

HOCHSCHULE FÜR PHILOSOPHIE - PHILOSOPHISCHE FAKULTÄT S.J.

M Ü N C H E N

Hauptseminar: Hegels System nach seiner „Enzyklopädie der Philosophischen Wissenschaften“ (1830) - Lektüre und Interpretation

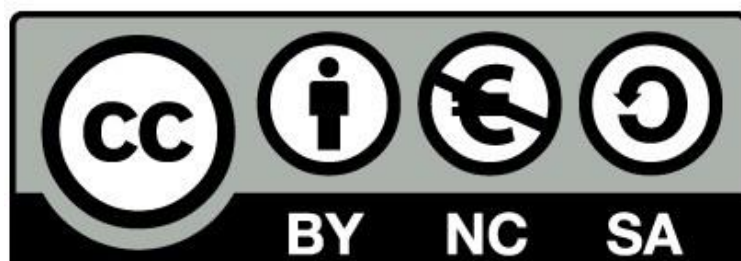
Leiter: Prof. Josef Schmidt S.J.

Hegels Logik und die Ergebnisse der Quantenphysik

von

Alexander Rager

Sommersemester 1999



Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| 1. Einleitung | 3 |
| 1.1 Von der Transzendental-Philosophie ... | 3 |
| 1.2 ... zur Quantentheorie ... | 4 |
| 1.3 ... und zurück zu Hegel | 6 |
| 2. Elementar- und quantenphysikalische Phänomene | 8 |
| 2.1 Der Aufbau der Materie | 8 |
| 2.2 Der Welle-Teilchen-Dualismus | 10 |
| 2.3 Die ausgezeichnete Rolle des Meßprozesses | 12 |
| 3. Hegels Logik | 17 |
| 3.1 Die „Seinsparagraphen“ (§§ 86 - 88) der Enzyklopädie | 17 |
| 3.2 Hegels logische Dialektik | 19 |
| 3.3 Denken, Wissen und Erkenntnis bei Hegel | 20 |
| 4. Zusammenfassung | 22 |
| Literaturverzeichnis | 26 |

Dieses Werk unterliegt den Lizenzbedingungen der Creative Commons 3.0.

Sie dürfen

- das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen und
- Abwandlungen und Bearbeitungen des Werkes bzw. Inhaltes anfertigen.

Folgende Bedingungen sind dabei zu beachten:

- **Namensnennung (BY)** — Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen.
- **Keine kommerzielle Nutzung (NC)** — Dieses Werk bzw. dieser Inhalt darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden.
- **Weitergabe unter gleichen Bedingungen (SA)** — Wenn Sie das lizenzierte Werk bzw. den lizenzierten Inhalt bearbeiten oder in anderer Weise erkennbar als Grundlage für eigenes Schaffen verwenden, dürfen Sie die daraufhin neu entstandenen Werke bzw. Inhalte nur unter Verwendung von Lizenzbedingungen weitergeben, die mit denen dieses Lizenzvertrages identisch oder vergleichbar sind.

1. Einleitung

1.1 Von der Transzendental-Philosophie ...

„1. Alles Wissen beruht auf der Übereinstimmung eines Objektiven mit einem Subjektiven. - Denn man *weiß* nur das Wahre; die Wahrheit aber wird allgemein in die Übereinstimmung der Vorstellungen mit ihren Gegenständen gesetzt [...] Nun ist aber in jedem *Wissen* ein wechselseitiges Zusammentreffen beider (des Bewußten und des an sich Bewußtlosen notwendig; die Aufgabe ist: dieses Zusammentreffen zu erklären.

3. Im Wissen selbst - *indem* ich weiß - ist Objektives und Subjektives so vereinigt, daß man nicht sagen kann, welchem von beiden die Priorität zukomme. Es ist hier kein Erstes und kein Zweites, beide sind gleichzeitig und eins“ (Schelling, S. 9).

Was Schelling hier beschreibt, ist seine Auffassung von Wahrheit und, damit untrennbar verbunden, *Wissen*. Die Wahrheitstheorie, die Schelling der philosophischen Tradition entnimmt, bildet den Ausgangspunkt seiner Reflexionen. Mit der Untersuchung der Möglichkeit menschlichen Wissens knüpft Schelling an Kant an.

Kant hatte, angeregt durch den englischen „Empirismus“, verzweifelt darum gerungen, die Bedingungen der Möglichkeit menschlicher Erkenntnis zu einem konsistenten Bild zu formen. Die Voraussetzungen und Grenzen menschlicher Erkenntnisfähigkeit zu finden und aufzuzeigen, die Suche nach den Bedingungen der Möglichkeit menschlicher Erkenntnis, und, insofern sie jedem Menschen zu eigen sind, nach einer objektiven Grundlage von Erkenntnis im Individuum (die „kopernikanische Wende“), war seine Motivation. „Transzendental“ lautete seine Bezeichnung für alle Erkenntnisbedingungen, die im Subjekt selbst vorhanden sein müssen.

Die „reine Vernunft“ beinhaltet die Denkprinzipien (die Kategorien) auf die hin jede menschliche Erkenntnis geordnet wird. Die Ableitung dieser Prinzipien vollzog Kant mittels der logischen Urteilsanalyse, da seiner Auffassung nach im Urteil alle Kategorien enthalten sind.

„Das ist der große Gedanke des Kantischen Systems, der sogenannte transzendente Gedanke und zugleich der Punkt, an dem der deutsche Idealismus anknüpfen wird [...] Hier eigentlich vollzieht sich die Kopernikanische Wende, der Versuch, nachzuweisen, daß die Gegenstände der Erkenntnis sich nach uns richten müssen, nicht umgekehrt“ (Hirschberger, 131991, 289, Kürzung durch A.R.).

Um zu naturwissenschaftlicher Erkenntnis zu kommen, muß der Verstand jedoch immer eine sinnliche Gegebenheit (Anschauung) als Grundlage haben. Diese Anschauung „affiziert“ den Verstand (ist also wesentlich passiv), welcher erst dadurch (mittels der Schemata der Urteilskraft) seine aktive und „spontane“ Syntheseleistung erbringen kann, wie Kant mehrmals betont. Das Objekt der Erkenntnis (das „Ding-An-Sich“) selbst bleibt in dieser Konzeption allerdings für den Beobachter unerkennbar. Hieran knüpft nun die weitere idealistische Kritik und Philosophie an, denn in ihren Augen war dies keine konsistente Begründung von Wissen(schaft).

Schelling greift also den Ansatz der Kantischen Philosophie auf, wobei er sogleich über ihn hinausgeht. Die „transzendente Apperzeption“ Kants, jene letzte Einheit der Mannigfaltigkeit des erkennenden Subjektes, das die Basis des ganzen Systems von Kant bildet, ist sein Ausgangspunkt. Aus Schellings Sicht muß es erkennbar eine vorgängige Einheit von transzendentaler Erkenntnis(struktur) des Subjektes und den erkannten Objekten geben.

„a) Entweder wird das Objektive zum Ersten gemacht, und gefragt: wie ein Subjektives zu ihm hinzukomme, das mit ihm übereinstimmt [...] Die Aufgabe nimmt die Natur oder das Objektive als Erstes an. Sie ist also ohne Zweifel Aufgabe der Naturwissenschaft, die dasselbe tut.

b) Oder das Subjektive wird zum ersten gemacht, und die Aufgabe ist die: wie ein Objektives hinzukomme, das mit ihm übereinstimmt [...] Wenn es also eine Transzendental-Philosophie gibt, so bleibt ihr nur die entgegengesetzte Richtung übrig, vom Subjektiven als vom Ersten und Absoluten auszugehen und das Objektive aus ihm entstehen zu lassen“ (Schelling, S. 9ff).

Vom Subjekt, also dem Wissenschaft treibenden Menschen auszugehen, war das Programm des gesamten Idealismus, um die Möglichkeit von (Natur)Wissenschaft zu ergründen.

1.2 ... zur Quantentheorie ...

Im Gegensatz zum Idealismus trat nach dessen Zusammenbruch und im Gefolge der über alle Maßen erfolgreichen Naturwissenschaften der (erkenntnistheoretische) Realismus¹ seinen Siegeszug an. Dabei handelt es sich in der Regel um Positionen, die

¹ Eine weitere Unterscheidung soll an dieser Stelle nicht getroffen werden, obwohl sich die Begrifflichkeit des Realismus durchaus als differenzierungswürdig erweist. Ich verweise hierzu auf Gethmann, 502 - 507.

„den Objekten der Erkenntnis den Primat im Erkenntnisprozeß zusprechen und damit für das erkennende Subjekt eine vorwiegend rezeptive Rolle reservieren“ (Gethmann, 1995a, 500).

Dieser Realismus geht ontologisch davon aus, daß es eine real existierende Außenwelt (Natur) und Gesetzmäßigkeiten unabhängig davon gibt, ob die einzelnen Elemente bzw. Wirkzusammenhänge Gegenstand menschlichen Urteilens und Denkens sind, wobei natürlich einige Sachverhalte bzw. Objekte Gegenstand menschlicher Erfahrung werden müssen, um Wissenschaften betreiben zu können. Diese Position deckt sich zunächst auch mit einem alltäglichen Verständnis der Dinge in der Welt und ist eng verbunden mit einer entsprechenden Realitätsauffassung.

In der Physik (und damit eng verbunden der Mathematik) wurden die idealistischen Erkenntnisse zuerst in Frage gestellt. Zwar wurde Kant insofern Rechnung getragen, als sinnliche Anschauung nach wie vor auf den beiden Anschauungsformen a-priori (Raum und Zeit) aufruht, Dinge also nur in bestimmter Weise, z.B. der Raum streng euklidisch, vorstellbar sind. Aber der Mensch erwies sich als in der Lage, prinzipiell andere Dimensionen denken - und vor allem errechnen zu können. Daß unser Raumverständnis streng euklidisch ist war eher ein Beweis dafür, daß der Mensch sich als Produkt der Evolution seinen spezifischen Umweltbedingungen bestens angepasst hatte.

Diese Vorstellung von Realität verliert jedoch scheinbar gegenüber den Erkenntnissen der Quantenphysik wieder ihre Gültigkeit, obwohl - oder gerade weil - es sich dabei um die Grundlagentheorie der modernen Physik handelt. Am deutlichsten zeigt sich dies z.B. im Welle-Teilchen Dualismus. Die Art der Messung, also der Meßprozess (und damit der Beobachter) selbst hat in der Quantenphysik auf das Ergebnis einen fundamentalen Einfluß. Hier stellt sich nun das Problem, mit dem sich bereits der Idealismus beschäftigt hatte, neu dar. Wie ist diese Subjekt (Beobachter) - Objekt (Beobachtetes) Spaltung zu überwinden?

„Das Hauptproblem der Quantenmechanik ist die ausgezeichnete Rolle, die dem Meßprozeß zugewiesen wird. Dies scheint die Objektivität der Physik in Frage zu stellen: Physikalische Abläufe scheinen von der Beobachtung abzuhängen. Dabei, um das zu wiederholen, handelt es sich gemäß dem Formalismus der Quantenmechanik nicht nur um die physikalische Wechselwirkung der Meßinstrumente mit den gemessenen Objekten, sondern um einen prinzipiell anderen Vorgang. Man hat nun die Wahl, ob man die Gesetze der Quantenmechanik realistisch oder nichtrealistisch deutet“ (Bauberger, 83f).

1.3 ... und zurück zu Hegel

Auch Hegel steht in der Tradition des Idealismus, gilt er doch als dessen Vollender. Ohne Zweifel übernahm Hegel dabei Elemente von seinem ehemaligen Freund Schelling und integrierte sie in sein eigenes System. Auch Hegel ging es darum, die Gesetze des Denkens, die Denkstrukturen des Menschen aufzuzeigen, denn nur diese können die Voraussetzung von Erkenntnis - und damit (Natur-) Wissenschaft - sein. Dabei ist dies ein Vorgang, der seinerseits wiederum nur denkend erfolgen kann - wie Hegel nachdrücklich betont. Seine Logik nimmt, insofern sie die Grundstrukturen des Denkens und die Gesetze der Vernunft untersucht, eine exponierte Stelle innerhalb seines Systems ein und stellt zugleich die Ontologie und Erkenntnislehre Hegels dar.

„Die dialektische Logik ist im Rahmen des Hegelschen Systems die philosophische Grundwissenschaft. In ihr wird zum einen das kategoriale Vokabular und die Methode allgemein erarbeitet; insofern ist sie das methodische Kompendium des Systementwurfs. Zum anderen enthält sie die Grundaussagen, in denen sich alles Reden über Seiendes orientiert; insofern ist sie allgemeine Lehre vom Sein und hiermit Ontologie“ (Blasche, 57).

Höchstes Prinzip der Transzendentalphilosophie bei Hegel muß eine unhintergehbare und sich selbst reflexiv begründende Struktur sein, die letztlich eine Einheit von Subjektivität und Objektivität in der Erkenntnis darstellt. Der Aufweis dieses Prinzips macht wohl, neben Hegels auch sonst schwierigem Sprachstil, seine Logik zu einem „der schwierigsten Bücher der ganzen Philosophiegeschichte“ (Hösle, 155) - aber auch zu einem Werk, das man m.E. für heutige Erkenntnisse der modernen Naturwissenschaften fruchtbar machen kann.

Dies will ich in dieser Seminararbeit versuchen. „Hegels Logik und die Ergebnisse der Quantenphysik“ als Titel muß dabei natürlich präzisiert werden. Vorwiegend wird es darum gehen, ausgewählte (philosophische) Problemstellungen aus den Ergebnissen der Elementarteilchen- und Quantenmechanik darzustellen und mit Gedanken aus Hegels Logik zu vergleichen.

Von Seiten der Elementarteilchenphysik wird es dabei um die Problematik der Nicht-Individualität gehen, von Seiten der Quantenmechanik im wesentlichen um den Welle-Teilchen-Dualismus und, damit verbunden, die ausgezeichnete Rolle des Meßprozesses. Bei diesen Ausführungen beziehe ich mich ausschließlich auf das Skript (und meine Vorlesungsmitschriften) von Dr. Bauberger.

Von der Logik werden dazu vor allem die ersten Aussagen in der Enzyklopädie, ausgedrückt in den §§ 86 - 88 (Sein), unter Bezugnahme auf die §§ 79 - 85 und Hegels allgemein dialektische Methode herangezogen. Ich beziehe mich dabei auf die Suhrkamp Ausgabe, da sie die oft sehr hilfreichen Zusätze enthält, die jedoch „nur“ Vorlesungsmitschriften sind und damit nicht von Hegel selbst verfasst. Nicht streifen kann und will ich die Frage, inwiefern Hegel es schafft, seine Gedanken selbstreflexiv zu begründen (oder welchen Stellenwert diese Ausführungen für sein gesamtes System haben). Er selbst weist darauf hin, daß ein voraussetzungsloser Anfang des Denkens erst am Ende des gesamten Denkprozesses deutlich gemacht werden kann. Damit stellen seine Ausführungen zu Beginn der Logik eigentlich das Ende dieses Prozesses dar - logisch aber müssten sie eben am Anfang des Denkens stehen.

2. Elementar- und quantenphysikalische Phänomene

Die moderne Physik - und Naturwissenschaft generell - versucht die Vielheit der Erscheinungen der Alltagswelt auf möglichst einfache Ebenen und (Wirk-) Kausalitäten zu reduzieren. Ausgehend von definierten und/oder bekannten Anfangszuständen soll mit Hilfe von Gesetzmäßigkeiten eine zuverlässige Prognose über zukünftige Entwicklungen gegeben werden können. Dabei benutzt(e) die Physik zunehmend einen eigenen (mathematischen) Apparat, um ihre Aus- und Vorhersagen präzise formulieren zu können. Schwierig wird es immer dann, wenn dieser Formalismus in Aussagen der Alltagswelt übersetzt werden soll, um ihn ontologisch zu interpretieren. Dies kann vernünftig nur in einer (natur)philosophischen Deutung geschehen.

2.1 Der Aufbau der Materie

Der Atomismus ist das Paradigma der modernen Physik, postuliert er doch, daß „alle Eigenschaften der Stoffe allein auf die Form und die Anordnung der Atome reduziert werden können“ (Bauberger, 4). Doch der Rückgriff auf den antiken Begriff der „unteilbaren“ Teilchen ist in der Elementarteilchenphysik nur noch bedingt gültig, da zumindest die Atome selbst aus weiteren Teilchen aufgebaut sind.

Im derzeit gültigen Standardmodell der Elementarteilchen sind Quarks und Elektronen die fundamentalen, nichtzusammengesetzten Teilchen. Für die „normale“ Materie ergibt sich demnach folgender Aufbau: Die Atome setzen sich aus Fermionen zusammen (Spin $\frac{1}{2}$), welche wiederum in Leptonen (Elektron, Neutrino) und Hadronen (Up- bzw. Down-Quark in Proton und Neutron) unterteilt sind. Ihren Zusammenhalt bzw. ihre Wechselwirkungsmöglichkeiten erhalten sie durch den Austausch von Bosonen (Spin 1), die zugleich für die vier Grundkräfte (zwischen den „Materieteilchen“) verantwortlich sind. Es sind dies: für die starke Wechselwirkung (Zusammenhalt der Quarks im Confinement) die Gluonen, für die elektromagnetische Wechselwirkung die Photonen, für die schwache Wechselwirkung (Kernkräfte) die W- bzw. Z-Bosonen und für die Gravitation die (bisher noch nicht nachgewiesenen) Gravitonen. Das philosophische Problem dieses Aufbaus besteht in der prinzipiellen Umwandelbarkeit von „Teilchen“ und „Kräften“. Bauberger nennt es zur besseren Unterscheidung „die Nicht-Individualität von Elementarteilchen“ (14).

„Klassische Objekte sind prinzipiell voneinander unterscheidbar. D.h.: Selbst wenn sie so gleich aussehen, daß sie praktisch nicht unterschieden werden können, so verhalten sie sich doch genauso wie wenn sie unterscheidbar sind. Gleichartige Elementarteilchen sind dagegen prinzipiell nicht voneinander unterscheidbar. Es fehlt ihnen eine Eigenschaft der Dinge der Alltagswelt. Dieses Fehlen sei hier als Nicht-Individualität der Elementarteilchen bezeichnet“ (Bauberger, 15).

Was heißt das nun genauer? Kraft ist ein grundlegender Begriff der Physik, der allerdings in der Elementarteilchentheorie eine neue Bedeutung gewinnt. In der klassischen Theorie sah die Beschreibung in etwa folgendermaßen aus: (Unterscheidbare) Objekte üben aufeinander eine Kraft aus, indem sich das Verhalten dieser Objekte (z.B. die Richtung ihrer Flugbahn) verändert. Vorausgesetzt wird dabei die Konstanz der Objekte selbst, d.h. es verändern sich nur die Eigenschaften². Wenn man bei niedrigen Energien zwei Elektronen aufeinander schießt, können sich diese durch die Abstoßung ihre elektrischen Ladung niemals berühren, sondern „weichen einander (als punktförmig angenommene Objekte) aus“. Bei hohen Energien jedoch ändert sich dieses Verhalten, oder, eigentlich genauer, trifft die klassische Annahme als grobe Annäherung nicht mehr zu. Dann können diese zwei Elektronen plötzlich kollidieren und mit dieser Kollision völlig neue Teilchen aus den Ursprungsobjekten³ entstehen, wobei das Entscheidende dabei nicht die Kollision ist, sondern die prinzipielle Umwandelbarkeit von Energie in (Ruhe)Masse - und umgekehrt. Kraft wird hierdurch zur Wechselwirkung und dieses Prinzip gilt prinzipiell für die gesamte Materie.

Wichtig wird nun die Betrachtung des Gesamtsystems. Kraft ist, wie die beiden Elektronen selbst, eine Eigenschaft dieses Gesamtsystems und nicht etwas, was zu den Teilchen bzw. Objekten hinzukommt bzw. zwischen ihnen wirkt⁴.

„Im Unterschied zur klassischen Beschreibung ist in der Quantenfeldtheorie die Kraft nicht etwas, was zu den Objekten dazu kommt. Sondern die Objekte selbst verschwinden in einem Gesamtsystem, dessen Dynamik neue Objekte hervorbringt. Die Dynamik ist also nicht etwas zwischen Objekten, sondern die Objekte sind selbst in die Dynamik miteinbezogen“ (Bauberger, 18).

² In der klassisch philosophischen Terminologie wäre das wohl so zu beschreiben, daß die unterscheidbaren Objekte die Substanzen darstellen, deren jeweilige Akzidenzien sich verändern.

³ Zur genaueren Illustration verweise ich auf das Skript von Bauberger, S. 17 - 22.

⁴ Eine ähnliche Problematik stellt sich in der Betrachtung von Feldern dar. Eingeführt, um Kraftwirkungen auf Objekte zu beschreiben, kann man Felder inzwischen auch so auffassen, daß sie die Eigenschaften des Raumes verändern und damit eine Eigenexistenz gewinnen - und nicht nur eine formale Beschreibung darstellen.

Wesentlich für das Gesamtsystem sind dabei zwei Erhaltungssätze:

1. Die Gesamtenergie (kinetische und Ruheenergie) sowie der Gesamtimpuls bleiben im System erhalten, wobei kinetische Energie in Ruheenergie, und damit Masse (gemäß der Einsteinschen Energie-Masse-Äquivalenz $E=mc^2$), umgewandelt werden kann - und vice versa.
2. Die elektrische Ladung bleibt erhalten.

Die relative Stabilität der vorfindbaren Materie erklärt sich daraus, daß sie zum einen aus den leichtesten Teilchen aufgebaut ist und zum anderen in einem System mit niedriger Energie besteht, was den Teilchen dadurch Konstanz gibt, daß ihre Dynamik bei niedrigen Energien „eingefroren“ ist.

Entscheidend für den Vergleich mit Hegels Gedanken ist, daß strenggenommen und in einem fundamentalen Sinn nur dem ganzen System die volle Realität zukommt⁵. In der Elementarteilchenphysik stellen unterscheidbare Objekte nur eine Näherung und Abstraktion dar, bei denen die Kräfte bzw. Wechselwirkungen⁶ vernachlässigt werden (müssen). Der Mensch bzw. Wissenschaftler kommt bei einer Beschreibung aber nicht darum herum, mit einzelnen Objekten zu operieren, um überhaupt Messungen vornehmen zu können. Keines der beiden Elemente (Objekt und Gesamtsystem) kann zur Erkenntnis aus der Physik eliminiert werden. Zur Beschreibung und zum Wissen werden beide Ebenen benötigt, ontologisch aber hat in der (Mikro-) Physik die holistische Auffassung den Vorrang⁷.

2.2 Der Welle-Teilchen-Dualismus

Licht weist eine eigenartige Struktur auf: Zum einen besteht es aus Teilchen (Photonen), die in der Lage sind, konkrete Vorgänge auszulösen indem sie z.B. beim Einschlag auf eine Photoplatte Elektronen aus dem (Metall)Gitter lösen können, und zum anderen erzeugen diese Photonen, durch einen „Apparat“ mit zwei Spalten geschickt, auf einer Photoplatte Interferenzmuster wie sie typisch für eine wellenartige Verteilung sind.

⁵ Und nur bei niedrigen Energien die klassische Betrachtung als Annäherung angewendet werden kann.

⁶ In der klassisch philosophischen Terminologie wiederum die Relationen.

⁷ Vgl dazu noch einmal Bauberger, S. 22, Hervorhebungen durch A.R.:
„Die holistische Ontologie liegt der Beschreibung der Veränderung durch Wechselwirkung zugrunde, die Ontologie der Einzeldinge braucht man um die Beobachtung des Anfangs- und Endzustandes als einen Vorgang mit Teilchen zu beschreiben. *Man kann keine dieser Betrachtungsweisen eliminieren aus dieser Beschreibung.* Die holistische Betrachtung ist insofern vorrangig, als sie die Welt mit allen ihren Wechselwirkungen berücksichtigt. *In ihr ist aber keine Beobachtung, keine Unterscheidung von Einzelobjekten, möglich.*“

Das daraus abgeleitete Doppelspaltexperiment⁸ war erst einige Zeit nach den ersten theoretischen Konzeptionen zur empirischen Bestätigung der Quantentheorie möglich und wird bei der generellen Anwendung dann interessant, wenn die Strahlungsquelle so gesteuert werden kann, daß z.B. einzelne Elektronen nacheinander durch die Spalten „geschossen“ werden. Sind beide Spalten offen, so verhalten sich die einzelnen Elektronen wellenhaft, d.h. es erscheint ein Interferenzmuster als Wahrscheinlichkeitsverteilung des Auftreffens auf die Detektoren. Dieses Muster erscheint auch dann, wenn die einzelnen Elektronen gar keine Gelegenheit haben, mit anderen Elektronen zu interferieren⁹, d.h. das Elektron interferiert mit sich selbst¹⁰. Verschließt man im gleichen Versuchsaufbau nun eine der beiden Spalten, so verschwindet plötzlich das Interferenzmuster und es tritt die Wahrscheinlichkeitsverteilung einer Bahn von definiten Teilchen auf.

„Im Doppelspaltversuch breiten sich die Elektronen nach dem Durchgang durch den Spalt jeweils wie eine Welle aus. Jedes Elektron geht also in diesem Sinn als Welle durch beide Spalten hindurch. Beim Auftreffen auf die Detektoren werden aber einzelne, lokalisierte Elektronen beobachtet, eben als Teilchen. Einmal handelt es sich also um ein ausgedehntes Objekt, das durch den Doppelspalt hindurch läuft. Das andere mal handelt es sich um ein Teilchen an einem Ort, an dem die Masse und Ladung des Elektrons vorhanden sind“ (Bauberger, S. 72).

Niels Bohr, einer der Pioniere der Quantenmechanik, nannte dieses eigenartige Verhalten Komplementarität. Gemeint ist damit, daß sich beide Aspekte in der (klassischen) Betrachtung eigentlich gegenseitig ausschließen, aber in der Quantenmechanik zu einer vollständigen Beschreibung der Eigenschaften benötigt werden. Bis hierher ist dieser Welle-Teilchen Dualismus noch nicht allzu problematisch, denn „zu sagen, daß ein Elektron ein Teilchen ist, ist ein Bild, ein Modell, ebenso wie, daß es eine Welle ist. Beide Bilder sind unvollständige Beschreibungen“ (Bauberger, S. 72).

⁸ Dies ist natürlich eine stark idealisierte Darstellung. Eine genaue Beschreibung des Versuchs und dessen Aufbau, sowie eine weitere experimentelle Bestätigung, das Zwei-Wege-Experiment, findet sich bei Erbrich, S. 128 - 134, sowie natürlich bei Bauberger. Vgl. zu den einzelnen Mustern auch die Abbildungen 24 u. 25 (S. 70f) von Bauberger.

⁹ Dies wird einfach dadurch sichergestellt, daß nur jeweils ein Elektron durch die Spalten geschossen wird und bereits aufgetroffen ist, wenn das nächste Elektron seinen Weg antritt.

¹⁰ Wichtig scheint mir die Bemerkung, daß in den Detektoren nur einzeln lokalisierte Elektronen registriert werden (können). Das Muster des Auftreffens auf die Detektoren verändert sich jedoch.

Diese Komplementarität kommt jedoch noch einmal in der sogenannten „Heisenbergschen Unschärferelation“ zum Ausdruck. Diese besagt, daß, je genauer der Ort eines Teilchens gemessen wird, desto unschärfer wird die Kenntnis über den Impuls¹¹ (und umgekehrt). Dabei ist diese Unschärfe nicht nur auf eine unvollständige Messung zurückzuführen, sondern eine intrinsische Eigenschaft physikalischer Objekte. Dies leitet zum nächsten Punkt, zur ausgezeichneten Rolle des Meßprozesses über. Doch zuvor noch der Hinweis darauf, daß diese Komplementarität vielleicht ihre Entsprechung in der logischen Dialektik von Hegel findet.

2.3 Die ausgezeichnete Rolle des Meßprozesses

Vorneweg: Mit der ausgezeichneten Rolle des Meßprozesses ist natürlich nicht einfach die Rolle des Beobachters im Sinne eines Betrachters gemeint. Es geht vielmehr um die prinzipielle Möglichkeit von Messungen - und damit um das Subjekt von Wissenschaft. Die ausgezeichnete Rolle dürfte auch das Kernproblem der (philosophischen) Interpretation der modernen Quantenmechanik darstellen, da die Messung als spezielles Ereignis in die Physik eingreift, d.h. die (beobachtbaren) Eigenschaften der betrachteten Entitäten von der Messung abhängen.

Noch einmal zurück zum vorherigen Versuchsaufbau. Nun wird die Frage interessant, in welchem Verhältnis sich die Elektronen einmal als Teilchen und einmal als Welle verhalten. Man kann nun hinter einem der beiden Spalten des Apparates einen Detektor anbringen, der mißt, ob ein Elektron durch diesen Spalt kommt oder nicht (wenn es nicht durch diesen kommt, muß es logischerweise die andere Spalte passieren), diese jedoch nur registriert und nicht blockiert. Ohne Messung läuft das Elektron weiterhin als Welle durch beide Spalten, mit der Messung jedoch verschwindet das Interferenzmuster.

„Wenn man aber diese Messung vornimmt, dann zwingt man sozusagen das Elektron, sich zu entscheiden, durch welchen Spalt es läuft, weil man ja registriert, durch welchen Spalt es gelaufen ist. Das Elektron läuft dann wie ein richtiges Teilchen durch genau einen Spalt und zeigt damit kein Interferenzverhalten mehr“ (Bauberger, S. 72).

¹¹ Physikalisch ist der Impuls eine Bewegungsgröße, die durch einen bestimmten Vektor ausgedrückt werden kann (Impuls = Masse x Geschwindigkeit), also eine Richtung hat. Komplementär sind dabei in der Physik Zeit und Energie sowie Ort und Impuls.

Das Verschwinden des Interferenzmusters ergibt sich immer dann, wenn gemessen werden kann, und zwar bei beiden Spalten, obwohl nur hinter einer die tatsächliche (Nicht)Passage registriert wird. Damit stellt sich heraus, daß die Eigenschaften eines Elektrons nicht unabhängig vom Meßvorgang beschrieben werden können, und zugleich, daß es sich bei der Veränderung des Verhaltens durch den Meßvorgang nicht einfach um eine Wechselwirkung mit dem Meßgerät handeln kann.

Allgemeiner formuliert: In der Quantenmechanik werden physikalische Zustände durch Zustandsvektoren (die sogenannte ψ - oder Wellenfunktion) beschrieben. Dieser Zustandsvektor stellt die maximale Beschreibungsmöglichkeit eines physikalischen Systems dar, d.h. eine vollständigere Beschreibung ist physikalisch nicht möglich. Er ermöglicht die Vorhersage von Wahrscheinlichkeiten, wie sich das physikalische System im Laufe der Zeit verändert und ist im Rahmen der Quantenmechanik streng deterministisch. Wann immer nun eine Messung vorgenommen wird, verändert sich dieser Zustandsvektor und das System muß nach der Messung durch einen neuen Zustandsvektor beschrieben werden, „der mit dem ursprünglichen Zustandsvektor nicht stetig zusammenhängt“ (S. 73). Damit ist auch der Ausgang der Messung nicht streng determiniert, sondern nur im Rahmen einer gewissen Wahrscheinlichkeit gegeben. Mit dem Meßvorgang findet also ein Sprung in einen neuen Zustand statt, man spricht hier vom „Kollaps“ der Wellenfunktion.

In der Beschreibung des Verhaltens geht es dabei um Vorhersagen über die Wahrscheinlichkeiten zukünftigen Verhaltens und nicht um eine „Abbildung“. Der Zustandsvektor gibt also - je nach Messung - gewisse Wahrscheinlichkeiten für ein Meßergebnis wieder und repräsentiert damit auch „ein Wissen über die Realität und zwar ein Wissen, das zur Vorhersage von Wahrscheinlichkeiten dient“ (Bauberger, S. 91). Aber es ist nicht sinnvoll, dem Zustandsvektor eine beobachterunabhängige Realität zuzuschreiben¹².

¹² In der Quantenmechanik werden zur Darstellung sogenannte Hilbert-Räume verwendet. Diese sind eindeutig determiniert. Erst bei einer Übersetzung vom abstrakten Zustandsraum in einen konkret-klassischen (mit Ort und Impuls) kommt man auf die Wahrscheinlichkeitsebene, und erst hier ergibt sich auch der Welle-Teilchen Dualismus. Welle und Teilchen sind ein Beschreibungsform der klassischen Physik, keine Darstellung der Quantenmechanik.

Aus diesem Verhalten ergeben sich zwei große Herausforderungen für die Physik:

1. Es gibt einen prinzipiellen Indeterminismus in allen physikalischen Systemen, d.h. der Ausgang der Messung ist grundsätzlich indeterministisch und
2. es scheint, daß eine grundlegende Veränderung des Systems durch seine Beobachtung stattfindet, denn „es macht einen prinzipiellen Unterschied für die Beschreibung eines Systems, ob gemessen wird oder nicht“ (Bauberger, S. 74).

Für die philosophische Interpretation und die Seminararbeit ist der zweite Punkt der entscheidende, denn die ausgezeichnete Rolle des Meßprozesses in der Quantenmechanik stellt die klassische Vorstellung der Physik als objektive Beschreibung von Natur (Vgl. dazu Pkt. 1.2.) in Frage.

Die klassische Physik läßt sich deshalb problemlos mit einem erkenntnistheoretischen Realismus (einer beobachterunabhängigen Realität) vereinbaren, weil es eine eindeutige Zuordnung von Phänomenen und Objekten gibt. In der Quantenmechanik und Quantenphysik ist eine derart eindeutige Zuordnung nicht mehr möglich. Ob der Holismus der quantenmechanischen Verschränktheit von Systemen, in der alle Objekte unabhängig von ihrer Entfernung immer miteinander verbunden sind, eine Eigenart unserer Beschreibung oder eine reale Eigenart der Welt ist, ist also die grundlegende Frage. An dieser Stelle soll noch einmal betont werden, daß die Quantenmechanik solange kein Problem darstellt, solange sie in ihren Formalismus und wissenschaftlichen Apparat eingebettet bleibt. Erst der Versuch der Interpretation auf ihre Bedeutung hin und die Übersetzung in die Alltagssprache löst all die Diskussionen und Probleme aus, wobei die ursprüngliche Auslegung, die sogenannte „Kopenhagener Deutung“, wie sie vor allem Niels Bohr vertreten hatte, insofern problemlos ist, als sie die realistische Deutung aufgibt. Die dieser Deutung zugrundeliegenden Gedanken gehen von einer grundlegenden wissenschaftstheoretischen Erkenntnis aus¹³:

„Wissenschaft impliziert Theoriebildung. Die Objekte der Theorie sind nie direkt der Beobachtung zugänglich. Beobachtet werden nur Phänomene. Die Theorie bewährt sich darin, daß sie die Phänomene richtig beschreibt. Die Realität der Objekte der Theorie läßt sich also prinzipiell nicht beweisen“ (Bauberger, S. 91)¹⁴.

¹³ Ich beschäftige mich hier nicht mit den Versuchen, die QM auch realistisch zu deuten, wie es z.B. durch einen Materie-Geist Dualismus oder die Suche nach verborgenen Parametern möglich wäre (dazu verweise ich auf Bauberger, S. 84ff). Zum einen haben diese Ansätze durchaus große Schwächen und zum anderen geht es mir in dieser Arbeit ja um den Versuch, ob nicht vielleicht der Idealismus, oder genauer: Hegel für eine Lösung dieses Problems fruchtbar gemacht werden kann.

¹⁴ Als Beispiel dafür führt Bauberger den elektrischen Strom an, der nicht direkt beobachtet werden kann. Zum Nachweis ist man immer auf Messungen angewiesen, „also auf Phänomene, die dann durch dieses Objekt der Theorie, durch elektrischen Strom erklärt werden“ (S. 91). Der Begriff des

Eine entscheidende Rolle in der nichtrealistischen Interpretation der Quantenmechanik spielt der Wechsel der Beschreibungsebenen. Der Meßprozeß bedeutet einen Schnitt zwischen zwei verschiedenen Beschreibungsebenen, die Ebene der klassischen Physik und die der Quantenmechanik. Um empirische Kenntnisse über ein physikalisches System zu gewinnen, müssen Messungen vorgenommen werden. Diese können, genauso wie die dazu notwendigen Meßinstrumente, nur im Rahmen der klassischen Physik und ihrer irreversiblen Gesetzmäßigkeiten beschrieben werden, das bedeutet: Zur Bedingung der Möglichkeit empirischer Erkenntnis gehört eine Zeitrichtung. Die Beschreibung eines physikalischen Systems auf quantenmechanischer Ebene dagegen kennt keine Irreversibilität (Zeitrichtung), hier sind die Gesetze streng zeitumkehr-invariant¹⁵.

„Begriffe wie Erinnerung an Beobachtungen, Informationsverarbeitung, alles was empirische Beobachtung und diskursives Denken ausmacht, haben nur auf der makrophysikalischen Beschreibungsebene überhaupt einen Sinn. Sie sind auf der mikrophysikalischen Beschreibungsebene nicht sinnvoll definierbar, weil sie eine Zeitrichtung voraussetzt“ (Bauberger, S. 93)¹⁶.

Physikalisch findet ein kontinuierlicher Übergang zwischen den Ebenen statt, auf begrifflicher Ebene jedoch ist dieser Übergang diskontinuierlich. Dabei handelt es sich nicht einfach um ein reines Sprachproblem, sondern es geht um grundsätzlich verschiedene Denk- und Beschreibungsweisen. Der Schnitt macht eine nicht-realistische Deutung scheinbar unumgänglich, d.h. die Quantenmechanik repräsentiert „nur“ (empirisches) Wissen über die Wirklichkeit. So stößt die Physik bei der Suche nach letzten, abstrakten und objektiven Naturgesetzen an die prinzipiellen Grenzen objektiver Erkenntnis - und damit an die Grenzen des Denkens überhaupt. Und genau hier gleicht sie den Überlegungen Hegels.

elektrischen Stromes läßt sich ohne die zugrundeliegende Elektrizitätslehre gar nicht verstehen, setzt also die Theorie bereits voraus.

¹⁵ Dies wäre ein weiteres lohnendes Feld der Bearbeitung, insbesondere im Hinblick auf metaphysische Kausalitätsbedingungen. Bauberger beschreibt die Problematik in seinem Skript auf den Seiten 60 - 68.

¹⁶ Dies wäre noch einmal eine interessante Betrachtung in Bezug auf die Erkenntnistheorie und Sprachphilosophie. Erkennen kann man die Welt nur, insofern man auch entsprechende Begriffe dafür hat.

Die Unterscheidung von Objekten und damit Zerlegung eines ursprünglichen Ganzen in einzelne Teile, die Trennung von erkennendem Subjekt und erkanntem Objekt gehört damit wesentlich zur Struktur empirischer Erkenntnis und ist - zumindest auf der Ebene der Naturwissenschaften (siehe 1.1. Punkt a. von Schellings Aussage) - unumgänglich. Gilt diese Trennung und Entgegensetzung auch für die Ebene des Denkens? Ist nicht-realistisch gleichbedeutend mit Irreal? Oder gibt es nicht vielleicht doch eine vorgängige Einheit (des Wissens), die sich allerdings nur im Denken aufzeigen lassen könnte? Dies wird die letzte Anfrage an Hegel sein.

3. Hegels Logik

Im Zentrum der Hegelschen Logik steht „jene reflexive Struktur des sich selbst begreifenden Denkens, die jedem *Erkennen*, das einen Wahrheitsanspruch erhebt, notwendig vorausgeht“ (Hösle, S. 62). Für Hegel ist das Denken etwa Unhintergebares. Insofern Seiendes als Seiendes für ihn notwendig auf ein denkendes Erfassen hin angelegt ist, sind die Kategorien, mit denen der Mensch dieses Seiende (die Realität) erfasst, auch „real“. Sie sind es allerdings in einer anderen Weise als raumzeitlich gegebene Entitäten. Die Seinsweise des Logischen ist, da letzte Grundlage von Erkenntnis, der Seinsweise des Realen überlegen (vgl. Hösle, S.68).

Bemerkenswert ist Hegels Auffassung, daß der Empirismus (die Naturwissenschaften allgemein) von Annahmen und Begriffen durchsetzt ist, die selbst nicht empirisch sind sondern sich vom Denken her ergeben. Er will dagegen von vornherein Wissen vom Denken her begründen. Die Entwicklung des Denkens als (transzendentalphilosophische) Wissenschaft ist dabei für Hegel

„[...] wesentlich *System*, weil das Wahre als *konkret* nur als sich in sich entfaltend und in Einheit zusammennehmend und -haltend, d.i. als *Totalität* ist und nur durch Unterscheidung und Bestimmung seiner Unterschiede die Notwendigkeit derselben und die Freiheit des Ganzen sein kann“ (§14).

Im Folgenden soll an die Chronologie des zweiten Teiles angeknüpft werden, d.h. die Gegenüberstellung wesentlicher Gedanken aus Hegels Logik folgt dem Schema der Auflistung der Problematik der physikalischen Phänomene.

3.1 Die „Seinsparagrafen“ (§§ 86 - 88) der Enzyklopädie

„Das *reine Sein* macht den Anfang, weil es sowohl reiner Gedanke als das unbestimmte, einfache Unmittelbare ist, der erste Anfang aber nichts Vermitteltes und weiter Bestimmtes sein kann“ (§ 86).

Jede Realität, also im weitesten Sinne Wissen, enthält für den Menschen bereits Reflexion. Hegel dagegen will einen voraussetzungslosen Anfang des Denkens suchen. Dieser kann nichts weiter Vermitteltes oder Bestimmtes enthalten, denn Vermittlung ist bereits ein „Hinausgegangensein aus dem Ersten zu einem Zweiten und Hervorge-

hen aus Unterschiedenen" (§ 86). Am Anfang des Denkens (dies meint Hegel auch historisch) ist keine Erkenntnis möglich, diese bedarf vielmehr erst der Bestimmung, des Einteilens, der Definition und Vermittlung. Der absolute Anfang des Denkens ist unmittelbar Bestimmungsloses,

„die Bestimmungslosigkeit vor aller Bestimmtheit, das Bestimmungslose als Allererstes. [...] Dieses [Sein] ist nicht zu empfinden, nicht anzuschauen und nicht vorzustellen, sondern es ist der reine Gedanke, und als solcher macht es den Anfang" (§ 86, Zusatz 1).

Der Verzicht auf jede Differenzierung macht die Bestimmung des Seins völlig inhaltslos. Keinerlei Erkenntnis ermöglichend, form- und inhaltslos ist dieser Anfang deshalb ein „Unsagbares“, das Nichts (aber eine Denkkategorie). Das Denken sucht Unterscheidungen von Sein und Nichts in festen Bestimmungen und Definitionen. Das ist jedoch nicht mehr reines Sein, sondern eine (Denk)Notwendigkeit, welche Sein und Nichts weiterführt und ihnen eine konkrete Gestalt verleiht¹⁷.

„Nun aber ist das Sein eben nur das schlechthin Bestimmungslose, und dieselbe Bestimmungslosigkeit ist auch das Nichts. Der Unterschied dieser beiden ist somit nur ein gemeinter, der ganz abstrakte Unterschied, der zugleich kein Unterschied ist. Bei allem sonstigen Unterscheiden haben wir immer auch ein Gemeinsames, welches die Unterschiedenen unter sich befaßt" (§ 87, Zusatz).

Dabei darf man jedoch nicht den Fehler machen, etwas Konkretes oder Bestimmtes darunter zu verstehen, denn diese sind bereits etwas anderes als nur Seiendes, d.h. man kann das Sein nicht im eigentlichen Sinne „begreifen“ oder „wissen“.

Hegel knüpft das Begreifen (Wissen) an einen Vollzug, an eine Tätigkeit des Denkens. Für diesen Denkvollzug benötigt der Mensch Kategorien und Definitionen, d.h. Begrenzung und Abstraktion. Eine Entität kann nur erfasst werden, wenn sie von Anderem unterschieden wird¹⁸. Doch gerade die Unterscheidung im Begriff selbst weist auf seine Begrenztheit hin. Das reine Sein zeigt sich für Hegel als ein „Insgesamt“ kategorialer Bestimmungen, als das Ganze und damit absolute Realität. Das Einzelne kann für Hegel nur aus diesem Ganzen begriffen werden. Genau hier zeigt sich die erste Analogie des Denken Hegels zur Elementarteilchenphysik. In einer völlig holistischen Welt, in der Kräfte und Wechselwirkungen zusammen betrachtet werden müs-

¹⁷ Im Fortschreiten dieser Denknötendigkeit ergibt sich das Werden. An jedem Konkretum und Denken, sobald es dem Prozeß des Werdens unterliegt, sind die beiden Momente des Seins und des Nichts festzustellen. Hegel macht das, was er meint, am Beispiel des Anfangs deutlich. Am Anfang ist die Sache noch nicht, ist jedoch nicht bloß ihr Nichts, sondern enthält bereits ihr Sein (S 190).

¹⁸ Sprachphilosophisch: Wenn ich das Wort oder den Begriff für etwas kenne.

sen, in der es keine „Individualität“ gibt, weil alles ineinander umwandelbar ist, kann man „Nichts“ mehr messen und erkennen. Darum müssen Teilchen, Anfangs- und Endzustände unterschieden werden¹⁹. Das Ganze „ist“ zwar denkbar, wird aber „unsagbar“, d.h. es fehlt die kategoriale und begriffliche Schärfe, die für wissenschaftliche Erkenntnis notwendig ist.

3.2 Hegels logische Dialektik

Der Widerspruch bei Hegel hat System, d.h. Hegel geht davon aus, daß sich alles Seiende widerspricht. Alle logischen Kategorien, alle realen Gegenstände und selbst die geistige Welt widersprechen sich ständig. Widersprüchlichkeit ist sozusagen ein Charakteristikum der Endlichkeit. Seine Logik begegnet dieser Eigenart in Form der Dialektik.

„Die Einsicht, daß die Natur des Denkens selbst die Dialektik ist, daß es als Verstand in das Negative seiner selbst, in den Widerspruch geraten muß, macht eine Hauptseite der Logik aus“ (§ 11).

Das Widersprüchliche der meisten logischen Kategorien besteht für Hegel darin, daß sie einseitig sind, daß es sich immer nur um Aspekte einer Sache handelt, die sich bei Betrachtung auf einer höheren Eben „aufheben“. Wenn Hegel in seiner Dialektik von der Aufhebung des Widerspruchs spricht, so bestreitet er damit keinesfalls die Existenz oder Realität dieser Widersprüche. Auch die Aufhebung selbst, also die Betrachtung auf einer höheren (Verstandes) Ebene bleibt widersprüchlich, weil er wieder zu neuen Kategorien führt. Dennoch kann das Denken damit umgehen und diese Widersprüchlichkeit in eine höhere Ordnung stellen.

„Gemäß diese Widerspruchstheorie läßt sich also sagen: Alles Endliche ist widersprüchlich. Diese Widersprüchlichkeit ist aber nicht eine akzidentelle Bestimmung des Endlichen, sondern sein Wesen, Explikation seiner Endlichkeit [...] Den Übergang des sich aufhebenden Endlichen in ein Höheres deutet Hegel wohl als Übergang der Begriffsbestimmungen der Logik und der Realphilosophie, schwerlich als faktischen Umschlag“ (Hösle, S. 164f).

Hegels Dialektik widerspricht dabei nicht der Aristotelischen Fassung des Satzes vom Widerspruch, nachdem nicht der selben Sache eine Eigenschaft und ihr Gegenteil *nach derselben Hinsicht* zukommen könne.

¹⁹ Diese Problem tritt in der ökologischen Krise und der Bewertung von Eingriffen in das gesamte Ökosystem in analoger Weise wieder auf.

Damit würde die Hegelsche Dialektik auch mit dem Welle-Teilchen Dualismus keine Schwierigkeiten haben, denn der jeweilige Meßprozeß, der entweder Teilchen oder Wellen nachweist, unterscheidet sich eben in der Hinsicht auf den Meßprozeß selbst. Beide Aussagen sind wahr und wären auf einer höheren Stufe zu vereinen, wie es z.B. der Formalismus der Quantenphysik auch tut. Für Hegel ist dieses Denken jedoch nicht nur bloßes Denken, es ist zugleich eine reale Eigenschaft der Dinge.

„In ihrer eigentümlichen Bestimmtheit ist die Dialektik vielmehr die eigene wahrhaftige Natur der Verstandesbestimmungen, der Dinge und des Endlichen überhaupt“ (§ 81).

3.3 Denken, Wissen und Erkenntnis bei Hegel

Für Denken und wissenschaftliche Erkenntnis sind Kategorien und Begriffe eine notwendige Bedingung. Die Anwendung der Kategorien als „*Momente jedes Logisch-Reellen*“ (§ 79) unterzieht Hegel einer Untersuchung. Denken ist dabei nicht bloß Erkennen, nicht reine Verstandesbestimmung, obwohl dies zunächst die Aufgabe ist, da Unterscheidungen, Abgrenzungen und Definitionen eine „Festigkeit und Bestimmtheit“ im Denken bedeuten.

„Was hierbei das Erkennen anbetrifft, so beginnt dasselbe damit, die vorhandenen Gegenstände in ihren bestimmten Unterschieden aufzufassen, und es werden so z.B. bei der Betrachtung der Natur Stoffe, Kräfte, Gattungen usw. Unterschieden und in dieser ihrer Isolierung für sich fixiert“ (§ 80, Zusatz).

(Verstandes-) Denken setzt nämlich durch die Trennung von der unmittelbaren Anschauung dem Besonderen auch ein abstrakt Allgemeines gegenüber und aufgrund der Grenze begrifflicher Bestimmungen treten innere Widersprüche auf. Die Reflexionsfähigkeit des Menschen ermöglicht ein Hinausgehen über diese isolierten Bestimmungen.

Hegel weist damit von vornherein auf einen wichtigen Aspekt des Denkens hin: Begriffe und Definitionen haben durch ihre Abgrenzung gegenüber Anderem immer auch etwas willkürliches. Diese Grenze ist zwar notwendig, um überhaupt zu Erkenntnis zu gelangen, weist aber intrinsisch bereits über sich hinaus. Beim Denken, und damit gleichbedeutend beim Forschen, erweist sie sich als Hinder-nis, das zugleich überwunden sein muß, damit es als Begrenzung überhaupt erkennbar wird.

„Ein Etwas kann nur erfaßt werden, wenn es von Anderem unterschieden wird. Jede Bestimmung ist eine Grenzziehung, und eine Grenze gibt es nur, wo auch ein Jenseits der Grenze vorhanden ist. Jede Grenzziehung ist deshalb in gewisser Weise eine Grenzüberschreitung“ (Schmidt, S. 76).

Die Grenze zwischen den Dingen zeigt immanent, wenn man denkend (forschend) darüber hinausgeht, daß Entitäten sowohl die Unterscheidung von, als auch die Beziehung auf Anderes hin konstitutiv zu eigen ist²⁰. Damit liegt in den Begriffen nicht das Letzte und Beständige, sondern es kommt zu einem Umschlag in das Entgegengesetzte, zur Negation²¹. In der hegelschen Dialektik ist dies ein beständig fortschreitender und vor allem realer Prozeß.

„Dies Vernünftige ist daher, obwohl ein Gedachtes, auch Abstraktes, zugleich ein Konkretes, weil es nicht einfache, formelle Einheit, sondern Einheit unterschiedener Bestimmungen ist“ (§ 82).

Der Schnitt zwischen quantenphysikalischer Beschreibungsebene und den klassischen Annahmen findet in Hegels Terminologie auf der Ebene des Verstandes, seiner Kategorien und Begriffe statt. Beide Ebenen (klassische und quantenphysikalische Beschreibung) sind für Erkenntnis und Wissen notwendig. Es würde für Hegel jedoch keinen „Schnitt“ geben, sondern einen dialektischen Umschlag von konkreter zu abstrakter Realität, die allerdings selbst noch einmal im Denken eine Einheit bilden muß. Hegel dreht in meinen Augen die Argumentation gleichsam um: Die festen Begriffe (die klassische Beschreibung) sind, obzwar für sicheres und fortschreitendes Denken unbedingt notwendig, nur bedingt real. Real ist nur das ganze „Sein“, das in diesen Begriffen quasi zum Vorschein kommt und ihnen dadurch die Realität verleiht, die zur empirischen Erkenntnis unabdingbar ist.

²⁰ Dies kann man auch an alltäglichen Beispielen deutlich machen. Im Farbspektrum ist z.B. die Benennung der Farbe Rot nur durch ein Herauslösen aus dem gesamten (Farb)Spektrum möglich. Die Grenzen (zu den anderen Farben) bleiben aber fließend und bedürfen einer willkürlichen Setzung. Auch das Ausweichen auf die physikalische Grundlage der Wellenlänge des Lichtes belegt dies, da die Festlegung der Wellenlänge die gleiche Willkür aufweist, wenngleich das Spektrum nicht vollkommen kontinuierlich ist.

²¹ Dies ist oben geschilderte Dialektik, „das eigene Sichaufheben solcher endlichen Bestimmungen und ihr Übergehen in ihre entgegengesetzten“ (§ 81, siehe 3.2).

4. Zusammenfassung

In seiner Logik geht Hegel von vornherein von der Identität von Begriff und Sache aus. Hier schließt er unmittelbar an die Tradition an, will jedoch zugleich über die Antonomien von Kant hinaus. Kants Gedankengang gipfelte in der „transzendentalen Apperzeption“ (im transzendentalen Subjekt), und diese machte sich der Idealismus zu eigen. Gegenüber dem empirischen Subjekt (das Ich als Gegenstand empirischer Erkenntnis) ist

„das transzendente Subjekt als Prinzip der Einheit von Erkenntnis und Gegenstand selbst nicht Gegenstand eines Erkenntnisaktes, sondern seine uneinholbare Bedingung der Möglichkeit“ (Gethmann, 1995b, 126).

Kant bemerkte zu Recht, daß dieses transzendente Subjekt selbst nicht Gegenstand eines *empirischen* Erkenntnisaktes sein kann. Doch die Idealisten nach ihm wollten zeigen, daß dieses Subjekt in der *intellektuellen Anschauung* dennoch zu erfassen ist, wenn auch nicht mit den klaren Begrifflichkeiten der Empirie zu beschreiben. Nur dieses transzendente Subjekt konnte doch die ursprüngliche Einheit von Wissen und Gewußtem, und damit Wahrheit, sicherstellen. Dem spekulativen Denken allein zugänglich, ist sie positive Affirmation, die den Widerspruch dadurch vermeidet, daß sie diese Einheit der Bestimmungen in ihrer Engengesetzung begreift. Aus der Widersprüchlichkeit der Kategorien und Theorien folgt für Hegel eben noch lange nicht,

„daß diese Kategorien oder Theorien nicht existieren. Sie existieren - im Fall der Kategorien heißt das: sie bestimmen Teilbereiche der Wirklichkeit in wesentlicher und alles Seiende in akzidenteller Weise; nur sind sie eben nichts absolut Endgültiges. Gerade ihre Widersprüchlichkeit verhindert, daß sie diesen Stellenwert erhalten“ (Hösle, S. 173).

Das Überwinden der Gegensätze ist für Hegel das Motiv, der Trieb allen Denkens²². Dabei erhalten die Begriffe bei Hegel ihren objektiven Gehalt, d.h. ihre Realität, durch die Totalität des Seins, welches damit zugleich, als Unmittelbares und damit Realität, im Begriff aufgehoben wird.

²² Auch der wissenschaftliche Formalismus durchläuft diese dialektische Entwicklung, da sich i.d.R. wissenschaftlich „überholte“ Theorien als Grenzfälle allgemeinerer Gesetzmäßigkeiten angeben lassen, und damit zugleich darin aufgehoben sind.

„Das Sein ist der Begriff nur *an sich*, die Bestimmungen desselben sind *seiende*, in ihrem Unterschiede *Anderer* gegeneinander, und ihre weitere Bestimmung (die Form des Dialektischen) ist ein *Übergehen in Anderes* [...] Die Explikation des Begriffs in der Sphäre des Seins wird ebensosehr die Totalität des Seins, als damit die Unmittelbarkeit des Seins oder die Form des Seins als solchen aufgehoben wird“ (§ 84).

Nur das Ganze (Absolute, Unendliche) ist also das Wahre und Reale. Das Absolute darf jedoch Differenzen nicht ausschließen, sondern muß sie in sich selbst enthalten. Es ist dies die „Identität der Identität und Nichtidentität“, die Einheit von Einheit und Entgegengesetztem, denn auch im absoluten Wissen müssen schließlich die Differenzen ihren Platz haben²³. Hegels vielzitatierter Satz aus der Vorrede der Phänomenologie des Geistes „Das Wahre ist das Ganze“ wird nun verständlicher. Hegel will zeigen, daß einer losgelösten einzelnen Endlichkeit (Kategorie, Begriff oder Definition) selbst keine Realität zukommt. Real ist sie aber dann, wenn sie in eine substantielle Ganzheit hineingestellt wird²⁴. Wenn dieses Ganze jedoch keine Einheit der Widersprüche darstellt, bleibt der entscheidende Gegensatz zwischen dem Denken und seinem Gegenstand unüberwunden.

Die vorgängige Einheit und Unendlichkeit kann nun ihrerseits nicht wieder durch den Verstand und seine Begriffe erfasst werden, sonst wäre sie wieder gegenüber der Vielheit bzw. dem Endlichen fixiert, also selbst nur Teil oder Endliches (und sei es nur im Denken), aber auch nicht völlig unerkennbar sein, d.h. das Denken dieser Einheit bzw. Endlichkeit muß zwar auf endliche Weise geschehen, aber es geschieht. Hegel mußte, um denkend zu dieser Einheit vorzudringen, die Widersprüchlichkeit alles Endlichen, aber auch seine Einheitlichkeit aufweisen. Indem er zeigt, daß es sich bei den klassischen Teilsätzen der Logik und ihren Aussagen nur um „Aspekte“ der jeweiligen Sache handeln kann, erweitert er gleichzeitig die (klassische) zweiwertige Logik.

„Freilich wäre es bei einem solchen Kalkül unvermeidlich, auf den Inhalt der Teilsätze einzugehen; sie müßten nämlich inhaltlich komplementär sein, damit ihre Verbindung einen wahren Satz ergeben können. Ein solcher Kalkül stünde offensichtlich nicht im Widerspruch zu demjenigen der zweiwertigen Logik; er wäre nur eine Erweiterung von ihm“ (Hösle, S. 159, Fußnote 9).

²³ Genau hier unterscheidet er sich fundamental vom Ansatz Schellings, der die „absolute Indifferenz“ zum Ausgangs- bzw. Schlußpunkt seiner Überlegungen machte.

²⁴ Dies entspricht auch der Erkenntnis der analytischen Philosophie, daß nur (wissenschaftliche) Satzsysteme verifiziert oder falsifiziert werden können, niemals nur einzelne Begriffe.

Hegel nennt diese Art von Denken „spekulative Logik“. Das spekulative Moment geht zwar über den reinen Verstand hinaus, ist aber nach wie vor ein dem Denken zugänglicher und begreiflicher Vorgang²⁵ und darum der menschlichen Vernunft erschließbar. Das Denken ist dabei nicht nur Werkzeug, sondern es ist das Werkzeug, mit dessen Hilfe man dieses Werkzeug auch betrachten kann. Das Denken kann über seine Grenzen hinausdenken, ist dann aber nicht „dort“ in der Klarheit streng begrifflichen Denkens. Zugänglich ist die Einheit eben nur dem spekulativen Denken, das jedoch, im Gegensatz zum alltäglichen Sprachgebrauch, für Hegel das einzig reale Denken ist.

„Dagegen ist dann zu sagen, daß das Spekulative seiner wahren Bedeutung nach weder vorläufig noch auch definitiv ein bloß Subjektives ist, sondern vielmehr ausdrücklich dasjenige, welches jene Gegenstände, bei denen der Verstand stehenbleibt (somit auch den des Subjektiven und des Objektiven), als aufgehoben in sich enthält und eben damit sich als konkret und als Totalität erweist. Ein spekulativer Inhalt kann deshalb auch nicht in einem einseitigen Satz ausgesprochen werden“ (§ 82, Zusatz).

Wie kann man Hegel nun in Bezug auf die nicht-realistische Interpretation der Quantenmechanik deuten? Zweifellos hat bei Hegel das geistige Element ontologisch den Vorrang. Denknotwendigkeiten sind für Hegel Seinsnotwendigkeiten, d.h. auch die Ergebnisse der Quantenmechanik sind Realität des Seins und keinesfalls unreal, auch - oder gerade wenn - der Beobachter darauf Einfluß hat. Damit vertritt er zunächst eine dezidierte Gegenposition zum Materialismus, jedoch nicht im Sinne einer bloß gedachten Realität (oder Irrealität). Ein Aufweis der letzten Einheit des Denkens und Gedachten selbst kann jedoch nicht rein naturwissenschaftlich erfolgen. Die (moderne) Naturwissenschaft und Empirie kann zwar grundlegende Zusammenhänge der Natur aufzeigen, nicht jedoch deren Einheit und Sinn ergründen oder gar eine Sinnerfüllung gewährleisten. Oft ersetzt sie vielmehr den für Hegel dazu notwendigen Offenbarungsglauben „durch eine pantheistische Gottesvorstellung, die direkt aus den naturwissenschaftlichen Modellen ableitbar sein soll“ (Mutschler, S. 102). Ich denke, daß Hegel demgegenüber auf dem richtigeren Weg war.

²⁵ Hegel erwähnt hier hinsichtlich des Sprachgebrauchs, daß die Bedeutung seines spekulativen Elements dem der Mystik gleichkommt.

Persönlicher Nachsatz: Hegels Logik ist in dieser Hinsicht sicher nur im Rahmen seines religiösen Kontextes konsistent zu deuten, denn schließlich sollte die Logik auch und vor allem eins sein: Ein Beweis Gottes. Das absolute Sein ist Gott, in dem alles Endliche, die Materie in ihrer Widersprüchlichkeit und selbst das Denken eingebettet sein muß. Indem das Absolute in allen Begriffen eingebettet ist, verleiht es diesen Realität, während es dem Denken ermöglicht, seine Grenzen immer schon überwunden zu haben. Dies gilt auch für die letzte Grenze des Denkens, das Denken des Unendlichen. Nur vor dem Hintergrund des Unendlichen kann für Hegel überhaupt Endliches gedacht werden. Also muß das Unendliche (Absolute) im Denken präsent sein - wenn auch auf endliche Art und Weise (insofern bleibt die Grenze als echte Grenze bestehen).

Das Denken des Denkens gipfelt für Hegel schließlich in der Idee (Idealität?), welche zugleich die Einheit von Begriff und Objektivität, von Subjekt und Objekt ist. Wie sieht diese Idee aus? Darin eben besteht die Schwierigkeit: Sie bleibt letztlich „unsagbar“ (wie das reine Sein) - aber nicht undenkbar. Als Absolutum bildet sie die Einheit der Widersprüche. Zugänglich ist sie nur dem was Hegel spekulatives Denken nannte, der Vernunft und dem Glauben. Ob dies ein gangbarer Weg ist? Ich bin mir angesichts des Paradigmas der modernen Naturwissenschaft und der zunehmenden Tendenz des Physikalismus und Materialismus nicht sicher. Ich denke aber, daß es letztlich der einzig konsistente Weg ist.

Literaturverzeichnis

Bauberger, S. (1999). Naturphilosophie. Grenzfragen der Physik. Aufbau der Materie, Kosmologie, Quantentheorie. Skriptum zur Vorlesung an der Hochschule für Philosophie, München

Blasche, S. (1995). *Hegelsche Logik*, In: Mittelstraß, J. (Hrsg.) Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie, Bd. 2, 57 - 59, Stuttgart: Metzler

Erbrich, P. (1996). Makrokosmos - Mikrokosmos. Ursprung, Entwicklung und Probleme der Physik. Stuttgart: Kohlhammer

Gethmann, C.F. (1995a). *Realismus (erkenntnistheoretischer)*, In: Mittelstraß, J. (Hrsg.) Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie, Bd. 3, 500 - 502, Stuttgart: Metzler

Gethmann, C.F. (1995b). *Subjekt, empirisches & transzendentales*, In: Mittelstraß, J. (Hrsg.) Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie, Bd. 4, 126 - 127, Stuttgart: Metzler

Hegel, G.W.F. (⁴1995). Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften I. Frankfurt: Suhrkamp

Hirschberger, J. (¹³1991). Geschichte der Philosophie (Bd. II). Neuzeit und Gegenwart, (S. 268-442). Freiburg: Herder.

Hösle, V. (1987). Hegels System. Der Idealismus der Subjektivität und das Problem der Intersubjektivität, 2 Bde., Hamburg: Meiner

Mutschler, H.D. (1992). Mythos „Selbstorganisation“, In: *Theologie und Philosophie* Nr. 67, S. 86-108.

Schelling, F.W.J. (1992). System des transzendentalen Idealismus. Hamburg: Meiner

Schmidt, J. (1989). *Georg Wilhelm Friedrich Hegel*. In: Coreth, E., Ehlen, P., Schmidt, J. (Hrsg.) Philosophie des 19. Jahrhunderts. Stuttgart: Kohlhammer