Broch schließt, dass man mit dem Rationalen alleine weder hier noch anderswo auskommt.⁴³³ Nur durch die Vereinigung von Mythos und Logos kann in der Ahnung des Unendlichen in das Unbekannte vorgestoßen werden.⁴³⁴

Im Zusammenhang mit Joyce' literarischem Schaffen, analysiert Broch, dass Zeitgerechtigkeit in der dichterischen Darstellung der Welttotalität nicht durch die Wahl bestimmter moderner Themen erreicht wird, sondern indem ein bestimmter Zustand des Bewusstsein, eine Logik bzw. eine bestimmte Technik des Denkens inhärent werden, die für die betreffende Zeit verbindlich sind. Wenn das erreicht wird, schwingen die Themen und die eigentümlichen

⁴²⁸ Broch (1936), S. 85.

⁴²⁹ ebda., S. 86.

⁴³⁰ vgl. ebda., S. 84.

⁴³¹ vgl. Broch (1945), S. 209.

⁴³² vgl. Broch (1933a), S. 46

⁴³³ vgl. ebda., S. 46-47.

⁴³⁴ vgl. Broch (1945), S. 207.

Inhalte der jeweiligen Zeit automatisch mit. Modernität ist nicht erreicht, wenn man einen Roman als Rahmenerzählung für wissenschaftliche Exkurse benützt.

Die wäre erst dann gegeben, wenn der Geist wissenschaftlichen Denkens – wie er in seiner spezifisch rationalen und kausalierenden Prägung sich darbietet – die ganze übrige rein dichterische Darstellung durchdränge. Ob dann überhaupt noch wissenschaftliche Themen behandelt werden, ist herzlich gleichgültig, das Thema wird einfach zur Funktion des Dichterischen; wäre dem nicht so, es müßte der moderne Roman ausschließlich im Gelehrtentum oder etwa im Bildungswesen spielen, wie dies bezeichnenderweise in vielen neueren Gesellschaftsromanen auch tatsächlich der Fall ist.⁴³⁵

In seinem Aufsatz *Politik. Ein Kondensat* weist er außerdem darauf hin, dass jede Übertragung von exakt-wissenschaftlichem auf weniger exaktes Gebiete „höchstens analogiehaft (also gleichfalls unexakt)“ ist. Manchmal kann man durch Analogieschlüsse zwar auf etwas Richtiges hinweisen, sie bleiben „zumeist jedoch völlig nichtssagend“⁴³⁶. „Erst wenn das Analogische auf sach-oder erkenntnismorphologische (methodologische) Einheitswurzeln sich zurückführen läßt, wird es fruchtbar.“⁴³⁷

In der Moderne ist die naturwissenschaftliche Methode, wie schon mehrfach gesagt, durch das Auftreten eines subjektoiden Elements gekennzeichnet.

M.a.W., das alte >>Guckkastenverhältnis<<, das bisher zwischen Beobachtungssubjekt und -objekt bestanden hat, scheint allüberall einem wesentlich >>dynamischeren<< Verhältnis weichen zu sollen, nämlich einem, in dem der Beobachter selber im Beobachtungsfeld wirksam wird.⁴³⁸

Im Sinne einer methodologischen Unifizierung sieht er diesen Prozess, der von der Physik ausging, in allen Wissenschaften Einzug halten, zumindest hofft er, dass die anderen Wissenschaften „dem nämlichen Realitätsdruck“⁴³⁹ folgen.⁴⁴⁰ Eine moderne, zeitgerechte Literatur betrifft das im gleichen Ausmaß. So vergleicht er die Methode des modernen Romans von Joyce mit der der modernen Physik (die er unter dem Namen Relativitätstheorie subsumiert (s.o.)):

Es ist keine Beleidigung für die Relativitätstheorie, wenn wir eine Parallele zur Dichtung ziehen: der klassische Roman begnügte sich mit der Beobachtung von realen psychologischen Lebensumständen, begnügte sich, diese mit den Mitteln der Sprache zu beschreiben. Es galt einfach die Forderung: ein Stück Natur zu sehen durch ein Temperament. Man stellte dar und benützte dazu die Sprache als fix und fertig gegebenes Instrument. Was Joyce tut, ist wesentlich komplizierter. Immer schwingt bei ihm die Erkenntnis mit, daß man das Objekt nicht einfach in den Beobachtungskegel stellen und einfach beschreiben dürfe, sondern daß das Darstellungssubjekt, also der >>Erzähler als Idee<< und nicht minder die Sprache, mit der er das Darstellungssubjekt beschreibt, als Darstellungsmedien hineingehören. Was er zu schaffen

⁴³⁵ Broch (1936), S. 76.

⁴³⁶ Broch (1949), S. 217.

⁴³⁷ ebda.

⁴³⁸ Broch (1946), S. 88.

⁴³⁹ ebda.

⁴⁴⁰ vgl. ebda., S. 88-89.

trachtet, ist eine Einheit von Darstellungsgegenstand und Darstellungsmittel im weitesten Sinne genommen, eine Einheit, die manchmal wohl so aussieht, als würde das Objekt durch die Sprache, die Sprache durch das Objekt bis zur völligen Auflösung vergewaltigt werden, die aber trotzdem Einheit bleibt, [...], in der eines aus dem anderen herauswächst, weil es in einer Ganzheit dem Architektonischen untertan ist.⁴⁴¹

Dieses Auflösen der Sprache vergleicht Broch wiederum mit der wissenschaftlichen Methode:

Und eben an dem Beispiel der >>Anna Livia Plurabelle<< mag auch klar geworden sein, wie hier aus dem Problem des Mediums heraus, jene höchst sonderbare Präzisierung desselben ist und nur in der Auflösung der physikalischen Materie durch mathematische Funktionen, wie dies die moderne Physik vollzogen hat, ihr Analogon findet.⁴⁴²

Könneker rekapituliert, dass für Broch das Erfassen einer Epoche, die im Wertezerfall begriffen ist, nur aus der Mikroperspektive heraus möglich ist.⁴⁴³

Aus Brochs theoretischen Schriften wird ersichtlich, dass er einen großen Anspruch an die Dichtung stellt. Wie er diesen Totalitätsanspruch und diese Zeitgerechtigkeit in seinem literarischen Werk umsetzt, ist Thema des nächsten Kapitels. Zur Analyse steht sein Roman *Die Unbekannte Größe*. Die Wissenschaftlichkeit spielt, wenn Literatur einer totalitätsumfassende Erkenntnis entsprechen und zeitgerecht sein will, wie eben dargelegt, eine entscheidenden Rolle. Der Roman ist auf jeden Fall im Gelehrtentum angesiedelt, wie aber das wissenschaftliche Denken (genauer: das der Quantenmechanik) nicht nur thematisiert wird, sondern zur Funktion der Dichtung wird und dabei nicht nur analoghaft eingewoben wird, sondern die *erkenntnismorphologische Einheitswurzel* freigelegt wird, ist die zu untersuchende Frage.

3.2 Die Unbekannte Größe

Vorauszuschicken ist, dass Broch seinen Roman *Die Unbekannte Größe*,⁴⁴⁴ rückblickend selbst als „Dreckroman“⁴⁴⁵ bezeichnet und sich damit von ihm distanziert hat.⁴⁴⁶ Auch das

⁴⁴¹ Broch (1936), S. 77-78.

⁴⁴² ebda., S. 79.

⁴⁴³ vgl. Könneker (1999a), S. 208.

⁴⁴⁴ im Folgenden zitiert nach: Broch, Hermann: Die Unbekannte Größe. In: Ders.: Kommentierte Werkausgabe. Band 2. Die Unbekannte Größe. Hg. v. Paul Michael Lützeler. Frankfurt/Main: Suhrkamp 1977, S. 11-142.

⁴⁴⁵ Broch, Hermann: Brief an Daniel Brody vom 21.10.1947. In: Broch, Hermann/ Brody, Daniel: Briewechsel: 1930-1951. Hg. v. Bertold Hack und Marietta Kleiß. Frankfurt/Main: Buchhändler-Vereinigung 1971, Sp. 901-903, hier Sp. 901.

⁴⁴⁶ vgl. Broch, Hermann: Brief an Helene Wolff vom 25.10.1947. In: Ders.: Kommentierte Werkausgabe. Band 13/3. Briefe: Dokumente und Kommentare zu Leben und Werk 3. 1945-1951. Hg. v. Paul Michael Lützeler. Frankfurt/Main: Suhrkamp 1981, S. 179-182, hier S. 180.

Fremdurteil fiel nicht unbedingt positiv aus.⁴⁴⁷ Broch schrieb den Roman unter Zeitdruck für einen Verlag („die sechswöchige Herstellungszeit“ bezeichnet er als experimentell⁴⁴⁸) mit der Auflage, ein breites Publikum anzusprechen,⁴⁴⁹ und sich möglichst knapp zu halten (der Roman soll in der „Fischerbücherei“ erscheinen⁴⁵⁰). Man kann tatsächlich literarische Mängel attestieren, die darauf zurückzuführen sind, dass Broch die Umsetzung seines anspruchsvollen epistemologischen Konzepts (s.o. und das von ihm formulierten Thema unten) unter diesen Bedingungen nichteglückt ist.⁴⁵¹ Kurz nach der Fertigstellung des Romans bezeichnet er es noch als Meisterleistung, wie geschickt er unter den schwierigen Bedingungen alles zu einem Ende geführt hat,⁴⁵² doch wenige Jahre später beurteilt er den Roman als unabgeschlossenes Experiment, der „bloß durch einen rhetorischen Trick zu einer „Schein-Einheit“ abgerundet wurde.⁴⁵³ Damit sieht er nicht nur literarische Mengel bestehen, sondern konzeptionelle; er sieht die Aufgabe des Romans nicht erfüllt.⁴⁵⁴

Der Roman ist trotz dieses harten Urteils auf keinen Fall zu verachten; ganz im Gegenteil, man findet, wie ich zeigen werde, Brochs Theoriewerk darin stringent erhellt⁴⁵⁵ und das zugrundeliegende Konzept kommt seinem selbstgestellten Anspruch sehr nahe. Könneker schreibt dem Roman außerdem eine große kulturgeschichtliche Bedeutung zu, „die diejenige vieler anderer Werke im Kanon der literarischen Moderne weit übertrifft, weil er im Roman die Interferenz von wissenschaftlicher Krise und allgemeiner Krise der Moderne nachgezeichnet sieht.⁴⁵⁶

Wie eben dargelegt, nimmt die Quantenmechanik in Brochs Epistemologie eine zentrale Rolle ein, so auch in dem Roman. Der Roman ist 1933 entstanden und verweist in mehrfacher Hinsicht auf die Quantenmechanik.

Innerhalb des erzählerischen Rahmens wird auf die Quantenmechanik durch das akademische Umfeld des Protagonisten Richard Hieck verwiesen. Hieck ist Dissertant bei dem

⁴⁴⁷ vgl. Könneker, Carsten: Hermann Brochs *Unbekannte Größe*. In: Orbis Litterarum 54 (1999b), S. 439-463, hier S. 439.

⁴⁴⁸ vgl. Broch (1935), S. 349.

⁴⁴⁹ vgl. Könneker (1999b), S. 459.

⁴⁵⁰ vgl. Lützeler, Paul Michael: Entstehungschronologie. In.: Hermann Broch: Kommentierte Werkausgabe. Band 2. Die Unbekannte Größe. Hg. v. Paul Michael Lützeler. Frankfurt/Main: Suhrkamp 1977, S. 258-259, hier S. 258.

⁴⁵¹ vgl. Könneker (1999b), S. 439, 458-459.

⁴⁵² vgl. Broch, Hermann: Brief an Daniel Brody vom 01.09.1933. In: Broch, Hermann/ Brody, Daniel: Briefwechsel: 1930-1951. Hg. v. Bertold Hack und Marietta Kleiß. Frankfurt/Main: Buchhändler-Vereinigung 1971, Sp. 494-495, hier Sp. 495.

⁴⁵³ vgl. Broch (1935), S. 349.

⁴⁵⁴ vgl. ebda., S. 349.

⁴⁵⁵ vgl. Könneker (1999b), S. 439.

⁴⁵⁶ vgl. ebda., S. 459.

Experimentalphysiker Prof. Weitprecht an der Wiener Universität. Prof. Weitprechts Bemühungen gelten der Vereinigung von Quanten- und Wellentheorie innerhalb eines eigens entworfenen Theoriekomplexes, der „Theorie der Quanteninterferenz“ (S. 20). Worin diese Theorie besteht wird nicht näher erörtert. Als ausgebildeter Mathematiker kommt Hieck die Aufgabe zu, die Ergebnisse eines von Weitprechts Experimenten zur Bestätigung seiner Theorie gruppentheoretisch zu untersuchen. Die Theorie der Rotationsgruppen hat 1926/27 tatsächlich dazu beigetragen, quantenmechanische Problemstellungen zu lösen; so etwa konnten damit Drehimpulsoperatoren beschrieben werden.⁴⁵⁷

Ein weiterer Verweis auf die Quantenmechanik innerhalb des erzählerischen Rahmens ist dadurch gegeben, dass der zeitliche Verlauf des Romans an die historische Entwicklung der Quantenmechanik angeglichen ist.⁴⁵⁸ Die Handlung beginnt kurz vor den Weihnachtsferien 1926/27. Zu diesem Zeitpunkt waren die Quantenmechanik und die Wellenmechanik mathematisch gerade ausgesöhnt, doch über die physikalische Semantik herrschte noch keine Klarheit.⁴⁵⁹ Die Handlung des Romans endet im Herbst 1927, genau zu dem Zeitpunkt, als die Deutung der Quantenmechanik abgeschlossen wurde. Könneker macht diesen Zeitpunkt an zwei Ereignissen fest, die auch im Roman ein Pendant finden. Zum einen die Veröffentlichung des Bohrschen Komplementaritätsprinzip (16.09.1927, Vortrag bei der Volta-Konferenz in Como) und der Nachweis der Materiewelle durch Clinton J. Davisson und Lester H. Germer (August 1927).⁴⁶⁰

Auf Bohrs Komplementaritätsprinzip wird im Roman verwiesen, als Richard Hieck nach seiner Promotion seinem Doktorvater Weitprecht im Frühsommer 1927 einen Dankesbesuch abstattet. Weitprecht, ein alter herzkranker Mann, wirkt sichtlich verzweifelt. Er zeigt Hieck eine „Akademieabhandlung“ von Bohr. „Die neue Mittelung von Bohr“ bezeichnet er als „sehr bedeutsam“; „von allen Seiten fügt es sich zusammen, es geht alles auf das gleiche Ziel los.“ (S. 55). Nach Könneker liegt es nahe, dass damit auf das Komplementaritätsprinzip von Bohr angespielt wird.⁴⁶¹ Bohr ging mit dem Komplementaritätsprinzip zwar erst im Herbst 1927 in Como im Rahmen einer Volta Feier an die Öffentlichkeit,⁴⁶² er hat das Komplementaritätsprinzip aber bereits im ersten Drittel des Jahres 1927 entwickelt. Ein Zeitgenosse Bohrs, Weizsäcker, berichtet, dass Bohr während eines Skiurlaubs in den ersten

⁴⁵⁷ vgl. Könneker (1999a), S. 228.

⁴⁵⁸ vgl. ebda., S. 229.

⁴⁵⁹ vgl. ebda., S. 215.

⁴⁶⁰ vgl. ebda., S. 222, 226

⁴⁶¹ vgl. ebda., S. 223.

⁴⁶² vgl. Bohr (1928), S. 245 (Fußnote 1).

Monaten von 1927 auf diese Lösung des Deutungsproblems gestoßen ist.⁴⁶³ Bohr ist damit aber noch nicht an eine breite Öffentlichkeit gegangen, hat sich aber darüber mit seinen engsten Mitarbeitern ausgetauscht. Zumindest hat Heisenberg davon gewusst, da er in einem Nachtrag des Aufsatzes *Über den anschaulichen Inhalt der quantenmechanischen Kinematik und Mechanik*, in der Heisenberg die Unschärferelation publiziert hat, bereits auf Bohrs Komplementaritätsprinzip verweist.⁴⁶⁴ Der Artikel ist bereits im März 1927 erschienen. Geht man davon aus, dass der zeitliche Ablauf der realen Ereignisse im Roman tatsächlich als Vorlage dient, kann man sagen, dass Weitrecht an der zitierten Stelle einen Entwurf des Komplementaritätsprinzips von Bohr in den Händen hält.⁴⁶⁵ Weitrecht erkennt, dass seine Bemühungen, eine einheitliche Theorie zu liefern, nahe daran sind von jemand anderem erfüllt zu werden. Die Hoffnung gibt er jedoch noch nicht ganz auf, es sei immer noch eine Versuchsreihe im Gange. Laut Könneker bestehe Grund zur Annahme, dass es sich dabei um ein ähnliches Experiment, wie das von Davisson und Lester zum Nachweis von Materiewellen handelt.⁴⁶⁶ Anders ist die Situation nach den Sommerferien, als Bohr das Komplementaritätsprinzip zu einer fertigen Theorie ausgearbeitet hat und der Nachweis der Materiewellen von Davisson und Germer gelang. Weitrecht, sichtlich noch kränker und älter, sieht sein Leben vertan; er hat es vollständig der Erkenntnis gewidmet und das ohne Erfolg.

Verfolgt man den Ansatz weiter, dass die Entwicklung der Quantenmechanik Broch als Zeitrahmen für den Roman gedient hat, könnte man auch die Solvay-Konferenz hinzufügen. Auf dieser wurde zum ersten Mal eine einheitliche Deutung der Quantenmechanik (die Kopenhagener Deutung) präsentiert (s. 2.2). Sie fand auch im Herbst 1927 (11-13.10.) statt, als die Handlung des Romans endet.

Neben diesen Korrelationen zur Quantenmechanik auf der inhaltlichen Ebene gibt es auch Verweise auf einer Metaebene. Broch macht die epistemologischen Implikationen der Quantenmechanik für das übergeordnete Thema des Romans, die Frage nach einer allumfassenden Erkenntnis, produktiv. Zentral ist dabei die epistemische Haltung des Protagonisten Richard Hieck. Im Laufe des Romans entwickelt sich seine epistemische Haltung hin zu einer, für die die Unifizierung der verschiedenen Erkenntnisformen charakteristisch ist. Damit zeichnet Broch seine eigene erkenntnistheoretische Haltung nach,

⁴⁶³ vgl. Weizsäcker (1985), S. 503.

⁴⁶⁴ vgl. Heisenberg (1927), Nachtrag bei der Korrektur, S. 197-198.

⁴⁶⁵ vgl. Könneker (1999a), S. 224, 225.

⁴⁶⁶ vgl. ebda., S. 226.

in der die Entwicklung in der modernen Physik eine entscheidende Rolle spielt (s. 3.1). Im Kommentar zum Roman legt Broch das Motiv seines Romans dar. In der modernen Gesellschaft wurde der Mensch, der durch Erkenntnisstreben ausgezeichnet ist, auf die Einzelwissenschaften verwiesen. Im Mittelalter verstand der Erkenntnisgewinn der Ratio der Religion. Die Religion umfasste dabei auch den mythischen Rest der Erkenntnis. (Im Roman wird diese Haltung durch Hiecks Schwester Susanne verkörpert.) Die modernen wissenschaftlichen Disziplinen klammern diesen mythischen Rest aus, doch der nach Erkenntnis strebende Mensch kann diesen Teil nicht ausklammern; Ziel der Erkenntnis ist nach Broch immer eine Erfassung der Totalität. Broch fasst dieses Thema als eines der Hauptprobleme des Romans zusammen:

in welcher Weise kann ein der Wissenschaft hingebener Mensch zu jener Gesamterkenntnis gelangen, zu der er seiner Grundanlage gemäß – sonst wäre er ja eben auch nicht zur Einzelwissenschaft gelangt – hinstrebt und hinstreben muß? m.a.W. wie kann er, von seiner Einzelwissenschaft kommend, zur Lösung des rational unbewältigbaren Erkenntnisrestes (manifestiert in den großen Fragen des Todes, der Liebe, des Nebenmenschen) gelangen? gibt es hierfür einen Weg?⁴⁶⁷

Broch möchte in der Entwicklung Richard Hiecks genau diesen Weg zeichnen. Zunächst betrachtet Richard die Wissenschaft als einzige Erkenntnisform, entdeckt dann aber, dass das alleine nicht ausreicht. Der Roman selber soll daher auch nicht nur wissenschaftliche Erkenntnis darbieten, sondern „den einfachsten Grundtrieb der Seele“ darlegen.

Was Anspruch erhebt, Dichtung genannt zu werden, hat mit den einfachsten Grundtrieben der Seele zu tun, mit Geburt und Tod, mit Liebe und Natur und sozialer Verbundenheit, mit den Ursymbolen ihrer Ausdrucksformen, nicht aber mit wissenschaftlichem Material: der Roman des Mathematikers Richard Hieck hat sich sohin mit der Mathematik so weit zu beschäftigen, als sie zum Kristallisierungspunkt jener seelischen Urkräfte geworden ist, m.a.W. soweit sie in der Mechanik seelischen Geschehens selber Symbolwert besitzt und der Erkenntnisvorgang der Mathematik als Exponent der tieferen Seelendynamik dient.⁴⁶⁸

Broch erwähnt an dieser Stelle nur die Mathematik, doch dient im Roman auch die Erkenntnis der modernen Naturwissenschaften, insbesondere der Quantenmechanik „als Exponent der tieferen Seelendynamik“ und zwar zweifach. Insoweit, dass die Erkenntnisse der Quantenmechanik seinen epistemischen Werdegang beschleunigen, bzw. er Parallelen zieht zwischen quantenmechanischen Erkenntnissen und seinen epistemischen Überlegungen. Seine Reflexionen darüber, wie sich dem erkenntnisstreben Menschen die Wirklichkeit darstellt, sind durchzogen von Erkenntnissen der modernen Naturwissenschaften. Könneker stellt fest: „Die Gedanken von Brochs Romanhelden bewegen sich unaufhörlich im Bannkreis

⁴⁶⁷ Broch, Hermann: Grundzüge zum Roman *Die Unbekannte Größe* (1933b). In: Ders.: Kommentierte Werkausgabe. Band 2. Die Unbekannte Größe. Hg. v. Paul Michael Lützeler. Frankfurt/Main: Suhrkamp 1977, S. 243-246, hier S. 245.

⁴⁶⁸ Broch (1933b), S. 244.

der modernen Physik. Er überträgt die Probleme sogar in die profanen Abläufe des Lebens.“⁴⁶⁹

Hiecks epistemische Auffassung ist zunächst durch einen unerschütterlichen Glauben an die Logik und die daraus resultierende wissenschaftliche Erkenntnis geprägt. Deutlich wird das etwa in einem Gespräch mit Weitprechts Assistenten Kapperbrunn. Kapperbrunn hat sein Leben nicht dem Erkenntnisstreben verschrieben und sieht die Wissenschaft als Job wie jeden anderen an. Kapperbrunn vertritt die Meinung, dass der wissenschaftlichen Logik kein Wirklichkeitsstatus zukommen kann, da sie sich, wie kürzlich die Aufgabe des Kausalgesetztes zeigt, ändert (vgl. S. 40). Hiecks Konter lautet, dass alles, was geschieht, sich nach logischen Gesetzen vollzieht (vgl. S. 40) und es gleichgültig ist, dass das Kausalgesetz nicht mehr uneingeschränkt gilt (vgl. S. 40): „[...] wenn das Kausalgesetzt nicht gilt, so ist es, weil die Logik dawider ist ... wenn wir die Logik erst richtig ausgebaut haben werden, dann haben wir die Wirklichkeit in der Hand“ (S. 40). Damit deutet er an, dass es durchaus auch andere Logiken als die klassische geben kann (wie die Formierung der Quantenlogik zeigt (S. 2.2.2)). Die exakte Wissenschaft, namentlich die Mathematik („Logik und Mathematik [...] sind identisch.“ (S. 40)) ist für ihn „ein helles Netz leuchtender Wirklichkeit“, von dessen Knoten man sich zum nächsten Knoten weitertasten kann; sie ist „ein kompliziertes Himmelsgeflecht wie die Welt selber“, während dieses Gedankengangs kommt er auch zur Einsicht, dass man es auflösen muss „um der Wirklichkeit habhaft zu werden“ (S. 39). Aus diesem tiefen Glauben an die Ratio, schließt er es nicht aus, auch in der Ratio der Religion einen „logischen Zusammenhang“ zu finden, der mit dem seiner mathematischen Bücher deckungsgleich ist (S. 29). An dieser Stelle nennt er aber bereits die Bedingung dafür, nämlich dass man „an der Einheitlichkeit alles Logischen“ festhält (S. 29). Damit ist bereits angedeutet, dass alleine die Ratio vielleicht doch nicht der Schlüssel zur totalitätserfassenden Erkenntnis ist.

Im fortlaufenden Roman wird dann immer wieder der Anwendungsbereich der Ratio und der Logik hinterfragt. Grundtenor seiner erkenntnistheoretischen Überlegungen wird, dass das Leben „dunkel“ und „unendlich, unerreichbar, unerfaßlich“ (S. 107) ist. Aus dieser Reflexion heraus, hinterfragt er auch die Einzelwissenschaften: „Das Bild der Wissenschaft als des Netzes, von dem Masche um Masche gelöst werden mußte, stand wieder vor Richards Auge.

⁴⁶⁹ Könneker, Carsten:>>Auflösung der Natur Auflösung der Geschichte<<. Moderner Roman und NS – >>Weltanschauung<< im Zeichen der theoretischen Physik. Stuttgart, Weimar: Metzler 2001, S. 69-70.

Aber es hatte seinen beglückenden Aspekt verloren. Es schien ihm jetzt ein dürres Geflecht, an dem eine Schar von Blinden in unsinniger Weise beschäftigt war.“ (S. 42)

An anderer Stelle fragt er, „Wo war sein Ziel? Wo war die Eindeutigkeit dieses Ziels?“ im wissenschaftlichen Erkenntnisstreben (S. 30).

Es kommt Hieck in den Sinn, dass er schon in seiner Jugend den Eindruck gewonnen hat, dass alle Gesetze der Naturbeschreibungen Aussagen über Zufälle sind. Das „Gesetz der großen Zahlen“, nach dem diese Aussagen gebildet werden, ist wiederum nicht fix, d.h. von einem anderen Gesetz ablösbar, da es von Menschen gebildet ist (S. 47-48). Hier nimmt Broch Bezug auf die statistische Physik, innerhalb derer ja auch die Quantenmechanik ihre Anwendung findet, da es sich in der statistischen Physik um die Beschreibung von mikrophysikalischen Prozessen dreht.

Der Erzähler resümiert weiter über Hiecks Haltung: „Heute freilich hatte er seine Jugendeindrücke vergessen, und die stolze Befriedigung, mit der er konstatierte, daß das Bild der Welt unzuverlässig und jederzeit abänderbar sei, erschien ihm als reine Folge seiner wissenschaftlichen Kenntnisse und seiner präzisen physikalischen Einsichten.“ (S. 48) Aber die Erinnerung kommt langsam zurück. Die resultierende Skepsis bringt ihn zur der Frage: „Wo ist die Wirklichkeit?“ (S. 52) und treibt ihn in die Unermesslichkeit des Wissens, „stets gewäßig, auf Überraschungen zu stoßen, die aller Wahrscheinlichkeit widersprechen würden.“ (S. 49). Dieses „konstante Auf-der-Hut-Sein vor Katastrophen begleitet ihn [...] überall im Leben.“ (S. 49) In dieser Geisteshaltung fühlt er sich verwandt mit der Geisteshaltung seines Doktorvaters Weitprecht, der „selber stets mit einem gleichsam logisch-rationalen Wunder innerhalb der Wissenschaft“ rechnet, diesem Wunder aber mit einer „antilogische[n] Irrationalität“ entgegenhofft, die sich in seiner „eigensinnig regellose[n] und phantastische[n] Forschungsmethode“ äußert (S. 52). Darin sieht Hieck zunächst eine „sündige[n] Neigung“ (S. 53).

Die Mathematik macht den Versuch die unerfassliche Welt durch „ihre algebraischen Gebilde, ihre mengentheoretischen Beziehungen, ihre infinitesimale Unendlichkeit im kleinen wie im großen“ (S. 29) abzubilden. Doch „diese ganze Welt war bloß in sehr roher Weise im Konkreten wiederzufinden, und selbst die physikalischen Feingebilde, wie sie von den kunstreich ersonnenen Experimenten geliefert werden, selbst die Berechenbarkeit dieser physikalischen Geschehnisse, all dies war bloß ein kleines unzureichendes Abbild der gedanklichen Vielfalt, die die Mathematik ist, eingebettet in die Konkretheit der sichtbaren Welt als etwas Überkonkretes, nicht mehr Wegdenkbare, die Welt überspannend und doch in ihrer Wirklichkeit als eigene Wirklichkeit ruhend.“ (S. 29) Als Folge dieser

Unberechenbarkeit der Welt, weil unkonkret, sieht er: „Es gibt eben bloß statistische Naturgesetze.“ (S. 129) Die Mathematik zeigt im Vergleich zur wirklichen Welt eine „Überkonkretheit“ (S. 129). Als Folge dessen, führt „die Mathematik und die Physik trotz ihrer scheinbar unanfechtbaren Exaktheit immer aufs neue zu diesen letzten Grenzproblemen der Erkenntnis [...].“ (S. 121) Die exakte Wissenschaft verschließt sich also nicht davor, die dahinterliegenden Anschauungen stets aufs Neue zu hinterfragen. Das veranlasst Kapperbrunn, den Assistenten von Weitprecht, zu der Aussage: „In der Wissenschaft werden plötzlich die absurdesten Dinge ernst.“ (S. 14). Trotz allem sind diese letzten Probleme der Erkenntnis, die „für die allein es sich lohne, ein den Wissenschaften hingegebenes Dasein zu leben, ja überhaupt zu leben.“ (S. 121) In der Frage nach seiner Knechtschaft gegenüber einem Gott sieht er sich „unentrinnbar zum Dienen angehalten, vorwärtsgestoßen in immer härtere Fron, in die Fron einer Erkenntnis, die er nicht zu erfassen vermochte, dies war sein Los“ (S. 66); „die Totalität ist eine verteufelte Sache“ (S. 67).

Schließlich kommt die Frage auf, worin die Bedeutung seines naturwissenschaftlichen Erkenntnisstrebens liegt: „Und selbst wenn die kühnsten Lebenshoffnungen sich erfüllen ließen, wenn es gelänge, eine neue mathematische Disziplin zu erfinden, [...] eine axiomlose Logik zu entdecken, was würde es schon besagen: das Erreichte, es bleibt immer nur ein geringfügiger Teil des unbezwinglichen Erkenntnisgebirges, es bleibe immer nur ein geringer Teil des ahnenden Erlebens und der unendlichen und kosmischen Fernsicht, ein kleiner beschreibbarer Teil des ewig Unbeschreibbaren. Wie überall hat die Natur im Produktionsprozeß ein ungeheures Aufgebot bestellt, das milliardenfach das schließlich erzeugte Resultat übertrifft.“ (S. 63-64)

Die literarische Darstellung der erkenntnistheoretischen Entwicklung des Protagonisten gestaltet Broch vornehmlich mit dem Mittel der Antithese.

Eine antithetische Gegenüberstellung findet zum einen bei der Gestaltung der verschiedenen erkenntnistheoretischen Haltungen der Figuren statt. Könneker sieht in diesem Verfahren das Stilmittel der Personifikation angewendet.⁴⁷⁰ Im Dienste der antithetischen Gegenüberstellung arbeitet er auch mit Metaphorik, namentlich *Dunkel – Hell* bzw. *Tag – Nacht*.

Gegensatzpaare, die er bei der Beschreibung verwendet sind außerdem *Leben – Tod*, *Denkerisches – Animalisches* und *Kopf – Körper* sowie *wissenschaftliches Streben nach Erkenntnis – Liebe*. Ziel dieser Antithetik ist schließlich, wie es das übergeordnete Thema des Romans fordert, die Bildung einer Synthese in einer totalitätserfassenden Erkenntnis. Diese

⁴⁷⁰ vgl. Könneker (1999b), S. 439.

Beschreibungsweise, bei der einander widersprechende Bezeichnungen zusammen eine kohärente Beschreibung eines Zustandes ergeben, erinnert stark an die komplementäre Beschreibungsweise Bohrs (s. 2.). Broch beschreibt damit einen erkenntnistheoretischen Zustand, der jenseits des Anwendungsgebiets der klassischen Logik liegt. Die Begriffe, die sich in diesem Gebiet der klassischen Logik bildeten, haben folglich eine begrenzte Anwendung, die man laut Bohr aushebeln kann, indem man gegensätzliche Begriffe zu einem Bild zusammenfügt. In der Quantenphysik ist die eben angesprochene Grenze durch die Aussage der Unschärferelation markiert. In Brochs Epistemologie entspricht dieses Gebiet dem des „rational unbewältigbaren Erkenntnisrests“⁴⁷¹, zu dessen Erschließung verschiedene Erkenntnisformen im Sinne einer Unifizierung verwendet werden müssen und zu dessen Beschreibung die gleichzeitige Anwendung komplementäre Begriffe nötig ist. Die moderne Physik hat, wie schon mehrfach gesagt, einen großen Teil zu diesem Prozess beigetragen. Im Roman tragen dazu nicht nur die Implikationen der wissenschaftlichen Erkenntnis bei, sondern die Erfahrung des Lebens schlecht hin.

Zunächst ist es indirekte Lebenserfahrung, die Hiecks Entwicklung befördert. Indirekt, weil es nicht seine eigene Erfahrung ist, sondern die seines Doktorvaters Weitprechts, für dessen erkenntnistheoretische Haltung „ein Gefühl unmerklicher Verwandtschaft“ (S. 52), seine durch Lebenserfahrung gewonnene Einsicht zuträgt. Hieck besucht ihn auf Ansuchen bei ihm zu Hause. Weitprecht ist mittlerweile so kränklich, dass er nicht mehr auf die Uni kommen kann. Ausschlaggebend sind für seine Erkrankung nicht nur physische Ursachen sondern auch psychische. Wie bereits erwähnt, musste Weitprecht im Herbst 1927 die leidvolle Erfahrung machen, dass er sein Lebensziel nicht mehr erreichen kann. Es wird ihm klar, dass er, indem er sein ganzes Leben dem wissenschaftlichen Erkenntnisstreben gewidmet hat, große Schuld auf sich geladen hat. Das ist so zu verstehen, dass er im Dienste der wissenschaftlichen Erkenntnis einen wesentlichen Teil des Lebens bzw. die Frage nach den letzten Dingen des Lebens vernachlässigt hat, denn: „...wer alt wird, ohne den Sinne seins Todes zu erfassen, der stirbt als schlechter Mensch...ohne Erkenntnis...auch wenn er noch so viel erkannt und gearbeitet hat...“ (S. 126) Könneker sieht in diesem Schuldgeständnis eine Kritik an einer orthodoxe, positivistische Wissenschaft.⁴⁷² Als Weitprecht Hieck diese Offenbarung kundtut, kann Hieck noch nicht recht verstehen, was Weitprecht damit meint. Zu diesem Zeitpunkt glaubt er, dass der Dienst an der Wissenschaft ein hehres Ziel ist, an das nichts heranreicht. Diese Erfahrung von Weitprecht kann er erst richtig verwerten, als er mit dem Tod

⁴⁷¹ Broch (1933b), S. 245.

⁴⁷² vgl. Könneker (1999b), S. 458.

konfrontiert wird. In Anbetracht des Todes seines jüngeren Bruders Otto wird ihm das zuvor nur latent Vorhandene bewusst, sodass er sein zukünftiges Leben danach ausrichten kann. Plötzlich kann er auch Liebe erfahren. Die Erfahrung der Liebe zur Physik-Kollegin Ilse Nydhalm ist schließlich auch erweiterndes Moment in der Entwicklung seiner epistemologischen Haltung. Eine Umsetzung findet jedoch erst nach der drastischen Erfahrung mit dem Tod statt.

Als er noch zu Beginn über die Liebe sinniert, unterbindet er seine Gedanken gleich bzw. verschiebt sie: „zu reich war die Welt, erst mußte das Logische erledigt werden.“ (S. 64) An den Gesprächen mit Ilse Nydhalm findet er zunächst Gefallen, weil er mit ihr über die Wissenschaft reden kann. Er genießt das, denn jedes Klarmachen der wissenschaftlichen Situation war ihm immer auch eine Erhellung der eigenen Ziele (vgl. S. 81). Doch im gleichen Moment bereut er es aber gewissermaßen, denn „[...] daß er davon sprechen mußte, mehr noch, daß er vor einem Mädchen davon sprechen mußte, daß sich die befreiende und beglückende Erhellung erst im Sprechen vollzog, das war wie ein Verrat nicht nur an der Mathematik, sondern auch an dem Wesentlichen seines Lebens, denn was hier bloßgelegt wurde, das hatte – so meinte er – mit dem eigentlichen Ziel des Lebens und mit dem der Mathematik nichts zu schaffen, und strikt lehnte er es ab, die objektiven Ziele der Wissenschaft mit subjektiven Empfindungen zu verquicken.“ (S. 81-82)

Auch Ilse Nydhalm erfährt aus den Gesprächen mit Hieck eine erweiternde und erhellende, Erkenntnis, die sie ebenfalls wie der Protagonist schon in der Kindheit erlebt hat. Sie wird ihr jedoch früher als ihm wieder bewusst und begreift bei der Reflexion über die naturwissenschaftliche Erkenntnis, dass sie und auch die Reflexion über solche Art von Erkenntnis, nicht alleine zum Gefühl großer und befreiender Ordnung beitragen kann (vgl. S. 95-96). Daneben gäbe es eine Erkenntnis, die nicht das physikalische Wissen braucht „um zum Mikrokosmos der Seele zur gelangen, sondern viele eher den umgekehrten Weg genommen hatte und das Wesentliche im Weltgeschehen auf einen merkwürdig geringen Punkt der Gegenwart beschränkte:“ das Hier und Jetzt (S. 96). Es ist das Wissen um eine Wirklichkeit, die neben einer existiert, die nur durch Denken erschlossen wird. Diese Erkenntnis wird beschrieben als „eine erregende Transposition in eine Wirklichkeit zweiter Ordnung, die sich mit nichts mehr deckte und trotzdem die Evidenz vollkommener Wahrheit in sich trug (S. 97).

Richard Hieck braucht ein bisschen, um dieses Wissen um die Einheit verschiedener Erkenntnisformen annehmen zu können. Befördernd dazu ist nicht nur der Kontakt zu Ilse Nydhalm, sondern auch der Kontakt mit seiner Kollegin Erna Magnus: „Ein Strom

unbekannten Lebens drang von irgendwo herein. Strom einer noch unbekannten Evidenz, die irgendwo floß, einer Evidenz, die allen eigentlichen Sinn, sogar den der Mathematik tragen mochte. Denn das Ziel der Erkenntnis liegt außerhalb der Erkenntnis.“ (S. 106-107).

In der Gegenwart von Nydhal wird ihm aber das erste Mal die Liebe bewusst, oder besser halbbewusst. Er wird eines Gefühls gewahr, kann es aber weder benennen noch zuordnen.

„Das Wesentliche ist nicht ausdrückbar.“ (S. 98) Plötzlich fällt ihm das Wort „Liebe“ ein, kann aber noch „keinerlei Vorstellung“ damit verbinden oder eine „Verbindung zu dem, was hier wirklich geschah“, herstellen (S. 98). Darauf reißt er sich aber bestürzt wieder zusammen: „Und er fing wieder an, von seinen eigenen Dingen zu sprechen und von dem Ziel, das ihn bewegte: die ganze Welt im Spiegel der Mathematik zu erfassen. Er sprach von sich, nur von sich, dennoch war es Flucht, Flucht vor dem blinden eigenen Sein in ein übergeordnetes, dennoch auch Flucht in dieses Sein zurück und in dessen hellsten Willenskern, es war in einem Ablehnung des Du und Hingabe des Ichs.“ (S. 98)

In einem weiteren Gespräch mit Ilse kommt er zu folgender Erkenntnis: „Die letzte Begründung der Mathematik liegt außerhalb der Mathematik und doch in ihr, das göttliche Ziel des Seins liegt außerhalb des Seins, das letzte Ziel der Liebe liegt außerhalb der Liebe und ist doch die Liebe“ (S. 120). Diese Passage erinnert an Kurt Gödels

Unvollständigkeitssatz, den Broch auf das menschliche Sein und die Liebe überträgt. Gödel hat mit Hermann Broch studiert; nach der Emigration nahmen sie in Princeton wieder Kontakt auf.⁴⁷³ Gödel publizierte den Satz 1931,⁴⁷⁴ Broch hatte also die Möglichkeit, darauf zurückzugreifen, als er zwei Jahre später den Roman verfasste. Der Gödelsche *Unvollständigkeitssatz* widerlegt die bis dahin vertretene Annahme, dass „Axiome und Schlussregeln [eines Axiomensystems] dazu ausreichen, alle mathematischen Fragen, die sich in den betreffenden Systemen überhaupt formal ausdrücken lassen, auch zu entscheiden“⁴⁷⁵. Er konnte zeigen, dass innerhalb eines widerspruchsfreien mathematischen System kein „Widerspruchslösigkeitsbeweis“ des Systems formalisiert werden kann,⁴⁷⁶ und doch konnte Gödel mit der mathematischen Systematizität das aufzeigen: „Die letzte Begründung der Mathematik liegt außerhalb der Mathematik und doch in ihr [...].“ (S. 120) In unserer menschlichen Existenz, können wir auch nicht an das Göttliche Ziel des Seins, wie es auch immer geartet sein mag, herankommen, doch ist es dem menschlichen Sein inhärent. Nimmt

⁴⁷³ vgl. Sigmund, Karl/Dawson, John u.a.: Kurt Gödel. Das Album. Wiesbaden: Vieweg 2006, S. 192,194.

⁴⁷⁴ Gödel, Kurt: Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme I. In: Monatshefte für Mathematik und Physik 38 (1931), S. 173–198.

⁴⁷⁵ Gödel (1931), S. 173.

⁴⁷⁶ vgl. ebda., S. 197.

man als letztes Ziel der Liebe, die bedingungslose Liebe an, kommen wir an dieses Ziel wohl auch nie ganz heran, und doch ist es stets in das Lieben eingeschrieben.

Schlant bringt einen weiteren Hinweis darauf, dass sich Broch mit dem eben beschriebenen Forschungstrend der Mathematik auseinandergesetzt haben muss:⁴⁷⁷ An einer Stelle lässt er Hieck davon träumen, „eine neue mathematische Disziplin zu erfinden, [...], eine axiomatische Logik zu entdecken“ (S.63). Außerdem verweist sie auf Brochs Vergleich des formalen mathematischen Systems mit dem Schachspiel:⁴⁷⁸ Im Drehbuch zum Roman (*Das Unbekannte X*) etwa formuliert diesen Vergleich Kapperbrunn: „>>Wissen Sie, wie mir die ganze Wissenschaft vorkommt? ... wie ein stilles und merkwürdiges Spiel, das weltfremde Herren in irgendeinem Kaffehauswinkel spielen ... etwas, das mit dem Leben kaum mehr etwas zu tun hat ... wie ein Schachmeister komme ich mir vor ... tja.>>⁴⁷⁹

Als Hieck darüber sinniert, dass die streng logische Herangehensweise an die Welterkenntnis in sich Unzulänglichkeiten birgt, kann er diese Erkenntnis noch nicht ganz annehmen. Das zeigt sich im weiteren Verlauf in der Szene mit Ilse: „Und wieder glaubte Richard, daß mit der Größe und Höhe der Welterkenntnis, daß mit der Entfaltung und Preisgabe seiner Ziele auch seine Hingabe an die Liebe wachse und daß er damit eine Schuld abtragen könne.“ Als Ilse ihm sagt, dass sie ihn liebt, ist er überfordert, da er Liebe noch nicht recht begreifen kann und deshalb auch nicht ihr entgegenbringen kann: „Vielleicht hatte sie gefühlt, daß er sich um die Hingabe quält. Und doch war gerade damit sein Verbrechen klar zutage getreten. [...] die ganze Ungezüglichkeit der Welt hatte sich neuerdings aufgetan. Wäre jemand entgegengekommen, der ihm den Kopf vom Rumpfe hätte spalten wollen er hätte ihn als Freund begrüßt.“ (S. 122) Schon zum zweiten Mal erwähnt er hier das Begehen einer gewissen Schuld. Vielleicht die Schuld, von der auch Weitprecht gesprochen hat, zumindest erinnert er sich an anderer Stelle an „Weitprechts sonderbare Rede vom Herzen, mit dem man sündigt und an dem man gestraft wird [...]“ (S. 129). Er „dachte, daß das Herz wie eine Resultante in einem Kräfteparallelogramm zwischen oben und unten lag, und obwohl dies halbwegs plausibel war, konnte er sich doch nichts dazu vorstellen. Besser, die Kräfte separieren. Mit einem raschen glatten Schnitt.“ (S. 129) Dieses unbehagliche, schuldbeladene Gefühl mündet schließlich in eine „vieldeutige Unsicherheit des Seins“ (S. 129), immer wieder befiehl ihn Angst (vgl. S.129). Die Reflexionen über sein bisher verfolgtes Ziel und das

⁴⁷⁷ vgl. Schlant (1978), S. 72.

⁴⁷⁸ vgl. ebda., S. 72 u. Fußnote 21.

⁴⁷⁹ Broch, Hermann: Das Unbekannte X. In: Ders.: Kommentierte Werkausgabe. Band 2. Die Unbekannte Größe. Hg. v. Paul Michael Lützeler. Frankfurt/Main: Suhrkamp 1977, S. 145-240, hier S. 148.

sich immer mehr aufdrängende Gefühl, mit dieser Zielsetzung seine eigentliches Ziel, das Erkenntnisstreben nach einer Totalität verfehlt zu haben, treibt ihn in einen Zustand der Unsicherheit und des Gespaltenseins: „Freilich, was im Kopf vor sich geht, das ist berechenbar, das ist hell und erstrebenswert, und was unterhalb des Kopfes geschieht, ist dunkel und nächtlich in seiner Unberechenbarkeit. Erfassung des Unberechenbaren durch das Berechenbare, darauf allein kommt es an, und wenn dies nicht gelingt, so bleibt nur scharfe Trennung der beiden Teile übrig. Wie konnte man richtig handeln, wenn mittendurch die Trennungslinie ging.“ (S. 129)

Erst als er vor Ottos Leichnam steht, schwindet dieses unangenehme Gefühl, dass er an dieser Stellung an der Trennung von „denkendem Haupt“ und „tierischem Rumpf“ festmacht. Vom Animalischen her kam „ein sonderbares und einmaliges Wissen, das in keinerlei System stand und daher auch nicht beweisbar war, vollkommen isoliert, trotzdem Leben, trotzdem Erkenntnis, und in gleicher Weise vom Animalischen wie vom Erkennen gespeist. (S. 135) Es geht um die „große Erkenntnis des Seins schlechthin“, die er mit der Liebe gleichsetzt (136): „[...] dieses Erkennen [ist] die Liebe [...] und [...] auch die Liebe [ist] nichts anders [...] als Erkennen.“ (136) Diese unlogische Erkenntnis erhält für ihn den Status der letzten Evidenz des Logischen, das erst von hier aus seine Rechtfertigung findet. Außerdem wird ihm die Einheit von Leben und Tod bewusst. Diese Erkenntnis kann er nun annehmen, was seine Angst, seine Schuldgefühle und seine Gespaltenheit auflöst. Er kann diese Erkenntnis auch ins alltägliche Leben mitnehmen. In einem typischen Streitgespräch mit Kapperbrunn über die Gültigkeit von logischen Gesetzen, kümmert Hieck Kapperbrunns „Ignoramus“, der ihn zuvor noch in Wut versetzte (vgl. S. 13), nicht mehr und er denkt bei sich, „in der Einsamkeit des Herzens ist alles absolut, hier gibt es keinen statistischen Annäherungswert, hier gilt das Gesetz schlechthin.“ (140-141) Dieses, ihn früher beunruhigendes erkenntnistheoretische Fazit, kann er nun in sich versöhnen: „Draußen rauscht das Leben, fernab, unerfaßbar, ungeheuer, unerschöpflich, aber es rauscht auch durch das Herz, ebenso unerfaßbar, ebenso ungeheuer, ebenso unerschöpflich. Ebenso furchtbar.“ (S. 142) Hieck vereint in sich „die Komplementarität von Denken und Fühlen, von Erkenntnis und Moral, unter Berufung auf die Kantsche Formel >>der bestirnte Himmel über mir und das moralische Gesetz in mir<<⁴⁸⁰.

Ein dritter Bezug zur Quantenmechanik in dem Roman ist direkt in der literarischen Gestaltung zu sehen. Könneker hat in einer Arbeiten zum Roman sehr detailliert

⁴⁸⁰ Könneker (1999b), S. 458.

herausgearbeitet, dass Broch bei Beschreibung des Vaters von Richard Hieck „gleich mehrere Facetten der Quantenmechanik dichterisch verarbeitete“⁴⁸¹:

„Seinem ganzen Wesen nach ist der Vater eine Personifikation grundlegender Gesetze der Quantenmechanik, ein zum Menschsein erhobenes Objekt der Mikrophysik, wenn man so möchte.“⁴⁸² Das zeigt sich darin, dass in der Beschreibung der Vater raumzeitlich und kausal nicht fassbar ist. Damit ist das angesprochen, was laut Bohr Quantenprozessen eigentlich ist und sich in der Heisenbergschen Unschärferelation ausdrückt (S. 2.2.1).

„Seine [Richards] Versuche, Leben und Wesen des Vaters zu analysieren, stoßen ununterbrochen auf durch Unbestimmtheitsrelationen festgelegte Grenzen.“⁴⁸³ Könneker nennt als Romanbeispiel folgende Begebenheit: „In der irrtümlichen Meinung, sein Sohn schlafe bereits, betritt der Vater den Raum und setzt sich auf einen Stuhl, um dort länger zu verharren. Kennt Richard in diesem Spezialfall den Aufenthaltsort des Vaters genau, so ist dessen Verweildauer dagegen „unabsehbar“ (S. 16), wie es im Text heißt, d.h. unscharf im Sinn der Unbestimmtheitsrelation.“⁴⁸⁴ Würde er ihn nach der Verweildauer fragen, wäre er sofort wieder weg und der Ort wäre wieder unbekannt.

Die Komplementarität von raumzeitlicher und kausaler Beschreibung drückt sich durch das „eigentlich Flackernde[n]“ (S. 15) aus, mit dem der Vater charakterisiert wird, und „in der vom Vater ausgehenden Auflockerung allen Seins“ (S. 17). Er wird weiters charakterisiert als „ein Nachtmensch, der bloß zufällig in den Tag geraten war“ (S. 16). Hier kommt wieder Brochs häufig bemühte Metaphorik von Nacht und Tag zum Tragen. In seinem Aufsatz *Die mythische Erbschaft der Dichtung* charakterisiert er die Tageslogik durch die „gewöhnliche (aristotelische)“ Logik und die Nachtlogik, als „eine umfassendere, stets die andere in sich einschließende“ Logik, die für die direkte empirische Beobachtung unzugänglich“ ist und falls überhaupt nur mit einem über-aristotelischen logisch-mathematischen Modell erfassbar ist.⁴⁸⁵ Ein Unterfangen, das in der Beschreibung bei Quantenprozessen eine wesentliche Rolle spielt (s. 2.2.2).

Will man den Vater raumzeitlich beschreiben, wird das unmöglich, weil ihn eine „Stille und Unbemerktheit [auszeichnet], mit der er ging, mit der er unvermutet wieder auftauchte“ (S. 15), somit ist auch keine kausale Beschreibung möglich, weil man nicht verfolgen kann, wie es von dem einen Messpunkt zum anderen gekommen ist. So einer Beschreibung entzieht sich auch das Verhalten des Vaters. Eines Nachts nimmt er Richard zu einem Spaziergang mit; das

⁴⁸¹ Könneker (1999a), S. 230.

⁴⁸² vgl. ebda.

⁴⁸³ ebda., S. 231

⁴⁸⁴ ebda.

⁴⁸⁵ Broch (1945), S.206-207.

ist sehr ungewöhnlich, aber noch im Bereich des Normalen. Plötzlich beginnt er Blumen zu pflücken, was für den Sohn „unfaßbar“ (S. 16) ist. Das Erklärungsmodell, der Vater pflücke sie für seine Mutter, muss er bald aufgeben, als er sie in den Fluss wirft: das Verhalten des Vaters erweist sich erneut als indeterminiert:⁴⁸⁶ „Und so war es immer, nichts war eindeutig, alles war ins Flackernde gezogen [...].“ (S. 16)

Bei der Beschreibung des Todes von Richard Hiecks Vater sieht Könneker einen weiteren Bezug zur Quantenmechanik.⁴⁸⁷ Der Zustand des Todes wird als Superposition zweier Zustände beschrieben: „Niemals wurde im Haus vom Vater gesprochen, und als er gestorben war, erinnerte kein Bild an ihn, vielleicht weil dieser Tod ebenso wenig eindeutig war wie das Leben dieses Menschen, es war ein Gestorbensein, das bloß einen graduellen Unterschied bedeutete [...]. (S.17)

Diese Beschreibung erinnert Könneker an die Übertragung mikroskopischer Eigenschaften auf makroskopische Systeme, wie Schrödinger es in seinem berühmten Katzen-Paradoxon formuliert.⁴⁸⁸ Solange man nicht in die Black-Box sieht, ist die Katze sowohl tot als auch lebendig, diese „Einzelzustände“ [...] [verlagern] im Laufe der Zeit allmählich – in Brochs Formulierung „graduell“ – ihre Gewichte [...].“⁴⁸⁹

Eine weitere Korrelation zur Quantenmechanik in der literarischen Gestaltung des Vaters kann man sehen, als der Blick seines Vaters beschrieben wird: ein hintergründig belustigter Blick, „der jeden Gegenstand, auf den er fiel, ablehnte, dennoch ihn seltsam verändernd; es war ein Ablehnen alles dessen, was zutage lag, und es war der Blick und das Auge eines Nachtmenschen, [...].“ (S. 16) Wenn man so will, kann man hier eine Parallele zum quantenmechanischen Messproblem ziehen. Zwingt man dem Messobjekt die klassische Logik (von Broch auch „Tageslogik“⁴⁹⁰ genannt) auf, verändert sich das zu untersuchende Phänomen. Das ist es, was Bohr mit dem Begriff der „Individualität von Prozessen“ beschreibt (s. 2.2). Der Vater, der „alles Sein auflöst“ wird also nicht nur wie ein unfassbares Quantenobjekt dargestellt, es werden ihm auch Eigenschaften zuteil, die der quantenmechanischen Beschreibung eigen sind, worin sich wiederum die der Quantenmechanik eigentümliche Einheit von Messobjekt und Messung zeigt: das Messobjekt hat Eigenschaften, die die Eigenschaften der Messung bestimmen und umgekehrt.

⁴⁸⁶ vgl. Könneker (1999a), S. 232.

⁴⁸⁷ vgl. ebda., S. 233-235.

⁴⁸⁸ vgl. ebda.

⁴⁸⁹ ebda., S. 235.

⁴⁹⁰ Broch (1945), S. 76.

Nach diesen Ausführungen lassen sich Brochs Verweise auf die Quantenmechanik folgendermaßen zusammenfassen: Erstens macht Broch die historische Entwicklung der Quantenmechanik auf der inhaltlichen Ebene des Romans literarisch produktiv, zweitens macht er die erkenntnistheoretischen Implikationen der Quantenmechanik auf der Metaebene des Romans, dem übergeordneten Thema, die Frage nach einer allumfassenden Erkenntnis, produktiv, und drittens nützt er sie auf der Ebene der literarischen Gestaltung: zum einen bei der Darstellung des Romanthemas, die Gedankengänge des Protagonisten werden mit Bezügen zur modernen Physik und der Mathematik dargestellt, zum anderen auch bei der Darstellung des Vaters.

Man kann also mit Fug und Recht behaupten, dass Broch seinem Anspruch, dass das wissenschaftliche Denken oder besser die zugrundeliegende *erkenntnismorphologische Einheitswurzel* Funktion der Dichtung werden muss, wenn der Roman zeitgerecht und modern sein will, gerecht geworden ist, auch wenn die Umsetzung nicht durchwegs gelungen ist.

Schlussbetrachtungen

Ich hoffe, mit dieser Arbeit gezeigt zu haben, dass ein Zusammenhang von Literatur und Quantenmechanik theoretisch und auch praktisch begründbar ist.

Freilich hat jeder Bereich seine spezifische Funktion, die vom jeweils anderen nicht übernommen werden kann, doch geht man auf den gemeinsamen Nenner der beiden Gebiete zurück, den menschlichen Erkenntnis- und Beschreibungsakt schlechthin, liegt eine gegenseitige Durchdringung nur allzu nahe.

Was bleibt, wären weitere Untersuchungen zur Funktion der Literatur bezüglich der Vermittlung und Verbreitung quantenmechanischer Inhalte, eventuell auch im Bezug auf die Unterrichtssituation.

Literaturverzeichnis

Balibar, Françoise: Wenn die Worte fehlen, um von der Natur zu sprechen... Relativitätstheorie, Quantenmechanik und Paradigmenwechsel in Physik und Philosophie. Aus dem Französischen übersetzt von Christine Maillard und Michael Titzmann. In: Maillard, Christine / Titzmann, Michael (Hg.): Literatur und Wissen(schaften) 1890-1935, Stuttgart, Weimar: Metzler 2002, S. 39-49.

Baumann, Kurt / Sexl, Roman: Die Deutung der Quantentheorie. 2., überarbeitete Auflage. Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg 1986.

Boltzmann, Ludwig: Gustav Robert Kirchhoff. Festrede zur Feier des 301. Gründungstages der Karl-Franzens-Universität zu Graz. Leipzig: Barth 1888.

Born, Max / Jordan, Pascual: Zur Quantenmechanik. In: Zeitschrift für Physik 34 (1925), S. 858-888.

Bohr, Niels: Brief an Max Born, 1. Mai 1925. In: Ders.: Collected Works. Band 5. Hg. v. Klaus Stolzenburg. Amsterdam, New York u.a.: North-Holland 1984, S. 310-311.

Bohr, Niels: Atomphysik und Philosophie – Kausalität und Komplementarität. (1958). In: Ders.: Atomphysik und menschliche Erkenntnis. Aufsätze und Vorträge aus den Jahren 1930-1961. Mit einem Vorwort zur Neuausgabe von Karl von Meyenn. Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg 1985, S. 104-110.

Bohr, Niels: Das Quantenpostulat und die neuere Entwicklung der Atomistik. In: Die Naturwissenschaften 16 (1928), S. 245-257.

Bohr, Nils: Diskussion mit Einstein über erkenntnistheoretische Probleme in der Atomphysik (1944). In: Ders.: Atomphysik und menschliche Erkenntnis. Aufsätze und Vorträge aus den Jahren 1930-1961. Mit einem Vorwort zur Neuausgabe von Karl von Meyenn. Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg 1985, S. 31-66.

Bohr, Niels: Einheit des Wissens (1954). In: Ders.: Atomphysik und menschliche Erkenntnis. Aufsätze und Vorträge aus den Jahren 1930-1961. Mit einem Vorwort zur Neuausgabe von Karl von Meyenn. Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg 1985, S. 76-91.

Bohr, Niels: Über die Serienspektra der Elemente. In: Zeitschrift für Physik 2 (1920), S. 424-469.

Bohr, Niels: Wirkungsquantum und Naturbeschreibung. In: Naturwissenschaften 17 (1929). S. 483-486.

Born, Max: Quantenmechanik der Stoßvorgänge. In: Zeitschrift für Physik 38 (1926b), S. 803-827.

Born, Max: Zur Quantenmechanik der Stoßvorgänge (vorläufige Mitteilung). In: Zeitschrift für Physik 37 (1926a), S. 863-867.

Broch, Hermann: Brief an Egon Vietta vom 19. Nov. 1934. In: Ders.: Kommentierte Werkausgabe. Band 13/1. Briefe: Dokumente und Kommentare zu Leben und Werk 1. 1913-1938. Hg. v. Paul Michael Lützeler. Frankfurt/Main: Suhrkamp 1981, S. 317-321.

Broch, Hermann: Brief an Daniel Brody vom 01.09.1933. In: Broch, Hermann/ Brody, Daniel: Briewechsel: 1930-1951. Hg. v. Bertold Hack und Marietta Kleiß. Frankfurt/Main: Buchhändler-Vereinigung 1971, Sp. 494-495.

Broch, Hermann: Brief an Daniel Brody vom 24.05.1935, In: Ders.: Kommentierte Werkausgabe. Band 13/1. Briefe: Dokumente und Kommentare zu Leben und Werk 1. 1913-1938. Hg. v. Paul Michael Lützeler. Frankfurt/Main: Suhrkamp 1981, S. 348-351.

Broch, Hermann: Brief an Daniel Brody vom 21.10.1947. In: Broch, Hermann/ Brody, Daniel: Briewechsel: 1930-1951. Hg. v. Bertold Hack und Marietta Kleiß. Frankfurt/Main: Buchhändler-Vereinigung 1971, Sp. 901-903.

Broch, Hermann: Brief an Helene Wolff vom 25.10.1947. In: Ders.: Kommentierte Werkausgabe. Band 13/3. Briefe: Dokumente und Kommentare zu Leben und Werk 3. 1945-1951. Hg. v. Paul Michael Lützeler. Frankfurt/Main: Suhrkamp 1981, S. 179-182.

Broch, Hermann: Das Unbekannte X. In: Ders.: Kommentierte Werkausgabe. Band 2. Die Unbekannte Größe. Hg. v. Paul Michael Lützeler. Frankfurt/Main: Suhrkamp 1977, S. 145-240.

Broch, Hermann: Dichterische und Denkerische Erkenntnis (1933a). In: Ders.: Kommentierte Werkausgabe. Band 9/2. Schriften zur Literatur 2. Hg. v. Paul Michael Lützeler. Frankfurt/Main: Suhrkamp 1975, S. 43-49.

Broch, Hermann: Die mythische Erbschaft der Dichtung (1945). In: Ders.: Kommentierte Werkausgabe. Band 9/2. Schriften zur Literatur 2. Hg. v. Paul Michael Lützeler. Frankfurt/Main: Suhrkamp 1975, S. 202-211.

Broch, Hermann: Die Unbekannte Größe. In: Ders.: Kommentierte Werkausgabe. Band 2. Die Unbekannte Größe. Hg. v. Paul Michael Lützeler. Frankfurt/Main: Suhrkamp 1977, S. 11-142.

Broch, Hermann: Entstehungsbericht zu *Die Schuldlosen* (1950). In: Ders. Kommentierte Werkausgabe. Band 5. Hg. v. Paul Michael Lützeler. Frankfurt/Main: Suhrkamp 1974, S. 323-328.

Broch, Hermann: Grundzüge zum Roman *Die Unbekannte Größe* (1933b). In: Ders.: Kommentierte Werkausgabe. Band 2. Die Unbekannte Größe. Hg. v. Paul Michael Lützeler. Frankfurt/Main: Suhrkamp 1977, S. 243-246,

Broch, Hermann: James Joyce und die Gegenwart. Rede zu Joyces 50. Geburtstag (1936). In: Ders.: Kommentierte Werkausgabe. Band 9/1. Schriften zur Literatur 1. Hg. v. Paul Michael Lützeler. Frankfurt/Main: Suhrkamp 1976, S. 63-94.

Broch, Hermann: Philosophische Aufgaben einer Internationalen Akademie (1946). In.: Ders.: Kommentierte Werkausgabe. Band 10/1. Philosophische Schriften 1. Hg. v. Paul Michael Lützeler. Frankfurt/Main: Suhrkamp 1977, S. 67-112.

Broch, Hermann: Politik. Ein Kondensat (1949). In: Ders.: Gesammelte Werke. Band 7. Erkennen und Handeln. Essays II. Hg. v. Hannah Arendt. Zürich: Rhein-Verlag 1955, S. 203-255.

Chevalley, Catherine: Langage ordinaire. In: Niels Bohr: Physique atomique et connaissance humaine. Gallimard 1991 (Folio Essais), zitiert nach Balibar (2002).

Dawid, Richard: Grundprobleme der Philosophie der Physik. Skriptum zur Vorlesung. Universität Wien 2011.

Döblin, Alfred: Die Dichtung, ihre Natur und ihre Rolle. Mainz: Verlag der Akademie der Wissenschaften und Literatur 1950.

Emter, Elisabeth: Literatur und Quantenmechanik. Die Rezeption der modernen Physik in Schriften zur Literatur und Philosophie deutschsprachiger Autoren (1925-1970). Berlin, New York: de Gruyter 1995.

Foucault, Michel: Archäologie des Wissens. Aus dem Französischen von Ulrich Köppen. In: Ders.: Die Hauptwerke. Frankfurt/Main: Suhrkamp 2008. S. 471-701.

Foucault, Michel: Distanz, Aspekt, Ursprung. In: Ders.: Schriften in vier Bänden. Dits et écrits, Band 1: 1954-1969. Hg. v. Daniel Defert und François Ewald. Frankfurt/Main: Suhrkamp 2001, S. 370-387.

Gamper, Michael: Einleitung. In: Bies, Michael / Gamper, Michael (Hg.): Literatur und Nicht-Wissen: Historische Konstellationen 1730–1930. Zürich: Diaphanes 2012, S. 9-21.

Gamper, Michael: Projektbeschreibung: Literatur und Nichtwissen 1750–1930. 2008.
http://www.lw.ethz.ch/Texte/Text.Nicht-Wissen.Netz_b.pdf (18.09.2012).

Goethe, Johann Wolfgang: Faust. Der Tragödie Erster Teil. Stuttgart: Reclam 2000.

Gödel, Kurt: Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme I. In: Monatshefte für Mathematik und Physik 38 (1931), S. 173–198.

Hegel, Friedrich: Das älteste Systemprogramm des deutschen Idealismus. In: Ders.: Werke. Band 1. Frühe Schriften. Hg. v. Eva Moldenhauer und Karl Markus Michel. Frankfurt/Main: Suhrkamp 1979, S. 234-237.

Heisenberg, Werner: Die Entwicklung der Deutung der Quantentheorie (1956). In: Ders.: Gesammelte Werke. Abteilung C. Allgemeinverständliche Schriften. Band I. Hg. v. Walter Blum, Hans-Peter Dürr u.a. München, Zürich: Piper 1984, S. 434-449.

Heisenberg, Werner: Die gegenwärtigen Grundprobleme der Atomphysik (1949). In: Ders.: Gesammelte Werke. Abteilung C. Allgemeinverständliche Schriften. Band I. Hg. v. Walter Blum, Hans-Peter Dürr u.a. München, Zürich: Piper 1984, S. 341-353.

Heisenberg, Werner: Die Geschichte der Quantentheorie (1959a). In: Ders.: Quantentheorie und Philosophie. Vorlesungen und Aufsätze. Hg. v. Jürgen Busche. Stuttgart: Reclam 1979, S. 3-21.

Heisenberg, Werner: Die Kopenhagener Deutung der Quantentheorie (1959b). In: Ders.: Quantentheorie und Philosophie. Vorlesungen und Aufsätze. Hg. v. Jürgen Busche. Stuttgart: Reclam 1979, S. 42-61.

Heisenberg, Werner: Die Quantenmechanik und ein Gespräch mit Einstein (1969). In: Ders.: Quantentheorie und Philosophie. Vorlesungen und Aufsätze. Hg. v. Jürgen Busche. Stuttgart: Reclam 1979, S. 20-31.

Heisenberg, Werner: Die Ordnung der Wirklichkeit (1942). In: Ders.: Gesammelte Werke. Abteilung C. Allgemeinverständliche Schriften. Band I. Hg. v. Walter Blum, Hans-Peter Dürr u.a. München, Zürich: Piper 1984, S. 217-306,

Heisenberg, Werner: Quantenmechanik und Kantsche Philosophie (1969). In: Ders.: Quantentheorie und Philosophie. Vorlesungen und Aufsätze. Hg. v. Jürgen Busche. Stuttgart: Reclam 1979, S. 62-75.

Heisenberg, Werner: Sprache und Wirklichkeit in der modernen Physik (1960). In: Ders.: Gesammelte Werke. Abteilung C. Allgemeinverständliche Schriften. Band II. Hg. v. Walter Blum, Hans-Peter Dürr u.a. München, Zürich: Piper 1984, S. 271-301.

Heisenberg, Werner: Über den anschaulichen Inhalt der quantenmechanischen Kinematik und Mechanik. In: Zeitschrift für Physik 43 (1927), S. 172-198.

Heisenberg, Werner: Über quantentheoretische Umdeutung kinematischer und mechanischer Beziehungen. In: Zeitschrift für Physik 33 (1925), S. 879-893.

Hofmannsthal, Hugo von: Ein Brief. In: Ders.: Gesammelte Werke. In zehn Einzelbänden. Erzählungen; Erfundene Gespräche und Briefe; Reisen. Hg. v. Bernd Schoeller. S. 461-472.

Jakobson, Roman: Linguistik und Poetik (1960). In: Ders.: Poetik. Ausgewählte Aufsätze. Hg. v. Elmar Holenstein und Tarcisius Schelbert. Frankfurt/Main: Suhrkamp 1979, S. 83-121, hier S. 92.

Kant, Emanuel: Kritik der reinen Vernunft. Nach der 1. und 2. Orig.-Ausg. Hg. v. Raymund Schmidt. Hamburg: Meiner 1976.

Klausnitzer, Ralf: Literatur und Wissen. Zugänge – Modelle – Analysen. Berlin, New York: De Gruyter Studienbuch 2008.

Klinkert, Thomas: Literatur und Wissen. Überlegungen zur theoretischen Begründbarkeit ihres Zusammenhangs. In: Köppe, Tilman (Hg.): Literatur und Wissen. Theoretisch-methodische Zugänge. Berlin, New York: De Gruyter 2011, S. 116-139.

Könneker, Carsten:>>Auflösung der Natur Auflösung der Geschichte<<. Moderner Roman und NS – >>Weltanschauung<< im Zeichen der theoretischen Physik. Stuttgart, Weimar: Metzler 2001.

Könneker, Carsten: Hermann Brochs Rezeption der modernen Physik. In: Zeitschrift für Deutsche Philologie. Sonderheft 118 (1999a), S. 205-239.

Könneker, Carsten: Hermann Brochs *Unbekannte Größe*. In: Orbis Litterarum 54 (1999b), S. 439-463.

Könneker, Carsten: „Ungereimtheiten und Absurditäten“. Zur Vulgarisierung der Relativitätstheorie im 2. und 3. Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts. In: Maillard, Christine / Titzmann, Michael (Hg): Literatur und Wissen(schaften) 1890-1935. Stuttgart, Weimar: Metzler 2002, S. 51-72.

Köppe, Tilman: Vom Wissen *in* Literatur. In: Zeitschrift für Germanistik N.F. 17 (2007), S. 398-410.

Link, Jürgen: Literaturanalyse als Interdiskursanalyse. Am Beispiel des Ursprungs literarischer Symbolik in der Kollektivsymbolik. In: Jürgen Fohrmann und Harro Müller (Hg.): Diskurstheorien und Literaturwissenschaft. Frankfurt/ Main: Suhrkamp 1988, S. 284-307.

Luhmann, Niklas: Differentiation of society. In: Canadian Journal of Sociology. 2/1 (1977). S. 29-53.

Luhmann, Niklas: Einführung in die Systemtheorie. Hg. v. Dirk Baecker. Heidelberg: Carl-Auer-Systeme Verl. 2002.

Lützeler, Paul Michael: Entstehungschronologie. In.: Hermann Broch: Kommentierte Werkausgabe. Band 2. Die Unbekannte Größe. Hg. v. Paul Michael Lützeler. Frankfurt/Main: Suhrkamp 1977, S. 258-259.

Maillard, Christine / Titzmann, Michael: Vorstellung eines Forschungsprojekts: „Literatur und Wissenschaften in der Frühen Moderne“. In: Dies. (Hg.): Literatur und Wissen(schaften) 1890-1935. Stuttgart, Weimar: Metzler 2002, S. 7-37.

Nolting, Wolfgang: Grundkurs Theoretische Physik 1/5: Quantenmechanik – Grundlagen. Berlin, Heidelberg: Springer 2009.

Pietschmann, Herbert: Phänomenologie der Naturwissenschaft. Wissenschaftstheoretische und philosophische Probleme der Physik. 2., erweiterte Auflage. Wien: Ibera/European University Press 2007.

Platon: Der Staat. 10. Buch. In: Platon: Sämtliche Werke. Band 2, Berlin: Schneider 1940, S. 366-373.

Platon: Theaitetos. In: Platon: Sämtliche Werke. Band 2, Berlin: Schneider 1940, S. 561-662.

Richter, Karl / Schönert, Jörg u.a.: Literatur – Wissen – Wissenschaft. In: Dies. (Hg.): Die Literatur und die Wissenschaften 1770-1930: Walter Müller-Seidl zum 75. Geburtstag. Stuttgart: M & P Verlag für Wissenschaft und Forschung 1997, S. 9-36.

Ritter, Joachim / Gründer, Karlfried u.a. (Hg.): Historisches Wörterbuch der Philosophie. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft 2001.

Rieger, Stefan: Exkurs: Diskursanalyse. In: Pechlivanos, Miltos (Hg.): Einführung in die Literaturwissenschaft. Stuttgart, Weimar: Metzler 1995, S. 164-169.

Scheibe, Erhard: Die Philosophie der Physiker. München: Beck 2006.

Schlant, Ernestine: Hermann Broch and Modern Physics. In: Germanic Review 53 (1978), S. 67-75.

Sigmund, Karl / Dawson, John u.a.: Kurt Gödel. Das Album. Wiesbaden: Vieweg 2006.

Slater, John C.: Radiation and Atoms. In: Nature 113 (1924), S. 307-308.

Schrödinger, Erwin: Die gegenwärtige Situation in der Quantenmechanik. Naturwissenschaften 23 (1935), S. 807-812, 823-828, 844-849.

Titzmann, Michael: Revolutionärer Wandel in Literatur und Wissenschaften. In: Richter, Karl/ Schönert, Jörg u.a. (Hg.): Die Literatur und die Wissenschaften 1770-1930: Walter Müller-Seidl zum 75. Geburtstag. Stuttgart: M & P Verlag für Wissenschaft und Forschung 1997, S. 297-322,

Vogl, Joseph: Einleitung. In: Poetologien des Wissens um 1800. München: Fink 1999, S. 7-16, hier S. 13.

Vogl, Joseph: Für eine Poetologie des Wissens. In: Richter, Karl/ Schönert, Jörg u.a. (Hg.): Die Literatur und die Wissenschaften 1770-1930: Walter Müller-Seidl zum 75. Geburtstag. Stuttgart: M & P Verlag für Wissenschaft und Forschung 1997, S. 107-127.

Weizsäcker, Carl Friedrich von.: Aufbau der Physik. Hanser: München, Wien 1985.

Weizsäcker, Carl Friedrich von: Die Einheit der Natur. Hanser: München 1971.

Wittgenstein, Ludwig: Tractatus logico-philosophicus. Frankfurt/Main: Suhrkamp 1963.

Abstract

Die vorliegende Arbeit untersucht das Verhältnis von Literatur und Quantenmechanik. Auf der Grundlage von Foucaults *Diskursanalyse*, Luhmanns *Systemtheorie* und Vogls *Poetologie des Wissens* kann eine wechselseitige Beziehung hergeleitet werden: Literatur kann auf jeden Wissensdiskurs zugreifen und ihn systemspezifisch verarbeiten bzw. ist sie, mit Foucault gesprochen, Positivität ein und desselben Diskurses wie eine wissenschaftliche Publikation. Außerdem kann das Literarische als Formierungsprozess von Wissen, im Sinne eines fiktiven Begriffs- und Tatsachenbildungsprozesses gesehen werden. Literatur macht diesen Formierungsprozess sichtbar und produziert sprachliches Wissen, das sie der Wissenschaft in Form von Darstellungs- und Produktionsmittel zur Verfügung stellen kann. Außerdem kann die Literatur durch Ästhetik und Fiktion Wissen generieren, und wissenschaftliche Diskurse können prinzipiell darauf zurückgreifen. Darüber hinaus spielt die Literatur eine Rolle bei der Verbreitung und Vermittlung von wissenschaftlichem Wissen.

In der Quantenmechanik ist die sprachliche Beschreibung gemäß der Kopenhagener Deutung ein wesentlicher Bestandteil. In diesem Sinne bekommt die Literatur bzw. das Literarische eine Kompetenz innerhalb der Quantenmechanik. Das bedeutet zum einen, dass Literatur das Beschreibungsproblem und die erkenntnistheoretischen Implikationen für sich produktiv machen kann und zum andern, dass das Beschreibungsproblem über den Rückgriff auf eine literarische Sprache gelöst werden kann (s. Komplementaritätsprinzip). Die Beziehung von Literatur und Quantenmechanik ist damit also wieder als wechselseitig anzusehen. Grund einer wechselseitigen Durchdringung der beiden Bereiche ist der menschliche Beschreibungs- und Sprachakt an sich.

Anhand Brochs theoretischer Schriften und seines Romans *Die Unbekannte Größe* kann diese wechselseitige Durchdringung exemplarisch gezeigt werden. Zielsetzung seiner theoretischen und literarischen Arbeit ist die Analyse einer totalitätserfassenden Erkenntnis, in der die Unifizierung der verschiedenen Erkenntnisformen (wie z.B. die exakte Naturwissenschaft und die Dichtung) wesentlich ist. In der Entwicklung der modernen Physik, in der das Irrationale an Bedeutung gewinnt, ohne dass damit gemeint ist, dass die Wissenschaft an sich irrational wird, sieht er dahingehend einen Vorstoß.

Die Erkenntnisse der Quantenmechanik und deren epistemologischen Implikationen sind auch im Roman *Die Unbekannte Größe* von Bedeutung hinsichtlich der Entwicklung des übergeordneten Romanthemas: die totalitätserfassende Erkenntnis. Für den Protagonisten sind

die neuen naturwissenschaftlichen Erkenntnisse Kristallisatonskeime für die Entwicklung seiner epistemologischen Haltung. Zunächst sieht er das Streben nach Erkenntnis alleine im Rationalen begründet, schließlich erkennt er, dass das Leben auch einen nicht zu vernachlässigenden irrationalen Erkenntnisrest birgt. Broch arbeitet dabei mit einem sprachlichen Verfahren, das dem Bohrschen Komplementaritätsprinzip entspricht. Um des irrationalen Erkenntnisrestes habhaft zu werden, verwendet er antithetische Begriffspaare, so wie auch Bohr bei der Erfassung des Bereichs, der unserer Logik nicht mehr entspricht, einander begrenzende Begriffe verwendet.

Lebenslauf

Persönliche Daten

Name: Veronika Graf

1993-1997	Volksschule Ebreichsdorf
1997-2001	Hauptschule Ebreichsdorf
2001-2005	BORG Wr. Neustadt
seit Februar 2006	Studium an der Universität Wien: UF Physik, UF Deutsch