



MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

Der Übergang von dem Newtonschen Paradigma zum Quantenparadigma. Wissenschaftstheorien von Immanuel Kant, Moritz Schlick und Karen Barad

verfasst von / submitted by
Kamelia Bancsov BA

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Master of Arts (MA)

Wien, 2023 / Vienna 2023

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

UA 066 944

Studienrichtung lt. Studienblatt /

Interdisziplinäres Masterstudium
Wissenschaftsphilosophie und
Wissenschaftsgeschichte

degree programme as it appears on
the student record sheet:

Betreut von / Supervisor:

Mag. Dr. Damböck, Christian, Privatdoz.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	2
1. Paradigmen und Weltbilder.....	5
2. Drei Revolutionen	9
3. Die idealistische Revolution.....	13
3.1. Newtons Beitrag zur Wissenschaftstheorie.....	14
3.2. Frühaufklärung	17
3.3. Kantsche Wissenschaftstheorie	19
3.4. Das Newtonsche Paradigma	29
4. Die positive Wende	36
4.1. Einsteins Beitrag zur Wissenschaftstheorie	39
4.2. Schlicksche Wissenschaftstheorie.....	42
4.3. Zwei Paradigmen.....	47
4.4. Spätaufklärung	51
4.5. Das Einsteinsche Paradigma	54
5. Die quantenphysikalische Wende	58
5.1. Kritische Aufklärung.....	61
5.2. Barads Wissenschaftstheorie.....	63
5.3. Grundlagen der Quantenphysik.....	66
5.4. Zwei konkurrierende Paradigmen	74
Fazit	76
Literaturverzeichnis.....	79
Tabellenverzeichnis.....	82
Abbildungsverzeichnis	82
Abstract (DE)	83
Abstract (EN)	84

Einleitung

In dieser Masterarbeit werden die historische Epistemologie von Kuhn, und die Schlicksche Aufteilung der Wissenschaftstheorie in Weltbilder eine Rolle spielen. Neben Kuhn und Schlick haben prominente Wissenschaftshistoriker wie Fleck, Adorno, Horkheimer und Shapin die vorliegende Abhandlung beeinflusst. Der Fokus liegt auf den Paradigmen der Physik seit Newton. Das Ziel ist eine Interdisziplinarität zu schaffen, welche sowohl den technischen, theoretischen, ideologischen und sozialen Hintergrund eines Paradigmas in der Physik darstellt.

Die Quantenmechanik ist bis heute ein umstrittenes Gebiet der Physik. Dies hat auch Kuhn in seinem Werk „Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen“ deutlich gemacht. Kuhn deutet allerdings auf einem kommenden Paradigmenwechsel in der Physik hin.¹ Die These dieser Arbeit ist, dass Karen Barads Wissenschaftstheorie als ein geeignetes Beispiel für einen Weltbildwechsel innerhalb der Physik dienen könnte. Barad inkludiert die posthumanistische und performative Kritik in ihre Wissenschaftstheorie.² Sie baut also die gegenwärtige Wissenschaftskritik in ihre Arbeit ein. Aus Skepsis und Kritik wächst ein neues Paradigma hervor. Dasselbe Phänomen können wir bei den vorherigen Paradigmen beobachten und es scheint, als wäre dies ein wichtiges Merkmal eines Paradigmas.

Barad entwickelte eine realistische Position, die sich aber deutlich vom modernen Empirismus unterscheidet. Die modernen Empiristen versuchen die Quantentheorie in das gegenwärtige Einsteinsche Paradigma einzubauen. Barad dagegen zeigt anhand ihrer These, dass die Quantenmechanik ein revolutionäres Potenzial hat, welches die Physik verändern könnte. Barads Theorie nimmt phänomenologische Züge an, aber diese Tendenz begann bereits vor ihr. Phänomenologische Erkenntnistheorien nehmen heute in der Wissenschaft zu.

Ich werde anhand von drei Autoren die stufenweise Entwicklung der modernen Physik darstellen. Dafür wählte ich drei Revolution aus, die Newtonsche, die Einsteinsche und die Quantenphysikalische. Ihre philosophischen Äquivalente sind Kant, Schlick und Barad.

¹ Vgl. Kuhn: Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen. Frankfurt am Main: 1967, 62.

² Vgl. Barad: Agentieller Realismus. Berlin: 2020, 11.

Die Kantsche Wissenschaftstheorie ist die philosophische Interpretation und Integration der Newtonschen Mechanik. Kant arbeitete mit den vorhandenen Erkenntnissen der Physik seiner Zeit und deshalb wählte er die euklidische Geometrie und die Newtonsche Physik als Basis für seine Metaphysik. Mit Kant und Newton beginnt der Idealismus in der Physik. Sie leiten ein neues Zeitalter der Physik ein. Aus diesem Grund waren die darauffolgenden einflussreichen Erkenntnistheorien idealistischer Natur.

Seit der positiven Wende im 19. Jahrhundert kommt es zu einer Professionalisierung und Trennung von Disziplinen, welche die mathematische Physik ausmachen. Das zweite Paradigma ist demnach positivistisch, und Einstein selbst stimmte dieser philosophischen Richtung zu, weil sie seine Theorie am besten beschrieb. Schlick wurde als Paradebeispiel für die theoretische Seite des Einsteinschen Paradigmas ausgewählt, weil er sich auch mit der Kantschen Philosophie näher auseinandersetzte und die Unterschiede zwischen den wissenschaftstheoretischen Teilen der beiden Paradigmen ausarbeitete. Er beschäftigte sich kaum mit den philosophischen Folgen der Quantentheoretischen Revolution, da diese nicht in sein erkenntnistheoretisches System passte, welches vor allem von der neopositivistischen Schule inspiriert wurde. Es wird gezeigt, dass das Einsteinsche Paradigma zwar die Newtonsche Physik in Frage stellte, aber bestimmte allgemeine Prinzipien der Physik dabei verschont blieben.

In dieser Abhandlung wird kein Unterschied zwischen Empiristen und Transzendentalphilosophen/Idealisten auf der Meta-Ebene gemacht, weil der Fokus auf der Diskrepanz zwischen Erkenntnisoptimismus und dem Skeptizismus liegt. Die Kantsche und die nachfolgenden Erkenntnislehren, die die Physik als Königsdisziplin bezeichnen, hatten dasselbe Ziel; sie wollten beweisen, dass die Prinzipien dieser Disziplin allgemeingültig und legitim sind. Ein Erkenntnisoptimismus vereint diese Theorien, auch wenn die Essenz dieser Thesen unterschiedlich ist. Kant, Schlick und Barad gehen von einem Erkenntnisoptimismus aus. Erkenntnisoptimisten sind Wissenschaftler:innen, die an eine Form des Realismus glauben und sowohl eine Ontologie als auch Epistemologie in ihre Wissenschaftstheorien einbauen.

Das Newtonsche Paradigma besteht aus den deterministischen Definitionen von Linearität (Kontinuität), Substantialität (Individualität, Identität) und Anschaulichkeit. Die Quantentheorie relativiert all diese Meta-Prinzipien. Die Quantentheorie widerlegt jedoch die klassische Physik nicht, sie transformiert sie nur. Sie zeigt, dass die Natur zwar nicht deterministisch, aber dennoch erforschbar ist. Es ist auch wichtig zu betonen, dass die

Quantentheorie nur das Newtonsche Paradigma, aber nicht die Himmelsmechanik von Newton widerlegt.

Wenn man eine detailreiche historische Analyse durchführen würde, dann müsste man die Dominanz des Pluralismus einsehen. Diese Arbeit zeigt nicht alle möglichen Interpretationen dieser Revolutionen, sondern nur einflussreiche Konzepte und Perspektiven. Dieses Set an Ideen könnte man erweitern oder reduzieren, aber trotzdem kann man die relative Dominanz des Paradigmas nicht leugnen.

Eine Phase der Wissenschaft wird sowohl technisch als auch wissenschaftstheoretisch von dem vorherrschenden Paradigma bestimmt. Der Fokus in dieser Abhandlung liegt auf den theoretischen Prinzipien eines Paradigmas. Kuhn erläuterte in seinem Hauptwerk eher die technische Seite. Diese Arbeit wird also die andere Seite der Medaille erläutern. Eine ungefähre Strukturierung von der drei Phasen der Wissenschaft ist anhand des Grades des Determinismus und der Deduktion möglich. Es ist eine idealtypische Darstellung von Revolutionen, die keineswegs die reale Wissenschaftspraxis widerspiegelt, aber dennoch hilfreich sein kann. Diese Einteilung geht vom Konzept der wissenschaftlichen Revolutionen aus, mit der Absicht die erkenntnis- bzw.- wissenschaftstheoretischen Folgen von bedeutenden experimentellen Entdeckungen zu untersuchen.

1. Paradigmen und Weltbilder

Zwei prominente Vertreter der historischen Epistemologie, Kuhn und Fleck, dienen als Vorbilder für die vorliegende Abhandlung. Kuhns Werk „Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen“ ist eine Erweiterung der klassischen Wissenschaftstheorie, aber sie fokussiert sich nur auf die Entwicklung der Naturwissenschaften.³ Fleck arbeitete jedoch anders. Flecks Wissenschaftsgeschichte inkludiert auch die gesellschaftlichen Faktoren und seine Theorie basiert auf der starken Wechselwirkung zwischen Wissenschaft und Gesellschaft.⁴ Diese Masterarbeit verinnerlicht beide Theorien und versucht neue Erkenntnisse zu gewinnen basierend auf den Methoden dieser Wissenschaftler.

Laut Kuhn sind Paradigmen allgemein anerkannte wissenschaftliche Leistungen, die für eine gewisse Zeit eine Gemeinschaft von Fachleuten beschäftigen.⁵ Jedes Paradigma durchläuft mehrere Phasen. Zuerst die Phase der Revolution, danach die Normalwissenschaft, und schließlich tauchen die Anomalien auf, welche zu einer weiteren Revolution führen können, die wiederum ein neues Weltbild erschafft.⁶ Die Phase der Anomalien wird in dieser Arbeit als Phase der Krise oder Wende bezeichnet. Die Wende-Phase wird als Anfang einer Revolution dargelegt.

In den Phasen der Normalwissenschaft wird die revolutionäre Theorie weiterentwickelt und korrigiert. Die Fachleute können sich in dieser Phase darauf einigen, wie die Welt beschaffen ist. Sowohl die Ontologie als auch die Epistemologie der Physik wird klar definiert. Ein Interpretationsrahmen für die Ausführung von Experimenten wird ebenfalls festgelegt.⁷ Eine Fachgemeinschaft bestimmt nicht nur über das Weltbild, sondern auch über die Begriffe, die von Bedeutung sind und eben damit bestimmen sie die Sprache eines Paradigmas.⁸ Die „Normale Wissenschaft“ erfindet keine neuen Tatsachen oder Theorien, wenn sie erfolgreich getrieben wird.⁹

³ Vgl. Sommer, Müller-Wille, Reinhardt (Hrsg.): Handbuch Wissenschaftsgeschichte. Stuttgart: 2017, 38.

⁴ Vgl. Sommer, Müller-Wille, Reinhardt (Hrsg.): Handbuch Wissenschaftsgeschichte, 37.

⁵ Vgl. Kuhn: Revolutionen, 10.

⁶ Vgl. Kuhn: Revolutionen, 20.

⁷ Vgl. Kuhn: Revolutionen, 19f.

⁸ Vgl. Kuhn: Revolutionen, 19.

⁹ Vgl. Kuhn: Revolutionen, 65.

Ein Paradigma funktioniert nach dem Vorbild von Präzedenzfällen im Rechtswesen, anhand dessen wir weitere Fakten oder neue Experimente ausführen können.¹⁰ Experimente sind immer an eine Theorie gebunden, die ein Paradigma vorschreibt.¹¹ Während Kuhn die technisch-physikalische Seite von Paradigmen beleuchtete, wird in dieser Arbeit die theoretisch-physikalische Seite im Fokus sein.

In der Phase der Normalwissenschaft bemühen sich also Forscher:innen das vorhandene Paradigma zu verbessern, zu korrigieren und zu legitimieren. Sie leisten eine „Bestätigungsarbeit“, ihre Leistungen bringen keine revolutionären Ideen hervor, sondern bestätigen das vorhandene Weltbild, sowohl theoretisch als auch experimentell. Eine Phase der Wissenschaft verwendet bestimmte Begriffe, greift gleiche Beobachtungen auf und verwendet dieselben Apparaturen. Diese findet man in Lehrbüchern, Vorlesungen und Laborübungen. Auf diese Weise werden die Mitglieder einer Gemeinschaft in ein Paradigma des Faches eingeführt.¹² Begriffe, Gesetze und Theorien werden bereits im Studium in einem spezifischen sozialen Komplex vermittelt.¹³

Ein Paradigmenwechsel geschieht, wenn eine wissenschaftliche Community Anomalien entdeckt und sie als solche auch wahrnimmt. Danach folgt die technische und theoretische Begründung einer Anomalie. Schließlich wird eine Meta-Theorie entworfen, welche die meisten Anomalien erklärt. Aus diesem Grund müssen sich die Paradigma-Kategorien verändern.¹⁴ Die normale Wissenschaft produziert am Anfang genaue und präzise Theorien, die dem eigenen Paradigma entsprechen und paradoxerweise führt diese Arbeit zum Paradigmenwechsel, weil man nach genauen Antworten sucht und dadurch neue Phänomene entdeckt, welche nicht in das Paradigma passen.¹⁵

Neue Weltbilder entstehen bei jedem Paradigma, aber nicht jede Revolution ist so gewaltig und nicht jedes Paradigma miteinander inkommensurabel, wie Kuhn dies behauptete.¹⁶ Das Newtonsche Paradigma hat nicht nur ein neues Weltbild erschaffen, es hat die ganze Gesellschaft und die Rolle der Wissenschaft in der Gesellschaft verändert. Beim Einsteinschen Paradigma veränderte sich zwar das Weltbild, aber nur ganz wenig und es war durchaus

¹⁰ Vgl. Kuhn: Revolutionen, 37.

¹¹ Vgl. Kuhn: Revolutionen, 42.

¹² Vgl. Kuhn: Revolutionen, 57.

¹³ Vgl. Kuhn: Revolutionen, 60.

¹⁴ Vgl. Kuhn: Revolutionen, 75.

¹⁵ Vgl. Kuhn: Revolutionen, 77.

¹⁶ Vgl. Kuhn: Revolutionen, 116.

möglich sie mit dem alten Paradigma zu versöhnen. Die Quantenphysik hat wiederum die Kraft der Newtonschen Revolution.

Es ist auch wichtig im Hinterkopf zu behalten, dass bei Revolutionen Umwandlungen der Perspektive entstehen, aber sie löschen nicht das vorherige Paradigma völlig aus.¹⁷ Es geht aber beim Paradigmenwechsel nicht bloß um eine Veränderung in der Interpretation von Experimenten, sondern um einen Komplex, welcher aus Interpretation, Begriff, Norm und Ideologie besteht. Aus diesem Grund kann man behaupten, dass zwei unterschiedliche Wissenschaftler aus zwei verschiedenen Paradigmen in einer komplett anderen Welt lebten.¹⁸ Paradigmata erschaffen ihre eigenen Welten, deswegen ist der Kontext von physikalischen Entdeckungen von Bedeutung.¹⁹ Wenn man Paradigmen als Metapher ausdrücken müsste, dann könnte man sagen, dass ein Paradigma die Sonne darstellt und sie von den Theorien einer Gemeinschaft umgeben wird, die wie Planeten um sie kreisen.

Man muss bedenken, dass jedes neue Paradigma eine hohe Überzeugungskraft besitzt und eine relativ lange Tradition hat und aus diesem Grund werden die auftauchenden Anomalien, soweit es möglich ist, als Teil des aktuellen Paradigmas integriert, und damit wird eine stabile Wissenschaft der wissenschaftlichen Gemeinschaft vorgaukelt, aber diese gab es in der Wirklichkeit nie. Kuhn meint, dies wäre durchaus notwendig, um das aktuelle Paradigma zu stärken und Wissen zu vermitteln, welches mit dem aktuellen Paradigma konform ist.²⁰

Das Werk von Kuhn zeigt den Mehrwert einer historischen Analyse innerhalb der Wissenschaftstheorie. Für ihn war die Initiation der Studenten in die wissenschaftliche Gemeinschaft ausschlaggebend. Er betonte die wissenschaftssoziologische Seite von physikalischen Entdeckungen.²¹ Die Meta-Theorie eines Paradigmas legitimiert die sog. Normalwissenschaft und schafft Konsens innerhalb der Community. Ein dynamisches Konzept von Paradigmen wird in dieser Masterarbeit entwickelt, welche den Pluralismus an Prinzipien und Paradigmen nicht leugnet, aber ein dominantes Paradigma in den Vordergrund stellt.

Kuhn betonte, dass beim Weltbildwechsel auch eine starke Überzeugung und Glauben eine zentrale Rolle einnehmen.²² In dieser Arbeit wird also ein weiterer Faktor ein Paradigma definieren, die Ideologie oder Mythos. Kuhn beschäftigte sich weniger mit diesem Aspekt des

¹⁷ Vgl. Kuhn: Revolutionen, 130.

¹⁸ Vgl. Kuhn: Revolutionen, 133f.

¹⁹ Vgl. Kuhn: Revolutionen, 158f.

²⁰ Vgl. Kuhn: Revolutionen, 151.

²¹ Sommer, Müller-Wille, Reinhardt (Hrsg.): Handbuch Wissenschaftsgeschichte, 38.

²² Vgl. Kuhn: Revolutionen, 168.

Paradigmas, aber in der vorliegenden Arbeit rückt diese Seite in den Fokus. Die Ideologie verleiht einer Theorie Überzeugung. Der Glauben an ein Paradigma kann durch ideologische Ansätze verstärkt werden. Dies wird vor allem ersichtlich bei den Wissenschaftler:innen, die in dieser Abhandlung vorkommen.

Paradigmen werden in dieser Arbeit stark relativiert und wie eine Epoche aus der Geschichtswissenschaft behandelt. Eine Epoche in der Geschichtswissenschaft hat auch keine strengen Grenzen oder Merkmale. Die wichtigsten Eigenschaften einer Zeit werden erläutert, aber im Hinterkopf muss man behalten, dass diese keine endgültige Ergebnisse liefern können. Ein Paradigma ist ein komplexes Konstrukt. Es gibt mehrere Phasen, die ein Paradigma verstärken oder schwächen. Vor einem Paradigmenwechsel passiert eine Wende, welche in der Community einer Disziplin etwas verändert, und diese Veränderung führt kurz darauf zum Paradigmenwechsel. Wenn gesagt wird, dass die kopernikanische Wende der Anfang des Newtonschen Paradigmas war, damit ist nicht gemeint, dass ab diesem Zeitpunkt jedem Naturforscher bewusst war, dass ein neues Weltbild entstanden ist. Sogar der Höhepunkt dieser Wende, die Newtonsche Himmelsmechanik, konnte nicht sofort Konsens innerhalb der wissenschaftlichen Community erzeugen.

Die Wende/Revolution in einer Epoche der Physik passiert immer in der Form von Kritik der vorherrschenden Theorie, anhand dessen später eine neue Meta-Theorie entsteht.²³ Die Theorie-Seite eines Paradigmas enthält eine ganze Menge von Annahmen über ein Weltbild: wie ist die Ontologie der Welt, welche Begriffe kommen in Frage, welche Entitäten gibt es. Es ist von großer Wichtigkeit zu betonen, dass Theorien unsere Gedanken formen, ergo müssen sie vor dem Experiment vorhanden sein.²⁴ Dies ist was Kuhn und Fleck meinen, wenn sie über die Theoriegeladenheit von Experimenten schreiben.²⁵ Ein Paradigma bleibt für eine lange Zeit hegemonial, bis es durch ein anderes „Interpretations-Paket“ ersetzt wird.

²³ Vgl. Kuhn: Revolutionen, 100.

²⁴ Vgl. Kuhn: Revolutionen, 100.

²⁵ Vgl. Fleck: Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache. Frankfurt am Main: 1980, 48.

2. Drei Revolutionen

In der Neuzeit begann die moderne Wissenschaft ihre heutige Form anzunehmen. Bereits am Anfang dieses Prozesses spielten zwei Denker eine wichtige Rolle. Bacon und Descartes haben die Grundlage der modernen wissenschaftlichen Praxis dargelegt. Sie hatten unterschiedliche Vorstellungen von „richtiger“ Wissenschaft. Während Bacon die experimentelle Methode bevorzugte, war für Descartes die mathematische Methode viel wichtiger. Bacon verherrlichte also die Methode der Physik, während Descartes die mathematische Sprache in den Vordergrund stellte. Beide Methoden finden wir heutzutage in der Wissenschaft, aber meine These ist, dass sich zuerst die Descartsche Methode durchsetzte und erst später mit dem Aufstieg des Positivismus die Baconsche bedeutender wurde. Im Einsteinschen Paradigma verkündete sie schließlich den Sieg über Descartes und seinen Nachfolger Newton.

Newton und Kant gehören zum Kanon. Im 19. Jahrhundert, mit der positiven Wende in der Wissenschaft kommt es zur starken Trennung zwischen Philosophie und Wissenschaft und deswegen lernen wir weniger über Newton als den Philosophen und mehr über Newton als den Wissenschaftler.²⁶ Jede wissenschaftstheoretische Vorlesung oder Seminar auf der Universität Wien beginnt bis heute mit Kant und die Darlegung seiner Philosophie der Wissenschaft. Diesen Einfluss können wir nicht so leicht ignorieren. Wenn wir die These von Fleck und Kuhn und anderen historischen Epistemolog:innen befolgen, dann ist es klar, dass die Gemeinschaft der Wissenschaftstheoretiker:innen maßgeblich von diesem Kanon beeinflusst wird und dies wiederum sich auf das jeweilige Paradigma der Physik auswirkt. Die Philosophie von Kant wird allerdings in den meisten Kursen als Kontrastfolie zu den modernen Theorien behandelt und es wird in den folgenden Kapiteln genau erklärt, warum dies der Fall ist.

Die Wissenschaftstheoretiker:innen, die in dieser Arbeit vorgestellt werden, haben auf den ersten Blick wenige Gemeinsamkeiten. Der ewige Streit zwischen Empiristen und Rationalisten/Idealisten wird in dieser Arbeit etwas relativiert, weil der Fokus auf den Gemeinsamkeiten liegt. Wir werden jedoch sehen, dass die zwei Schulen in der Geschichte der Physik sich gegenseitig abwechselten und jedes neue Paradigma entweder eine rationale oder empiristische Version der Wissenschaft erschuf.

²⁶ Vgl. Janiak: “Newton’s Philosophy”, URL: <https://plato.stanford.edu/entries/newton-philosophy/> [abgerufen am 5.5.2023]

In dieser Arbeit wird die Position von Kuhn in Betracht genommen, die besagt, dass es nur ein Paradigma geben kann, auch wenn neue potenzielle Paradigmen bereits in der Wissenschaft in irgendeiner Form vorhanden sind, z.B. in skeptischen und alternativen Theorien. Diese haben keine hegemoniale Stellung, ergo sind sie nicht oder noch nicht stark genug, um das Meta-Paradigma zu verändern.

Die These der Arbeit ist, dass die kopernikanische Wende mit der Newtonschen Mechanik ihren Höhepunkt erreichte. Darauf folgte die positive Wende, welche die Einsteinsche Relativitätstheorie hervorbrachte und schließlich die quantentheoretische Wende, die bis jetzt keine Schlüsseltheorie lieferte. In der Phase der „Wende“ beginnt die Krise und ein neues Paradigma bildet sich schrittweise heraus. Dieser Revolutionen entsprechen folgende philosophische Richtungen: die idealistische wurde mit Newton begründet, die positivistische mit Einstein bekräftigt und die Quantenmechanik leitete eine phänomenologische Ära in der Wissenschaftstheorie ein.

Tabelle 1

<i>Paradigmen</i>	<i>Technisches Element</i>	<i>Theoretisches Element</i>	<i>Ideologisches Element</i>
Newtonsche	Himmelsmechanik	Kantsche Wissenschaftstheorie	Frühaufklärung
Einsteinsche	Relativitätstheorie	Schlicksche Wissenschaftstheorie	Spätaufklärung
Quantentheoretische	Noch keine	Barads Wissenschaftstheorie	Kritische Aufklärung

Tabelle 2

<i>Paradigmen</i>	<i>Fach</i>	<i>Methode</i>	<i>Determinismus</i>
Newtonsche	Mathematik	Deduktion	stark
Einsteinsche	Physik	Induktion	mittel
Quantentheoretische	Philosophie (Wissenschaftstheorie)	Abduktion	schwach

Tabelle 3

<i>Paradigmen</i>	<i>Empirie</i>	<i>Subjektivität</i>	<i>Objektivität</i>
Newtonsche	Rationale	Anthropologisch	Außenwelt
Einsteinsche	Positivistische	Psychologisch	Außenwelt
Quantentheoretische	Abduktive	Gruppenspezifisch	Außenwelt

Es werden zuerst die Begriffe von den Tabellen näher erläutert. Jedes Paradigma hat eine technische, theoretische und ideologische Seite. Sie werden in den folgenden Kapiteln in Detail analysiert. Des Weiteren wird ein Paradigma anhand der erkenntnistheoretischen Begriffe: Deduktion, Induktion und Abduktion definiert.

Deduktion wird in dieser Arbeit im weitesten Sinne verwendet. Traditionsgemäß bezeichnet die Deduktion eine bestimmte Ableitung von logischen Sätzen. Wenn die Prämissen wahr sind, dann muss die Conclusio stimmen. Wenn ich also annehme, dass die Disziplin Mathematik auf deduktiven Sätzen beruht, dann meine ich, dass sie eine logische Wissenschaft ist, die zwingend auf wahren Prämissen beruht. Sie ist eine überwiegend analytische Wissenschaft, auch wenn sie induktive Tatsachen ebenfalls verkörpert.²⁷

Die Induktion ist das Gegenteil von Deduktion. Sie ist auf die Erfahrung angewiesen. Sie hat einen empirischen Ursprung. Induktive Wissenschaft ist die Physik. Physik ist eine überwiegend empirische Wissenschaft, aber sie enthält auch deduktive Tatsachen.²⁸ Abduktion kann man als eine Art Induktion bezeichnen. Sie ist noch weniger apodiktisch als die Induktion, da es sich um eine abgeschwächte Form davon handelt. Sie ist jedoch ein fruchtbarer Boden für neue Theorien innerhalb der Wissenschaft, sie ist der kreative Teil der Wissenschaft. Philosophie/Wissenschaftstheorie ist eine abduktive Disziplin, die jedoch sowohl deduktive als auch induktive Tatsachen ebenfalls beinhaltet.²⁹

Ein Paradigma wird durch die Art der Empirie und der Darlegung von Subjekt-Objekt Beziehungen definiert. Aus der Tabelle folgt, dass eine rationale Empirie, durch eine positivistische ersetzt wird und darauf folgt eine Ära der abduktiven Empirie. Die abduktive

²⁷ Vgl. Markie, Folescu: "Rationalism vs. Empiricism", URL: <https://plato.stanford.edu/entries/rationalism-empiricism/> [abgerufen am 5.5.2023]

²⁸ Vgl. Dutilh Novaes: "Argument and Argumentation", URL: <https://plato.stanford.edu/entries/argument/> [abgerufen am 5.5.2023]

²⁹ Vgl. Dutilh Novaes: "Argument and Argumentation", URL: <https://plato.stanford.edu/entries/argument/> [abgerufen am 5.5.2023]

Empirie räumt dem Erkenntnissubjekt mehr Agency ein, im Gegensatz zur Tradition der klassischen Physik. Die klassische Physik vereint das Newtonsche und Einsteinsche Paradigma.

Eine weitere wichtige Grundlage für diese Abhandlung liefert die „Dialektik der Aufklärung“. Adorno und Horkheimer erläutern in ihrem Buch wie sich die Ideologie der Aufklärung auf die Gesellschaft und Wissenschaft auswirkten. Dieses Werk wird für die ganze Arbeit von Bedeutung sein, weil sie die wissenschaftsgeschichtliche und soziologische Ebene eines Paradigmas berücksichtigt.

Newton ging in die wissenschaftliche Literatur als ein berühmter Experimentator ein. Er betonte jedoch, dass Experimente durchaus täuschen können, deswegen ist auf Mathematik mehr Verlass.³⁰ Aus diesem Grund hat sich das Newtonsche Paradigma in erster Linie als mathematisch herausgebildet. Dies wird vor allem mithilfe der kantischen Interpretation dieser Revolution verstärkt. Auf diese Weise bildet sich ein restriktives und deduktives Paradigma heraus, das Legitimation und Fortschritt verspricht.

Die Newtonsche Revolution brachte ein deduktives Paradigma hervor, eins das auf universalen Wahrheiten und deduktiven Argumenten basiert war. Der tautologische Charakter dieser Revolution wurde jedoch zu ihrem Verhängnis.³¹ Während die Newtonsche Revolution mathematisch war, ist die Einsteinsche vielmehr physikalisch. Diese Phase der Wissenschaft wird durch die experimentelle Tätigkeit und den Fokus auf das Fach Physik definiert. Diese Phase der Physik wird durch die Methode der Induktion bestimmt.

Bacon, als Vater des Empirismus und des Experiments wird bis heute von Positivisten verehrt.³² Die Wende zum Empirismus ist gleichzeitig die positivistische Wende, die ein neues Paradigma erschuf, das auf mathematischen und experimentellen Grundlagen ruhte. Sie bildete sich innerhalb des Newtonschen Paradigmas heraus. Die positive Wende wird mit Comte eingeleitet. Er war der erste positivistische Wissenschaftstheoretiker.³³

Die Quantenphysikalische Revolution oder Wende ist wiederum philosophischer Natur. Karen Barad findet neue Wege eine Wissenschaftstheorie auf quantentheoretischer Basis zu formulieren und bei ihr spielt die philosophische Reflexion eine größere Rolle als bei den

³⁰ Vgl. Daston: „Baconische Tatsachen“, in: Rechtsgeschichte RG: Zeitschrift des Max-Planck-Instituts für europäische Rechtsgeschichte, Vol. 1 No. 1 (2002), 45.

³¹ Vgl. Horkheimer, Adorno: Dialektik der Aufklärung, 32.

³² Vgl. Horkheimer, Adorno: Dialektik der Aufklärung. Frankfurt am Main: 1988, 9.

³³ Vgl. Bourdeau: „Auguste Comte“, URL: <https://plato.stanford.edu/entries/comte/> [abgerufen am 5.5.2023]

anderen zwei Paradigmen. Aus diesem Grund wird die Abduktion in diesem Paradigma viel wichtiger.

3. Die idealistische Revolution

Ich übernehme Shapins These, die besagt, dass im 17. Jahrhundert die Basis für moderne Wissenschaft gelegt wurde, in zweierlei Form. Einerseits die Methode von Bacon und andererseits die Newtonsche/Cartesische Methode.

„Ein gegenüber theoretischen Erklärungen skeptisches, ganz auf Erfahrung und Experiment bauendes Wissenschaftsverständnis stand neben einer Auffassung, die mathematische und experimentelle Methoden einsetzte, um einen Anspruch auf theoretische Gewißheit zu begründen.“³⁴

Newton war ein Anhänger von Descartes und er schaffte es als erster eine Meta-Theorie der modernen Wissenschaft ins Leben zu rufen.³⁵ Die Basis für die moderne Wissenschaft wurde aber bereits mit der Kopernikanischen Wende gelegt. Kopernikus konstruierte mit seiner heliozentrischen Theorie eine souveräne astronomische Theorie.³⁶ Der genaue mathematische Beweis wurde auch später von Kepler geliefert, der sich aber aus ganz anderen Gründen dieser Theorie widmete. Er war nämlich ein Kenner des „Corpus Hermeticum“. Dieses Werk hat die Verherrlichung der Sonne hervorgehoben und aus diesem Grund passierte bei Kepler ein Weltbildwechsel.³⁷ Eine andere bemerkenswerte Tatsache ist, dass Kopernikus selbst aus diesem okkulten Werk zitierte.³⁸ Man muss im Hinterkopf behalten, dass die okkulte Philosophie damals eine lange Tradition aufweisen konnte und dass das Interesse von Kopernikus an der hermetischen Philosophie keine Ausnahme war.

³⁴ Shapin: Die wissenschaftliche Revolution. Frankfurt am Main: 2017, 138.

³⁵ Vgl. Janiak: “Newton’s Philosophy”, URL: <https://plato.stanford.edu/entries/newton-philosophy/> [abgerufen am 5.5.2023]

³⁶ Vgl. Kuhn: Revolutionen, 81f.

³⁷ Vgl. Kuhn: Revolutionen, 163.

³⁸ Vgl. French: John Dee: The World of an Elizabethan Magus. New York: 1972, 132f.

Vor der Geburt des Newtonschen Paradigmas waren okkulte und generell religiöse Texte von großer Bedeutung in der Wissenschaft. Die prägenden religiösen Konzepte in der Gesellschaft des 16. und 17. Jahrhunderts erklären das Interesse an theologischen Themen von Naturforschern. Newton selbst glaubte an eine universelle Gottheit, welche das Universum ausmachte und als absolutes Wesen herrschte. Newton sah, als seine Aufgabe dieses Wesen zu erforschen und seine Gesetze zu entdecken.³⁹

Die idealistische Revolution wie wir sie kennen wäre eine andere ohne Kant. Kant konstruierte für die Newtonsche Physik eine entsprechende Wissenschaftstheorie, die sich in der Community von Physikern mithilfe der Aufklärungsideologie durchsetzte und als wissenschaftlicher Determinismus bis heute präsent ist. Die Geschichte der Paradigmen, die mit Newton beginnt, ist eine Wissenschaftsgeschichte, welche sowohl Kontinuitäten und Zäsuren enthält. Diese Tatsache wird in den folgenden Kapiteln ersichtlich.

3.1. Newtons Beitrag zur Wissenschaftstheorie

Newton leitete die Gesetze der Erde von den Beobachtungen an Pendeln und den Gezeiten. Der Erfolg von Newton lag jedoch in der Bestimmung der Himmelsmechanik und weniger für die speziellen Gebiete der Physik. Newtons Theorie hatte viele Lücken und warf Fragen auf, aber es war bis dato die erfolgreichste und exakteste Theorie der Astronomie und Physik.⁴⁰ Erst im 19. Jahrhundert, in der Phase der positiven Wende, wird die Newtonsche Principia korrigiert und neuformuliert von Hamilton, Hertz und Jacobi.⁴¹ Im 20. Jahrhundert wird demnach eine Meta-Theorie mithilfe von Einstein entwickelt, die der positiven Wende entspricht.

Die „Principia“ von Newton vereinte die Mathematik der astronomischen Welt mit der Mechanik der physikalischen Welt.⁴² Bis Newton schaffte es keiner die Methoden der Mathematik mit der Physik zu vereinen und daraus Gesetze der Natur abzuleiten. Newton gelang dies und diesen Erfolg der Newtonschen Physik spüren wir bis heute, weil wir mit

³⁹ Vgl. Janiak: “Newton’s Philosophy”, URL: <https://plato.stanford.edu/entries/newton-philosophy/> [abgerufen am 5.5.2023]

⁴⁰ Vgl. Kuhn: Revolutionen, 44.

⁴¹ Vgl. Kuhn: Revolutionen, 46.

⁴² Vgl. Shapin: Die wissenschaftliche Revolution, 76.

seinem Konzept einer mathematischen Physik bis heute arbeiten. Newton konnte beweisen, dass die Kopernikanischen, beziehungsweise Keplerschen Theorien wahr und die einzig richtigen sind.

Dies hat er folgendermaßen dargelegt: die elliptischen Umlaufbahnen der Planeten funktionieren nach dem Trägheitsgesetz und der Gravitation, eine zentripetale Anziehungskraft existiert zwischen den Planeten und der Sonne. Er konnte ebenfalls beweisen, dass alle Körper, sowohl der Astralwelt als auch der physikalischen Welt, diese Verhaltensmuster aufzeigen, sie bewegen sich geradlinig und gleichförmig oder befinden sich im Ruhezustand. Er schloss daraus, dass die Gravitation als eine universale Kraft im Universum agiert. Damit entschlüsselt Newton die Gesetzmäßigkeit der Natur und drückt sie in mathematischer Formel aus: $F = G \cdot (m \cdot m' / D^2)$.⁴³

Damit wurde ein revolutionärer Schritt in Richtung der Objektivierung der Natur erreicht und die Naturforschung rückt damit dem Ideal von Galilei näher.⁴⁴ Die Newtonsche Meta-Theorie war die erfolgreichste seiner Zeit. Auch wenn Newton sich einem Ideal annäherte, brach er damit gleichzeitig mit der Tradition der Naturforschung und deren Interpretationsrahmen. Während die alte Wissenschaft auf die Unterschiede zwischen Astronomie und der Erde hindeuteten und sie als qualitativ verschiedene Einheiten des Universums betrachteten, meinte Newton, dass das ganze Universum eine Einheit bildet und dass sie den Gesetzen der Geometrie gehorcht. Physik sollte also astronomische Züge annehmen.⁴⁵

Raum und Zeit sind laut Newton real und absolut. Sie sind keine empirisch-greifbare Entitäten, sie sind abstrakt-mathematischer Natur, aber zeitgleich physikalisch real. Newton beschreibt ein mathematisches Universum, das in erster Linie den Gesetzen der Mathematik folgt und in einem zweiten Schritt physikalischer Natur ist. Der Erfolg von Newton liegt auch in der Objektivierung der Naturforschung. Die Basis des Universums machen Raum und Zeit aus und sie sind nicht mehr mathematisch-rational oder nur empirisch, sie sind objektiv.⁴⁶

Was Newton behauptete war für seine Zeitgenossen ein Paradoxon, aber seine Theorie war sowohl logisch als auch empirisch beweisbar und aus diesem Grund wissenschaftlich akzeptabel. Das Paradoxon lag in der mathematischen Natur der Außenwelt, beziehungsweise in der Verbindung der astronomischen und der physikalischen Welt. Dies warf viele

⁴³ Vgl. Shapin: Die wissenschaftliche Revolution, 76.

⁴⁴ Vgl. Shapin: Die wissenschaftliche Revolution, 76.

⁴⁵ Vgl. Shapin: Die wissenschaftliche Revolution, 76f.

⁴⁶ Vgl. Shapin: Die wissenschaftliche Revolution, 77.

erkenntnistheoretische Fragen auf, weil die zwei Fächer, Mathematik und Physik, streng voneinander getrennt praktiziert wurden. Erst Kant findet einen gemeinsamen Nenner und beschreibt eine neuartige Wissenschaftstheorie, welche die Newtonsche Version des Universums in den Vordergrund stellt. Newton betonte, dass er seine Gesetze aus der Beobachtung der empirischen Welt abgeleitet hatte.⁴⁷ Er bewies dadurch, dass die Empirie einen mathematischen Teil hat.

Was die Newtonsche Methode betrifft, ist sie dem Baconschen diametral entgegengesetzt. Auch wenn beide Denker der Neuzeit die moderne Wissenschaft beeinflussten, war es Newton, der die Grundlagen der neuzeitlichen Wissenschaft gemeinsam mit Kant begründete. Für Newton waren Hypothesen nur wichtig, wenn sie sich auch mathematisch beweisen ließen. Die Methode der Royal Society damals war eine experimental-empirische, jedoch Newton, der Vorstand der Royal Society, veränderte die Spielregeln.

Er wollte beweisen, dass seine Mechanik einwandfrei funktioniert und dies dank seiner mathematischen Berechnungen. Während ein anderes Mitglied der Royal Society, Robert Hooke, neue Hypothesen entwarf und sich dazu Experimente ausdachte, war schlussendlich nur die Newtonsche erfolgreich und setzte sich auch durch. Für die Royal Society war diese Tatsache aber damals noch nicht ganz klar und Newton wurde Dogmatismus vorgeworfen. Newton strebte nach der Formulierung von strengen Kausalgesetzen, die absolut und immer funktionieren. Während Hooke Newtons Theorie als gute Hypothese bezeichnete, behandelte Newton sie als Gesetz ohne jeglichen Widerspruch. Newton stellte sich die Zukunft der Physik in einer strengen mathematischen Form vor. Er war mit Wahrscheinlichkeiten nicht zufrieden, weil diese seiner Meinung nach keine Naturgesetze hervorbringen könnten.⁴⁸

Ein anderer Grund für Newtons wissenschaftliche Überzeugung war auch seine theologische Sicht auf die Welt. Er war überzeugt, dass Gott einen Plan des Universums habe und dieser mithilfe der Wissenschaft entziffert werden kann. Die Vorstellung, dass Gott einen Plan hatte, machte aus dem Universum eine nach Ordnung und Harmonie gestaltete Welt. Aus diesem Grund sollte man Newtons theologische Ansichten nicht ignorieren, sie waren nämlich ein wichtiger Bestandteil seiner wissenschaftlichen Überzeugung.⁴⁹ Er war nicht der Einzige, der dieser Theorie Glauben schenkte. Es gab viele Naturforscher, die überzeugt waren, dass Gott

⁴⁷ Vgl. Shapin: Die wissenschaftliche Revolution, 77.

⁴⁸ Vgl. Shapin: Die wissenschaftliche Revolution, 136f.

⁴⁹ Vgl. Shapin: Die wissenschaftliche Revolution, 173.

dem Universum mathematische Strukturen verliehen hatte. Kepler hat dies in seiner Schrift sogar explizit formuliert.⁵⁰

Die Begründung einer mathematischen Physik stand vor vielen Herausforderungen, welche Newton mehr oder weniger meisterte. Eine bestimmte Art der Mathematisierung/Geometrisierung der Physik begann mit Newton, der Galileis Entdeckungen auf seine Art definierte. Newton schrieb darüber, dass Galilei seinen kinematischen Lehrsatz vorhergesagt hatte. Aber bei Galilei ist von Kräften oder von einer gleichbleibenden Schwerkraft nicht die Rede.⁵¹ Diese Art der Mathematisierung der Physik wurde mit anderen Spielarten kombiniert, die bis heute in irgendeiner Form legitim sind, entweder als Teil der reinen oder der angewandten/synthetischen Geometrien.

3.2. Frühaufklärung

Gleichungen und Zahlen machen den Kern der aufklärerischen Ideologie aus.⁵² Die Tatsache, dass die Denker der Aufklärung die Methode der Mathematik so lobten, hatte unter anderem mit dem Erfolg der Newtonschen Theorie zu tun.

Adorno und Horkheimer schreiben: „Der Mythos geht in die Aufklärung über und die Natur in bloße Objektivität.“⁵³ Die Aufklärung wird somit die neue oder „bessere“ Mythologie oder Meta-Ideologie der westlichen Gesellschaften. Seit Newton ist die Wissenschaft deterministisch und objektiv. Die aufklärerische Ideologie konnte die moderne Wissenschaft auf vielerlei Art und Weise unterstützen. Sie bietet der Wissenschaft das oberste Prinzip, welche ein Paradigma ausmacht. Sie ist der göttliche Trick, der wie Platos Sonnengleichnis funktioniert. Die Sonne als Erkenntnisquelle wurde mit der Aufklärung ersetzt. Die Aufklärung verehrt die menschliche Vernunft, sie ersetzt die religiösen Ideologien durch Natur.⁵⁴

⁵⁰ Vgl. Shapin: Die wissenschaftliche Revolution, 74.

⁵¹ Vgl. Kuhn: Revolutionen, 150.

⁵² Vgl. Horkheimer, Adorno: Dialektik der Aufklärung, 13.

⁵³ Horkheimer, Adorno: Dialektik der Aufklärung, 15.

⁵⁴ Vgl. Bristow: „Enlightenment“, URL: <https://plato.stanford.edu/entries/enlightenment/> [abgerufen am 5.5.2023]

Es ist wichtig zu beachten, dass Newton damals eine theologische Interpretation seiner Naturphilosophie verlieh. Kant, als prominenter Denker der Frühaufklärung, veränderte später die Interpretation der Newtonschen Physik. Erst die kantische Version der Newtonschen Physik wird zum Kanon der modernen Wissenschaft. Kant weigerte sich eine theologische Interpretation seiner Metaphysik zu liefern. Aus diesem Grund nennt er „Gott“ in der „Kritik der reinen Vernunft“ regulative Idee, oder trügerischer Schein.⁵⁵ Kant ersetzt de facto den Begriff „Gott“ mit „Natur“. Dieser Schritt ermöglicht Kant sich von religiösen Theorien abzugrenzen, und dennoch eine souveräne Metaphysik zu entwerfen.

Im Zeitalter der Aufklärung ist die Natur die Summe aller Dinge, welche der Mensch kennt.⁵⁶ Auf diese Weise werden das Denken und die Welt eins, genauso wie Kant sich dies auch vorgestellt hatte. Kant war der erste Wissenschaftstheoretiker, der eine absolute Anschaulichkeit nach Newtonschem Vorbild formulierte. Er meinte, dass uns unsere mathematische Intuition erlaubt die physikalische Außenwelt vollständig zu erkennen. Wir haben eine bestimmte anthropologische Subjektivität, die mit der Außenwelt in Harmonie steht. Mit anderen Worten die Bedingungen der Erfahrung sind im Einklang mit den Bedingungen der objektiven Außenwelt.⁵⁷

Neben den erkenntnistheoretischen Theorien waren die kantischen Aufklärungstexte ebenfalls von Bedeutung für das Newtonsche Paradigma. Die Ideologie der Aufklärung bei Kant ist ersichtlich bei seinen Argumenten wie: „Das größte Problem für die Menschengattung, zu dessen Auflösung die Natur ihn zwingt, ist die Erreichung einer allgemein das Recht verwaltenden bürgerlichen Gesellschaft.“⁵⁸ Ein weiteres Zitat:

„Man kann die Geschichte der Menschengattung im großen als die Vollziehung eines verborgenen Plans der Natur ansehen, um eine innerlich- und zu diesem Zwecke auch äußerlich-vollkommene Staatsverfassung zustande zu bringen, als den einzigen Zustand, in welchem sie alle Anlagen in der Menschheit völlig entwickeln kann.“⁵⁹

Für Kant gibt es einen Plan der Natur, welche die Menschen in eine bestimmte Richtung lenkt und diese sollte zu einer bürgerlich-aufgeklärten Gesellschaft führen. Die Erforschung der Natur ist also von höchstem Interesse für die Menschen, für die ganze Gesellschaft, weil sie Antworten verbirgt, welche für die Menschen von Nutzen sind. Die Naturforschung ist für Kant

⁵⁵ Vgl. Kant: Kritik der reinen Vernunft. Hamburg: 1998, 442.

⁵⁶ Vgl. Horkheimer, Adorno: Dialektik der Aufklärung, 32.

⁵⁷ Vgl. Foucault: Die Wahrheit und die juristischen Formen. Frankfurt am Main: 2002, 19.

⁵⁸ Vgl. Kant: Was ist Aufklärung? Hamburg: 1999, 9.

⁵⁹ Kant: Was ist Aufklärung, 9.

nicht nur ein Beruf oder irgendein Teil der Gesellschaft, sie ist vielmehr eine transzendente Berufung, welche die Menschheit retten soll.

In einem weiteren Text werden seine Theorien deutlicher. Die Abhandlung „Beantwortung der Frage: Was ist Aufklärung“ befürwortet den Ausgang der Menschen aus der selbstverschuldeten Unmündigkeit.⁶⁰ Für Kant spielt die Freiheit eine zentrale Rolle, und diese Freiheit betrifft die Befreiung des Menschen von der schädlichen Autorität der religiösen Dogmen. Kant war der Ansicht, dass die Ideen der Aufklärung in seiner Zeit nicht erfüllt werden konnten, aber für die kommende Generation wäre dies vielleicht möglich. Für Kant ist die einzig richtige Autorität die Wissenschaft. Kant sieht in der Religion die einzige Gefahr, die Wissenschaft und die Künste sind von dogmatischen Ideologien befreit.⁶¹

Bei Kant ist der Fortschritt der Menschheit allein durch den Fortschritt der Naturforschung möglich.⁶² Kant entwickelt eine Tradition, die wir bis heute spüren können. Seine Ideen wurden von zahlreichen Denkern wiederholt und befürwortet. Aus diesem Grund ist es von Vorteil diese Seite der kantischen Philosophie zu beleuchten, weil sie für die Entwicklung der modernen Wissenschaft eine große Rolle spielte. Ein Paradigma braucht genau einen Denker wie Kant, einen, der an seine Ideale ohne Zweifel glaubt.

3.3. Kantsche Wissenschaftstheorie

Im Gegensatz zu Kuhn vertrete ich die These, dass nicht die Kopernikanische Wende, sondern erst die Newtonsche Revolution ein einheitliches Paradigma schaffte.⁶³ Vor Newton gab es keinen Konsens innerhalb der Community der Physiker:innen. Für den Erfolg des Newtonschen Paradigmas waren gesellschaftspolitische Phänomene verantwortlich, die bei der Kopernikanischen Wende noch nicht vorhanden waren. Im 18. Jahrhundert bildet sich eine neue

⁶⁰ Vgl. Kant: Was ist Aufklärung, 20.

⁶¹ Vgl. Kant: Was ist Aufklärung, 26f.

⁶² Vgl. Kant: Was ist Aufklärung, 35.

⁶³ Vgl. Kuhn: Revolutionen, 20.

intellektuelle Welle des Zeitalters der Aufklärung aus, welche weite Teile der Gesellschaft beeinflusst und die Wissenschaft beginnt in dieser Zeit ihre heutige Form anzunehmen.⁶⁴

Mit Kant beginnt die Systematisierung der neuzeitlichen Wissenschaft. Die Geburt der Einheitswissenschaft ist bei Kant zu suchen und die Paradigmen-Theorie von Kuhn ähnelt der Theorie von Kant, welche davon ausgeht, dass die Wissenschaft ein Paradigma haben soll, damit sie sich weiterentwickeln und in der Form einer „Normalwissenschaft“ alle Disziplinen bereichern kann.

Für Kant war es von höchstem Interesse eine metaphysische Basis für die Newtonsche Physik liefern, weil Newton einige Fragen außer Acht ließ und weil sich keiner bis dato die Mühe gemacht hatte für die moderne Newtonsche Physik eine entsprechende normierte Erkenntnislehre und Wissenschaftstheorie zu konstruieren.⁶⁵ Kants Interpretationsrahmen für sein philosophisches System waren die Fundamente, die von Leibniz und Wolff stammten, aber ebenso die Newtonsche Physik.⁶⁶ Dies war für die damalige Zeit ein unmögliches Unterfangen, weil die zwei Sphären der Wissenschaft kaum zueinander gepasst haben, weil sie aus unterschiedlicher Tradition entstammten.⁶⁷

Kant galt in seiner Zeit als der „Alleszertrümmerer“.⁶⁸ Er übernahm das Newtonsche Modell eines mathematisch-harmonischen Universums und übersetzte sie in philosophische Sprache. Die kantische Sprache enthält Überreste der alten Metaphysik, aus diesem Grund ist es für uns heute schwer ihn als Vorbild eines modernen positivistischen Paradigmas zu sehen, obwohl er auf vielerlei Art und Weise die moderne Wissenschaftstheorie beeinflusste. Auch wenn sich Kant weigerte einen göttlichen Plan des Universums anzuerkennen, wie das Newton und seine Zeitgenossen taten; Überbleibsel dieser Idee sind dennoch in seinem System ebenfalls zu finden. Die spezifische mathematische Intuition, die laut Kant jeder Mensch besitzen soll, korreliert mit dem Plan Gottes ein mathematisches Universum zu entwerfen, welches den Menschen zugänglich wäre. Es ist dennoch bemerkenswert, wie Kant die hegemoniale Metaphysik seiner Zeit systematisch in Frage stellt.

⁶⁴ Vgl. Bristow: „Enlightenment“, URL: <https://plato.stanford.edu/entries/enlightenment/> [abgerufen am 5.5.2023]

⁶⁵ Vgl. Friedman: Kant and the exact sciences. Cambridge, London: 1992, 1f.

⁶⁶ Vgl. Friedman: Kant and the exact sciences, xiii.

⁶⁷ Vgl. Friedman: Kant and the exact sciences, xi.

⁶⁸ Vgl. Horkheimer, Adorno: Dialektik der Aufklärung, 100f.

Kant schreibt am Anfang der „Kritik der reinen Vernunft“:

„Diese unvermeidlichen Aufgaben der reinen Vernunft selbst, sind Gott, Freiheit und Unsterblichkeit. Die Wissenschaft aber, deren Endabsicht mit allen ihren Zurüstungen eigentlich nur auf die Auflösung derselben gerichtet ist, heißt Metaphysik, deren Verfahren im Anfange dogmatisch ist, d. i. ohne vorhergehende Prüfung des Vermögens oder Unvermögens der Vernunft zu einer so großen Unternehmung zuversichtlich die Ausführung übernimmt.“⁶⁹

Er unterzieht die Metaphysik seiner Zeit einer scharfen Kritik und begründet seine neue Metaphysik auf den Grundlagen der neuen Wissenschaft, nämlich der Newtonschen Physik.

Als Basis für seine metaphysische Theorie hat Kant das „Ich denke“ gewählt. Er übernahm den Begriff des „Cogito“ teilweise von Descartes. Er nannte es meistens „Apperzeption“ oder „Einheit des Bewusstseins“. Kant inkludierte im Gegensatz zu Descartes die Materie der Erfahrung in sein Cogito-Verständnis. Auch wenn Kant das empirische Element in seine Theorie eingeschlossen hat, bleibt die Quelle der Erkenntnis strenggenommen in einer abstrakten a priori Dimension. Kant nennt das Cogito auch die Grund-Kategorie. Die transzendente Einheit der Apperzeption bezeichnet die Reflexion über sich selbst und den Grund für die Möglichkeit einer objektiven Erkenntnis.⁷⁰

Für Kant diente Descartes als Vorbild bei der Formulierung seines Cogito-Begriffes, aber er veränderte sie auf eine Weise, die sowohl die Descartsche als auch Aristotelische Definition würdigt. Descartes wendete sich gegen Aristoteles, der meinte, dass Erkenntnis mit der Sinneserfahrung beginne.⁷¹ Er glaubte, dass es tatsächlich umgekehrt sei; unsere Erkenntnis beginnt mit dem „Cogito“, also im Verstand. Aus diesem Grund trennte er in seiner Philosophie die Vernunftkenntnis von der Erfahrung. Laut Descartes kann uns alles, was mit Erfahrung zu tun hat täuschen. Die sicherste Erkenntnis liefert also die Vernunft selbst.⁷²

Der Cartesische Dualismus wird so formuliert, dass die Existenz und Form des „Ich“ von der Erfahrung getrennt wird.⁷³ Descartes behauptete also, dass das Cogito in jeder Hinsicht zweifelfrei sei. Kant geht auch ähnlich vor, was die Auffassung des Selbstbewusstseins angeht, aber diesen weiten cartesischen Schritt in Richtung Abstraktion/Ideal macht er nicht. Kant beweist anhand der Paralogismen der reinen Vernunft, dass das Cogito keineswegs eine ideale

⁶⁹ Kant: Kritik der reinen Vernunft, 51.

⁷⁰ Vgl. Wunderlich: Immanuel Kant: Die Einheit des Bewusstseins. In: Kant-Studien, Vol. 106, No. 3 (2015), 524.

⁷¹ Vgl. Hatfield: „René Descartes“, URL: <https://plato.stanford.edu/entries/cartes/> [abgerufen am 10.06.2022]

⁷² Vgl. Descartes: Discours de la Methode. Hamburg: 2011, 59.

⁷³ Vgl. Hatfield: „René Descartes“, URL: <https://plato.stanford.edu/entries/cartes/> [abgerufen am 10.06.2022]

Erkenntnisquelle ist.⁷⁴ Bei Kant ist der Cogito-Begriff vielschichtig, was bei Descartes nicht der Fall ist. Kant nennt sogar die „transzendente Dialektik“ als die unsicherste Erkenntnisquelle überhaupt. Die Dialektik beschäftigt sich nur mit Vernunft-Ideen und aus diesem Grund ist sie weniger apodiktisch als die Analytik, welche auf mathematischen und empirischen Prinzipien beruht. Ideen wie Seele, Welt und Gott gehören zu den Themen der „transzendentalen Dialektik“.⁷⁵ Für Descartes dagegen war diese Ebene der Vernunft die sicherste. Man kann aber argumentieren, dass beide trotzdem mit abstrakten Ideen ihre Erkenntnistheorien unterstützten und dies wird später auch der Hauptkritikpunkt der Positiven sein. Allerdings scheint die Interpretation Kants moderner zu sein, weil eben die alte Metaphysik widerlegt wird und eine spezifische empirische Deutung der Welt die Oberhand gewinnt.

Kant erklärt, dass es verlockend sei zu glauben, dass nur die Vernunft uns Erkenntnis schenkt, was wiederum aber die Tatsache leugnet, dass die Außenwelt mit unserer Innenwelt interagiert. Kant nimmt eine bescheidene Position ein und behauptet, dass er als Idealist die Interaktion mit der Außenwelt keineswegs ignoriert, er bleibt aber skeptisch und stellt fest, dass unsere subjektive Wahrnehmung die Objekte an sich niemals erkennen könnte.⁷⁶ Diese Sichtweise nennt er transzendentaler Idealismus. Als Realist verbindet er Empirie mit dem „Cogito, ergo sum“.⁷⁷

Kant entwickelt eine bis dato ungewöhnliche philosophische Theorie der Physik. Für ihn sind Subjektivität und Objektivität ein und dieselbe Sache. Dies war eine Neuerung, die es ihm erlaubte zu behaupten, dass die Entdeckungen der Physik absolut und universal sind, zumindest zu einem bestimmten Grad, zu einem „anthropologischen“ Grad. „Die Mathematik gibt uns ein glänzendes Beispiel, wie weit wir es, unabhängig von der Erfahrung, in der Erkenntnis a priori bringen können.“⁷⁸ Kant ist überzeugt, dass dieses Argument allein ausreicht für sein philosophisches Konstrukt der Realität. Diese Behauptung war für die damalige Zeit etwas Gewagtes und Kant stellte sich gegen die vorherrschende Tradition der Metaphysik und den meisten seinen Zeitgenossen.⁷⁹

⁷⁴ Vgl. Stang: „Transcendental Idealism“, URL: <https://plato.stanford.edu/entries/kant-transcendental-idealism/> [abgerufen am 10.06.2022]

⁷⁵ Vgl. Kant: Kritik der reinen Vernunft, 437f.

⁷⁶ Vgl. Kant: Kritik der reinen Vernunft, 484.

⁷⁷ Vgl. Kant: Kritik der reinen Vernunft, 485f.

⁷⁸ Kant: Kritik der reinen Vernunft, 53.

⁷⁹ Vgl. Rohlf: „Immanuel Kant“, URL: <https://plato.stanford.edu/entries/kant/> [abgerufen am 5.5.2023]

Mathematik in die Kategorie der Sinnlichkeit und Intuition zu stellen war eine kreative Erfindung Kants. Sie diente der Verherrlichung einer modernen Wissenschaft, welche universale Wahrheiten verbarg und als Aufklärungsideologie und wissenschaftlicher Kanon an die nächste Generation der Wissenschaftler:innen weitergegeben wurde.⁸⁰ Außerdem inspirierte Kant die Schule des Idealismus, der vor der positiven Wende in der Wissenschaft vorherrschend war.⁸¹

Kant behauptet damit keinesfalls, dass die Welt absolut sei, aber beharrt darauf, dass wir die Welt nicht anders deuten können. Seine Argumentation erlaubt also die Legitimierung der Wissenschaften und er kann trotzdem sagen, dass, auch wenn wir nicht die ganze Wahrheit kennen, dies eine naturgewollte Tatsache sei. Wir haben eine spezifische menschliche Sichtweise, die aber legitim ist, weil wir im Grunde genommen mit der Außenwelt durch die synthetischen Urteile a priori verbunden sind. Seine Beweise scheinen für unsere Zeit etwas merkwürdig. Aber man muss bedenken, dass zu Kants Zeit solche Argumente akzeptabel waren, und solche Überlegungen waren innerhalb der Metaphysik sogar erwünscht. Er schaffte es damit zu erklären, warum es legitim ist, dass wir die Newtonsche Physik für Ideal halten sollten. Aus diesem Grund treffen sich in seiner Wissenschaftstheorie die Subjektivität und Objektivität an einem Punkt.

Im Gegensatz zu den Rationalisten seiner Zeit, äußert er sich kritisch über die Rolle der Mathematik in der Philosophie. Bei Kant drückt die Mathematik nicht mehr die logische Form der Wahrheiten des Verstandes, sondern die Form der Anschauungen aus.⁸² Die Kantsche Metaphysik beschäftigt sich nicht mehr nur mit den Wahrheiten der Vernunft, sondern mit den Wahrheiten der objektiven Außenwelt. Seine Wissenschaftstheorie ist der empirischen Tradition näher als die Theorien von seinen Zeitgenossen der rationalen Schule. Mit Kant beginnt die Abstrahierung von mathematischen und physikalischen Tatsachen und Gesetzen, welche bis heute die klassische Physik, wie wir sie kennen, bestimmen.

Im Werk „Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft“ erläutert Kant die Natur und Methode der Naturwissenschaften. Er behauptet, dass eine Naturwissenschaft nur dann den Titel „Wissenschaft“ tragen dürfe, wenn sie bestimmte Kriterien erfülle. Eine Disziplin muss einen rationalen Teil beinhalten, um sich Wissenschaft nennen zu dürfen. Der rationale Teil

⁸⁰ Vgl. Bristow: „Enlightenment“, URL: <https://plato.stanford.edu/entries/enlightenment/> [abgerufen am 5.5.2023]

⁸¹ Vgl. Guyer, Horstmann: „Idealism“, URL: <https://plato.stanford.edu/entries/idealism/> [abgerufen am 5.5.2023]

⁸² Friedman: „Kant on geometry and spatial intuition“, in: Synthese Vol. 186, No. 1 (2012), 251.

beinhaltet synthetische Urteile a priori. Allein die Mathematik ermöglicht diese a priori Urteile. Die Naturwissenschaften müssen sich daher nach der Methode der Mathematik richten.⁸³

Im Kern der Kantschen Wissenschaftstheorie steht die Kategorientafel. Kants Kategorientafel ist eine systematische Sammlung von mathematischen und physikalischen Fakten, die für alle Menschen gelten sollen. Kants Vorstellung der mathematischen Intuition stammt von Newtons Überzeugung einer mathematischen Welt.

Auch wenn Kant die mathematische Ontologie von Newton nicht 1:1 übernahm, glaubte er, dass die Menschen sich einer mathematischen Intuition bedienen könnten, welche ihnen die Rätsel der Natur offenbart. Es ist wichtig anzumerken, dass Kant damit nicht meinte, dass die Natur mathematisch sei, wie Newton sie definierte. Er behauptete nur, dass der menschliche Verstand mathematische Prinzipien beherbergt. Er definiert somit das Erkenntnissubjekt der Newtonschen Paradigma.

Kants Inspiration für seine Kategorientafel war Aristoteles. Kant war der Meinung, dass die Kategorien (Prädikamente) des Aristoteles nicht systematisiert wurden und deswegen ihr wahres Potenzial nicht entfalten konnte.⁸⁴ Kant stellte sich das System der Kategorien als den Plan der Wissenschaft vor.⁸⁵ Er teilte die Kategorien in mathematische und dynamische.⁸⁶

Die Kantschen Kategorien⁸⁷:

Tabelle 4

Quantität	Einheit	Vielheit	Allheit
Qualität	Realität	Negation	Limitation
Relation	Inhärenz und Subsistenz	Kausalität und Dependenz	Gemeinschaft (Wechselwirkung)
Modalität	Möglichkeit-Unmöglichkeit	Dasein-Nichsein	Notwendigkeit-Zufälligkeit

⁸³ Menulty: “Kant on Chemistry and the Application of Mathematics in Natural Science”, in: Kantian Review, Vol. 19, No. 3 (2014), 393.

⁸⁴ Vgl. Kant: Kritik der reinen Vernunft, 157.

⁸⁵ Vgl. Kant: Kritik der reinen Vernunft, 159.

⁸⁶ Vgl. Kant: Kritik der reinen Vernunft, 160.

⁸⁷ Kant: Kritik der reinen Vernunft, 156.

Kant war ein Empirist, der die empirische Sinneserfahrung in den Vordergrund stellte:

„Daß alle unsere Erkenntnis mit der Erfahrung anfangt, daran ist gar kein Zweifel: denn wodurch sollte das Erkenntnisvermögen sonst zur Ausübung erweckt werden, geschähe es nicht durch Gegenstände, die unsere Sinne rühren [...]“⁸⁸

Aber sein System der Kategorien beinhaltet Prinzipien, welche die Vernunft betreffen und als a priori Gesetze fungieren. Die reinen Begriffe des Verstandes beinhalten die Newtonschen Gesetze und das Newtonsche Weltbild.

Kants Definition der Kategorien:

„Kategorien sind Begriffe, welche den Erscheinungen, mithin der Natur, als dem Inbegriffe aller Erscheinungen (*natura materialiter spectata*), Gesetze a priori vorschreiben, und nun fragt sich, da sie nicht von der Natur abgeleitet werden und sich nach ihr als ihrem Muster richten (weil sie sonst bloß empirisch sein würden), wie es zu begreifen sei, daß die Natur sich nach ihnen richten müsse, d.i. wie sie die Verbindung des Mannigfaltigen der Natur, ohne sie von dieser abzunehmen, a priori bestimmen können.“⁸⁹

Kant definierte die Kausalität als eine Unterkategorie der Relation.⁹⁰ Dieser Schritt ermöglichte ihm die Kausalität als synthetisches Urteil a priori zu definieren. Diese Urteile sind laut Kant unwiderlegbar. Dies war ein dogmatischer Schritt, aber für Kant dennoch vertretbar, weil sie eben die Newtonsche Physik bestätigt.

Kant war ein überzeugter Idealist und kein Skeptiker. Hume dagegen galt als der Skeptiker schlechthin und Kant musste seine Ideen entkräften, damit er überhaupt eine neue Metaphysik auf naturwissenschaftlicher Basis entwerfen konnte. Hume glaubte, dass die Regelmäßigkeit in der Natur ein Phänomen der menschlichen Psyche wäre und dass man niemals mit Sicherheit sagen könnte, ob es sich um ein Naturgesetz oder „Scheingesetz“ handelt.⁹¹

Im folgenden Zitat geht Kant gegen Hume vor:

„David Hume, der dieser Aufgabe unter allen Philosophen noch am nächsten trat, sie aber sich bei weitem nicht bestimmt genug und in ihrer Allgemeinheit dachte, sondern bloß bei dem synthetischen Satze der Verknüpfung der Wirkung mit ihren Ursachen (*Principium causalitatis*) stehen blieb, glaubte heraus zu bringen, daß ein solcher Satz a priori gänzlich unmöglich sei, und nach seinen Schlüssen würde alles, was wir Metaphysik nennen, auf einen bloßen Wahn

⁸⁸ Kant: Kritik der reinen Vernunft, 43.

⁸⁹ Kant: Kritik der reinen Vernunft, 201.

⁹⁰ Vgl. Kant: Kritik der reinen Vernunft, 156.

⁹¹ Vgl. Morris, Brown: „David Hume“, URL: <https://plato.stanford.edu/entries/hume/> [abgerufen am 5.5.2023]

von vermeinter Vernunftseinsicht dessen hinauslaufen, was in der Tat bloß aus der Erfahrung erborgt und durch Gewohnheit den Schein der Notwendigkeit überkommen hat; [...]“⁹²

Am Ende dieser Argumentation erläutert Kant, dass die Mathematik, die beste Wissenschaft von allen, ein Beweis dafür wäre, dass die Außenwelt tatsächlich mit unseren Vernunftschlüssen korreliert, und dass es deswegen reine Vernunftprinzipien gibt, welche sehr wohl notwendig und objektiv seien.⁹³

Auch wenn die Kausalität eine subjektive Verstandeskategorie darstellt, ist sie dennoch notwendig und mathematisch, und keinesfalls, wie Hume sie formulierte, nur eine empirische Regelmäßigkeit. Kants Argumentation lautet:

„Will man ein Beispiel aus Wissenschaften, so darf man nur auf alle Sätze der Mathematik hinaussehen; will man ein solches aus dem gemeinsten Verstandesgebrauche, so kann der Satz, daß alle Veränderung eine Ursache haben müsse, dazu dienen; ja in dem letzteren enthält selbst der Begriff einer Ursache so offenbar den Begriff einer Notwendigkeit der Verknüpfung mit einer Wirkung und einer strengen Allgemeinheit der Regel, daß er gänzlich verlorengehen würde, wenn man ihn, wie Hume tat, von einer öfteren Beigesellung dessen was geschieht, mit dem was vorhergeht, und einer daraus entspringenden Gewohnheit, (mithin bloß subjektiven Notwendigkeit), Vorstellungen zu verknüpfen, ableiten wollte.“⁹⁴

Die mathematische Physik, die sich erst zu Kants Zeit in der wissenschaftlichen Gemeinschaft durchsetzt, war eine neue Herausforderung, welche der Tradition der Philosophie, Physik und Mathematik nicht entsprach.⁹⁵ Kant beschäftigte sich intensiv mit der Problematik der euklidischen Geometrie, er suchte nach einer Logik oder einem Erklärungsmodell für diese Art der Geometrie, die offensichtlich funktionierte, weil die Newtonsche Physik die erfolgreichste Theorie seiner Zeit war. Es fehlte aber noch immer eine detailtreue Erklärung für die Euklidischen Formen. Diese konnten anhand der aristotelischen Syllogistik nicht abgeleitet werden. Kant suchte aus diesem Grund nach einem recht kreativen Weg, um die Rätsel der Wissenschaft seiner Zeit zu lösen.⁹⁶

⁹² Kant: Kritik der reinen Vernunft, 73.

⁹³ Vgl. Kant: Kritik der reinen Vernunft, 73.

⁹⁴ Vgl. Kant: Kritik der reinen Vernunft, 47ff.

⁹⁵ Vgl. Janiak: “Newton’s Philosophy”, URL: <https://plato.stanford.edu/entries/newton-philosophy/> [abgerufen am 5.5.2023]

⁹⁶ Vgl. Friedman: Kant and the exact sciences, xiiif.

In der „Kritik der reinen Vernunft“ stellt Kant seine Theorie über die euklidische Geometrie dar. Die Geometrie beschreibt den Kern und die Natur der Kantschen Metaphysik. Er legt fest, dass die geometrischen Sätze auf synthetischen Urteilen a priori beruhen.⁹⁷ Diese Basis dient für den Beweis der möglichen Erkenntnis einer objektiven Realität.

Kant erklärt, dass die klassische Aufteilung in analytische und synthetische Urteile nicht genüge, um die Natur der geometrischen Sätze zu definieren. Die Sätze der Geometrie können nicht rein analytisch sein: „ $7+5=12$ “ ist z.B. kein analytischer Satz. Die Summe von „ $7+5$ “ kann nicht rein logisch „ 12 “ ergeben.⁹⁸ Dieser ist nämlich ein synthetischer Satz und kann nur Schritt für Schritt durch Abzählen gewonnen werden. Synthetische Sätze sind normalerweise a posteriori. Aus diesem Grund stellt die Geometrie eine Besonderheit dar. Ihre Definitionen sind a priori, da keine Erfahrung für die Konstruktion ihrer Sätze nötig ist. Ein analytischer Satz ist kein geometrischer, weil er z.B. nicht erklären kann, warum eine gerade Linie zwischen zwei Punkten die kürzeste sei. Diese Behauptung kann nur aus Intuition (a priori) gewonnen werden.⁹⁹

Die geometrischen Erkenntnisse basieren auf synthetischen Urteilen a priori. Kant definiert den Begriff „a priori“ als Form der Erfahrung (Form der Sinnlichkeit und Form des Verstandes). Die Mathematik liefert daher die reinen Formen der empirischen Erkenntnis.¹⁰⁰ Die transzendente Ästhetik von Kant bekräftigt diese Erörterungen; sie besagt, dass die Formen der Anschauung (Raum, Zeit) eine Notwendigkeit besitzen, welche nicht einmal in der Logik vorhanden ist. Raum und Zeit sind keine diskursiven oder empirischen Begriffe, sie sind reine Anschauungen.¹⁰¹

Kant versuchte damals eine Geometrie zu entwickeln, die nicht nur auf Hypothesen beruht, sondern auch apodiktische Beweiskraft besitzt und die objektive Welt beschreiben kann. Er sah, dass bestimmte euklidische Sätze nicht analytischer Natur waren, und nannte sie daher synthetisch a priori.¹⁰² Dieser Versuch Kants wurde zwar im Einsteinschen Paradigma endgültig widerlegt. Aber man muss auch bedenken, dass es zur Zeit Kants noch einen starken Konsensus innerhalb der Mathematik gab und nur eine dominante Euklidische Geometrie.

⁹⁷ Vgl. Kant: Kritik der reinen Vernunft, 63.

⁹⁸ Vgl. Kant: Kritik der reinen Vernunft, 65.

⁹⁹ Vgl. Kant: Kritik der reinen Vernunft, 67.

¹⁰⁰ Vgl. Kant: Kritik der reinen Vernunft, 129.

¹⁰¹ Vgl. Kant: Kritik der reinen Vernunft, 98f., 106f.

¹⁰² Vgl. Friedman: „Kant's Theory of Geometry“, in: The Philosophical Review, Vol. 94, No. 4 (1985), 487.

Heute sind wir dagegen mit einem schwachen Konsensus konfrontiert und mit diversen Arten von Geometrien.

Auch wenn Kant in seiner Lehre Raum für Relativierung und Skepsis zuließ, blieb seine ganze Wissenschaftstheorie dogmatisch, vor allem, weil er sich gegen Hume stellte, der in seiner Zeit als der Skeptiker schlechthin galt. Er zeigte keine Zweifel an der wissenschaftlichen Methode und deswegen kann man behaupten, dass sein Skeptizismus minimal war. Seine Unterscheidung zwischen den „Dingen“ und „Dingen an sich“ war rein formeller Natur, es diente nicht der Widerlegung von realistischen Positionen, er nannte sich selbst schließlich „Idealist“. Vielmehr war dieser Schachzug von Kant eine Hommage an die alte Metaphysik, welche aus der damals dominanten rationalen Schule stammte.

Kant glaubte, dass eine ideale Wissenschaft aus der Verknüpfung zwischen rationalen und empirischen Theorien definiert werden kann, welche die Newtonsche mathematische Physik im Kern trägt. Er beschreibt sein Anliegen auf folgende Art und Weise:

„Epikur kann der vornehmste Philosoph der Sinnlichkeit, Plato des Intellektuellen genannt werden. Dieser Unterschied der Schulen aber, so subtil er auch ist, hatte schon in den frühesten Zeiten angefangen, und hat sich lange ununterbrochen erhalten.“¹⁰³

Des Weiteren erklärt Kant, dass keiner von den Vertretern der Schulen auf die Idee kam die reinen Verstandesbegriffe auf seine Weise einzuführen.¹⁰⁴ Auch wenn sich Kant von beiden Schulen distanziert und einen Mittelweg sucht, kann man mit gutem Gewissen seine Wissenschaftstheorie als eine rationale definieren. Dies wird sich ebenfalls als der Hauptstreitpunkt zwischen Kant und den modernen Wissenschaftstheoretiker:innen entpuppen.

Kants Kategorientafel ist viel zu komplex und mit philosophischen Konstrukten geladen, die restriktiv sind und im Weg einer simplen und modernen experimentellen Wissenschaft stehen. Im besten Fall ist aus heutiger Sicht die Kategorientafel überflüssig, aber Kants Sinn für philosophische Präzision ist in der „Kritik der reinen Vernunft“ dennoch beeindruckend. In den nächsten Kapiteln wird gezeigt, wie gewisse erkenntnistheoretische Problematiken in einem neuen Paradigma behandelt werden. Bei Kant dominierte die rationale Seite der Wissenschaft, im nächsten Paradigma dagegen eine empirische.

¹⁰³ Kant: Kritik der reinen Vernunft, 877.

¹⁰⁴ Vgl. Kant: Kritik der reinen Vernunft, 877.

Den ewigen Streit der Naturphilosophen kann man auf diesen Hauptunterschied herunterbrechen. Auch wenn die rationalistischen und empirischen Spielarten sich mit der Zeit veränderten, dominieren sie bis heute die Wissenschaft und wechseln sich immer wieder gegenseitig ab und die Paradigmen bestätigen diese Annahme. Wir haben in diesem Kapitel gesehen, inwiefern Newton Kant beeinflusste. Die Harmonie, die absolute Anschaulichkeit und mathematische Intuition/Struktur der Welt waren alle Teile der Newtonschen Physik, welche Kant in seine Wissenschaftstheorie integrierte.

3.4. Das Newtonsche Paradigma

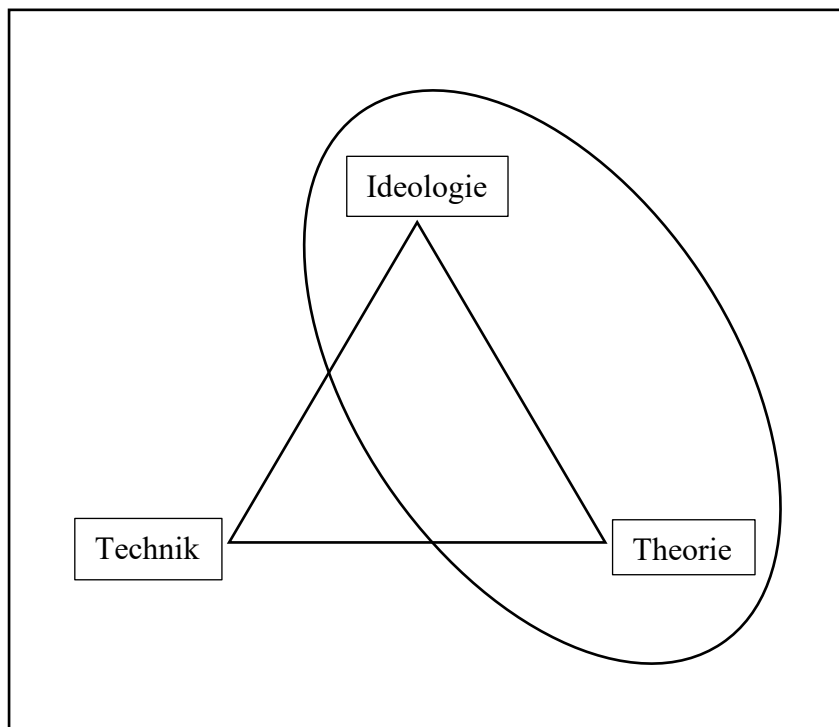


Abbildung 1

Das vorliegende Modell des Newtonschen/Kantschen Paradigmas zeigt, dass in dieser Epoche der Physik die Ideologie und Theorie dominierten. Die Ideologie ist die Aufklärung und die Theorie umfasst die Kantsche Naturphilosophie, während die technische Seite von Newton stammt. Dieses Paradigma ist überwiegend mathematisch und weniger experimentell. Die

technische Seite des Paradigmas, die von Newton formuliert wurde, verlangt nicht nach neuen Experimenten, sondern erkenntnistheoretischen Erklärungsmodellen mit Fokus auf das Fach Mathematik.

Im vorigen Kapitel wurde dargelegt, dass die Methode der neuzeitlichen Wissenschaft von zwei bedeutenden Denkern, Descartes und Bacon, maßgeblich beeinflusst wurde. Descartes lobte zwar das Experimentieren, aber er räumte dieser Praxis nicht so viel Bedeutung ein. Für ihn war die Methode des Zweifelns viel wichtiger. Eine Wissenschaft, die auf empirischer Skepsis und Mathematik beruht, war die Vision von Descartes und sie mündet in der Newtonschen Physik.¹⁰⁵ Newton und Kant übernehmen das Gedankengut von Descartes. Für Descartes war nur die Deduktion sicher, ergo seiner Meinung nach müsse die Wissenschaft diese Wahrheiten produzieren.¹⁰⁶ Newton übernahm seine Vision der richtigen Wissenschaft. Er übernahm nicht nur seine Hypothesen aus dem Bereich der Optik, sondern teilte auch seine Sicht einer erfolgreichen Wissenschaft. Eine Wissenschaft, die auf der deduktiven Methode beruhte und in mathematische Sprache ausgedrückt werden konnte war das Ziel von Descartes und Newton.¹⁰⁷ Shapin schreibt:

„Newtons Hoffnung auf physikalische Gewißheit basierte eher auf den mathematischen als den experimentellen Grundlagen seiner naturphilosophischen Praxis.“¹⁰⁸ Newton lobt die Deduktion in seinen Schriften. Das Ziel der Naturforschung soll der deduktiven Methode folgen und für ihn hatte die mathematische Theorie Vorrang gegenüber dem Experiment.¹⁰⁹

Kant war der erste moderne Wissenschaftstheoretiker, nicht nur ein weiterer Metaphysiker seiner Zeit.¹¹⁰ Die Einverleibung der Newtonschen Physik in seine Metaphysik hatte drastische Folgen für die Tradition der Metaphysik. Es ist wichtig anzumerken, dass Kant nicht nur das Newtonsche Weltbild akzeptierte, er veränderte sie, machte sie philosophischer und gleichzeitig integrierte er die Methode der Newtonschen Physik in seine Erkenntnistheorie. Die Newtonsche Physik ist die erste mathematische Physik. Newton brach mit der Tradition, er vermischte mathematische und physikalische Ideen und daraus leitete er seine Gesetze ab.¹¹¹

¹⁰⁵ Vgl. Hatfield: “René Descartes”, URL: <https://plato.stanford.edu/entries/cartes/> [abgerufen am 10.06.2022]

¹⁰⁶ Vgl. Shapin: Die wissenschaftliche Revolution, 129.

¹⁰⁷ Vgl. Smith: “Isaac Newton”, URL: <https://plato.stanford.edu/entries/newton/> [abgerufen am 3.3.2023]

¹⁰⁸ Vgl. Shapin: Die wissenschaftliche Revolution, 137.

¹⁰⁹ Shapin: Die wissenschaftliche Revolution, 137.

¹¹⁰ Vgl. Smith: “Isaac Newton”, URL: <https://plato.stanford.edu/entries/newton/> [abgerufen am 3.3.2023]

¹¹¹ Vgl. Janiak: “Newton’s Philosophy”, URL: <https://plato.stanford.edu/entries/newton-philosophy/> [abgerufen am 5.5.2023]

Auch Foucault stellt Kant ins Zentrum seiner Theorie der Wissenschaft, weil Kant der Erste war, der einen empirischen Monismus erwogen hatte, auch, wenn dieser aus heutiger Sicht sehr weit von positivistischen Idealen entfernt ist.¹¹² Kant war der rationalen Schule treu, aber er änderte die Richtung seiner Interpretation. Bei Schlick ändert sich nicht viel an dieser Interpretation, außer, dass er dem empirischen Idealismus noch gerechter werden wollte.

Laut Kant ist die sinnliche Erkenntnis die einzig notwendige/apriorische, weil sie allein die Wissenschaft begründen kann. Teile der Mathematik setzt er mit der Sinnlichkeit gleich. Es ist dieses synthetische Element, dass die Mathematik zur Königsdisziplin macht.¹¹³ Der synthetische Teil ermöglicht also die abstrakte Verbindung von Mathematik und Physik an einem Punkt. Die Kantsche Wissenschaftstheorie ist somit eine Art mathematisch-empirische Monadologie.

Man soll die Definition von „Natur“ und „Objekt“ in der „Kritik der reinen Vernunft“ näher betrachten, um das Wesen der Kantschen Metaphysik zu verstehen. Die drei Komponenten der Kantschen objektiven Theorie sind: Apperzeption, Natur und Objekt. Diese verhalten sich wie Borromäische Ringe. Die transzendente Einheit der Apperzeption enthält a priori Prinzipien, welche ermöglichen, dass wir Gegenstände der Natur wahrnehmen können. Darüber hinaus ist die Natur/Außenwelt so beschaffen, dass sie gewissen Regeln des Verstandes unterworfen ist. Die Natur stellt daher die Gesamtheit der Gegenstände der Erfahrung dar.¹¹⁴ Die Außenwelt ist nur insofern uns Menschen wichtig, als sie durch die Kategorien des Verstandes erfassbar ist. Eine harmonische Wechselwirkung zwischen Subjekt und Objekt entsteht. Kant überwindet damit die Cartesische Trennung der Substanzen und konstruiert eine Erkenntnistheorie, die auf Harmonie und Anschaulichkeit beruht, genauso wie die Newtonsche Theorie des Universums.

Das Kantsche Erkenntnissubjekt ist ein mit mathematischer Intuition ausgestatteter Physiker, welcher die Außenwelt durch eine mathematisierte Brille analysiert und strenge Kausalgesetze formulieren kann. Wenn man die mathematische Intuition als eine Art Metapher und keine reale Tatsache behandelt, dann ist das Kantsche Erkenntnissubjekt mit der positivistischen Sichtweise eines idealen Erkenntnissubjekts völlig ident. Im Einsteinschen/positiven Paradigma wird sich bei der Formulierung des Erkenntnissubjekts wenig ändern.

¹¹² Vgl. Foucault: Die Wahrheit und die juristischen Formen, 19.

¹¹³ Vgl. Kant: Kritik der reinen Vernunft, 763.

¹¹⁴ Vgl. Kant: Kritik der reinen Vernunft, 220f.

Es ist wichtig die Unterschiede zwischen den zwei konkurrierenden metaphysischen Systemen im 18. Jahrhundert zu zeigen, damit man die Kantsche Version der Naturphilosophie besser versteht. Die Leibniz-Wolffsche Metaphysik war eine Monadologie und im 18. Jahrhundert eine populäre Theorie der rationalen Schule. Das metaphysische System, welches Monaden enthält, ruht auf für uns heute einer kontraintuitiven These. Laut dieser Theorie besteht das Universum aus unabhängigen Substanzen oder Monaden, die miteinander nicht interagieren, vielmehr sind sie statische Entitäten, welche aber die Eigenschaft der Kausalität in sich tragen und seit ihrer Erschaffung durch Gott existieren und miteinander immer auf dieselbe Weise interagieren.¹¹⁵

Es fehlt in diesem System an Dynamik und Physik im modernen Sinne. Diese Art der Metaphysik beschäftigt sich nur mit intellektuellen Vorstellungen der Realität und fragt nicht, ob es tatsächlich der Realität entspricht. Raum und Zeit sind nur intellektuelle Begriffe, ohne Bezug zur Realität. Die Newtonsche Physik dagegen erkundigt die Außenwelt und seine „Principia Mathematica“ (1687) wird zum Spielveränderer. Im Newtonschen System sind ein absoluter realer Raum und absolute Zeit vorausgesetzt, welche unabhängig von Objekten existieren. Materielle Substanzen sind raum-zeitlich, sie besitzen geometrische Eigenschaften wie Ausdehnung und Kontinuität. Sie interagieren „in concreto“ miteinander. Laut dem Trägheitsgesetz können sich in Ruhe befindenden Objekte nicht bewegen, bis eine andere Kraft auf sie einwirkt. Das Gravitationsgesetz besagt, dass jeder Körper miteinander in einer Interaktion steht, egal wie weit zwei Objekte voneinander entfernt liegen.¹¹⁶ Die alte Metaphysik ist eine zweidimensionale, während die neue eine dreidimensionale Theorie verkörpert. Bereits anhand dieses Vergleiches können wir schlussfolgern, dass die moderne Physik eine Newtonsche ist; sie hat Fundamente, welche Newton für sie legte. Diese Tatsache wird uns die ganze Arbeit begleiten und erst im Quantenphysikalischen Paradigma wird dieses Fundament radikal infrage gestellt.

Dieses Faktum besagt auch, dass die Metaphysik des 18. Jahrhunderts einer religiösen Vorstellung der Welt nähersteht, in der der Mensch auf die göttliche Harmonie vertraut und keine Veränderung erzwingen möchte/darf, als einer Newtonschen, welche Manipulationen und Veränderungen erlaubt, mit einem Wort viel dynamischer ist, auch wenn diese Manipulationen minimal sind, im Vergleich zum heutigen Stand der Wissenschaft. Diese Nähe zur Religion spielt in den Anfängen der modernen Wissenschaft eine wichtige Rolle, bei Newton ist es

¹¹⁵ Vgl. Friedman: Kant and the exact sciences, 2f.

¹¹⁶ Vgl. Friedman: Kant and the exact sciences, 2f.

ebenfalls nicht anders, der später als Wissenschaftler und Experimentator in die Geschichte der Physik einging.

Die zwei oben genannten Systeme waren zentrale Themen nicht nur für Kant, sondern auch für seine Zeitgenossen. Es gab sogar öffentliche Diskussionen zwischen den zwei Lagern.¹¹⁷ Kant beginnt sein Unterfangen mit einer Distanzierung zu Leibniz und Wolff. Die alte Metaphysik besagte, dass die Kausalbeziehungen zwischen den Körpern daraus resultieren, dass die Objekte ein inneres Prinzip in sich tragen, welches ihnen erlaubt auf eine gewisse Art und Weise zu handeln. Kant verabschiedet sich von dieser Theorie und implementiert die Newtonsche Vorstellung der Kausalität, die auf einer Interaktion zwischen zwei Körpern basiert und auf das innere Prinzip verzichten kann.¹¹⁸

Kant implementiert auch das Gravitationsgesetz in sein System, und damit verzichtet er auf die a priori Harmonie des Universums. Die universale Gravitation vereint die Substanzen miteinander. Die Substanzen sind nicht mehr Teil eines harmonischen Zusammenspiels, welches von Anfang an von Gott erschaffen wurde. Vielmehr können diese Substanzen aufeinander wirken und sie sind durch die Kraft der Gravitation vereint, aber nicht durch eine göttliche a priori Harmonie.¹¹⁹

Kant schafft damit eine dynamischere Welt, die auch ohne Gott auskommt, weil der Fokus der neuen Metaphysik nicht bei der Erschaffung aller Dinge liegt, wie dies bei der alten der Fall war, sondern auf der Dynamik zwischen den Dingen, und wie diese funktioniert. Statt zu fragen, welche inneren Prinzipien ein Objekt hat, kann man jetzt beobachten welchen Einfluss ein Körper auf einen anderen ausübt. Man musste sich keine Prinzipien ausdenken, man konnte die Dinge stattdessen beobachten und daraus Gesetze ableiten, wie Newton dies tat. Newton ist es gelungen eine zunehmend statische Welt, die durch die alte Metaphysik als solche definiert wurde, dynamischer zu machen. Erst durch seine Überlegungen ist eine ernstzunehmende experimentelle Physik möglich.

Kant konstruiert nach dem Newtonschen Vorbild eine physikalische Welt, die noch zu erkunden ist, ihre Qualitäten sind nicht a priori bestimmt, sie sind auch nicht rein mathematischer Natur, sondern ebenfalls empirisch. Die alte Metaphysik basierte auf vorbestimmte Eigenschaften, welche die empirische Außenwelt erklären sollten. Dies brachte zwar Erklärungsmuster, die funktionierten, die aber weniger auf Empirie und mehr auf

¹¹⁷ Vgl. Friedman: Kant and the exact sciences, 3.

¹¹⁸ Vgl. Friedman: Kant and the exact sciences, 5.

¹¹⁹ Vgl. Friedman: Kant and the exact sciences, 7.

mathematischen Idealen, die aus der reinen Mathematik und nicht Geometrie stammen, beruhen.¹²⁰

Es ist bemerkenswert, wie Kant eine empirische Wissenschaft konzipiert. Vor Kant war die Metaphysik damit beschäftigt zu zeigen, wie die Konzepte des Intellekts die Natur definieren, anstatt sich zu fragen, was uns die Natur tatsächlich zeigen kann mithilfe von Experimenten. Kant behauptet, dass die intellektuellen Begriffe zwar unsere Vorstellung lenken, aber diese gleichzeitig von der sensiblen Welt stammen, also uns von der Außenwelt gegeben werden.¹²¹ Die empirische Außenwelt ist der wahre Erzeuger unserer intelligiblen Vorstellungen. Genau an diesem Punkt beginnt der Erfolg der Wissenschaft, weil davor viele Diskussionen um die Frage des Erkennens kursierten und kein Konsens erzielt werden konnte. Keine eindeutigen Ergebnisse konnten geliefert werden und es gab auch keine Garantie für die Newtonsche Physik, zumindest keine theoretische. Die psychische Innenwelt korreliert im kantischen System viel stärker mit der physischen Außenwelt als bei anderen Denkern seiner Zeit.¹²²

Newton wollte von den Phänomenen Fakten deduzieren. Diese sollten universal und apodiktisch sein.¹²³ Kant folgte seinem Beispiel und übersetzte die Newtonsche Physik in philosophischer Sprache. Auch wenn Kant die Metaphysik auf einer nicht-theologischen Basis aufbaut, die empirisch-mathematischen Regeln folgt, ist sie deterministisch. Seine Konstrukte erlauben keine weitere Entwicklung oder ein anderes Weltbild, sie geben sehr wenig Raum für Empirie. Es ist alles festgelegt, ähnlich wie bei Leibniz oder Wolff. Eine a priori Welt, die keine weitere erkenntnistheoretische Erklärungsmodelle braucht, nur vielleicht einige technische Erweiterungen, aber die Erkundung der Außenwelt ist so gut wie abgeschlossen, weil wir die richtige Meta-Theorie, also die Newtonsche, bereits gefunden haben.

Wie wir sehen konnten, distanziert sich Kant von einer theologischen Interpretation der Metaphysik, doch sein System ist ebenfalls restriktiv, nur auf eine andere Weise. Auch wenn Kant das Prinzip Gottes für eine Vernunft-Täuschung hielt, führte er einen Ersatz für dieses Set an Ideen ein. Er vertauschte das Konzept Gottes mit der Natur und glaubte auf diese Weise den Gefahren des Dogmatismus entkommen zu können. Für seine Zeit war dies auch eine liberale Theorie und ein revolutionärer Schritt. Kant übersah jedoch, dass er de facto ein neues Dogma erschuf. Statt Ideen über einer unsichtbaren Gottheit haben wir jetzt die Natur, die mithilfe der Wissenschaft sichtbar und erforschbar ist. Ohne Kant und Newton gäbe es keinen empirischen

¹²⁰ Vgl. Friedman: Kant and the exact sciences, 15.

¹²¹ Vgl. Friedman: Kant and the exact sciences, 37f.

¹²² Vgl. Foucault: Die Wahrheit und die juristischen Formen, 19.

¹²³ Vgl. Friedman: Kant and the exact sciences, 15f.

Determinismus. Schlick hätte ohne die Tradition der klassischen Physik, welche von Newton und Kant stark beeinflusst war, seinen empirischen Idealismus nicht formulieren können. Es war für ihn möglich, weil die Geschichte der Physik sich auf diese Weise entwickelte.

Kant legt mit seiner Wissenschaftstheorie etwas fest, was im Grunde genommen nicht festlegbar ist, wie z.B. die reinen Formen der Geometrie. Die Entwicklung der modernen Physik zeigte uns, dass die reinen Formen sowohl in einer dreidimensionalen euklidischen Sphäre, als auch in einer vier-dimensionalen nichteuklidischen operieren können.¹²⁴ Dies konnte Kant zwar nicht vorhersehen, aber aus heutiger Perspektive können wir sagen, dass er mehr Skeptizismus/Interpretationsfreiheit in seinem System hätte zulassen müssen. Aber hätte er dies getan, dann wäre die Entwicklung der Wissenschaft eine andere.

Aus diesem Grund ist die Kantsche Wissenschaftstheorie als Prototyp einer modernen Wissenschaftstheorie anzuerkennen, weil er im Grunde genommen tatsächlich die Fundamente eines modernen Paradigmas festlegte. Er hat eine sichere deduktive Basis mithilfe von Newton erschaffen, welche die Legitimierung der Wissenschaft stärkten und gemeinsam mit der aufklärerischen Ideologie die Zukunft der Wissenschaft und Gesellschaft formten. Die Kantsche Philosophie beeinflusste und verhalf schlussendlich zum Sieg der Wissenschaft über andere Sphären der Gesellschaft, welche ebenfalls auf der Suche nach der Wahrheit waren, wie die katholische Kirche, oder andere soziale Gruppierungen.

Aus heutiger Sicht scheint uns kontraintuitiv Kant als einen empirischen Realisten zu nennen. Diese Tatsache schulden wir dem Positivismus, der die kantische Theorie als puren Rationalismus/Idealismus abgetan hatte. Es ist de facto falsch ihn in diese Kategorie zu reihen, weil er explizit in seinen Schriften für eine empirische Wissenschaft plädierte.¹²⁵ Die Tatsache, dass sich der Empirismus mit der Zeit veränderte und weiterentwickelte, verdanken wir den Errungenschaften von Newton und anderen Wissenschaftler, die es in den Kanon der Wissenschaft schafften und die Basis für die moderne empirische Physik legten.

Das Einsteinsche Paradigma ist somit ein Produkt des Newtonschen. Es ist wichtig zu beachten, dass sich die Sprache der Wissenschaft ebenfalls in jeder Etappe ändert. Wenn sich Kant als einen transzendentalen Idealisten bezeichnet, dann nur aus Gründen der sprachlichen Präzision und metaphysischen Tradition. Das Wort „Transzendenz“ ist ein Indikator für eine neuartige Metaphysik, die er konstruierte. Er fügte aber immer wieder hinzu, dass er gleichzeitig ein

¹²⁴ Vgl. Friedman: Kant and the exact sciences, 55.

¹²⁵ Vgl. Kant: Kritik der reinen Vernunft, 18.

empirischer Realist sei. Mit der Zeit wurde der Kantsche Idealismus für die modernen Empiristen als unnützliche Metaphysik abgetan, weil ein Paradigmenwechsel innerhalb der Physik stattgefunden hatte. Seine Wissenschaftstheorie galt nicht mehr als empirisch, sondern ausschließlich rational und veraltet.

4. Die positive Wende

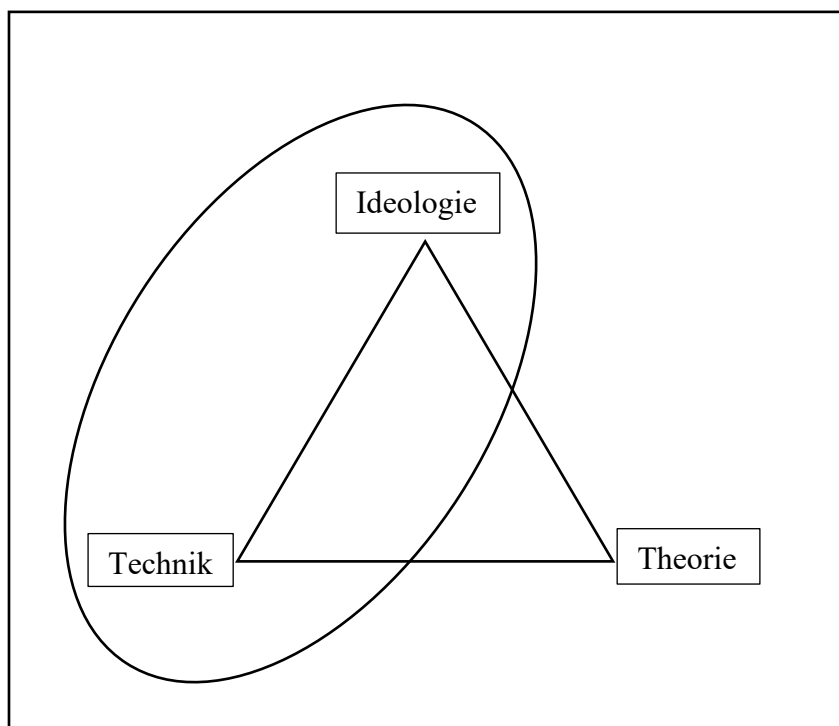


Abbildung 2

Die Baconsche und Newtonsche Methode und Vorstellung einer guten Wissenschaft sind recht ähnlich. Aber es gibt einen subtilen Unterschied zwischen den zwei Denker, während Newton die mathematische Gewissheit in der Natur suchte, glaubte Bacon, dass dies erst durch zahlreiche Experimente und mithilfe der induktiven Methode erreicht würde, also er stellte das Experiment in den Vordergrund. Da Newton an der damaligen Descartschen Tradition näher lag als Bacon, setzte sich bis zu der positiven Wende in der Wissenschaft sein Weltbild durch.

Der Positivismus ernährte sich vom Newtonschen Paradigma auf eine bestimmte Weise, er übernahm dessen Tradition gemeinsam mit der aufklärerischen Ideologie und etablierte eine moderne Version der Wissenschaft, welche zweifelfrei funktioniert. Die Wissenschaft aus der Kantschen Zeit und die moderne Wissenschaft der Positivisten ist eine andere. Mit dem Aufstieg des Positivismus veränderte sich das Bild der Wissenschaft und ihre Rolle in der Gesellschaft. Im 19. Jahrhundert konnte der Positivismus von Comte und seinen Nachfolgern nur deswegen so viel Erfolg haben, weil dies die sozialen Faktoren und Anomalien in der Wissenschaft ermöglichten.¹²⁶

Neue Experimente in der Physik führten zu Anomalien innerhalb des Newtonschen Paradigmas. Die Entdeckung von nichteuklidischen Geometrien und die Weiterentwicklung der aristotelischen Logik verlangten nach einer neuen Meta-Theorie.¹²⁷ Es kommt in dieser Zeit zur Professionalisierung der Disziplinen, welche die mathematische Physik beeinflussen. Dadurch wird die Geometrie in eine reine und angewandte getrennt.¹²⁸

Bereits im 17. Jahrhundert zweifelten einige Naturphilosophen, unter anderem Kant selbst, an der Existenz eines absoluten Raumes und der Zeit. Diese Kritik blieb aber ohne Lösung, weil ein relativistisches System für sie noch unvorstellbar war. Diese Problematik taucht dann im 19. Jahrhundert in einem anderen Kontext wieder auf. Die Wellentheorie des Lichts verlangte nach neuen Erklärungen. Maxwells elektromagnetische Theorie griff also dieses Problem wieder auf. Aber erst Einstein gelang es ein erfolgreiches relativistisches System zu entwickeln, welche viele Anomalien in der Wissenschaft des 20. Jahrhunderts berücksichtigte.¹²⁹

Die Modernisierungsprozesse in der Wissenschaft, die mit den Positivisten und neuen geometrischen Entdeckungen begannen, sorgten im 19. Jahrhundert für die positive Wende in der Wissenschaft, die ein neues Paradigma einleitete.¹³⁰ Comte, der den Positivismus explizit als Bewegung formulierte, wollte seine wissenschaftliche Auffassung auf die Gesellschaft übertragen und dies ist ein wichtiges Faktum für die positive Wende. Ab dem 19. Jahrhundert kommt es zu einer stärkeren Wechselwirkung zwischen der Gesellschaft und Wissenschaft.¹³¹

Bevor wir uns dem Neopositivismus, einer neuen Ära des Positivismus widmen, ist es von Vorteil die Genese der experimentellen Physik unter die Lupe zu nehmen. Kein anderer

¹²⁶ Vgl. Bourdeau: "Auguste Comte", URL: <https://plato.stanford.edu/entries/comte/> [abgerufen am 5.5.2023]

¹²⁷ Vgl. Friedman: Kant and the exact sciences, 56.

¹²⁸ Vgl. Friedman: Kant and the exact sciences, 55.

¹²⁹ Vgl. Kuhn: Revolutionen, 85ff.

¹³⁰ Vgl. Gray, Ferreirós: "Epistemology of Geometry", URL: <https://plato.stanford.edu/entries/epistemology-geometry/> [abgerufen am 5.5.2023]

¹³¹ Vgl. Bourdeau: "Auguste Comte", URL: <https://plato.stanford.edu/entries/comte/> [abgerufen am 5.5.2023]

Philosoph genoss so viel Ansehen bei den Positivisten wie Bacon. Bacon ging in die Wissenschaftsgeschichte als Vater der Empirie ein.¹³² Bacon wollte sich damals klar von der Physik des Aristoteles distanzieren, weil diese grundsätzlich syllogistisch aufgebaut war. Aristoteles führte Kategorien ein und schuf aus der Physik eine systematische Disziplin.¹³³ Dies machte später auch Kant, aber anhand der Newtonschen Physik. In der positiven Wende innerhalb des Newtonschen Paradigmas beginnt die Wissenschaft Baconsche Züge anzunehmen.

Bacon war der Meinung, dass sich die Natur am besten mithilfe von Experimenten erkennen lässt. Man müsse sich mit den Einzeldingen auseinandersetzen und die wissenschaftlichen Bücher weniger beachten.¹³⁴ Er war auch gegen die Systematisierung von Naturwissenschaften.¹³⁵ Für Bacon war die Natur das Maß aller Dinge und nicht der Mensch. Das Subjekt rückt bei ihm in den Hintergrund und lässt die Natur für sich selbst sprechen.¹³⁶ Er führte den neuen Terminus der Tatsache ein, damit er quasi die Sprache der Natur wiedergeben kann. Der Tatsachen-Begriff wurde zu einer neuen epistemologischen Kategorie, die den Anspruch erhob, reine Erfahrungen von Interpretationen abzugrenzen.¹³⁷

Bacons Ideal wurde von Newton damals in Frage gestellt. Newton war der Meinung, dass man nicht allzu viele Experimente machen sollte, weil über die Beobachtungen und Ergebnisse gestritten werden kann.¹³⁸ Bacons Theorie der Wissenschaft inspirierte allerdings die verschiedenen positivistischen und neopositivistischen Richtungen des 19. und 20. Jahrhunderts.¹³⁹

Das Besondere an der positiven Wende ist die Professionalisierung der Disziplinen. Gleichzeitig rückt die technische Seite des neuen Paradigmas in den Vordergrund. Sie bestimmt diese Etappe der Physik. Damit bleiben erkenntnistheoretische Fragen im Hintergrund, zeitgleich wird das positivistische Erkenntnissubjekt passiver und das Experiment wird als „die Methode“ der Wissenschaft definiert.

¹³² Vgl. Horkheimer, Adorno: Dialektik der Aufklärung, 9.

¹³³ Vgl. Bacon: Neues Organon. Hamburg: 1990, 131.

¹³⁴ Vgl. Bacon: Neues Organon, 99.

¹³⁵ Vgl. Daston: „Baconsche Tatsachen“, 51.

¹³⁶ Vgl. Bacon: Neues Organon, 101.

¹³⁷ Vgl. Daston: „Baconsche Tatsachen“, 46.

¹³⁸ Vgl. Daston: „Baconsche Tatsachen“, 45.

¹³⁹ Vgl. Daston: „Baconsche Tatsachen“, 53.

4.1. Einsteins Beitrag zur Wissenschaftstheorie

Das Newtonsche Paradigma erschuf auf der Meta-Ebene die Harmonie zwischen der Mikro- (physikalische) und Makrowelt (astronomische).¹⁴⁰ Die Newtonschen Entdeckungen ermöglichten eine simplifizierte Vorstellung des Universums. Später wurde der Positivismus immer dominanter in der Community der Wissenschaftler:innen. Die positive Wende in der Wissenschaft betonte die Theoriefeindlichkeit und die Ablehnung von konservativem Wissen, um den Fortschritt zu ermöglichen. Aus diesem Grund war das Einsteinsche Paradigma ein Lob an die Baconschen Methode und richtet sich gegen das idealistische Weltbild von Newton und Kant. Die Einsteinsche Revolution ist damit die Krönung der positiven Wende.

Einsteins Weltbild wurde bei einer Sonnenfinsternis im Jahr 1919 geprüft. Nach der Abmessung der Platten, wurde von der Royal Society und der Royal Astronomical Society die Relativitätstheorie bestätigt.¹⁴¹ Schlicks Beitrag zur Relativitätstheorie wurde von Einstein persönlich gelobt. Er betonte die Klarheit und Präzision der philosophischen Grundlage seiner Relativitätstheorie.¹⁴² Die positive Wende, welche die Ära des Positivismus einleitete, beeinflusste Einstein, aber er äußerte sich später kritisch gegenüber dem Positivismus.¹⁴³ Die empiristische Philosophie war dennoch ein wichtiger Wegweiser für Einstein. Schlick schreibt:

„Auch die historische Betrachtung zeigt uns die Blutsverwandtschaft zwischen Relativitätslehre und Empirismus, denn Einstein ist unmittelbar durch Hume und Mach beeinflusst worden, jene hervorragenden Empiristen, deren Philosophie man gern und treffend mit dem Namen des Positivismus bezeichnet, weil sie die Aufgabe aller wissenschaftlichen Erkenntnis darin sieht, das positiv Gegebene in seinen Zusammenhängen zu beschreiben.“¹⁴⁴

Die Schlicksche Wissenschaftstheorie ist zunehmend von Einstein beeinflusst:

„Wer die Grundlagen der heutigen Physik verstehen will, muß mit der Relativitätstheorie vertraut sein; wer deren Prinzipien nicht beherrscht, kann sich von dem Weltbild der modernen Naturwissenschaft keine richtige Vorstellung machen.“¹⁴⁵

¹⁴⁰ Vgl. Shapin: Die wissenschaftliche Revolution, 77.

¹⁴¹ Vgl. Schlick: Rostock, Kiel, Wien. Wien/New York: 2012, 187.

¹⁴² Vgl. Stadler: Der Wiener Kreis: Ursprung, Entwicklung und Wirkung des Logischen Empirismus im Kontext. Cambridge: 2015., 24.

¹⁴³ Vgl. Howard, Giovanelli: "Einstein's Philosophy of Science", URL: <https://plato.stanford.edu/entries/einstein-philscience/> [abgerufen am 5.5.2023]

¹⁴⁴ Schlick: Rostock, Kiel, Wien, 535f.

¹⁴⁵ Vgl. Schlick: Rostock, Kiel, Wien, 93.

Ein neues Weltbild, das eine neue Ontologie und Epistemologie mit sich brachte, stand im Zentrum der Wissenschaftstheorien von vielen Philosophen und Wissenschaftlern des 20. Jahrhundert. Ein prominentes Beispiel ist die Theorie der Einheitswissenschaft des Wiener Kreises. Nach dem Vorbild von Comte, wurde vom Wiener Kreis der Versuch unternommen alle Wissenschaften zu vereinen und sie in das Zentrum der Gesellschaft zu positionieren.¹⁴⁶

Einsteins Relativitätsprinzip wird von Schlick so dargelegt:

„Zwei Ereignisse an verschiedenen Orten, die für einen Beobachter gleichzeitig sind, finden für einen, der sich gegen den ersten bewegt, zu verschiedenen Zeiten statt. In diesem Satze liegt durchaus kein Widerspruch; er widerspricht nur der Meinung, dass Gleichzeitigkeit etwas Absolutes sei, aber diese Meinung war eben unbegründet.“¹⁴⁷

Das Relativitätsprinzip widerlegt die Absolutheit der Newtonschen Mechanik. Das Prinzip der Relativität verändert die wichtigsten Teile der mathematischen Physik:

„Dies gibt Einstein das Recht zu behaupten: auch Rotationen und andere beschleunigte Bewegungen sind ganz und gar relativ. Auf Grund dieses Satzes entwickelt er eine ganz neue, wundersame Mechanik; die klassische Mechanik ist nicht mehr streng richtig, sondern erscheint nur als ein in vielen Fällen mit großer Annäherung gültiger Spezialfall der allgemeinen Einsteinschen Dynamik.“¹⁴⁸

Einsteins Physik bedient sich nicht mehr der euklidischen Geometrie, sie existiert in einer nicht-euklidischen Version der mathematischen Physik.¹⁴⁹ Die Auswirkungen der Einsteinschen Theorie sind weitreichend. Die alte Mechanik ging davon aus, dass es einen Äther gäbe. Schlick legt dar, welche Konsequenz die Verwerfung dieser Theorie hat:

„Denn während es für jene alte Vorstellung noch prinzipiell möglich war, ”dasselbe“ Teilchen in seiner Bahn an verschiedenen Orten im Zeitlauf zu verfolgen, wird dies für das elektromagnetische Feld sinnlos.“¹⁵⁰

¹⁴⁶ Vgl. Bourdeau: “Auguste Comte”, URL: <https://plato.stanford.edu/entries/comte/> [abgerufen am 5.5.2023]

¹⁴⁷ Schlick: Rostock, Kiel, Wien, 164.

¹⁴⁸ Schlick: Rostock, Kiel, Wien, 185.

¹⁴⁹ Vgl. Schlick: Rostock, Kiel, Wien, 186.

¹⁵⁰ Schlick: Rostock, Kiel, Wien, 640.

Schlick zeigt auf, dass Einstein die Trennung der Disziplinen (Mathematik und Physik) respektiert und seine Theorie als der Höhepunkt der positiven Wende betrachtet werden kann:

„Einstein macht sich in ihm eine These zu eigen, die wohl als ein Eckpfeiler der modernen Theorie exaktwissenschaftlicher Erkenntnis angesehen werden muß, und die er in wundervoller Prägnanz so formuliert: „Insofern sich die Sätze der Mathematik auf die Wirklichkeit beziehen, sind sie nicht sicher, und insofern sie sicher sind, beziehen sie sich nicht auf die Wirklichkeit.“¹⁵¹

Die Relativitätstheorie ist physikalischer als die Newtonsche Theorie. Sie stellt die physikalischen Größen in den Vordergrund:

„Die Relativitätstheorie dagegen hat lediglich physikalische Größen zum Gegenstande, d. h. Resultate von Messungen. [...] und die Relativierung, welche die neue Lehre vollzieht, besteht im Grunde nur darin, daß sie das Messungsergebnis als von mehr Voraussetzungen abhängig erweist, als man früher glaubte, nämlich vom Bewegungszustand des Beobachters usw.“¹⁵²

Es ist wichtig an dieser Stelle zu erwähnen, dass die Kantsche Wissenschaftstheorie nicht mit Newtons Philosophie gleichzusetzen ist und genauso wenig die Schlicksche mit der Einsteinschen. Newton und Einstein machen nur einen Teil eines Paradigma-Komplexes aus, der theoretische Teil wird von der Community der Wissenschaftstheoretiker:innen geliefert und der ideologische Teil wird durch gesellschaftspolitische Ereignisse bestimmt.

Die Einsteinsche Philosophie der Physik hat an einigen Stellen sogar neukantische Züge, weil er die Neopositivisten kritisiert. Er meinte, Theorie und Praxis liegen in positivistischen Wissenschaftstheorien zu eng aneinander, und dies überlässt kaum Spielraum für neue Ideen, welche dann eines Tages fruchtbare Ergebnisse erzielen könnten.¹⁵³ Schlick im Gegensatz zu Einstein romantisiert sowohl die positivistische Wissenschaftstheorie als auch die Aufklärungsideologie, obwohl sie im 20. Jahrhundert bereits an Kraft deutlich eingebüßt hatte. Einstein, der teilweise zum Positivismus hielt, musste einsehen, dass neuere Entwicklungen im Bereich der Quantenmechanik genau das Gegenteil dieses Paradigmas bestätigten. Er war jedoch auch kein Quantenphysiker per se und aus diesem Grund war er skeptisch gegenüber bestimmter Quantenphänomene.¹⁵⁴

¹⁵¹ Schlick: Rostock, Kiel, Wien, 465.

¹⁵² Schlick: Rostock, Kiel, Wien, 538.

¹⁵³ Vgl. Howard, Giovanelli: "Einstein's Philosophy of Science", URL: <https://plato.stanford.edu/entries/einstein-philsience/> [abgerufen am 5.5.2023]

¹⁵⁴ Vgl. Einstein, Podolsky, Rosen: "Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete?" In: Physical Review, Vol. 47, No. 10 (1935), 780.

Genauer gesagt war Einstein der Meinung, dass Quantenphänomene „Massenphänomene“ seien, aus diesem Grund kann man keine Gesetzmäßigkeit von der Beobachtung dieser Phänomene ableiten, zumindest keine Gesetze, welche die Quantendinge betreffen. Einstein baut auf den Grundsteinen der Physik, die von Newton und Kant in die klassische Physik eingeführt wurden, auf. Er hält vor allem an dem sog. Individuationsprinzip fest, dessen Widerlegung eine große Rolle in der Quantenphysik spielt.¹⁵⁵ Einstein, auch wenn anders als Schlick, orientierte sich an den Prinzipien der klassischen Physik. Er operierte noch immer im alten Paradigma, auch wenn seine Theorie als das Stadium der Physik gilt, welches sich zwischen der klassischen und quantenphysikalischen Wende befindet. Anders ausgedrückt bezeichnet die Relativitätstheorie das Ende der klassischen Physik und ebnet damit den Weg für die Quantenphysikalische Revolution.

Bei Einstein können wir erkennen, dass die erkenntnistheoretischen Fragen der Physik für ihn wichtig sind. Schlick war sogar der Meinung, dass Einstein die Naturphilosophie in die Physik zurückbrachte.¹⁵⁶ Beginnend mit Einstein rückt die Erkenntnistheorie und Wissenschaftstheorie in den Vordergrund der Debatten innerhalb der Community von Physikern. Diese Tendenz wird in der Quantenwende fortgesetzt.

4.2. Schlicksches Wissenschaftstheorie

Die modernen Empiristen¹⁵⁷ bezeichneten Kant aufgrund der Ähnlichkeit mit der Philosophie von Descartes als Rationalisten. Der Wiener Kreis und die modernen Mathematiker verurteilten Kant vor allem für seine metaphysisch-transzendentalen Thesen und Sprache. Die Kantsche Meta-Methodologie, also die Verbindung mathematischer und physikalischer Prinzipien wird jedoch von Schlick gelobt.¹⁵⁸

¹⁵⁵ Vgl. Barad: Agentieller Realismus, 78f.

¹⁵⁶ Vgl. Schlick: Rostock, Kiel, Wien, 533.

¹⁵⁷ In dieser Arbeit werden die Mitglieder des Wiener Kreises als moderne Empiristen, Neopositivisten oder logische Empiristen bezeichnet.

¹⁵⁸ Vgl. Schlick: Erkenntnistheoretische Schriften 1926-1936. Wien/New York: 2013, 231.

Die positive Wende erschuf eine reduktionistische Erkenntnistheorie und damit rückte die Ableitung von Fakten aus dem Experiment in den Vordergrund. Dies sehen wir am folgenden Zitat:

„In der Praxis versichern wir uns gegen alle Fehler, die durch mangelhaftes Funktionieren des psychischen Apparates entstehen könnten, durch Verifikationsprozesse. Nach der Lösung eines Rechenexempels z. B. machen wir eine Probe, oder wir wiederholen die Rechnung noch einmal, oder wir lassen sie von jemand anders wiederholen, und wenn das Resultat mit dem zuerst erhaltenen übereinstimmt, geben wir uns zufrieden und halten es für richtig. Wir nehmen dabei mit Recht an, daß gerade wegen der Ungleichmäßigkeit der psychischen Prozesse bei jeder Prüfung oder Wiederholung nicht immer genau derselbe Irrtum begangen wird und betrachten daher das Fehlen von Abweichungen als Bestätigung der Richtigkeit.“¹⁵⁹

Diese Erklärung der wissenschaftlichen Praxis macht die Quintessenz des positiven Paradigmas aus. Außerdem sehen wir, inwiefern die Baconschen Tugenden dabei eine Rolle spielen. Das Erkenntnissubjekt ist passiv und wird in die Kategorie der Subjektivität gereiht. Das Wissenssubjekt soll während der Durchführung des Experiments so gut wie möglich ausgeblendet werden.

Schlick stellt den Wissenschaftler auf ein Podest, und damit entzieht er ihm die Verantwortung. Er sieht in der Wissenschaft eine gut funktionierende Maschinerie, welche den Wissenschaftler:innen alle Geheimnisse der Natur enthüllen kann. Man kann bereits bei Kant teilweise die Genese dieses Denkens erkennen. Diese Naivität wurde für lange Zeit in der wissenschaftlichen Community gepflegt, weil sie Teil des aufklärerischen Programms war. Wir dürfen deshalb nicht in die Falle reinfallen, dass, nur weil Kant damals der Skepsis Platz einräumte, indem er die „Dinge“ von den „Dingen an sich“ trennte, er ein Skeptiker war. Er war ein Idealist wie Schlick, nur in einer anderen Epoche.

Schlick beschäftigte sich mit Weltbildern in der Naturphilosophie. Er behauptete, dass die Kantsche Philosophie den Skeptizismus von Hume zu überwinden schien.¹⁶⁰ Das Kantsche Weltbild wurde von den Idealisten übernommen. Die Positivisten lösten dann später die idealistische Phase der Wissenschaft ab.¹⁶¹ Schlick nennt Hume den Vorgänger der Positivisten. Der Skeptiker des alten Paradigmas wurde auf diese Weise zum Vorreiter eines neuen Weltbildes. Er bezeichnet die Humesche Philosophie als fortgeschrittener als das kantische

¹⁵⁹ Schlick: Allgemeine Erkenntnislehre. Wien, New York: 2009, 349.

¹⁶⁰ Vgl. Schlick: Erkenntnistheoretische Schriften 1926-1936, 74.

¹⁶¹ Vgl. Schlick: Erkenntnistheoretische Schriften 1926-1936, 77.

System.¹⁶² Aber erst die „Wissenschaftliche Weltauffassung“ wird als der Höhepunkt des Fortschritts bezeichnet.

Schlick war ein Neopositivist. Der Neopositivismus wird auch logischer Empirismus genannt, weil sich ab dem 19. Jahrhundert der logische Teil vom empirischen Teil der Wissenschaft weitgehend distanzierte.¹⁶³ Diese Erneuerungen machten sich auch in der modernen Geometrie und Logik bemerkbar, welche den Kern der modernen mathematischen Physik ausmachen.¹⁶⁴

Einer der wichtigsten wissenschaftstheoretischen Texte von Schlick ist der Artikel „Über die Beziehung zwischen den psychologischen und den physikalischen Begriffen“, der 1934 in der Zeitschrift „Revue de Synthèse“ veröffentlicht wurde.¹⁶⁵ In diesem Werk beurteilt Schlick die Thesen von Descartes und Kant. Er kommt zu der Schlussfolgerung, dass beide Philosophen den Leib-Seele Dualismus ähnlich formuliert haben.

Er meint, dass Kant den Cartesischen Dualismus übernahm und die Außenwelt nur psychisch interpretierte. Für die beiden Philosophen gab es keine sichere Erkenntnis außerhalb der „*rei cogitantis*“.¹⁶⁶ Schlick versucht mit diesem Argument die kantische Wissenschaftstheorie zu delegitimieren, aber übersieht dabei seinen Argumentfehler. Es gibt in Kants Theorie *de facto* zwei Ebenen der Erkenntnis: die physische durch die Formen der Anschauung und die psychische durch die Kategorien.

Neben dem Cogito-Begriff war für Descartes die Trennung zwischen Erkenntnissubjekt und physikalischer Außenwelt wichtig. Der Cartesische Dualismus macht es teilweise unmöglich die Außenwelt zu erkunden aufgrund der strengen Trennung von Subjekt und Objekt. Kant ging nicht von dieser strengen Distinktion aus, weil er beweisen wollte, dass die Innenwelt mit der Außenwelt in Harmonie ist. Obwohl Schlick Kant für die Gemeinsamkeiten mit Descartes verurteilt, ist er indirekt ein Befürworter von Descartes, weil er den Cartesischen Dualismus annimmt und diese Tradition weiterführt. Seit der positiven Wende wurde das Subjekt vom Objekt weitgehend getrennt und der Cartesische Cut reinstalliert.

Schlick löst das klassische Leib-Seele Problem, indem er sagt, dass es nur eine wichtige Dimension gibt, nämlich die körperliche. Schlick zieht also die körperliche Ebene der psychischen vor.¹⁶⁷ Schlick leugnet die komplexen Vernunfthandlungen der psychischen

¹⁶² Vgl. Schlick: Erkenntnistheoretische Schriften 1926-1936, 82.

¹⁶³ Vgl. Stadler, Uebel (Hrsg.): Wissenschaftliche Weltauffassung. Wien/New York: 1929, 19.

¹⁶⁴ Vgl. Friedman: Kant and the exact sciences, 55.

¹⁶⁵ Vgl. Schlick: Erkenntnistheoretische Schriften 1926-1936, 361.

¹⁶⁶ Vgl. Schlick: Erkenntnistheoretische Schriften 1926-1936, 367.

¹⁶⁷ Vgl. Schlick: Erkenntnistheoretische Schriften 1926-1936, 272.

Innenwelt nicht, aber er ignoriert sie, damit er beweisen kann, dass die Anschaulichkeit gesichert ist. Er kann damit zeigen, dass die Außenwelt für uns zugänglich ist. Schlick wollte auf die mystische Intuition von Kant verzichten, aber er musste einen neuen Weg finden die sichere Anschaulichkeit zu retten. Bei Schlick sehen wir die Tendenz zum empirischen Idealismus, also eine Bevorzugung der Empirie und des Erkenntnisobjekts gegenüber dem Erkenntnissubjekt.

Schlick formuliert eine Parallelwelt, die nur psychische Phänomene enthalten würde und stellt fest, dass keine konstante Vorstellung in dieser Welt möglich wäre.¹⁶⁸ Diese Argumentation, welche Schlick darlegt, ähnelt der Theorie von Kant über die Sinnlichkeit, nur dass sie weniger mathematischer und mehr physikalischer Art ist. Die Anschaulichkeit ist bei Schlick also nicht mathematisch, sondern physikalisch. Hier kann man ebenfalls beobachten, wie sich die Paradigmen voneinander unterscheiden.

Bei Schlick begegnen wir eine bestimmte Art des physischen Monismus. Die Verbindung des Subjekts mit der Außenwelt ist bei Schlick einfach gegeben. Schlick dreht den Spieß um und behauptet, alles wäre physisch. Er bezichtigt Kant für seine Nähe zur Descarteschen Theorie des Subjekts, obwohl Kant an mehreren Stellen in der Kritik der reinen Vernunft explizit erklärte, dass er gegen Descartes argumentiert und dass die empirische Seite der Erkenntnis für ihn ebenfalls im Mittelpunkt steht. Es sind nur kleine Nuancen, welche die Positionen von Kant und Schlick auseinanderhalten und dennoch entpuppen sie sich als große Unterschiede, wenn man ihre Positionen vergleicht.

Schlick idealisiert die Einsteinsche Theorie, welche das Kantsche System widerlegte:

„Das Einsteinsche Weltbild läßt die Einheit der Natur vollkommener hervortreten als das Newtonsche, aber nicht, weil es dem kritischen Gedanken gemäßer wäre, sondern weil es, schon am physikalischen Erkenntnisbegriff gemessen und noch unabhängig von der letzten philosophischen Interpretation, eine höhere Erkenntnisstufe darstellt.“¹⁶⁹

Im Gegensatz zur Newtonschen Mechanik ist die Einsteinsche dynamischer und physikalischer im Sinne, dass sie präzisere Berechnungen und Vorhersagen über bestimmte physikalische Phänomene anbieten kann.

Schlick erklärt, wie Kausalität im Einsteinschen Paradigma definiert werden soll:

¹⁶⁸ Vgl. Schlick: Erkenntnistheoretische Schriften 1926-1936, 386ff.

¹⁶⁹ Schlick: Rostock, Kiel, Wien, 233.

„Das Kausalprinzip ist nicht selbst ein Naturgesetz, sondern vielmehr der allgemeine Ausdruck der Tatsache, daß alles Geschehen in der Natur ausnahmslos gültigen Gesetzen unterworfen ist.“¹⁷⁰

Im Gegensatz zum Newtonschen Paradigma, welches apodiktische Wahrheiten produzierte und Kausalgesetze formulierte, ist das Einsteinsche Paradigma darum bemüht diese zu relativieren. Schlick sieht dies jedoch nicht als eine Tatsache, welche das positivistische Weltbild erschüttert, vielmehr ist dies ein wissenschaftliches Faktum, welches zu akzeptieren ist. Das Problem der Definition von Kausalität ist, dass die Naturvorgänge miteinander verbunden sind und dadurch entsteht ein komplexes Gebilde von Ursachen und Wirkungen.¹⁷¹

Auch wenn im Einsteinschen Weltbild die Kausalgesetze etwas relativiert wurden, versucht Schlick um jeden Preis die Überreste des Newtonschen Paradigmas zu retten, indem er die mathematische Seite der Physik hervorhebt. Schlick lobt die Methode der modernen Wissenschaft, welche Differentialgesetze für die Kausalbeziehungen nutzt. Diese führt zu einfachen Gesetzen und sie spiegelt eine klare mathematische Matrix, oder Ordnung der Außenwelt wider.¹⁷²

Schlick argumentierte, wie Kant, dass die mathematische Methode die beste sei, um Wissenschaft zu begründen. Die mathematischen Prinzipien dienen bei Schlick und den Neopositivisten der Physik, aber sie beschreiben nicht mehr ihre Natur.¹⁷³ Kant war noch der Meinung, dass die metaphysische Natur der Wissenschaft erkennbar und bestimmbar sei.

Schlick sieht ein, dass das positivistische Weltbild bei der Quantenphysik nicht funktioniert und die Idealen der positiven Physik teilweise aufgegeben werden müssen:

„In diesen Fällen – zu deren ernster Erwägung die später zu erwähnende ”Quantentheorie“ uns nötigt – wurden die Naturgesetze nicht in der einfachen Gestalt von Differentialgleichungen formuliert werden können, sondern vermutlich wesentlich kompliziertere Gestalt annehmen.“¹⁷⁴

Aber Schlick weigert sich einzusehen, dass die Problematik bei der Quantenmechanik komplexer ist als er vermutet und zwar wegen der Konsequenzen des fortschreitenden Empirismus und nicht aufgrund irgendwelcher Gegenbewegungen, wie z.B. dem logischen Idealismus (moderner Idealismus), die dem Positivismus nur philosophischen Skeptizismus

¹⁷⁰ Schlick: Rostock, Kiel, Wien, 109.

¹⁷¹ Schlick: Rostock, Kiel, Wien, 110.

¹⁷² Vgl. Schlick: Rostock, Kiel, Wien, 649.

¹⁷³ Vgl. Schlick: Erkenntnistheoretische Schriften 1926-1936, 231.

¹⁷⁴ Schlick: Rostock, Kiel, Wien, 650.

entgegenbrachten. Es ist aufgrund von Experimenten der Quantenphysik nicht möglich das klassische Weltbild aufrechtzuerhalten. Nicht nur die Kausalgesetze, sondern die ganze klassische Erkenntnistheorie muss aufgrund der Quantenmechanik verändert werden. Aber bevor wir uns der Quantenphysik widmen, sollten wir die Dialektik der zwei klassischen Paradigmen, die von Newton und Einstein begründet wurden, unter die Lupe nehmen.

4.3. Zwei Paradigmen

Bei Kant hatte die Wissenschaftstheorie einen objektiv-mathematischen Ursprung und dieser verlieh den anderen Disziplinen einen sicheren Halt. Diesen Punkt gibt es in der modernen Wissenschaft nicht mehr. Im Vordergrund stehen im Einsteinschen Paradigma die Induktion und die hypothetische Natur der Naturwissenschaften.¹⁷⁵

Für Schlick kann nur die moderne mathematische Physik die Grundlage für die moderne Einheitswissenschaft liefern. Er unterstützt sein Argument durch die Geschichte der Entwicklung dieser Wissenschaft. Im 19. Jahrhundert war die Lage der Forschung diverser und Teile der Physik waren teilweise miteinander unvereinbar. Diese Lage löste die positive Wende aus. Heutzutage ist es vor allem dank Einstein selbstverständlich, dass alle Teildisziplinen der Physik miteinander verbunden sind. Mechanik und Elektrodynamik machen die Grundsteine der modernen Physik aus. Schlick ist überzeugt, dass Physik allgemeine Gesetze für alle Naturwissenschaften enthält. Sogar die Prinzipien der modernen Chemie sind de facto von physikalischen Gesetzen ableitbar.¹⁷⁶

Die früheren Perioden der Wissenschaft werden bei ihm als „allzu metaphysisch“ bezeichnet und damit als rückschrittlich betrachtet.¹⁷⁷ Schlick versucht nicht andere Disziplinen zu diskreditieren, aber meint, dass man sich an den physikalisch-mathematischen Prinzipien der Naturwissenschaft orientieren soll. Der Empirismus wird als die einzige wahre philosophische Richtung anerkannt. Der Empirismus ist für ihn jedoch mehr als eine philosophische Schule, sie verkörpert die Wahrheit. Dennoch werden nur die gegenwärtigen Theorien als wahr

¹⁷⁵ Vgl. Schlick: Erkenntnistheoretische Schriften 1926-1936, 278.

¹⁷⁶ Vgl. Schlick: Erkenntnistheoretische Schriften 1926-1936, 127f.

¹⁷⁷ Vgl. Schlick: Erkenntnistheoretische Schriften 1926-1936, 79.

bezeichnet, die alten empirischen Thesen waren laut Schlick teilweise auch metaphysisch.¹⁷⁸ Die „alte“ Empirie verkörpert auch die Kantsche Philosophie, die für eine rationale Empirie plädierte.

Für Schlick ist es nicht die Aufgabe der Philosophie, sondern der Physik alle Wissenschaften zu vereinen und als allgemeine Disziplin zu fungieren. Er übte deswegen Kritik an Hegel und Schelling, die seiner Meinung nach mithilfe der Philosophie eine unwissenschaftliche Erklärung für naturwissenschaftliche Phänomene anboten. In diesen Fällen sieht man laut Schlick, dass die Philosophie kein Ersatz für naturwissenschaftliche Fakten sein kann.¹⁷⁹ Die Idealisten bieten keine gute Erklärungsmodelle für den modernen Empirismus, weil sie noch im alten Kantschen Paradigma operieren.

An dieser Stelle sehen wir auch einen klaren Unterschied zu Kant, der Philosophie als die Königin aller Wissenschaften betrachtet hatte. Die „Kritik der reinen Vernunft“ ist gleichzeitig eine Verteidigung der philosophischen Methode. Die Meta-Methodologie könnte laut Kant nur mithilfe der Philosophie konstruiert werden. Der reine Teil der Wissenschaften, welcher teilweise mathematisch, aber gleichzeitig auch rational-philosophisch ist, steht bei Kant im Fokus seines Werkes.

Wie soll man aber eine Wissenschaftstheorie ohne Philosophie konstruieren? Auch hier können wir beobachten, dass Schlick sich an das positivistische Ideal festklammert. Es geht bei ihm um die direkte Ableitung von Theorien aus den Experimenten. Kein anderer Interpretationsrahmen solle für den Erfolg der Physik notwendig sein. Schlick vergaß allerdings dabei, dass die Wissenschaftstheorie mehr als nur die Erklärung der technischen Seite eines Paradigmas ist. Die Wissenschaftsphilosophie bietet einerseits den Interpretationsrahmen für die Erfindungen in der Physik, andererseits befasst sie sich auch mit erkenntnistheoretischen Fragen, welche von der Physik nicht völlig ableitbar sind. Die erkenntnistheoretischen Teile müssen jedoch mit den Erfindungen der Physik auf eine bestimmte Weise korrelieren. Aus diesem Grund ist beim positiven Paradigma die Wissenschaftstheorie reduktionistisch und mangelhaft, während sie bei Kant etwas mehr Raum einnimmt.

Am folgenden Beispiel wird die Dialektik der zwei klassischen Paradigmen genauer erläutert. Kant war überzeugt, dass wir eine objektive Erkenntnis über die Erscheinungen/Gegenstände der Natur besitzen. Dies erklärte er anhand eines Gedankenexperiments: Wenn der Zinnober

¹⁷⁸ Vgl. Schlick: Erkenntnistheoretische Schriften 1926-1936, 82f.

¹⁷⁹ Vgl. Schlick: Erkenntnistheoretische Schriften 1926-1936, 130.

manchmal rot, manchmal schwarz, oder mal schwer und dann leicht wäre, so könnte unsere empirische Einbildungskraft nicht einmal die Gelegenheit bekommen eine beständige Vorstellung über den Zinnober zu kreieren.¹⁸⁰ Schlick verwendet ein ähnliches Gedankenexperiment, um zu zeigen, dass die Außenwelt gewissen Regeln folgt und uns dementsprechend weniger täuscht, oder täuschen kann, als dies die Rationalisten zugeben würden.¹⁸¹ Kant und Schlick machen dieselbe Schlussfolgerung; höchstwahrscheinlich hat Schlick diese Argumentationsweise einfach von Kant übernommen. Die beiden unterscheiden sich nur in der perspektivischen Deutung der Außenwelt. Schlick argumentiert, wie ein empirischer Idealist, während Kant ein transzendentaler Idealist bleiben möchte. Schlick war überzeugt, dass die physikalische Welt und Sprache universal seien.¹⁸² Sein Weltbild ist interessanterweise in diesem Punkt dogmatischer als das kantische. Kant nimmt eine moderate Haltung ein, weil er die psychische Welt in seine Theorie inkludiert. Schlick bezeichnete dagegen den Körper-Seele-Dualismus als metaphysisch und irrational. Er sah keinen Gegensatz zwischen den zwei Entitäten und meinte, dass es nur eine Sphäre gäbe, nämlich die physikalische.¹⁸³

Kant hat den empirischen Idealismus als Paradoxon formuliert, während Schlick es als Ideal definierte. Dieser Satz erklärt bereits den Hauptunterschied zwischen den zwei Denkern. Die zwei Ansichten entsprechen dem jeweiligen Paradigma ihrer Zeit. Kant hat damals ein überzeugendes Argument gegen die empirischen Idealisten wie Schlick gemacht. Laut Kant wollen die transzendentalen Realisten (empirische Idealisten) die Gegenstände an sich erkennen. Diese Position legt dar, dass die Welt auch unabhängig von unserer Gedankenwelt existiert. Dieser Realist ist gleichzeitig ein empirischer Idealist, der die Außenwelt im Endeffekt als nicht erforschbar abstempeln muss, weil unsere Sinne das Wesen der Gegenstände nicht erkennen können. Der empirische Idealismus versperrt schlussendlich den Weg zur Erkenntnis der Außenwelt, weil er sie stark idealisiert. Ein transzendentaler Idealist, wie Kant, ist dagegen ein empirischer Realist. Dieser Realist verbindet die Empirie mit dem „Cogito, ergo sum“.¹⁸⁴

Schlick argumentiert zwar gegen Kant, aber er erkennt ihn als Vorgänger einer modernen Wissenschaft an:

¹⁸⁰ Vgl. Kant: Kritik der reinen Vernunft 210f.

¹⁸¹ Vgl. Schlick: Erkenntnistheoretische Schriften 1926-1936, 386ff.

¹⁸² Vgl. Schlick: Erkenntnistheoretische Schriften 1926-1936, 389f.

¹⁸³ Vgl. Schlick: Erkenntnistheoretische Schriften 1926-1936, 272.

¹⁸⁴ Vgl. Kant: Kritik der reinen Vernunft, 485f.

„Die apriorische Erkenntnis spielt hier also eine ganz andere Rolle als in den rationalistischen Systemen eines Descartes oder Spinoza; sie gibt nur allgemeinste Formen, an welche die Erkenntnisfunktionen des Bewußtseins gebunden sind. Es ist verständlich, daß den Liebhabern der alten Metaphysik der Kantsche Kritizismus als ein „alles zermalmender“ erschien.“¹⁸⁵

An dieser Stelle erkennt er die kantische Leistung an. Zur Kants Zeit war seine Theorie de facto revolutionär. Aber aus der Sicht der Wissenschaft des 20. Jahrhunderts galt die Wissenschaftstheorie Kants als überwunden.

Schlick erwähnt die Tatsache, dass viele Philosophen Theorien in Systeme eingebaut haben, die sie selbst entwickelten. Die Idee war, dass aus einem absolut geltenden Prinzip alle anderen Wahrheiten abgeleitet werden könnten. Die Legitimierung des Systems bei Kant ist ein Musterbeispiel für solche Methoden. Für Kant war das a priori Prinzip notwendig, um seine Kategorientafel zu konstruieren. Es ging bei ihm um die Validierung von Tatsachen durch ein höheres Prinzip.¹⁸⁶ Schlicks Kritik an solchen philosophischen Systemen ist deckungsgleich mit der Baconschen Kritik der Wissenschaft. Einer der Eckpfeiler des Positivismus ist die Systemfeindlichkeit und die kritische Betrachtung von deduktiven Systemen.¹⁸⁷

Schlick sieht keine Grenzen der menschlichen Erkenntnis der Natur. Es gibt zwar Einschränkungen, aber sie sind meistens technische Problematiken. Es gibt kein Gesetz, dass uns bestimmte Wahrheiten der Natur verbieten könnte.¹⁸⁸ Die moderne Erkenntnistheorie unterscheidet sich kaum von der Kantschen, wenn es um die Frage der Anschaulichkeit geht. In den positivistischen Theorien stimmt die Ontologie mit der Epistemologie wie bei Kant völlig überein. Physik ist die Wirklichkeitswissenschaft, daher sollte sie auch Wahrheiten über die Außenwelt produzieren können. Die Wissenschaftstheorie sollte mit der Ontologie in Harmonie sein.¹⁸⁹ Schlick selbst meinte, dass sich Empiristen und Idealisten nur in wenigen Punkten unterscheiden. Meistens geht es um den Status von synthetischen Urteilen.¹⁹⁰

Es ist deswegen interessant, dass Schlick die rationale/ideale Schule dogmatisch nennt.¹⁹¹ Er erklärt die Kantsche Wissenschaftstheorie für dogmatisch, weil Kant die synthetischen Urteile a priori eingeführt hatte. Schlick plädiert aber auch für den Dogmatismus, aber für einen empirischen. In Schlicks Theorie finden wir Anteile des Skeptizismus von Hume und er hat

¹⁸⁵ Schlick: Allgemeine Erkenntnislehre, 723.

¹⁸⁶ Vgl. Schlick: Erkenntnistheoretische Schriften 1926-1936, 257f.

¹⁸⁷ Vgl. Bacon: Neues Organon, 131.

¹⁸⁸ Vgl. Schlick: Erkenntnistheoretische Schriften 1926-1936, 281.

¹⁸⁹ Vgl. Schlick: Erkenntnistheoretische Schriften 1926-1936, 285.

¹⁹⁰ Vgl. Schlick: Erkenntnistheoretische Schriften 1926-1936, 395.

¹⁹¹ Vgl. Schlick: Erkenntnistheoretische Schriften 1926-1936, 407.

kein Problem mit der induktiven Methodologie. Schlicks System ist also aus anderen Gründen restriktiv. Er nutzt unter anderem die Ideologie der Aufklärung aus, um den Fortschritt der Wissenschaft zu begründen. Er übersieht dabei jedoch die Erkenntnisse der Quantenphysik und die Rolle des Indeterminismus in der Physik.

Schlicks Begründungen sind des Öfteren ideologischer Natur, weil er sich eben nicht wie Kant auf die mathematische Intuition berufen kann. Schlick grenzt sich in seinen Schriften von den alten Empiristen ab. Erst der logische Empirismus soll die beste Version der Wissenschaft verkörpern. Er nennt aus diesem Grund die Naturwissenschaften „exakte Wissenschaften“.¹⁹² Sowohl die Positivisten als auch die Neopositivisten beriefen sich auf die Aufklärung. Schlick nutzt diese Ideologie, um seine Weltanschauung zu bekräftigen. Der Wiener Kreis um Schlick wird als eine Bewegung der „Spätaufklärung“ bezeichnet. Der Fortschrittsgedanke und die Vernunftmaxime spiegeln sich in den Werken von Schlick wider.¹⁹³ Im Werk „Wissenschaftliche Weltauffassung“ steht sogar explizit, dass die Mitglieder des Schlick-Kreises die Aufklärung in die Kategorie „Vorbilder“ platziert haben.¹⁹⁴

Schlick vereinfachte mehrmals die kantische Wissenschaftstheorie oder lehnte sie ab, nur weil sie die „alte Wissenschaft“ repräsentiert. Im Kapitel „Das Einsteinsche Paradigma“ wird genauer erläutert, wie die positive Ideologie mit der Einsteinschen Relativitätstheorie in Einklang gebracht wurde.

4.4. Spätaufklärung

Die Aufklärung mündet im 20. Jahrhundert in den Neopositivismus.¹⁹⁵ Die meisten Neopositivisten übernahmen Comtes Aufteilung der Wissenschaftsgeschichte in eine theologische, metaphysische und positive Ära.¹⁹⁶ Schlick übernimmt diese These von Comte

¹⁹² Vgl. Schlick: Erkenntnistheoretische Schriften 1926-1936, 479.

¹⁹³ Vgl. Stadler: Der Wiener Kreis: Ursprung, Entwicklung und Wirkung des Logischen Empirismus im Kontext, 33.

¹⁹⁴ Vgl. Stadler, Uebel (Hrsg.): Wissenschaftliche Weltauffassung, 12.

¹⁹⁵ Vgl. Horkheimer, Adorno: Dialektik der Aufklärung, 22.

¹⁹⁶ Vgl. Bourdeau: „Auguste Comte“, URL: <https://plato.stanford.edu/entries/comte/> [abgerufen am 5.5.2023]

und in seinen Schriften kritisiert er die Metaphysik, oder die älteren Wissenschaftstheorien, welche seiner Meinung nach dieser Natur waren.

Schlick zeigte auf, dass Kant und andere Philosophen sich viel zu sehr mit der Intuition befassten. Die Intuition mystifiziert ihre Inhalte, anstatt sie zu verdeutlichen. Intuitives Wissen kann kaum beschrieben werden und diese Tatsache macht sie so verwundbar für moderne empirische Kritik.¹⁹⁷ Schlick installiert an dieser Stelle eine explizite Baconsche Kritik, welche mit der Aufklärungsideologie übereinstimmt, laut der alles Wissen sichtbar und objektiv sein müsse.¹⁹⁸

Der Wiener Kreis und weitere Gruppierungen verkörpern das Zeitalter der sog. Spätaufklärung. Dieses gesamtgesellschaftliche Phänomen „Spätaufklärung“ umfasste unterschiedliche Organisationen am Anfang des 20. Jahrhunderts, welche politischer und wissenschaftlicher Natur waren. All diese Vereine hatten ähnliche gesellschaftspolitische Ziele gehabt, wie: humanitär-kosmopolitische Einstellung und Fortschrittsgedanke bzw. Vernunftmaxime in Bereichen der Wissenschaft. Diese Gruppen vereinte auch eine generelle Ablehnung der Metaphysik im weitesten Sinne.¹⁹⁹

Der Kreis um Schlick bezeichnet auch eine neue Ära des Positivismus, da sie die Kraft der Einsteinschen Entdeckung nutzen, um ihre Thesen zu untermauern. Der Wiener Kreis wird durch den Erkenntnisoptimismus und den Glauben an den Fortschritt durch die Wissenschaft gekennzeichnet. „Die wissenschaftliche Weltauffassung kennt keine unlösbaren Rätsel.“²⁰⁰ Dieser Satz drückt den Dogmatismus und Ideologie des Neopositivismus.

Adorno und Horkheimer schreiben: „Die Aufklärung ist totalitär.“²⁰¹ Sie bildet ein geschlossenes System, das keine Anomalien duldet. Dies ist bei den Wissenschaftstheorien und Philosophien von Kant und Schlick ersichtlich. Auch wenn die beiden Philosophen Epochen und physikalische Entdeckungen trennen, haben sie eins gemeinsam, die aufklärerische Ideologie. Die Stärke von Newtonschen/Kantschen Paradigma liegt in ihrer Absolutheit. Alles ist erklärt und erschlossen, es gibt keine Lücken in diesen Systemen. Diese Tradition wurde an die nächste Generation von Wissenschaftlern weitergegeben.

¹⁹⁷ Vgl. Schlick: Erkenntnistheoretische Schriften 1926-1936, 225.

¹⁹⁸ Vgl. Horkheimer, Adorno: Dialektik der Aufklärung, 9.

¹⁹⁹ Vgl. Stadler: Der Wiener Kreis: Ursprung, Entwicklung und Wirkung des Logischen Empirismus im Kontext, 33.

²⁰⁰ Vgl. Stadler, Uebel (Hrsg.): Wissenschaftliche Weltauffassung, 15.

²⁰¹ Horkheimer, Adorno: Dialektik der Aufklärung, 12.

Mit dem Aufstieg der Aufklärung beginnt der Aufstieg der Objektivierung in der Wissenschaft. Die Objektivierung der Wissenschaft geht mit der Sichtbarkeit einher. Der Positivismus ernährt sich von der eigenen Mythologie der absoluten Anschaulichkeit, was jedoch niemals erreicht wurde, aber bis heute propagiert wird.²⁰² Diese Überzeugung trägt Newtonsche Züge. Die wissenschaftliche Objektivität, welche der Wissenschaft Legitimität verleiht, wurde bereits mit Newton und Kant festgelegt. Die Wissenschaft, als Träger und Erzeuger von wahren Tatsachen, wurde in der Phase des Neopositivismus neuformuliert.

„Aufklärung ist die radikal gewordene, mythische Angst. Die reine Immanenz der Positivismus, ihr letztes Produkt, ist nichts anderes als ein gleichsam universales Tabu.“²⁰³ Die Positivsten und Neopositivsten platzierten alles Unerklärbare im Bereich der Metaphysik. Metaphysische Fragen interessieren die wissenschaftliche Gemeinschaft seit der positiven Wende nicht. Die Positivisten konnten sich, wenn sie mit Kritik konfrontiert wurden, damit verteidigen, dass diese nur metaphysische bzw. unwichtige Fragen sind, welche der Wissenschaft nicht angehören.²⁰⁴

„Aufklärung aber ist die Philosophie, die Wahrheit mit wissenschaftlichem System gleichsetzt.“²⁰⁵ Die Ideologie der Aufklärung war seit Kant die Stütze der Wissenschaft und ein wichtiger Bestandteil aller Meta-Paradigmen, die in dieser Arbeit vorkommen. Die Etablierung der Aufklärungsideologie und die kantsche Wissenschaftstheorie, welche weitere deterministische Wissenschaftsphilosophien ins Leben schuf, erlaubte der Wissenschaft ins Zentrum der Gesellschaft zu rücken und damit war der Weg für den Positivismus, wie wir ihn kennen, frei.

²⁰² Vgl. Kuhn: Revolutionen, 112.

²⁰³ Horkheimer, Adorno: Dialektik der Aufklärung, 22.

²⁰⁴ Vgl. Horkheimer, Adorno: Dialektik der Aufklärung, 22.

²⁰⁵ Horkheimer, Adorno: Dialektik der Aufklärung, 92.

4.5. Das Einsteinsche Paradigma

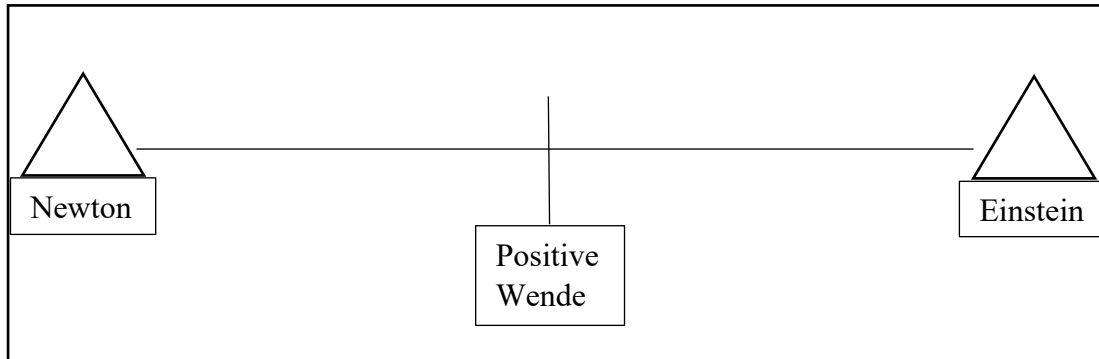


Abbildung 3

Das vorliegende Modell zeigt die Newtonsche Entdeckung, auf welche die positive Wende folgt und die mit der Einsteinschen Entdeckung ihren Höhepunkt erreicht. In der positiven Wende-Phase begann das neue Paradigma Form anzunehmen und sie wurde am Ende mit der Metatheorie von Einstein bestätigt. Von Newton bis Einstein reden wir von der „klassischen“ Phase der Physik, die mit der Quantenwende endet.

Am Anfang des 20. Jahrhunderts waren die geometrischen Theorien von Russell, Carnap, Schlick und Reichenbach von großer Bedeutung. Sie orientierten sich an den Werken von Riemann, Hilbert und Einstein. Für diese Wissenschaftler war die Kantsche Geometrie im besten Fall etwas merkwürdig, aber in erster Linie falsch.²⁰⁶ Der Bruch mit Kant bedeutete die Trennung der wissenschaftlichen Community vom alten Paradigma.

Die Aufklärungsideologie ist bei Schlick ein wichtiger Bestandteil seiner Wissenschaftstheorie, während sie bei Kant nur am Rande vorhanden war.

„Die empiristische Philosophie, von welcher der Positivismus eine Abart bildet, umfaßt überhaupt diejenigen Richtungen, in denen sich der wahre Fortschritt des philosophischen Denkens am liebsten offenbart hat.“²⁰⁷

Schlick betrachtet die Einsteinsche Entdeckung als Fortschritt in der empirischen Wissenschaft. Eine bessere Kausalerklärung gelang erst Einstein.²⁰⁸ Die Einsteinsche Revolution hatte

²⁰⁶ Vgl. Friedman: Kant and the exact sciences, 55.

²⁰⁷ Schlick: Erkenntnistheoretische Schriften 1926-1936, 82.

²⁰⁸ Vgl. Schlick: Rostock, Kiel, Wien, 136.

weitreichende Folgen für die Wissenschaft, sie veränderte sie auf allen Ebenen, aber sie verletzte nicht die Meta-Prinzipien der klassischen Physik.

Die Einsteinsche Physik geht von vier Dimensionen aus. Die dreidimensionale Welt hat de facto funktioniert, aber sie war laut Schlick eine vereinfachte Version der Welt, eine abstraktere, aber dennoch praktische Theorie.²⁰⁹ Die Änderung des Weltbildes führte dazu, dass die ehemaligen abstrakten Formen jetzt Teil der Physik wurden. Die mathematischen Teile der Physik wurden zur Frage der Empirie.²¹⁰ Einstein konnte beweisen, dass die Bewegung eines Körpers immer relativ ist und nie absolut gelten kann. Ihm ist gelungen die komplexen Beziehungen zwischen Raum, Zeit und Materie besser zu erklären, im Vergleich zu seinen Vorgänger:innen.²¹¹ Statt universalen Newtonschen Gesetzen treffen wir bei Einstein Kausalitäten, die situativ und relativ sind, auch wenn sie im ganzen Universum gelten.²¹²

Die Begriffe des neuen Paradigmas ändern sich ebenfalls:

„Wenn es etwa der modernen Physik gelingt, mechanische Gesetzmäßigkeiten auf elektromagnetische zurückzuführen, so bedeutet das genau ebensogut eine Erklärung, einen Erkenntnisfortschritt, als wenn das früher so oft versuchte umgekehrte Verfahren, nämlich die mechanische Erklärung der Elektrizität, gelungen wäre, obgleich die mechanischen Gesetze sehr viel länger bekannt und dem menschlichen Geist sehr viel vertrauter sind als die elektrischen.“²¹³

Statt der mechanischen Masse haben wir „Elektrizität“.²¹⁴ An dieser Stelle wird klar, wie Schlick zur Wissenschaftstheorie steht. Er ist überzeugt, die neuen Gesetze in der Physik wären ein Fortschrittsprozess. Eine neue Ära des Positivismus, die mit Einstein ermöglicht wurde, bestärkt seine Überzeugung. An diesem Beispiel sehen wir auch den Weltbildwechsel von der Newtonschen Mechanik zum Einsteinschen Weltbild.

Heutzutage sprechen wir von Geometrie im Plural, und aus diesem Grund können wir dieses sonst analytische System hypothetisch nennen. Die geometrischen Systeme sind im Einsteinschem Paradigma hypothetisch, weil sie erst durch Empirie bestätigt oder widerlegt werden sollen.²¹⁵ Die Einstein'sche Theorie hat eine nicht-Euklidische Geometrie bestätigt und damit die Vorherrschaft der Euklidischen Geometrie beendet. An dieser Stelle lockerte sich das

²⁰⁹ Vgl. Schlick: Rostock, Kiel, Wien, 148.

²¹⁰ Vgl. Schlick: Rostock, Kiel, Wien, 237.

²¹¹ Vgl. Schlick: Rostock, Kiel, Wien, 214.

²¹² Vgl. Friedman: Kant and the exact sciences, 56.

²¹³ Schlick: Allgemeine Erkenntnislehre, 158.

²¹⁴ Vgl. Schlick: Rostock, Kiel, Wien, 632f.

²¹⁵ Schlick: Erkenntnistheoretische Schriften 1926-1936, 237.

Newtonsche Paradigma. Der physikalische Teil der Geometrie gewinnt in der modernen Wissenschaft an Bedeutung. Bei Kant war noch der mathematische Teil wichtiger.

Russell z.B. formulierte den Wenn-Dannismus als eine neue Methode der reinen Mathematik. Russells mathematische Philosophie ist hypothetischer Natur und gehört zu den wichtigsten Theorien der reinen Mathematik. Die moderne Geometrie wird hauptsächlich als reine Mathematik betrieben, weil sie in dieser Form mehr Spielraum für Theoretiker:innen bietet.²¹⁶ Aus heutiger Sicht kann man den Kantianismus restriktiv bezeichnen, weil er keinen theoretischen Freiraum ermöglichte. Im Kantschen System existiert keine strikte Trennung zwischen dem theoretischen und empirischen Teil der Geometrie. Im Gegensatz dazu kann die moderne Geometrie hypothetische Erkenntnisse erzeugen, die sich dann empirisch entweder als verifizierbar oder falsifizierbar erweisen.

Die hypothetische Natur der Mathematik wird zunehmend ein Thema, auch wenn wir es mit einer analytischen Disziplin zu tun haben. Diese Entwicklung verdanken wir den Anomalien im Newtonschen Paradigma. Es geht darum zu testen wie viel von der physikalischen Methode in der Mathematik steckt. Es ist eine umgekehrte Entwicklung. Im Newtonschen Paradigma bemühten sich die Naturforscher:innen mathematische Methoden innerhalb der Physik zu formulieren. Im Einsteinschen Paradigma geht es vielmehr um die hypothetische Methode, die man auch in der Mathematik finden kann.

Am folgenden Beispiel sehen wir die weitreichenden Folgen der Bevorzugung der physikalischen Qualitäten über die mathematischen:

„Die moderne Wissenschaft aber hat erkannt, daß die Beschaffenheiten der Materie nicht tote Qualitäten, sondern lebendige Prozesse sind, und damit ist der Sachverhalt geklärt, die Frage entschieden.“²¹⁷

Schlick erklärt an dieser Stelle wie sich der Begriff der Materie verändert hat. Wir sind heute mit einer physikalischen und lebendigen Welt konfrontiert, statt dem mathematischen und überwiegend statischen Universum von Newton.

Einsteins Weltbild spiegelt sich auch bei dieser Aussage wider:

“But it is important to keep in mind that the word “axiom” is used in a relative, not in an absolute way. In the old systems of philosophy, that of Spinoza for example, “axiom” meant a self-evident principle forming the natural and necessary foundation of all other propositions,

²¹⁶ Musgrave: “Logicism Revisited”, 109f.

²¹⁷ Schlick: Rostock, Kiel, Wien, 141.

but we do not attach this philosophical dignity to the word any longer; it is, in principle, a matter of arbitrary selection whether a certain law of nature plays the part of an axiom or is regarded as derived from a set of axioms. The only thing that counts is the mutual logical relation between the propositions of the system, the possibility of deriving each one from a set of others.”²¹⁸

Das Einsteinsche Paradigma verabschiedet sich von deterministischen Kausalgesetzen. Statt Kausalgesetzen im Newtonschen Sinne, gibt es kausale Beziehungen, welche nicht denselben Grad an Universalität oder Determinismus besitzen wie die Gesetze der Natur in der Kantschen Wissenschaftstheorie.

„Denn Einsteins Entdeckungen liegen in derselben Richtung wie jene: sie vollenden die Relativierung grundlegender Naturbegriffe, die durch jene ersten grossen Befreiungen vom räumlich Absoluten angebahnt war.“²¹⁹

Eine Tendenz zeichnet sich aus: vom Absoluten zum Relativen.

Die positive Wende reinstalliert die Cartesische Trennung und die Trennung von Disziplinen. Die Newtonsche Harmonie wird in Frage gestellt. In diesem Zustand entsteht eine neue Meta-Theorie, die Einsteinsche, welche all diese Trennungen innerhalb der mathematischen Physik respektiert und er versucht sie nicht zu vereinen, wie Newton einst versuchte. In dieser Phase der Wissenschaft rückt die experimentelle Praxis in den Vordergrund. Die positivistische Physik ist weniger systematisch als das Newtonsche Paradigma und sie orientiert sich vielmehr nach der induktiven Methode.

Es ist leicht zwischen den Paradigmen zu unterscheiden, indem man sich die Interpretationslandschaft der Physik näher anschaut. Das idealistische Paradigma duldet keine Baconsche Interpretation der Wissenschaft. Die positive Phase war wiederum von Baconschen Tugenden inspiriert. Aus diesem Grund kritisiert Schlick die neo-idealistische Interpretationen der modernen Physik. Er meint, dass der Versuch von Cassirer der Relativitätstheorie eine neukantische Interpretation zu geben scheiterte.²²⁰ Es ist genauso fehl am Platz der Quantenmechanik eine positivistische Interpretation zu geben.

Es ist auch bemerkenswert, dass sowohl die Relativitätstheorie als auch die Quantentheorie fast zum gleichen Zeitpunkt entstanden und beide ein neues Weltbild im Kern trugen. Bereits mit der Einsteinschen Revolution ist die wissenschaftliche Community mit dem Begriff relativer

²¹⁸ Schlick: Erkenntnistheoretische Schriften 1926-1936, 232f.

²¹⁹ Schlick: Rostock, Kiel, Wien, 159.

²²⁰ Vgl. Schlick: Rostock, Kiel, Wien, 234.

Determinismus, oder gar Indeterminismus konfrontiert. Es ist deswegen nicht verwunderlich, dass die Quantenmechanik diesen Grad des Determinismus wieder lockert. Deterministische Positionen waren bereits Geschichte als sich die Kopenhagener Interpretation der Quantenphysik in der wissenschaftlichen Gemeinschaft etablierte.

5. Die quantenphysikalische Wende

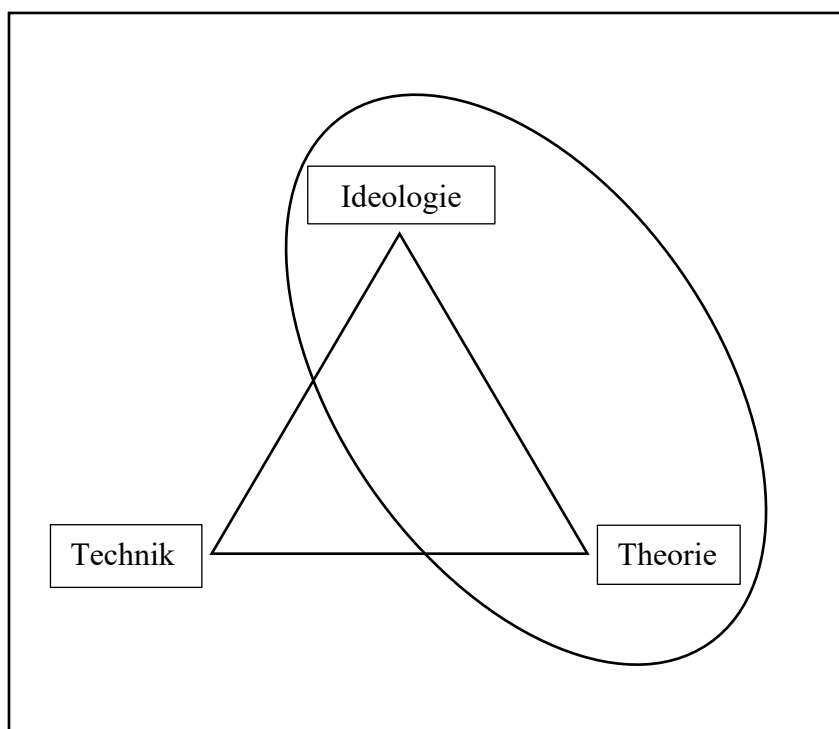


Abbildung 4

Bevor ich mit der Wissenschaftstheorie von Barad beginne, möchte ich davor die mögliche Verwirrung um den Paradigmenwechsel aus dem Weg räumen. Paradigmen sind komplexe philosophische Konstrukte. Eine richtige Wende in der Wissenschaft ist schwer zu definieren, es gibt auch keinen klaren Anfang eines Paradigmas. Wie wir gesehen haben, wurde das Newtonsche Paradigma, oder Revolution erst im Nachhinein als solche definiert und es verging sehr viel Zeit, bis sich diese Entwicklung in der wissenschaftlichen Community eingebürgert hatte. Wenn man jedoch heute von dieser Revolution spricht, dann werden die meisten Wissenschaftler:innen dies nicht in Frage stellen, weil sie damit bereits im Studium konfrontiert

waren. Newtons Theorie wurde zur Tradition. Auch die Einsteinsche Revolution hat sich, anders als die quantentheoretische, eingebürgert.

Aus diesem Grund kann ich nur Vermutungen, wie das neue Paradigma aussehen soll, in dieser Abhandlung vorstellen. Der Prozess ist noch nicht abgeschlossen, aber die Basis dafür ist bereits vorhanden. Wie wir gesehen haben, waren die Grundlagen für die Einsteinsche Meta-Theorie schon viel früher sichtbar, bereits Mitte des 19. Jahrhunderts waren die Fundamente des neuen Paradigmas vorhanden. Die Quantentheorie bildet sich erst im 20. Jahrhundert aus und wir warten noch auf die revolutionäre Theorie. Aus diesem Grund sprechen wir noch in diesem Kapitel von der quantenphysikalischen Wende.

Sowohl bei Kant als auch bei Schlick konnten wir beobachten, wie schwierig es ist eine Wissenschaftstheorie aus einer physikalischen Theorie zu entwickeln, wenn Physik in ein philosophisches System gebracht wird, verändert sich seine Form zumindest ein wenig. Die Wissenschaftstheoretiker:innen müssen auch gewisse erkenntnistheoretische Lücken einer physikalischen Theorie füllen. Bei Newton war unter anderem das Problem, dass die Auffassung des Raumes und der Zeit als absolut galt, was ebenso Kant beschäftigte und auch ihm Probleme bereitete. Einstein konnte beweisen, dass dies nicht wahr ist. Einstein öffnete zugleich mit seiner Theorie Pandoras Büchse, indem er physikalische Größen relativierte, die davor als absolut galten.²²¹

Ich übernehme die Schlicksche Aufteilung der Weltbilder, aber füge eine zusätzliche Phase dazu:

Tabelle 5

Weltbilder
1. Ideale Phase
2. Positive Phase
3. Phänomenologische Phase

Einstein relativierte die deterministischen Teile der Newtonschen Mechanik.²²² Dieser Zustand der Wissenschaft hatte weitreichende wissenschaftstheoretische Folgen. Der Paradigmenwechsel verlangte nach theoretischen Erklärungen. Einerseits war die Einsteinsche

²²¹ Ryckman: "Early Philosophical Interpretations of General Relativity", URL: <https://plato.stanford.edu/entries/genrel-early/> [abgerufen am 3.3.2023]

²²² Vgl. Borzeszkowski, Wachsner: „Erkenntnistheoretischer Apriorismus und Einsteins Theorie“, in: Deutsche Zeitschrift für Philosophie, Vol. 27, No. 2 (1979), 217.

Revolution Teil der klassischen Physik und andererseits enthielt sie Anomalien, welche die klassische Physik gefährdeten. Die Experimente der Quantenphysik verschärften diese Krise. Aus diesem Grund gab es unterschiedliche Reaktionen auf die Anomalien in der Wissenschaft.

Die Neopositivisten versuchten das klassische Paradigma mithilfe von diversen Methoden zu retten. Schlick versuchte es durch die Stärkung der Aufklärungsideologie, während Carnap nach allgemeinen apodiktischen Prinzipien suchte, welche die Physik/Naturwissenschaften legitimieren könnten.²²³ Popper versuchte es mit seiner Theorie des Falsifikationismus und der Formulierung einer strikten Demarkationslinie zwischen der Physik und anderen Wissenschaften.²²⁴

Schlick schreibt:

„Man ist sich heute dessen bewußt, daß die Maxwellschen Gleichungen nur ein angenäherter Ausdruck der wahren Gesetzmäßigkeit des Feldes sein können, die endgültigen Gesetze müssen allgemeinerer Natur sein, weil sie auch die Gravitationsvorgänge und die Tatsachen der unten zu erwähnenden "Quantentheorie" umfassen müssen. Wie schon erwähnt, ist der Weg zur Aufdeckung dieser umfassenden Gesetzmäßigkeit bisher noch nicht gefunden.“²²⁵

Hier ist ersichtlich, dass das alte Paradigma mit der neuen Quantenmechanik kollidiert, denn das System von Gesetzmäßigkeiten fehlt für die sog. Mikrogesetze der Physik. Aber Schlick zieht es gar nicht in die Erwägung, dass diese vielleicht nicht einmal vorhanden sind. Der Crux der Quantenphysik ist, dass bestimmte Phänomene indeterministisch sind und keinen Gesetzen folgen.

Descartes war der erste, der den Körper vom Geist radikal trennte, indem er sie für zwei unterschiedliche Substanzen hielt.²²⁶ Die cartesische Trennung wurde im positiven Paradigma wiedereingeführt. Es gab keine Newtonsche oder Kantsche Harmonie mehr zwischen Subjekt und Objekt. Die Revolution der Quantenphysik besteht hauptsächlich in der Neudefinition des Erkenntnissubjekts, die Barad am besten erklärt. Sie versucht eine neue Harmonie zwischen Subjekt und Objekt wiederherzustellen, die aber nicht kantisch/idealistisch, sondern quantenphysikalisch bestimmt wird.

Die quantenmechanische Wende ist bis heute durch Pluralismus gekennzeichnet. Die kritische Rezension der Aufklärungsideologie führte unter anderem zu diesem Zustand der Wissenschaft.

²²³ Fleck: Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache, 121.

²²⁴ Thornton: "Karl Popper", URL: <https://plato.stanford.edu/entries/popper/> [abgerufen 3.3. 2023]

²²⁵ Schlick: Rostock, Kiel, Wien, 640.

²²⁶ Vgl. Descartes: Discours de la Methode, 59.

Eine stabil-funktionierende Ideologie der Aufklärung, die gleichzeitig genug Freiraum für Interpretieren anbot, aber auch als vereinende Kraft innerhalb der wissenschaftlichen Community agierte, verlor in den letzten Jahrzehnten an Kraft. Das ist innerhalb der Gemeinschaft der Physiker im weitesten Sinne spürbar. Die Wende-Phase ist eine instabile Phase, welche die Anomalien unter die Lupe nimmt, es ist eine Zeit des Pluralismus, welche dann mithilfe einer neuen Meta-Theorie teilweise aufgegeben werden kann.

5.1. Kritische Aufklärung

Bereits in der Mitte des 20. Jahrhunderts begannen sich kritische Stimmen gegen den Positivismus zu erheben. Auch in der Community der Wissenschaftstheorie verbreitete sich der Skeptizismus, der sich vor allem in der Form von historischer Epistemologie und Interpretationsversuchen der Quantenphysik äußerte. Die Ideale der klassischen Physik, wie der Fortschrittsgedanke und simplifizierte Vorstellung der experimentellen Methode, gelten heute als widerlegt.²²⁷ Das neue Weltbild nimmt erst mit Karen Barad und ihrer Deutung der Quantenphysik seriöse Züge an. Bei Barad sehen wir, wie beim vorherigen Paradigma, wie aus Skeptizismus eine neue Wissenschaftstheorie entstehen kann. Als ausgebildete Physikerin inkludierte sie die postmoderne Kritik an den Naturwissenschaften, ohne dabei die Legitimität der Wissenschaft zu verletzen.

Kuhns historische Epistemologie ist zeitgleich eine tiefgründige Kritik am logischen Empirismus. Der Wiener Kreis und seine Anhänger:innen tendierten zu einem empirischen Idealismus. Ihr Ziel war die komplette Säuberung der Wissenschaft von metaphysischen, bzw. philosophischen Überlegungen, die ihrer Meinung nach nur im Weg einer idealen Wissenschaft stünden.²²⁸ Die historische Epistemologie stellt sich gegen positivistische und spätaufklärerische Ideologien. In erster Linie wird der Fortschrittsgedanke, den man sowohl bei Kant und Schlick beobachten kann, kritisiert.²²⁹

²²⁷ Vgl. Sommer, Müller-Wille, Reinhardt (Hrsg.): Handbuch Wissenschaftsgeschichte, 33.

²²⁸ Vgl. Stadler, Uebel (Hrsg.): Wissenschaftliche Weltauffassung, 15.

²²⁹ Vgl. Sommer, Müller-Wille, Reinhardt (Hrsg.): Handbuch Wissenschaftsgeschichte, 35.

Kuhn kritisiert das positivistische Ideal in einer Wissenschaft die „Wahrheit“ zu sehen. Es gibt in der Wissenschaft nicht die eine Wahrheit oder das wahre Weltbild.²³⁰ Er drückt sein Argument folgendermaßen aus: „Wir sind alle fest daran gewöhnt, die Wissenschaft als das Unternehmen zu sehen, das unausgesetzt einem von der Natur gesteckten Ziel näherkommt.“²³¹ Diese Gedanken treffen wir bei Kant und Schlick an. Es ist interessant zu beobachten, wie die Ideologie der Aufklärung bis heute präsent ist und welche Kraft sie besitzt. Außerdem war Kuhn der Meinung, dass die Verifikation- bzw. Falsifikationsprozesse der logischen Empiristen einfache Tools sind, die das Phänomen des Paradigmenwechsels nicht erklären können. Paradigmata erschaffen ihre eigenen Welten.²³²

Die Kritik am Erkenntnissubjekt und an der Objektivität von Foucault und Butler erlaubt Barad anhand der Quantentheorie und Bohrschen Erkenntnistheorie eine Neuformulierung des Erkenntnissubjekts in der Wissenschaftstheorie.²³³ Auch die historische Epistemologie, welche das positivistische Erkenntnissubjekt mit einem dynamischeren Modell des Wissenssubjekts ersetzt, unterstützt die Behauptung von Barad, dass ein neues Erkenntnissubjekt das klassische widerlegen muss. Sowohl außerhalb als auch innerhalb der Community der Physiker:innen, wurde eine Veränderung dieser grundlegenden Kategorie der Wissenschaftstheorie erwünscht. Damit müssen sich die Subjekt-Objekt-Beziehungen und das Verständnis von Kausalitäten ändern. Grundsätzlich wird dem Indeterminismus mehr Platz in der Wissenschaftstheorie eingeräumt als davor. Der Zufall spielt eine größere Rolle in den Experimenten, als zuvor antizipiert.²³⁴

Kuhn bleibt der empirischen Tradition treu, aber er hat eine Wissenschaftstheorie entwickelt, die auch die subjektiv-erzieherische Seite der Fachgebiete berücksichtigt. Für ihn liegt die Subjektivität bereits in der Erziehungsmethode der jeweiligen disziplinären Gemeinschaft.²³⁵ Barad übernimmt seine These und bereichert sie mit ihren quantenphysikalischen Ideen.

Barad kritisiert vor allem das humanistische Weltbild in der Physik, was wir als Erbe der Aufklärung und Positivismus bis heute sowohl in der Wissenschaft als auch in der Gesellschaft spüren.²³⁶ Barads Interpretation der Quantentheorie und Bohrs Philosophie-Physik sind

²³⁰ Vgl. Kuhn: Revolutionen, 182.

²³¹ Vgl. Kuhn: Revolutionen, 182.

²³² Vgl. Kuhn: Revolutionen, 158f.

²³³ Vgl. Barad: Agentieller Realismus, 11.

²³⁴ Vgl. Barad: Agentieller Realismus, 28.

²³⁵ Vgl. Kuhn: Revolutionen, 60.

²³⁶ Vgl. Barad: Agentieller Realismus, 10f.

Versuche innerhalb des Kollektivs von Wissenschaftler:innen einen Paradigmenwechsel zu vollziehen, welcher die Kraft einer Newtonschen Revolution hat.²³⁷

5.2. Barads Wissenschaftstheorie

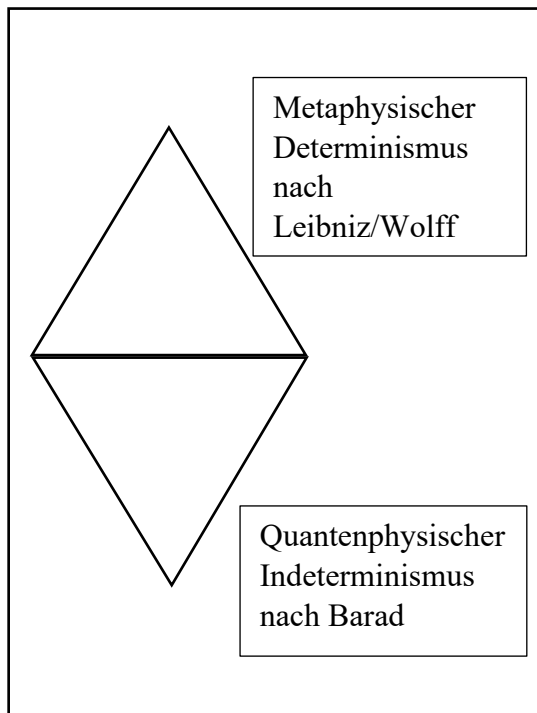


Abbildung 5

In gewisser Art befinden wir uns in einer Epoche der Physik, die der vorkantischen diametral entgegengesetzt ist. Die obere Abbildung stellt diesen Umstand dar. Statt der Epoche, in der die Metaphysik von Wolff und Leibniz dominierte, die statischer und mathematischer Natur war, befinden wir uns am Anfang einer Quantenphysikalischen Epoche, welche hyperdynamisch ist und auch als experimentelle Metaphysik bezeichnet wird. Wir befinden uns also auf der anderen Seite der Medaille.²³⁸

²³⁷ Vgl. Barad: Agentieller Realismus, 11f.

²³⁸ Vgl. Barad: Verschränkungen. Berlin: 2015, 99f.

Berghofer erläutert in seinem Artikel „Scientific perspectivism in the phenomenological tradition“, dass phänomenologische Ansätze in der Wissenschaft zugenommen haben.²³⁹ Barad entwickelt zwar auch eine phänomenologische Theorie, die sich aber von den früheren phänomenologischen Richtungen unterscheidet. Ihre Phänomenologie basiert auf der Quantentheorie, während die früheren im alten Paradigma operierten.

Aber ihr phänomenologischer Ansatz ist vergleichbar mit den früheren Thesen. Sie ist gemeinsam mit Husserl der Meinung, dass eine mathematische Struktur und Beschreibung der klassischen Paradigmen nicht ausreichen, um das Wesen der Wissenschaft zu beschreiben.²⁴⁰ Barad inkludiert in ihrer Theorie die Kritik von Nietzsche, obwohl sie ihn nicht explizit als Vorbild nennt. Nietzsche war überzeugt, dass die Erkenntnis weder beim Erkenntnisobjekt noch beim Erkenntnissubjekt zu suchen ist. Die Erkenntnis ist in der phänomenologischen Zwischensphäre zu finden, also zwischen Subjekt und Objekt.²⁴¹ An diesem Beispiel sehen wir wie aus Skepsis eine erkenntnisoptimistische Theorie konstruiert werden kann. Ihr Hauptwerk „Meeting the Universe Halfway“ ist die Beschreibung dieser Überzeugung.

Barad ist die einzige Wissenschaftstheoretikerin, die sich systematisch mit der Kopenhagener Interpretation der Quantenphysik auseinandersetzt und daraus ihre wissenschaftstheoretischen Schlüsse zog. Aus diesem Grund wird ihre Wissenschaftstheorie und Sichtweise auf die Quantenmechanik in dieser Arbeit dargelegt. Außerdem übersetzte sie die technischen Errungenschaften der modernen Physik in philosophischer Sprache und genau dieser Schritt ist notwendig, damit eine Revolution ihren Lauf nehmen kann. Bohr wird in Barads Theorie als Vorreiter einer quantenphysikalischen Wende deklariert. Die Kopenhagener Interpretation im phänomenologischen Stil macht den Kern der Baradschen Wissenschaftstheorie aus.

In der Quantenmechanik ist das Erkenntnisproblem eine Spur problematischer als in der klassischen Physik. Die Instrumente der klassischen Physik sind uns vertrauter und „objektiver“ als die Hilfsmittel der Quantenphysik. Dieses Faktum zwang viele Interpreten der Quantenphysik eine phänomenologische Sichtweise zu adoptieren.²⁴²

Merleau-Ponty konstruierte seinen phänomenologischen Ansatz vor dem Hintergrund der Einsteinschen Revolution. Er meinte, dass bereits mit der Einsteinschen Revolution die

²³⁹ Vgl. Berghofer: „Scientific perspectivism in the phenomenological tradition“, in: European Journal for Philosophy of Science, Vol. 10, No. 30 (2020), 1.

²⁴⁰ Vgl. Berghofer: „Scientific perspectivism in the phenomenological tradition“, 11.

²⁴¹ Vgl. Foucault: Die Wahrheit und die juristischen Formen, 19.

²⁴² Vgl. Berghofer: „Scientific perspectivism in the phenomenological tradition“, 15.

phänomenologische Richtung begann eine hegemoniale Stellung zu nehmen.²⁴³ Barad ist der Meinung, dass erst die Quantenphysik die phänomenologische Schule bestätigt, weil Einstein noch im alten Paradigma arbeitete.

Karen Barads Wissenschaftstheorie ist eine holistische und harmonische Wissenschaftstheorie, welche die Trennungen innerhalb des Einsteinschen Paradigmas teilweise versöhnt. Dieser Umstand wird am folgenden Modell dargestellt:

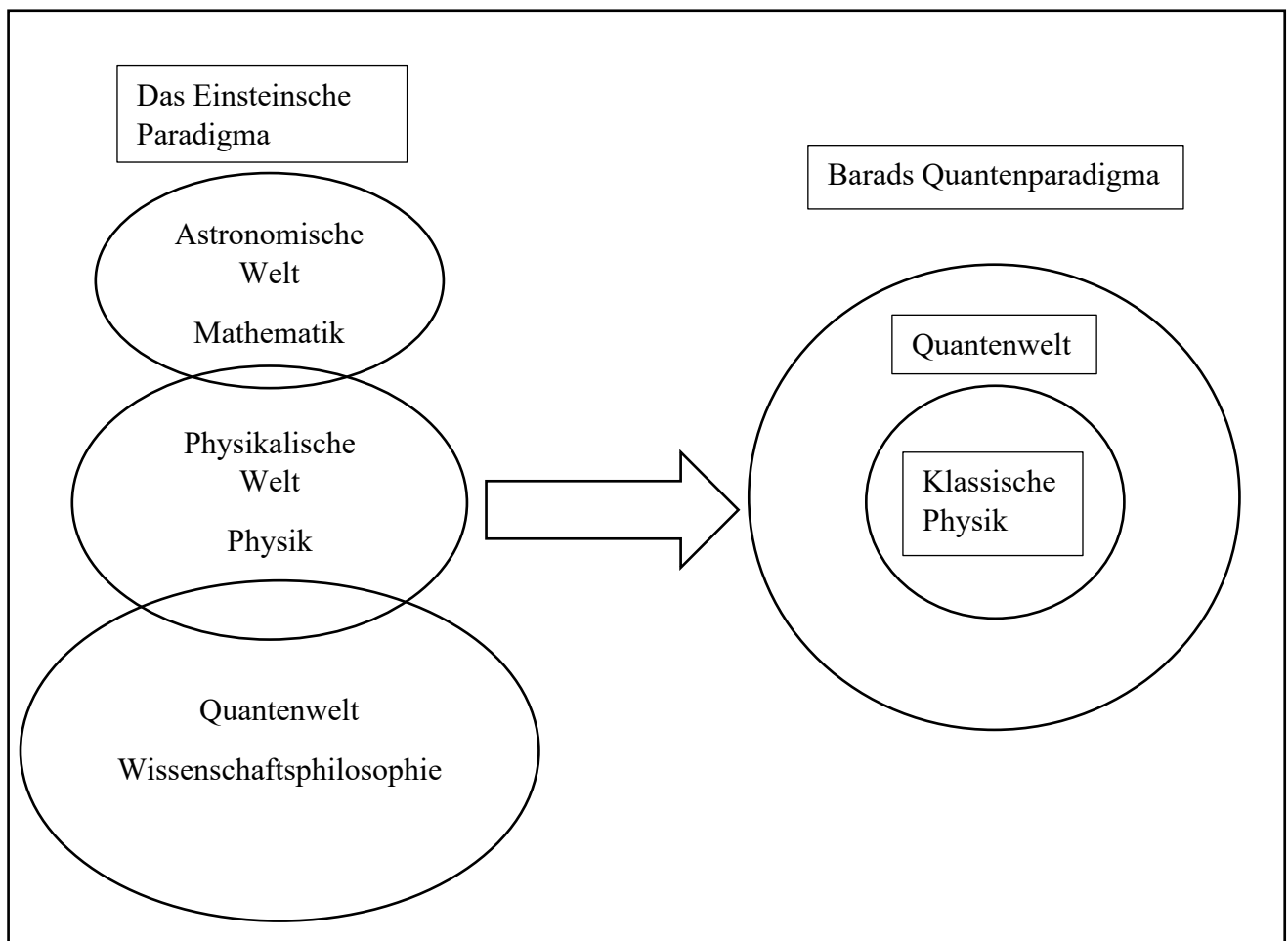


Abbildung 6

Barad ändert das Paradigma, indem sie die Quantenwelt als die allumfassende Theorie behandelt und nicht nur als einen Teil der klassischen Physik, sie ist für sie die neue Physik. Positivistisch gesinnte Theoretiker:innen teilen ihre Vorstellung nicht, die meisten gehen davon aus, dass die Quantenphysik mit der vorherigen Epochen der Physik übereinstimmen muss, ergo durch die Linsen des Positivismus betrachtet werden muss. Dies sehen wir bei dem Text

²⁴³ Vgl. Berghofer: "Scientific perspectivism in the phenomenological tradition", 12f.

von Cushing, der für eine reale und positivistische Interpretation der Quantenphysik plädiert, er versucht die Position von Einstein zu stärken und meint die Dominanz der Kopenhagener Interpretation wäre willkürlich.²⁴⁴ Aber in den nächsten Kapiteln werden wir sehen, warum diese Interpretation dennoch ihre Berechtigung hat.

Die Objektivität und die klassische Physik werden in der quantenphysikalischen Wende grundsätzlich nicht in Frage gestellt. Wie bei jedem Paradigmenwechsel wird auch in der quantenphysikalischen Wende eine neue Welt geschaffen, eine Ontologie, welche die Objektivität bestimmt.²⁴⁵

5.3. Grundlagen der Quantenphysik

Ich wählte die Theorie von Barad, weil sie selbst aus der Physik stammt und sie ist eine der wenigen Wissenschaftler:innen, die eine Wissenschaftstheorie mit quantenphysikalischer Basis entwickelt. Es gibt andere Interpretationsversuche, wie von den positivistischen Empiristen oder Konstruktivisten, aber diese Richtungen sind einseitig und sie liefern keine präzisen Lösungen für das epistemische Problem der Quantenphysik. Die Empiristen beschäftigen sich gar nicht damit und die Konstruktivisten schreiben nur über die unterschiedlichen Perspektiven ohne eine sichere Ontologie. Aus diesem Grund scheint mir die Theorie von Barad einschlägig zu sein.

Das Ideal der aufklärerischen Wissenschaft:

„Die naturwissenschaftliche Methode, unser Geburtsrecht der Aufklärung, versprach als riesige Destillationssäule zu dienen, die alle kulturellen Einflüsse entfernt und geduldigen Beobachter_innen erlaubt, das pure Destillat der Wahrheit zu sammeln.“²⁴⁶

²⁴⁴ Vgl. Cushing: Philosophical Concepts in Physics: The Historical Relation between Philosophy and Scientific Theories. Cambridge: 1998, 355.

²⁴⁵ Vgl. Kuhn: Revolutionen, 155.

²⁴⁶ Vgl. Barad: Verschränkungen, 54.

Barad attackiert genau dieses Ideal. Die Transparenz der Newtonschen Physik und die kantsche Wissenschaftstheorie konstruierten eine ideale Basis für das Aufklärungsideal.²⁴⁷ Barad kritisiert auch den Fortschrittsgedanken.²⁴⁸

Foucault formulierte die These, dass in zahlreichen Wissenschaftstheorien die Tatsache übersehen wurde, dass das Erkenntnissubjekt auch eine Geschichte hat. Für lange Zeit war das Descartsche Erkenntnissubjekt dominierend, obwohl Ende des 20. Jahrhunderts vor allem durch die Psychoanalyse diese radikal in Frage gestellt wurde.²⁴⁹ Er konkludierte, dass die Subjekt-Theorien bis heute Cartesisch bzw. Kantisch geprägt seien.²⁵⁰ Dieselben Überlegungen finden wir bei Barad.

Wie bereits erwähnt, änderte sich die Bedeutung der Subjektivität in jedem Paradigma: Bei Kant ist sie allgemein anthropologisch und mathematisch. Bei Schlick ist sie psychisch und hat keinen Platz in der Wissenschaftstheorie. Bei Kuhn geht es um die wissenschaftliche Community, sie ist also soziologisch. Bei Barad geht es auch um diese Art der Subjektivität.

Karen Barads agentieller Realismus wendet sich gegen die rein physikalisch-empirischen Wissenschaftstheorien. Barad meint, dass man die Interaktion zwischen Subjekt und Objekt neu evaluieren muss. Das Erkenntnissubjekt behält dabei seine Handlungsmacht, aber die Entitäten der Natur auch. Dieser Prozess heißt Intra-Aktion und bei diesem Vorgang treffen sich das Erkenntnissubjekt und -objekt in der Mitte. Sie veranschaulicht dies anhand des Phänomens der Quantenverschränkung. Subjekt und Objekt bilden ein Ganzes, in welchem keine der Komponenten für sich allein definiert werden kann.²⁵¹ Sie argumentiert gegen das klassische Descartsche Erkenntnissubjekt, der den „Cut“ vollzieht. Dieser Erkenntnis-Cut kann laut Barad auch von Objekten stammen.²⁵²

Barad übernimmt die Philosophie-Physik von Bohr:

„Bohrs Bruch mit Newton, Descartes und Demokrit beruht nicht auf bloßer eitler philosophischer Reflexion, sondern auf neuen empirischen Befunden auf dem Gebiet der Atomphysik, die im ersten Viertel des 20. Jahrhunderts zu Tage traten.“²⁵³

²⁴⁷ Vgl. Barad: Verschränkungen, 54.

²⁴⁸ Vgl. Barad: Verschränkungen, 77.

²⁴⁹ Vgl. Foucault: Die Wahrheit und die juristischen Formen, 10f.

²⁵⁰ Vgl. Foucault: Die Wahrheit und die juristischen Formen, 11f.

²⁵¹ Vgl. Barad: „Nature’s Queer Performativity“, in: Critical Humanities and Social Sciences, Vol.19, No. 2 (2011), 125.

²⁵² Vgl. Barad: „Nature’s Queer Performativity“, 124.

²⁵³ Vgl. Barad: Agentieller Realismus, 17.

Barad scheint es wichtig diese Tatsache zu betonen, weil das positivistische Weltbild noch immer dominant ist und eine Skepsis gegenüber quantenphysikalischer Wissenschaftstheorie in der Community vorhanden ist.

Sowohl für Bohr als auch für Barad ist die primäre physikalische Einheit ein Phänomen und kein Einzelding.²⁵⁴ Phänomene sind ontologische Verschränkungen intraagierender Agentien (Agencies). Eine Intraaktion deutet darauf hin, dass es Interaktionen zwischen Subjekt und Objekt, wie in der klassischen Physik nicht geben kann; stattdessen gibt es Intraaktionen, welche die Unzertrennlichkeiten von Entitäten hervorheben.²⁵⁵ Statt dem cartesischen Schnitt, haben wir einen agentiellen Schnitt, der erst im Phänomen entsteht und nicht von vornherein gegeben ist, wie in der klassischen Theorie.²⁵⁶ Agency bedeutet für Barad eine Art Wirkmächtigkeit, welche sowohl vom Subjekt als auch vom Objekt stammen kann. Anhand der Agency wird Erkenntnis definiert.²⁵⁷

Das revolutionäre Potenzial der Quantenphysik liegt vor allem beim Erkenntnissubjekt und erst in zweiter Linie beim Erkenntnisobjekt. Aus diesem Grund nennen manche Theoretiker:innen Kant als Vorbild für diese Revolution, obwohl er selbst dies wahrscheinlich ganz und gar nicht gut heißen würde.²⁵⁸ Kant plädierte damals ebenfalls für eine Neuformulierung des Erkenntnissubjekts, jedoch mit einer anderen Absicht und in einem anderen Kontext. Bei Kant geht es um Determinismus und bei der Quantenphysik um Indeterminismus. Die Kantsche Philosophie ist dem Einsteinschen Weltbild gerechter als der Quantenphysik.

Das Erkenntnissubjekt bekommt in der quantenphysikalischen Wende eine andere Aufgabe. Die Quantenphysik verlangt eine Neudefinition des Subjekts und außerdem eine Verantwortung, die bei den Positivisten fast weggefallen war. Ein weiterer Faktor, welcher zu dieser Entwicklung der Physik beitrug, war die zunehmende Kritik am Positivismus, nicht nur von anderen Disziplinen, sondern innerhalb der Community. Die in jüngster Zeit ernstgenommen Kritik erlaubte es Barad eine neue Theorie zu entwickeln, welche keine positivistische Basis hat.

Bohrs Kritik an der modernen Wissenschaft war die fehlende Reflexion der Komplexität der experimentellen Praxis. Laut Bohr spielen die Apparate eines Experiments eine aktivere Rolle als dies in der klassischen Wissenschaftstheorie dargestellt wird. Apparate sind keine

²⁵⁴ Vgl. Barad: Agentieller Realismus, 19.

²⁵⁵ Vgl. Barad: Agentieller Realismus, 19.

²⁵⁶ Vgl. Barad: Agentieller Realismus, 20.

²⁵⁷ Vgl. Barad: Verschränkungen, 60f.

²⁵⁸ Vgl. Berghofer: "Scientific perspectivism in the phenomenological tradition", 1.

objektiven Instrumente der Wissenschaft, die uns einen Zugang zur Außenwelt verschaffen. Sie sind Teile von Phänomenen, welche sie hervorbringen.²⁵⁹ Der Apparat ist somit die Erweiterung des Erkenntnissubjekts und bestimmt das Ergebnis von Experimenten. Eine Neubewertung des Erkenntnissubjekts wird dadurch von Bohr erwogen. Bohrs Urteil über die klassische Wissenschaftstheorie ähnelt der These von Kuhn, der die Theoriendeterminiertheit des Experiments betonte.²⁶⁰ Auch bei Foucault treffen wir ein Erkenntnissubjekt an, das den Bohrschen Ansichten gerecht wird: Das Erkenntnissubjekt ist nicht wie bei Kant ahistorisch, anthropologisch und universal, sondern ein in der Gesellschaft eingebettetes Subjekt, das eine Kultur pflegt und als Teil einer Gemeinschaft in der Wissenschaft tätig ist.²⁶¹ Barad erweitert diese These von Bohr. Sie bemängelt die Bohrsche Sichtweise, weil sie ihrer Meinung nach nicht die Komplexität der Funktionsweise des wissenschaftlichen Experimentierens erfassen kann.²⁶²

Wenn bei den früheren zwei Paradigmen die Anschaulichkeit gegeben war, ist sie bei der Quantenphysik nicht „einfach“ vorhanden. Barad betont, dass die Experimente problematischer Natur sind und dass das Erkenntnissubjekt die Anschaulichkeit im Labor erzeugen kann, aber nicht immer mit Erfolg.²⁶³ Verbunden mit dem Problem der Anschaulichkeit ist auch die Frage nach der quantenphysikalischen Objektivität.²⁶⁴

Bohr und Einstein diskutierten mehrere Male über die Problematiken der Quantenphysik. Einstein war der Meinung, dass die Phänomene der Quantenphysik falsche Ergebnisse zeigten, weil sie nicht mit seiner speziellen Relativitätstheorie übereinstimmten. Laut der Quantentheorie kommunizieren räumlich getrennte Zustände miteinander und diese Tatsache möchte Einstein nicht akzeptieren.²⁶⁵ Man kann diese Zustände also nicht voneinander trennen und das wäre notwendig, um sie zu analysieren. Darauf baut die ganze Theorie von Einstein und generell die klassische Physik auf. Das räumlich abtrennbare Ding, das man messen kann, ist in der klassischen Physik die Bedingung einer messbaren Objektivität/Außenwelt.²⁶⁶ An diesem Punkt stritten die zwei Physiker miteinander. Die Quantenphysik verletzt nicht nur die

²⁵⁹ Vgl. Barad: Agentieller Realismus, 24.

²⁶⁰ Vgl. Kuhn: Revolutionen, 42.

²⁶¹ Vgl. Barad: Agentieller Realismus, 33.

²⁶² Vgl. Barad: Agentieller Realismus, 29.

²⁶³ Vgl. Barad: Agentieller Realismus, 42.

²⁶⁴ Vgl. Barad: Agentieller Realismus, 78.

²⁶⁵ Vgl. Barad: Agentieller Realismus, 78.

²⁶⁶ Vgl. Barad: Agentieller Realismus, 78f.

Subjekt-Objekt Beziehungen der klassischen Theorie, sondern auch das Prinzip der Individualität, auf welcher die Physik seit Demokrit basiert ist.²⁶⁷

Für Bohr besteht dieses Problem nicht, weil er die Objektivität anders formuliert. Die getrennten Zustände der Makro-Dinge, sind miteinander de facto verbunden und Teile eines Phänomens. Folglich entstehen individuelle Dinge erst im Phänomen als Ergebnisse von Schnitten, die aus dem experimentellen Kontext hervortreten.²⁶⁸ Mit diesem erkenntnistheoretischen Rahmen können sowohl klassische Vertreter:innen als auch Quantenphysiker:innen arbeiten und dieser erklärt gleichzeitig die Quantenphänomene, welche einen berechtigten Platz in der klassischen Theorie suchen.

„In meiner agentiell-realistischen Erweiterung ist dasjenige, was (Einstein bevorzugte) räumliche Abtrennbarkeit als ontologische Bedingung für Objektivität ersetzt, *agentielle Abtrennbarkeit – eine agentiell vollzogene ontologische Abtrennbarkeit innerhalb des Phänomens*.“²⁶⁹

Die Objektivität muss nicht der Einsteinschen Definition folgen, sie kann anders formuliert werden, ohne die Legitimität der Wissenschaft Gefahren auszusetzen.²⁷⁰

Aus den Experimenten folgt: „Wenn der Apparat verändert wird, gibt es eine entsprechende Veränderung im agentiellen Schnitt [...]“²⁷¹ Das ist ein wichtiger Punkt, denn damit wird gezeigt, dass der Apparat, beziehungsweise das Erkenntnissubjekt eine viel aktivere Rolle beim Experiment spielt als in den früheren Paradigmen. „Agentielle Intraaktionen sind kausale Vollzüge.“²⁷² Messungen sind demnach kausale Intraaktionen.²⁷³ Es ist ein großer Unterschied zum positiven Paradigma, welches propagiert, dass uns die Außenwelt durch Experimente zugänglich ist und ihre Resultate von wissenschaftlichen Subjekten nur abgelesen werden müssen.

Barad erklärt: „Doch dem agentiellen Realismus zufolge gibt es getrennt bestimmte Entitäten nicht schon vor ihrer Intraaktion.“²⁷⁴ Hier wird wiederum eine Abgrenzung zur klassischen Wissenschaftstheorie vollzogen. Die Außenwelt muss demnach phänomenologisch erfasst werden.

²⁶⁷ Vgl. Barad: Agentieller Realismus, 79.

²⁶⁸ Vgl. Barad: Agentieller Realismus, 80.

²⁶⁹ Barad: Agentieller Realismus, 81.

²⁷⁰ Vgl. Barad: Agentieller Realismus, 81.

²⁷¹ Barad: Agentieller Realismus, 82.

²⁷² Barad: Agentieller Realismus, 84.

²⁷³ Vgl. Barad: Agentieller Realismus, 84.

²⁷⁴ Barad: Agentieller Realismus, 83.

„Meinem agentiell-realistischen Ansatz zufolge geht es nicht bloß darum, daß die Zeit und der Raum (im Gefolge Einsteins) nicht absolut, sondern relativ sind; vielmehr geht es darum, daß die Intraaktionen selbst für die Erzeugung/Markierung von Raum und Zeit wichtig sind.“²⁷⁵

Außerdem wird dem Indeterminismus viel mehr Raum gegeben in Barads Wissenschaftstheorie.

„Der Punkt ist, daß das Innen-Spiel von Kontinuität und Diskontinuität, Bestimmtheit und Unbestimmtheit, Möglichkeit und Unmöglichkeit die je unterschiedlichen Raum-Zeit-Materialisierungen der Welt ausmacht.“²⁷⁶

Sie schafft eine Welt, die sowohl von Determinismus als auch Indeterminismus bestimmt wird und dies wird erst in den kausalen Intraaktionen entschieden.

Einstein wollte die Tatsache nicht akzeptieren, dass Elektronen, die von einem Lichtstrahl ausgestoßen wurden, sich beliebig in verschiedene Richtungen bewegen können.²⁷⁷ Für Einstein fehlt an diesem Beispiel die Gesetzlichkeit und zwar die Gesetzlichkeit des Universums, die auch für die Quantenwelt zwingend gelten muss. Außerdem müsste eine Ursache für das Verhalten von diesen Elektronen gefunden werden und sie müsste mechanischer Natur sein.²⁷⁸

Wir wenden uns zu den konkreten Anomalien in der heutigen Physik. Der Quantensprung ist ein berühmtes Beispiel. Er passiert auf eine diskontinuierliche Art und Weise. Das Phänomen ist mit klassischen Begriffen unerklärlich. Wenn das Elektron einen Quantensprung macht, dann ändert sich das Energieniveau dieses Elektrons, ohne klaren Grund und ohne Gesetzlichkeit.²⁷⁹ Diese Art der Diskontinuität steht im klaren Gegensatz zur klassischen Physik und Logik. Kontinuität ist für uns logisch, begreifbar und entspricht der Tradition der Forschung. Newton legte dieses Fundament für die wissenschaftliche Forschung und dieses baut auf dem Konzept der „Kontinuität“ auf. Die Natur gleicht ab Newton einem Uhrwerk. Sie ist absolut und mechanisch.²⁸⁰

Die Quantenphysik ist das Gegenteil der Newtonschen Physik. Es ist ebenfalls wichtig anzumerken, dass Diskontinuität bereits ein Begriff im Einsteinschen Paradigma ist. Einstein bewies, dass man nicht dasselbe Teilchen durch seine Bahn verfolgen kann, wie in der

²⁷⁵ Barad: Agentieller Realismus, 91.

²⁷⁶ Barad: Agentieller Realismus, 95.

²⁷⁷ Vgl. Barad: Verschränkungen, 79.

²⁷⁸ Vgl. Barad: Verschränkungen, 79.

²⁷⁹ Vgl. Barad: Verschränkungen, 81.

²⁸⁰ Vgl. Barad: Verschränkungen, 85.

Newtonschen Mechanik, weil wir nicht mehr mit dem Konzept des Äthers arbeiten. Die Quantenphysik verschärft aber sogar diesen Zustand, weil die Diskontinuität die Regel und nicht die Ausnahme für die Quantendinge ist.

Ein zweites Beispiel einer Quantenanomalie: die Superposition. Quantenverschränkungen sind generalisierte Quantensuperpositionen. Einsteins Kommentar über dieses Phänomen war: „Spukhafte Fernwirkung“. Einsteins Einwand ist gegen die Theorie gerichtet, dass Objekte einander direkt und zwar unabhängig ihrer Entfernung beeinflussen können. Diese Tatsache steht im klaren Gegensatz zu seiner Relativitätstheorie. Eine Quantenverschränkung ist ein Massenphänomen, und die individuellen Teile dieses Systems sind nicht bestimmbar. Sie funktionieren nur als „Ganzes“.²⁸¹

Das noch größere Problem: „Wellen-Teilchen-Dualismus“. Doppelspaltexperimente könnten dieses Problem lösen. Das Doppelspaltexperiment ist ein simples: es beinhaltet ein Gerät, welches die Quelle der Entität ist, ein Hindernis mit zwei Löchern und einem Schirm hinten. Dieses Experiment benutzte man für die Lösung der Dualismus-Problematik.²⁸² Die Meinungen gehen in diesem Fall auseinander. Barad übernimmt die These von Bohr über diese Problematik. Bohr formulierte ein Gedankenexperiment, das nach seinem Tod getestet wurde.

Laut Bohr könnte man dieses Experiment auf eine Weise verändern, dass das Ergebnis ein anderes ist. Wenn wir dieses Experiment dafür nutzen, um zu entscheiden, ob eine Entität Licht oder Welle ist, dann hängt diese Tatsache nur von der Art und „Manipulation“ des Experiments. Atome können nämlich beide Eigenschaften manifestieren, es hängt nur vom Apparat des Experiments ab zu welchen Schlussfolgerungen wir tendieren. Laut dem Komplementaritätsprinzip von Bohr verhält sich eine Entität entweder als Teilchen oder Welle abhängig davon, wie sie gemessen wird.²⁸³ „Entitäten haben kein inhärent starres Wesen.“²⁸⁴

Auf der Quantenebene sind für uns Kausalitäten erst im Kontext des Experiments von Bedeutung, das heißt, dass auf der Quantenebene keine vorgeschriebene Gesetzlichkeit existiert. Wir schaffen diese Phänomene (Experimente) gemeinsam mit der Außenwelt und diese Phänomene bestimmen unsere Messungen. Damit haben wir festgestellt, dass Dinge erst durch Messungen entstehen. Heisenberg war jedoch der Meinung, dass bestimmte Veränderungen am Apparat, das Experiment nur stören würden, und das würde wiederum

²⁸¹ Vgl. Barad: Verschränkungen 88f.

²⁸² Vgl. Barad: Verschränkungen, 94.

²⁸³ Vgl. Barad: Verschränkungen, 95f.

²⁸⁴ Barad: Verschränkungen, 96.

bedeuten, dass die Welt da draußen auf eine bestimmte Art beschaffen ist, die uns zugänglich ist, aber gewisse Störfaktoren eine Rolle dabei spielen. Bohr war der Ansicht, dass Messungen Dinge erschaffen, also es handelt sich nicht um eine Störung, sondern Schaffung.²⁸⁵ Beide Positionen verletzen die klassische Physik. Die Bohrsche Position ist eine gewagtere Behauptung, aber in diesem Kontext legitim. Außerdem wurde das Gedankenexperiment Bohrs in die Tat umgesetzt und das Ergebnis bestätigt die Vorhersagen Bohrs über das Verhalten von Entitäten.²⁸⁶

Barad ist der Meinung, dass auch wenn die Quantenphänomene komplexe Experimente und mathematische Berechnungen verlangen, das Besondere an ihnen die erkenntnistheoretischen Folgen dieser physikalischen Entdeckungen sind.²⁸⁷ Das Besondere an der Quantenkausalität ist die sog. Quantendiskontinuität.²⁸⁸ Atome verkörpern die Unbestimmtheit im Universum.²⁸⁹ Dies ist kontraintuitiv für alle, die an der klassischen Physik festhalten.

In der Quantenwelt finden wir all diese Anomalien, aber wie funktionieren diese in der physikalischen Makrowelt? Die Welt, welche Gesetzmäßigkeiten aufweisen kann und den Kern der klassischen Physik ausmacht, beinhaltet auf den ersten Blick diese Anomalien nicht. Barad hat jedoch bewiesen, dass in der Makrowelt dieselben Quantenphänomene vorhanden sind, nur dass sie zu den Ausnahmen gehören. Wir werden an den folgenden Beispielen sehen, welche Wechselwirkung zwischen den zwei Ebenen existiert. Barad nennt all diese Phänomene „Queer“, weil sie aus vielerlei Hinsicht merkwürdig sind: Blitze, Dinoflagellaten und schließlich Atome. Atome, also die Grundsteine des Universums sind ebenfalls queer.²⁹⁰

Das Besondere an einem Blitzschlag ist, dass er keiner Gesetzmäßigkeit folgt. Der Weg, den Blitze nehmen, ist nicht vorhersehbar. Es ist auch kein kontinuierlicher Weg von oben nach unten. Eine bestimmte Kommunikation zwischen Himmel und Erde findet statt und erst auf diese Weise entsteht ein Blitzschlag.²⁹¹ Dinoflagellaten sind weder Pflanzen noch Tiere, sie manifestieren Eigenschaften beider Wesenheiten.²⁹² Sie sind ein seltsames Phänomen in der Natur, die nur anhand quantenphysikalischer Begriffe beschrieben werden kann.

²⁸⁵ Vgl. Barad: *Verschränkungen*, 96f.

²⁸⁶ Vgl. Barad: *Verschränkungen*, 100.

²⁸⁷ Vgl. Barad: *Verschränkungen*, 146.

²⁸⁸ Vgl. Barad: *Verschränkungen*, 147f.

²⁸⁹ Vgl. Barad: *Verschränkungen*, 145.

²⁹⁰ Vgl. Barad: *Verschränkungen*, 132.

²⁹¹ Vgl. Barad: *Verschränkungen*, 135f.

²⁹² Vgl. Barad: *Verschränkungen*, 140.

„Wenn sich die Unbestimmtheit des Seins ihrem Wesen nach an der Schwelle zwischen Stabilität und Instabilität bewegt, von Möglichkeit und Unmöglichkeit, dann ist die dynamische Relationalität zwischen Kontinuität und Diskontinuität entscheidend für ein offenes Werden der Welt, das Akausalität ebenso widersteht wie Determinismus.“²⁹³

An dieser Stelle erläutert Barad ihre Sichtweise auf die quantenphysikalische Welt. Wenn wir annehmen, dass dies stimmt, dann müssen wir auch annehmen, dass alle kausale Beziehungen dieser Art sind, weil Atome die Grundsteine des Universums sind. Bohr behauptet ebenfalls, dass Identität oder Individualität nicht einfach gegeben ist. Sie entsteht im Prozess des Experiments, sie wird performiert.²⁹⁴

Laut Barad hat alles, was in der Quantenwelt passiert, direkte Auswirkungen auf die Makrowelt. Man kann die Ebenen also nicht einfach trennen und behaupten, dass sie einander kaum beeinflussen.²⁹⁵ Die Positionen von Bohr und Barad stehen im klaren Gegensatz zu den vorherigen Paradigmen in jeder Hinsicht, aber vor allem, was die Objektivität bzw. Anschaulichkeit betrifft.²⁹⁶

5.4. Zwei konkurrierende Paradigmen

Die Quantenphysik entstand aus der Suche nach Antworten in Bereichen der Schwarzkörperstrahlung, der spezifischen Wärme und des photoelektrischen Effekts.²⁹⁷ Die Quantenphänomene wurden im alten Paradigma entdeckt und als Anomalien anerkannt. Bis heute konkurrieren zwei Paradigmen und zwei Interpretationsrahmen, wenn es um die Epistemologie der Quantenphysik geht. Aber die quantenphysikalische Wende bevorzugt eine bestimmte Sichtweise der Quantenphysik. Heisenberg und Bohr sind Autoren der Kopenhagener Interpretation der Quantenphysik, die bis heute die populärste in der Community der Quantenphysiker:innen ist.²⁹⁸

²⁹³ Barad: Verschränkungen, 148.

²⁹⁴ Vgl. Barad: Verschränkungen, 150.

²⁹⁵ Vgl. Barad: Meeting the Universe Halfway. Durham/London: 2007 110.

²⁹⁶ Vgl. Barad: Meeting the Universe Halfway, 120.

²⁹⁷ Vgl. Kuhn: Revolutionen, 80.

²⁹⁸ Vgl. Barad: Verschränkungen, 74.

Im „EPR“ Aufsatz, der von Einstein, Rosen und Podolsky stammt, wurde die These verteidigt, dass die Quantenphysik keine abgeschlossene Theorie der Wirklichkeit enthält.²⁹⁹ Diese Annahme korreliert mit dem Ansatz in dieser Masterarbeit, dass die Quantenmechanik noch keine Meta-Theorie lieferte. Es ist jedoch wichtig anzumerken, dass die quantenphysikalische Wende bereits stattgefunden hat und die wissenschaftstheoretischen Folgen jetzt schon sichtbar sind, auch ohne eine Meta-Theorie. Und diese werden wir näher erläutern.

John Bell war der Ansicht, dass er mathematisch beweisen kann, ob der „EPR“ Aufsatz richtig oder falsch liegt. Er wollte testen, ob die Quantenmechanik tatsächlich versteckte Variablen beherbergt, wie Einstein, Podolsky und Rosen behaupteten. Er hat die Theorie, die solche Variablen beinhaltet, in mathematischer Sprache aufgeschrieben und auf die Probe gestellt. Der mathematische Beweis zeigte, dass der „EPR“ falsch ist.³⁰⁰ Für Einstein und seinen Kollegen war es unverständlich wie eine physikalische Theorie ohne Gesetzmäßigkeit und mit einem hohen Grad an Unbestimmtheit die Realität abbilden kann. Die Experimente der Quantenphysik zeigten jedoch immer wieder, dass dies tatsächlich der Fall ist. Die physikalische Außenwelt beherbergt „Unbestimmtheit“ genauso wie „Bestimmtheit“. Gesetzmäßigkeit und Zufall ergänzen einander, und das macht den Kern von Barads Theorie aus.

„Schrödingers Katze“, das berühmte Gedankenexperiment von Erwin Schrödinger ist ein weiteres Beispiel für die Komplexität der Quantenphysik: Eine Katze befindet sich in einer Box mit einer radioaktiven Quelle, die entweder aktiviert wird oder nicht. Wenn wir nachschauen würden, ob die Katze noch am Leben ist, dann würden wir die Katze entweder lebendig oder tot vorfinden. Der Punkt bei diesem Experiment ist, dass die Katze und die radioaktive Quelle miteinander verschränkt sind. Ihr Schicksal ist in einem System verschränkt. Die Frage bei diesem Experiment ist, welche Schlussfolgerungen wir aus dieser Verschränkung ziehen.³⁰¹ Es gibt einen Punkt in diesem Verfahren, an dem das Schicksal der Katze nicht determiniert ist, es ist unbestimmt. Es scheint für die physikalische Makrowelt unbedeutend zu sein, ob es diesen Punkt gibt, denn entweder bleibt die Katze am Leben oder nicht. Aber diese bestimmte Komponente der Unbestimmtheit ist genau das, was bei der Messung von Atomen eine Rolle spielt.³⁰²

²⁹⁹ Vgl. Einstein, Podolsky, Rosen: “Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete”, 777.

³⁰⁰ Vgl. Barad: Meeting the Universe Halfway, 289ff.

³⁰¹ Vgl. Barad: Meeting the Universe Halfway, 277f.

³⁰² Vgl. Barad: Meeting the Universe Halfway, 280.

Es ist wichtig zu betonen, dass die Kopenhagener Interpretation eine genaue Ausformulierung von Einsteins Dictum über die Wissenschaft ist. Beide Positionen betonen, dass unsere mathematischen Gesetze auf die Außenwelt zwar projiziert werden können, aber sie immer eine gewisse Unbestimmtheit in sich tragen würden. Bohr und Heisenberg explizierten, dass wir Ort und Impuls niemals gleichzeitig bestimmen können. Damit ist gesagt, dass unsere Theorien über die Außenwelt immer fehlerhaft sein würden, oder zumindest prinzipiell unvollständig.³⁰³

Der Unterschied zwischen Bohr, Heisenberg und Einstein ist nur die Rolle, welche die „Unbestimmtheit“ in ihren Theorien spielt. Für Einstein ist sie fast bedeutungslos, während sie für Bohr und Heisenberg die Essenz der Quantenphysik ausmacht. Für Bohr gibt es keine individuellen Objekte der Natur, die man erforschen kann, es gibt nur Phänomene.³⁰⁴ Phänomene sind ontologische Verschränkungen.³⁰⁵ Bohr erläutert, dass die Einsteinsche Relativitätstheorie Lücken hat, welche nur die Quantentheorie füllen kann.³⁰⁶

Die objektive Wissenschaft, die als Aufklärungsideologie innerhalb der Community der Wissenschaftler:innen lange Zeit vorherrschte, und welche als Ergebnis des Newtonschen Paradigmas entstanden ist, wurde mit der quantenphysikalischen Wende endgültig aufgegeben.³⁰⁷ Dabei geht es nicht um die Widerlegung der Objektivität per se, sondern um die Formulierung einer neuen Objektivität, welche aus der quantenphysikalischen Experimenten gewonnen wird.

Fazit

In dieser Abhandlung wurden drei Meta-Revolutionen untersucht. Die Newtonsche Revolution schaffte das erste einheitliche Paradigma der modernen Wissenschaft. Die positive Wende brachte Anomalien mit sich und verursachte die Trennungen innerhalb der mathematischen Physik. Die Einsteinsche Relativitätstheorie vereinte die Anomalien und löste den

³⁰³ Vgl. Berghofer: „Scientific perspectivism in the phenomenological tradition“, 19.

³⁰⁴ Vgl. Barad: Meeting the Universe Halfway, 309.

³⁰⁵ Vgl. Barad: Meeting the Universe Halfway, 333.

³⁰⁶ Vgl. Bohr: Atomic Theory and the Description of Nature. Cambridge: 1961, 88.

³⁰⁷ Vgl. Barad: Meeting the Universe Halfway, 107.

Paradigmenwechsel innerhalb der Community der Physiker:innen aus. Die quantenphysikalische Wende ist die letzte Revolution in dieser Arbeit.

Das Newtonsche Paradigma fing bereits mit der Kopernikanischen Wende an, aber vor Newton war kein Konsens in der Wissenschaft vorhanden. Newton konstruierte die Meta-Theorie für die Kopernikanische Revolution. Die positive Wende innerhalb des Newtonschen Paradigmas bezeichnet den Anfang einer neuen Revolution, aber das neue Paradigma trägt den Namen von Einstein, weil er die Meta-Theorie dafür entwarf. Die quantenphysikalische Wende ist somit der Anfang einer neuen Revolution, die bis jetzt keine Meta-Theorie lieferte.

In der positiven Wende wurde der kantische Erkenntnisoptimismus von den Positivisten aufgegriffen und mit Baconschen Ideen bereichert.³⁰⁸ Die Transzendentalphilosophie von Kant wurde zwar stark kritisiert, aber das Newtonsche Paradigma, welches man in der Kantschen Wissenschaftstheorie findet, wurde nicht völlig widerlegt. Eine neue Ära des Positivismus beginnt mit Schlick. Er war ein wichtiges Mitglied des Wiener Kreises, der sich sowohl mit der Relativitätstheorie als auch mit der Quantentheorie beschäftigte und der klassischen Physik treu geblieben ist.

Meine Absicht war die Inkommensurabilität dieser zwei Weltbilder darzustellen. Die klassische Physik umfasst das Newtonsche und Einsteinsche Weltbild. Die quantenphysikalische Wende ist im Gange und sie steht für eine neue Ära der Physik, welche mit den beiden alten Paradigmen nicht übereinstimmt. Das Newtonsche und teilweise Einsteinsche Paradigma gehen von einer harmonischen Synthese von mathematischen und physikalischen Prinzipien aus, während die Quantenphysik das Gegenteil beweist. Die Quantenmechanik bringt den ontologischen Indeterminismus der Außenwelt ans Licht. Es wurde gezeigt, dass durch die Einsteinsche und Quantentheoretische Revolutionen der Anteil an Skeptizismus in den Wissenschaftstheorien zunimmt. Die Komplexität und der Indeterminismus in der Wissenschaft nehmen ebenfalls zu und der Skeptizismus wird zum Bestandteil von erkenntnisoptimistischen Wissenschaftstheorien.

Bei Schlick sehen wir das anhand des Schwerpunktes auf der induktiven Methode und der schwammigen Definition des Kausalprinzips. Allerdings bleibt das Vertrauen in die experimentelle Methode und in die Synthese von Mathematik und Physik bestehen. Einstein behauptete allerdings, dass es unmöglich wäre den mathematischen Formalismus auf die Natur zu projizieren. Die Harmonie zwischen der physikalischen und astronomischen Welt besteht

³⁰⁸ Vgl. Horkheimer, Adorno: Dialektik der Aufklärung, 9.

also spätestens seit Einstein nicht mehr. Die Quantenmechanik zeigt diese Realität noch deutlicher.

Newton wird als Idealist und Determinist bezeichnet, während Einstein als Positivist und Relativist in die Geschichte der Physik eingegangen ist. Es ist wichtig anzumerken, dass dies nur grobe Bezeichnungen für die Komplexität von Theorien dieser Denker sind, es ist dennoch wichtig anzuerkennen, dass die dominanten Wissenschaftstheorien sehr wohl in jeder Etappe der Physik die technischen Errungenschaften der Community begleiten und das jeweilige Paradigma mitformen.

Die Vorherrschaft der Paradigmen können wir auch anhand der Anomalien beobachten. Während das Newtonsche Paradigma durch die nicht-Euklidische Geometrien in Frage gestellt wurde, wurde das Einsteinsche durch die Experimente der Quantenphysik widerlegt. Die Quantenphysik kann am besten durch phänomenologische Ansätze ausformuliert werden. Idealistische und positivistische Theorien können die Epistemologie der Quantenmechanik nicht beschreiben.

Literaturverzeichnis

1. Bacon, Francis: Neues Organon. Teilband I. Hamburg: Meiner 1990.
2. Barad, Karen: Meeting the Universe Halfway. Quantum Physics and the Entanglement of Matter and Meaning. Durham/London: Duke University Press 2007.
3. Barad, Karen: "Nature's Queer Performativity", in: Critical Humanities and Social Sciences, Vol.19, No. 2 (2011), 121-158.
4. Barad, Karen: Verschränkungen. Berlin: Merve Verlag 2015.
5. Barad, Karen: Agentieller Realismus. Über die Bedeutung materiell-diskursiver Praktiken. Berlin: Suhrkamp 2020.
6. Berghofer, Philipp: "Scientific perspectivism in the phenomenological tradition", in: European Journal for Philosophy of Science, Vol. 10, No. 30 (2020), 1-27.
7. Bohr, Niels: Atomic Theory and the Description of Nature. Cambridge: Cambridge University Press 1961.
8. Borzeszkowski, H.-H.V und Wahsner, R.: „Erkenntnistheoretischer Apriorismus und Einsteins Theorie“, in: Deutsche Zeitschrift für Philosophie, Vol. 27, No. 2 (1979), 213-222.
9. Bourdeau, Michel: "Auguste Comte", URL: <https://plato.stanford.edu/entries/comte/>
10. Bristow, William: "Enlightenment", URL: <https://plato.stanford.edu/entries/enlightenment/>
11. Cushing, James T.: Philosophical Concepts in Physics: The Historical Relation between Philosophy and Scientific Theories. Cambridge: Cambridge University Press 1998.
12. Daston, Lorraine: „Baconische Tatsachen“. in: Rechtsgeschichte RG: Zeitschrift des Max-Planck-Instituts für europäische Rechtsgeschichte, Vol. 1 No. 1 (2002), 36-55.
13. Descartes, Rene: Discours de la Methode. Hamburg: Meiner 2011.
14. Dutilh Novaes, Catarina: "Argument and Argumentation", URL: <https://plato.stanford.edu/entries/argument/>
15. Einstein, A. und Podolsky, B. und Rosen, N.: "Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete?" In: Physical Review, Vol. 47, No. 10 (1935), 777-780.
16. Fleck, Ludwik: Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache. Einführung in die Lehre vom Denkstil und Denkkollektiv. Frankfurt am Main: Suhrkamp 1980.

17. Foucault, Michel: Die Wahrheit und die juristischen Formen. Frankfurt am Main: Suhrkamp 2002.
18. French, Peter: John Dee: The World of an Elizabethan Magus. New York: Routledge 1972.
19. Friedman, Michael: "Kant's Theory of Geometry", in: The Philosophical Review, Vol. 94, No. 4 (1985), 455-506.
20. Friedman, Michael: Kant and the exact sciences. Cambridge, London: Harvard University Press 1992.
21. Friedman, Michael: "Kant on geometry and spatial intuition", in: Synthese Vol. 186, No. 1 (2012), 231-255.
22. Gray, Jeremy and Ferreirós, José: "Epistemology of Geometry", URL: <https://plato.stanford.edu/entries/epistemology-geometry/>
23. Guyer, Paul and Horstmann, Rolf-Peter: "Idealism", URL: <https://plato.stanford.edu/entries/idealism/>
24. Hatfield, Gary: "René Descartes", URL: <https://plato.stanford.edu/entries/descartes/>
25. Horkheimer, M. und Adorno, Th.: Dialektik der Aufklärung. Philosophische Fragmente. Frankfurt am Main: Fischer 1988.
26. Howard, Don A. and Giovanelli, Marco: "Einstein's Philosophy of Science", URL: <https://plato.stanford.edu/entries/einstein-philsience/>
27. Janiak, Andrew: "Newton's Philosophy", URL: <https://plato.stanford.edu/entries/newton-philosophy/>
28. Kant, Immanuel: Kritik der reinen Vernunft. Hamburg: Meiner 1998.
29. Kant, Immanuel: Was ist Aufklärung? Ausgewählte kleine Schriften. Hamburg: Felix Meiner Verlag 1999.
30. Kuhn, Thomas S.: Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen. Frankfurt am Main: Suhrkamp 1967.
31. Markie, Peter and Folescu, M.: "Rationalism vs. Empiricism", URL: <https://plato.stanford.edu/entries/rationalism-empiricism/>
32. McIntyre, Lee: The Scientific Attitude. Defending Science from Denial, Fraud, and Pseudoscience. Cambridge, Massachusetts: MIT Press 2019.
33. McNulty, Michael Bennett: "Kant on Chemistry and the Application of Mathematics in Natural Science", in: Kantian Review, Vol. 19, No. 3 (2014), 393-418.
34. Morris, William Edward and Brown, Charlotte R.: "David Hume", URL: <https://plato.stanford.edu/entries/hume/>

35. Musgrave, Alan: "Logicism Revisited", in: British Journal of Philosophy of Science, Vol. 28, No. 2 (1977), 99-127.
36. Rohlf, Michael: "Immanuel Kant", URL: <https://plato.stanford.edu/entries/kant/>
37. Ryckman, Thomas A.: "Early Philosophical Interpretations of General Relativity", URL: <https://plato.stanford.edu/entries/genrel-early/>
38. Schlick, Moritz: Allgemeine Erkenntnislehre. Wien, New York: Springer 2009.
39. Schlick, Moritz: Rostock, Kiel, Wien: Aufsätze, Beiträge, Rezensionen 1919-1925. Wien/New York: Springer 2012.
40. Schlick, Moritz: Erkenntnistheoretische Schriften 1926-1936. Wien/New York: Springer 2013.
41. Shapin, Steven: Die wissenschaftliche Revolution. Frankfurt am Main: Fischer Verlag 2017.
42. Smith, George: "Isaac Newton", URL: <https://plato.stanford.edu/entries/newton/>
43. Sommer, Marianne/Müller-Wille, Staffan/Reinhardt, Carsten (Hrsg.): Handbuch Wissenschaftsgeschichte. Stuttgart: Springer-Verlag 2017.
44. Stadler, Friedrich und Uebel, Thomas (Hrsg.): Wissenschaftliche Weltauffassung. Der Wiener Kreis. Wien/New York: Springer 1929.
45. Stadler, Friedrich: Der Wiener Kreis: Ursprung, Entwicklung und Wirkung des Logischen Empirismus im Kontext. Cambridge: Springer 2015.
46. Stang, Nicolas: "Transcendental Idealism", URL: <https://plato.stanford.edu/entries/kant-transcendental-idealism/>
47. Thornton, Stephen: "Karl Popper", URL: <https://plato.stanford.edu/entries/popper/>
48. Wunderlich, Falk: Immanuel Kant: Die Einheit des Bewusstseins. In: Rudolf Möschenbacher: „Immanuel Kant: Die Einheit des Bewusstseins. Die „Deduktion der Kategorien“ und die „Paralogismen der reinen Vernunft“. In: Kant-Studien, Vol. 106, No. 3 (2015), 523-527

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1: Paradigmen: Elemente

Tabelle 2: Paradigmen: Fach/Methode/Determinismus

Tabelle 3: Paradigmen: Empirie/Subjektivität/Objektivität

Tabelle 4: Kantsche Kategorien

Tabelle 5: Weltbilder nach Schlick

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Das Newtonsche Paradigma

Abbildung 2: Die positive Wende

Abbildung 3: Das Einsteinsche Paradigma

Abbildung 4: Die quantenphysikalische Wende

Abbildung 5: Paradigmenvergleich I

Abbildung 6: Paradigmenvergleich II

Abstract (DE)

In dieser Arbeit wird anhand von drei Autoren die stufenweise Entwicklung der modernen Physik dargestellt. Dafür wurden drei Revolution ausgewählt: die Newtonsche, die Einsteinsche und die Quantentheoretische. Ihre philosophischen Äquivalente sind Kant, Schlick und Barad. Das Newtonsche Paradigma geht von einer harmonischen Synthese von mathematischen und physikalischen Prinzipien aus, das Einsteinsche relativiert dieses Ideal, während die Quantenphysik das Gegenteil beweist. Die Quantenmechanik zeigt uns den ontologischen Indeterminismus der Außenwelt. Die Einsteinsche Revolution bezeichnet den Zwischenschritt, der den Weg zum Quantenparadigma eröffnete.

Die Kantsche Wissenschaftstheorie ist die philosophische Interpretation und Integration der Newtonschen Mechanik. Der kantische Erkenntnisoptimismus wurde im 19. Jahrhundert von den Positivisten aufgegriffen und mit den Baconischen Ideen bereichert. Die Transzendentalphilosophie von Kant wurde zwar stark kritisiert, aber das Newtonsche Paradigma, welches man in der kantischen Wissenschaftstheorie findet, wurde nicht widerlegt.

Die logischen Empiristen (Neopositivisten) waren Zeugen bestimmter Anomalien, wie der Relativitätstheorie, der Akzeptanz von nicht-euklidischen Geometrien und die überraschenden Ergebnisse der quantenphysikalischen Experimente. Die Reaktion auf diese Anomalien war unterschiedlich, aber meistens gingen die Wissenschaftler:innen davon aus, dass diese Störungen mit der klassischen Physik in Einklang gebracht werden könnten, oder dass die Gesetze der Quantenwelt keine bedeutende Auswirkung auf die Makrowelt hätten.

Eine Phase der Wissenschaft wird sowohl technisch als auch erkenntnistheoretisch von dem vorherrschenden Paradigma bestimmt. Eine ungefähre Strukturierung der drei Phasen der Wissenschaft ist anhand des Grades des Determinismus und der Deduktion möglich. Diese Abhandlung geht vom Konzept der wissenschaftlichen Revolutionen aus, mit der Absicht die erkenntnistheoretischen Folgen von bedeutenden experimentellen Entdeckungen zu untersuchen.

Abstract (EN)

This paper illustrates the gradual progress of modern Physics since Newton. Three revolutions play a key role in this development: The Newtonian, Einsteinian and the Quantomechanical Revolution. Their philosophical counterparts are Kant, Schlick and Barad. The Newtonian Paradigm anticipates a universal harmony, which includes mathematical and physical principles. Einstein already relativizes this ideal with his “Theory of Relativity”. The Quantum revolution however refutes the Newtonian Harmony. It depicts the ontological indeterminism of the world.

The Kantian scientific theory is the philosophical interpretation and integration of Newtonian Mechanics. The Kantian epistemology was seized by the Positivists and adapted to be in sync with Baconian ideas in the 19th century. The Kantian transcendental philosophy was attacked by those scientists, but the Newtonian paradigm, which was an important part of his theory, was not rejected.

The logical empiricists (Neopositivists) witnessed big changes in the scientific community, for example the “Theory of Relativity”, acceptance of non-Euclidean geometries and even unusual experiments in quantum mechanics. The reactions to these anomalies were different, but the scientists tended to blend those in the classical Newtonian paradigm, or they argued that the quantum realm does not infect our physical world.

A phase of Physics is defined by the technical and epistemological discourses of the main paradigm at that time. A vague structure of the three revolutions can be constructed on the basis of the level of determinism and deduction. This essay rests on the concept of the Kuhnian scientific revolutions with the purpose of analyzing the epistemological consequences of important experimental discoveries.