

Absurditäten in der modernen Physik: Eine Lösung

von Paul Marmet übersetzt von Mathas Hüfner

1 – Die öffentliche Verkündung von Absurditäten

1-1 Die *Kopenhagener Interpretation*.

Alle Menschen werden ununterbrochen, jeden Tag ihres Lebens, durch Sachverhalt der Natur umgeben. Wir glauben an das Bestehen der Galaxien, der Sterne, der Sonne und des Mondes und der Erde. Niemand bestreitet das wirkliche Bestehen der Städte, Straßen, Häuser und alle Gegenstände, die wir sehen. Wir glauben, dass der Boden, der unser Gewicht stützen und die Luft, die wir atmen, wirklich existiert. Wenn es einen Autounfall gibt, in dem eine Person verletzt wird, wer würde glauben, dass das Auto vor dem Zusammenstoß nicht existierte! Wir glauben, dass unser Verstand von diesen Tatsachen informiert wird und er versucht, alle jene Wirklichkeiten zu verstehen. Jedoch lehrt die Kopenhagener-Interpretation, die in der modernen Physik verwendet wird, dass keines davon wirklich ist.

Es gibt eine andere Überraschung. Viele Physiker beachten nicht, dass die Interpretation der modernen Physik bedeutet, dass Materie nicht unabhängig vom Beobachters existiert. Was unterrichtet wird, ist, dass es das Wissen des Beobachters ist, das das Ergebnis schafft. Selbstverständlich müssen Physik-Studenten irgendeine Interpretation der modernen Physik studieren, aber die meisten ihren Professoren erachten den Interpretationsaspekt von Physik nicht wichtig. Am Ausgang des 20. Jahrhunderts, konzentrierten fast alle Physiker ihre Bemühungen auf berechnete Vorhersagen unter Verwendung mathematischer Formalismen oder auf das Finden praktischer Anwendungen. Wenige versuchen wirklich, die grundlegende Natur der physikalischen Phänomene zu verstehen. Physiker glauben, dass die grundlegendste Natur von Physik nichts als Gleichungen sind. Die meisten Physiker ziehen es vor, alle Widersprüche und die Absurditäten zu ignorieren, die in der Interpretation der modernen Physik existieren. Glücklicherweise haben einige sehr seltene Wissenschaftler, wie Baggott [1,1] und einige andere, rationale Reaktionen, wenn sie bei sich selbst Absurditäten in der Interpretation der modernen Physik entdecken. Die Widersprüche, die in der modernen Wissenschaft gefunden werden, sind so **absurd**, dass die meisten Physiker annehmen, dass jemand sie zweifellos vor langer Zeit gelöst haben muss. Der Grad an Gleichgültigkeit der meisten Physiker über diese Widersprüche ist phänomenal.

Physik ist eine grundlegende Wissenschaft, die darauf abzielt, alle grundlegenden Dinge der Natur zu verstehen. Die Rolle der Physik ist, unser Verständnis von Dingen, die uns umgeben, zu verbessern, sowohl im Großen als auch im Kleinen. Die beste Beschreibung der Natur ist die, die der Wirklichkeit am nächsten ist. Es ist die Konsequenz von dem Verständnis der Natur, das Wissenschaftlern erlauben sollte, neue Ergebnisse vorauszusagen.

Die Moderne Physik hat eine neue Beschreibung der Natur gebracht. Sie basiert darauf, was als: **Die Kopenhagener Interpretation** bezeichnet wird. Wir sehen, dass diese Interpretation gerade das Gegenteil einer exakten rationalen Beschreibung ist, die man von der Wissenschaft erwartet.

Was genau ist die Kopenhagen-Interpretation? Es ist eine Interpretation, die zum Formalismus der modernen Physik gegeben wird, um den Ausdrücken eine physikalische Bedeutung zu geben, die in den Gleichungen verwendet werden. Außerdem gibt die Kopenhagen-Interpretation eine Interpretation des mathematischen Ergebnis in Bezug auf unser physikalisches Verständnis der Natur. Die Kopenhagener-Interpretation ist von einigen bekannten Wissenschaftlern Anfang des Jahrhunderts geschrieben worden. Die Hauptbeschreibung kommt von den Papieren, die von Niels Bohr, von Werner Heisenberg, von M. Pauli und von anderen geschrieben wurden.

Überraschenderweise gibt es keine genaue Vereinbarung darüber, was die Kopenhagener Interpretation wirklich ist. Es gibt kein Dokument dieses Namens und es existiert keine Vereinbarung

unter Wissenschaftlern hinsichtlich der genauen Dokumente, die beteiligt sind. Cramer [1,2] stellt fest:

„Trotz einer umfangreichen Literatur, die sich auf die Kopenhagener Interpretation der Quantenmechanik bezieht, bespricht und kritisiert, nirgendwo scheint es irgendeine kurze Aussage zu geben, die die volle Kopenhagener-Interpretation definiert.“

Der Satz der Artikel, der als die Formulierung der besten Beschreibung der Kopenhagener-Interpretation angesehen wird, variiert in Abhängigkeit vom Autor, der das Thema studiert. Viele verschiedenen Versionen der Kopenhagener-Interpretation können identifiziert werden. Infolgedessen lässt ihre Definition viel Raum für die eigenen Meinungen der Leser. In diesem Buch verwenden wir die Version, die als die sehr häufig geltende zu sein scheint.

Um die zuverlässigste Beschreibung der Kopenhagener-Interpretation zu verwenden, geben wir so viel wie möglich genaue Zitate von den bekannten Wissenschaftlern die die Interpretation zuerst entwickelten. Genaue Zitate sind notwendig, weil zu viele Physiker nicht alle Absurditäten berücksichtigen, die in der Wissenschaft angenommen werden. Sie glauben gerade nicht, dass diese Absurditäten existieren. Die Kopenhagener Interpretation (was auch immer sie darstellt), hat nach mehr als sechzig Jahren eine entscheidende Bedeutung in der Physik erreicht. Sie ist auch abweichend bekannt unter einigen allgemeinen Namen wie: die Interpretation der Quantenmechanik oder die Quanteninterpretation der modernen Physik etc.

Die Kopenhagener Interpretation führt zu dem erstaunlichsten Satz von Widersprüchen, die überhaupt in der Wissenschaft existierten. Jene Widersprüche werden normalerweise unter dem Namen von *Paradoxen* dargestellt, weil dieser Ausdruck weniger absurd erscheint. Mit einfachen Worten führt die Kopenhagener Interpretation zu Beobachtungen, die offenbar drei unvereinbare Schwierigkeiten enthalten,

- A) Die Verneinung der Kausalität
- B) Die Verneinung von Realismus und
- C) eine Beteiligung unbegrenzter und imaginärer Geschwindigkeiten oder Massen.

Wir besprechen zuerst die Kausalität, weil dieses Basis-Konzept leicht zu verstehen ist. Die Kausalität ist auch ein extrem grundlegender Zustand in der Wissenschaft. Die Punkte B) und C) werden in Kapitel 4. besprochen.

1-2 Kausalität.

Das Wort, *weil* wird ungefähr fünfzigmal in diesem Buch verwendet. Das ist nicht überraschend, da das Buch von Wissenschaft handelt. Das Ziel der Wissenschaft ist, Phänomene zu erklären und neue Beobachtungen vorauszusagen. Wissenschaftliche Forschung zu praktizieren, bedeutet herauszufinden, warum ein Effekt entstanden ist. Es wäre lächerlich und absurd, zu antworten, dass es keinen Grund oder keine *Ursache* gäbe, die zu den beobachteten Ergebnissen führen - dass Ergebnisse einfach so geschehen. Es wäre zweifellos vernünftiger zu antworten, dass wir es nicht wissen.

Wenn ich Ihnen eine Beschreibung der Naturgesetze gebe, ohne Ihnen die Gründe zu sagen, aus denen ich eine gegebene Beschreibung vornehme oder wähle, erwarte ich, dass Sie das als Mangel an Erklärung ziemlich unbefriedigend finden. Wissenschaftler sind es also gewohnt, nach der Ursache eines bestimmten beobachteten Ergebnisses zu suchen, sodass die meisten sich der Suche nach ihr nicht einmal bewusst sind. Es ist eine natürliche intelligente Reaktion, nach Ursachen zu suchen. Obgleich diese Diskussion den meisten von uns offensichtlich scheint, dass es keinen Effekt ohne Ursache geben kann, liegt das nicht bei allen Physikern auf der Hand, wie wir darstellen werden.

Seit vielen Jahrhunderten führten gesunder Menschenverstand und Beobachtungen zu der Schlussfolgerung, dass die gleichen Ursachen zu den gleichen Effekten führen. Wenn die gleichen Ursachen nicht zu den gleichen Effekten führten, wie könnten wir Wissenschaft treiben?

Kant [1,3] schrieb:

„Die Kausalität ist die Basis aller wissenschaftlichen Arbeit. Die Kausalität ist die Bedingung, die Wissenschaft möglich macht.“

Es ist dies der große Mangel an Kausalität, den Heisenberg eingeführt hat, Feynman und andere

verwenden das Wort „Absurdität“. Als Ergebnis der Kopenhagener Interpretation hat Heisenberg [1,4] selbst, erstaunt durch den offensichtlichen Mangel an Kausalität formuliert:

„Ich fragte mich immer wieder die Frage: Kann die Natur vielleicht so absurd sein, wie sie uns in diesen Atomexperimenten schien?“

Selbstverständlich ist es die Interpretation der Beobachtungen, die die Natur mit der Kausalität unvereinbar aussehen lässt. Entsprechend der Kopenhagener Interpretation gibt es keine Ursache zu einem Phänomen. Infolgedessen, da Quantenmechanik nicht verursachend ist, ist es unsinnig, nach Ursachen zu suchen. Man könnte gut fragen, warum so viele Physiker nach Ursachen suchen, wenn sie ein Modell benutzen und stützen, das nicht verursachend ist! Eine völlig verursachende Interpretation der modernen Physik wird in Kapiteln 6, 7 und 8 dieses Buches gegeben.

Da Heisenberg einer der wichtigsten Mitwirkenden der Kopenhagener Interpretation ist, lassen Sie uns seine eigene Einschätzung nehmen. Heisenberg [1,5] stellt klar:

„Das Kausalitätsprinzip wird in der Quantentheorie nicht mehr angewendet.“

Um damit überein zu stimmen, sollten Physiker heute nicht mehr versuchen die Ursache eines physikalischen Phänomens zu finden. Entsprechend Heisenbergs Aussage gibt es keine Ursache, es ist einfach magisch. Greenberger [1,6] benutzt den gleichen Ausdruck und erklärt einfach, „Quantenmechanik ist Magie“.

Später, nach dem Gebrauch der Kopenhagener Interpretation, schließt Feynman [1,7]:

„Die Theorie der Quantenelektrodynamik beschreibt die Natur vom Standpunkt des gesunden Menschenverstands so absurd. Und sie stimmt völlig mit Experimenten überein. So hoffe ich, dass Sie die Natur annehmen können, so absurd, wie sie ist.“

Gleich schlecht, gibt Mermin an, dass die Ergebnisse jener absurden Interpretationen erfreulich sind. Er [1,8] schreibt:

„Das EPR¹-Experiment ist so nah zur Magie, wie kein physikalisches Phänomen, das ich kenne, und Magie sollte genossen werden.“

Sollten wir nicht, von den letzten zwei Aussagen schließen, dass Absurdität erfreulich ist? Wir können Magie als Unterhaltung genießen, aber ich bin nicht der Meinung, dass Forschungsfonds in der Wissenschaft für das Zelebrieren von Magie eingesetzt werden sollten.

Ich habe einige Spitzenphysiker getroffen, die nicht zuließen, dass sich moderne Physik mit soviel Absurdität beschäftigt. Nachdem ich einem Nobelpreisträger in Wissenschaft eine der Original-Aussagen gezeigt hatte, die über die Kopenhagener Interpretation geschrieben wurden, antwortete er mir einfach, **„sie konnten es nicht so gemeint haben.“**

Ich bin zweifellos mit ihm einverstanden, dass soviel Absurdität unglaublich ist. Jedoch wenn man die ganze Popularität der Kopenhagen-Interpretation betrachtet, und die Tatsache, dass es die einzige geltende Interpretation ist, muss jemand es so gemeint haben.

Während ihres Vordiploms werden angehende Physiker allmählich unterrichtet, Interpretationen anzunehmen, die mehr und mehr überraschend sind (absurd). Sie werden verleitet durch die Tatsache, dass die Gleichungen, die in der Physik verwendet werden, zu Vorhersagen führen, die mit Beobachtungen übereinstimmen. Physiker werden unterrichtet, zu glauben, dass, wenn eine Gleichung eine korrekte Vorhersage gibt, es der Beweis ist, dass das Modell korrekt ist (selbst wenn das Modell absurd ist). Außerdem behaupten sie, dass, wenn das Funktionsmodell absurd ist, man feststellen muss, dass die Natur absurd sei.

Die Philosophie der Wissenschaft und der Mangel an Kausalität sind Themen, die fast vollständig in den Klassenzimmern vermieden werden, in denen Physik unterrichtet wird. Viele Studenten haben mich

1 Der **EPR-Effekt** (nach den Autoren des Artikels, in dem er das erste Mal behandelt wurde – [Einstein](#), [Podolski](#), [Rosen](#) –, zuweilen auch **EPR-Paradoxon** oder **EPR-Argument** genannt), ist ein zunächst als **Gedankenexperiment**, später aber auch im Labor nachgewiesener Effekt in der **Quantenmechanik**, der explizit erkennen lässt, dass die Quantenmechanik gegen eine Grundannahme klassischer Theorien, den sog. **lokalen Realismus**, verstößt.

informiert, dass sie manchmal durchaus mit den Erklärungen unzufrieden sind, die sie während ihrer Studien in den Büchern gefunden haben. Sie beabsichtigen, dieses Dilemma nachzuprüfen, nachdem sie ihren Grad erhalten haben. Das Lernen über Kausalität und Realismus ohne Anleitung ist jedoch ein langsamer und schwieriger Prozess. Die Studenten werden nicht für solch eine Studie vorbereitet, und sie verlassen schnell ihr Projekt, nachdem sie ihren Grad erhalten haben. Außerdem, wie oben erwähnt, weil es kein Dokument gibt, welches kurz die Kopenhagener Interpretation erklärt, versteht sie niemand. Selbstverständlich kann niemand eine Absurdität verstehen. Das ist vermutlich der Grund, aus dem Cramer [1,9] Feynman zitierend schreibt:

„Ich denke, es sicher zu sagen, dass niemand die Quantenmechanik versteht.“

Physikern wird auch erklärt, dass es kein ungelöstes Grund-Problem in der Physik mehr gibt. Vor der Veröffentlichung dieses Buches, als ich versuchte, einige Abschnitte dieser Arbeit (Teile von Kapitel 6 und 7) über die Schwierigkeiten der Kopenhagen-Interpretation in dem *Canadian Journal of Physics* zu veröffentlichen, wies der Referent das Manuskript zurück und behauptete:

„Die Argumente, die gegen die Quantenmechanik dargestellt wurden, wurden vor mehr als sechzig Jahren vereinbart.“

Referenten anderer wissenschaftlicher Zeitschriften machen regelmäßig den gleichen Fehler. Die meisten Physiker sind bezüglich der Absurditäten der Kopenhagener Interpretation vollständig ahnungslos. Der Anspruch ist, dass es endgültig nachgewiesen worden wäre, dass wir bereits alles wissen, was in der Quantenmechanik bekannt ist. In dieser Hinsicht bemerkte Popper [1,10] :

„Die Kopenhagener Interpretation - oder präziser, die Sicht auf den Zustand der Quantenmechanik, den Bohr und Heisenberg definierten - war, ziemlich einfach gesagt, dass die Quantenmechanik der Abschluss, die nie-zu-übertreffende Revolution in der Physik wäre. [...] Das wurde behauptet, um zu zeigen, dass die Physik das Ende der Straße erreicht hat.“

Popper [1,10] fügte hinzu:

„diesen epistemologischen² Anspruch, betrachtete ich und ich betrachte ihn noch, als unverschämt.“

Es ist Defätismus³, zum zu glauben, dass wir nie eine rationale Antwort finden. Viele defätistische Wissenschaftler behaupten, dass es unnützlich ist, die Zeit zu vergeuden, eine neue Interpretation zu finden. Das irrationale Modell wird geglaubt, sei die abschließende Antwort. Diese Haltung wurde offenbar durch Murray Gell-Mann verwirklicht worden [1,11] als er schrieb:

„Niels Bohr wusch das Gehirn bei einer ganzen Generation von Theoretikern zu denken, dass die Arbeit [eine ausreichende Darstellung der Quantenmechanik] vor 50 Jahren erledigt wurde.“

Wissenschaftler fragen die Natur. Deshalb sollten sie eine bescheidene Einstellung gegenüber der Wissenschaft haben. Wissenschaftler sollten glauben, dass sie etwas lernen und nicht ihren Willen der Natur vorschreiben können. Übermäßiges Vertrauen führt zu einer Reduzierung von Wachsamkeit. Zum Beispiel vor nicht allzu langer Zeit, zur Zeit, als das Hubble-Teleskop in den Raum startete, gab es ein unglaubliches Selbstvertrauen. In der *New York Times-Zeitschrift* [1,12] lasen wir:

„John Bahcall erwartet, dass das Teleskop nicht scheitert, seinen Teil zu tun. Wenn wir enttäuscht sind, sagt er, ist es nicht der Fehler des Teleskops oder unser Fehler. Es ist wegen eines Mangels an Fantasie von seiten Gottes.“

2 erkenntnistheoretisch

3 Zustand der Mutlosigkeit und Resignation, in dem die eigene Sache für aussichtslos angesehen wird.

Im gleichen Artikel sagt Giacconi:

„Es ist nicht, wie groß das Universum ist, was beeindruckend ist. Es ist die Energie des menschlichen Geistes. Wir können mit unserem kleinen Kilogramm an Gehirns hier sitzen und herausfinden was dieses Universum überhaupt ist.“

Lassen Sie uns wieder ins Gedächtnis rufen, dass der Hauptspiegel defekt war und das Teleskop mit drei defekten Gyroskopen in Gefahr war.

1-3 Die Rolle der Mathematik.

Viel zu häufig in der Physik lasen wir, dass die Ergebnisse, die in der Quantenmechanik erzielt werden, korrekt sind, da sie mathematisch nachgewiesen worden sind. Das sollte man wissen: Realismus kann nie mathematisch nachgewiesen werden; Realismus ist in der Mathematik irrelevant. Nichts in der Mathematik existiert unabhängig von unserem Verstand.

Mathematik ist ein außerordentliches leistungsfähiges Werkzeug, um Verhältnissen zu bestimmen oder zu prüfen. Bei der Beschäftigung mit Quantensysteme wird Mathematik verwendet, um interne Wechselbeziehungen innerhalb eines Quantensystems zu ermitteln. Heisenberg [1,13] stellt fest:

„Das mathematische Bild des Systems garantiert, dass keine Widersprüche im System auftreten können.“

Heisenberg selbst zeigt richtig, dass Mathematik garantiert, dass es keine internen Widersprüche gibt. Jedoch behandelt die Kopenhagener Interpretation (oder irgendeine andere Interpretation) Beziehungen, die **außerhalb** von mathematischen Beziehungen sind.

Es ist klar, dass Mathematik mit dem **internen** mathematischen Verhältnis zwischen verschiedenen physikalischen Konzepten fertig werden muss. Der mathematische Formalismus, der in der Physik verwendet wird, ist vermutlich das zusammenhängendste und logischste **interne** System, das in der Wissenschaft existiert. Jedoch in der Physik, wird die Wahl der mathematischen Relationen durch die **äußeren** Beziehungen vorgegeben, die von Natur mithilfe der Experimente und der Beobachtungen vorgeschrieben werden. Von der Kopenhagener Interpretation wird erwartet, dass sie die externe Verbindung zwischen Natur und Mathematik zur Verfügung stellt. Es ist klar, dass die Kopenhagener-Interpretation keine vollständig rationale Erklärung der Natur geben kann.

In Abbildung 1-A, wird der starke mathematische Formalismus durch die gut konstruierte Burg veranschaulicht. Seine **äußeren Beziehungen** zur Natur jedoch, werden durch den sinkenden Quicksand der Kopenhagener Interpretation dargestellt.

Es gibt auch andere Fehler, bezüglich der Relevanz von Mathematik. Etwa wenn der mathematische Formalismus zu Vorhersagen führt, die mit Beobachtungen kompatibel sind. Dieses erfolgreiche Ergebnis wird normalerweise als Beweis der Korrektheit der Kopenhagener Interpretation interpretiert. Solch eine Übereinstimmung zwischen Vorhersagen und Beobachtungen beweist nicht die Korrektheit der Interpretation, wenn eine andere davon verschiedene Interpretation möglicherweise zu einem ähnlichen Ergebnis vielleicht führen kann (und das tut sie oft auch) .

QUANTUM MECHANICS IS A FORTRESS BUILT ON QUICKSAND

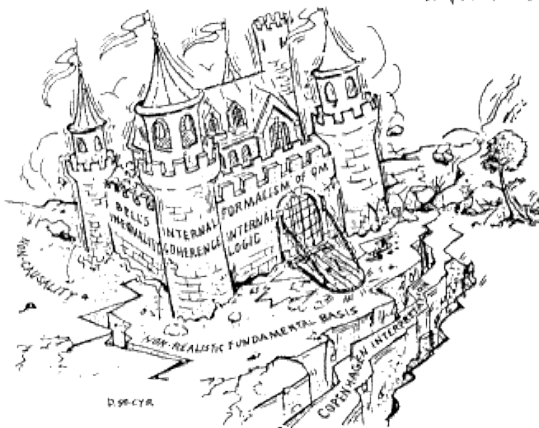


Figure 1-A

Es muss verstanden werden, dass überhaupt kein Experiment oder Satz von Experimenten die Korrektheit eines Modells prüfen können. Aber das erste Experiment, das keine Kompatibilität mit den Beobachtungen zeigt, widerlegt das Modell.

Der grundlegende Unterschied zwischen der Rolle von Logik in der Mathematik und der Rolle der Kausalität in der Physik hat zu vielen Verwirrungen geführt. Zum Beispiel in Bohrs Diskussion mit Einstein, verschob sich der Gegenstand der Diskussion von den Grundprinzipien der

Physik auf die Freiheit von Widersprüchen im mathematischen Formalismus. Popper [1,14] bespricht den:

„titanischen Kampf zwischen Einstein und Bohr.“

Er [1,14] beschreibt auch klar:

„Bohrs Verschiebung des Problems von Vollständigkeit zu Stichhaltigkeit (= Freiheit vom Widerspruch).“

Die letzten Klammern sind von Popper.

Die so genannte **Vollständigkeit**, vermieden von Bohr, hängt mit den grundlegenden Beziehungen (die extern sind) in der Physik zusammen, während die **Freiheit von den Widersprüchen, die** von Bohr diskutiert werden, mit der Kohärenz im mathematischen Formalismus (die intern ist) zusammenhängt. Es gibt kein grundlegendes Kohärenz-Problem in den **internen Beziehungen** der Physik, weil dieser Teil, nichts außer der Mathematik verwendet. Jedoch werden die **externen** Beziehungen der Physik, die ihren Zusammenhang mit der Natur bestimmen, durch die Kopenhagener Interpretation interpretiert, ziemlich vernunftwidrig.

Die erfolgreiche Verschiebung des Problems durch Bohr ist so, dass das externe Verhältnis (die Beziehung zwischen Natur und mathematischem Formalismus), das eins des schwierigsten Problems Physik ist, im Allgemeinen vermieden wird und nie gelöst worden ist.

1-4 Dualität.

Eine der wichtigsten und verhängnisvollsten Konsequenzen der Kopenhagener Interpretation wird im Falle der Welle-Teilchen-Dualismus-Interpretation des Lichtes beobachtet. Die Schwierigkeit des Erklärens des Verhaltens des Lichtes hat eine sehr lange Geschichte in der Physik. Sie hat zu einer Interpretation geführt, die entweder die Eigenschaften eines Teilchen, oder die Eigenschaft einer Welle benutzt, wenn es benötigt wird. Verschiedene Versionen dieser Näherung haben zu der Doppelinterpretation des Lichtes geführt. Das Licht (oder Photonen) benehmen sich gleichzeitig als Welle und als Partikel. Alle Art von verwirrenden Wörtern wird verwendet, um das auszudrücken. Diese Konsequenz führt zu dem naiven Glauben, dass ein Photon ein Partikel und eine Welle gleichzeitig sein könnte.

Diese Hypothese ist extrem bequem, weil die Eigenschaften einer Welle denen von Partikeln hinzuzufügen mathematisch durchführbar ist. Das Einzige was zu tun ist, eine Wellenlösung zur Gleichung, wenn erforderlich zu betrachten, oder auch eine Lösung, die mit einem Partikel kompatibel ist, wenn sie benötigt wird. Selbstverständlich ist das kein Problem, solange wir der Ansicht sind, dass es sich um eine interne Eigenschaft des mathematischen Formalismus handelt. Jedoch wenn man behauptet, dass das eine externe Beziehung ist, das durch den Welle-Teilchen-Dualismus beschrieben wird, ist diese Interpretation absurd.

Die komplette Demonstration der Absurdität dieses Dualität liegt nicht nur im Argument der Kausalität und in der Beziehung zwischen Internem und Externem, das in diesem Kapitel betrachtet wird. Das stärkste Argument der Absurdität des Dualismus folgt aus Argument des Realismus, der in Kapitel 4. besprochen wird.

Das dualistische Modell ist gerade so absurd wie die Kopenhagener Interpretation, weil, in beiden Modellen, keine physikalische Wirklichkeit vor ihrem Nachweis existieren kann. In der Kopenhagener Interpretation werden Sachverhalte durch das Wissen des Beobachters vorweg genommen. Es gibt einen unvereinbaren Unterschied zwischen:

A) zwei Sätze von Eigenschaften in einer Gleichung mathematisch zu kombinieren und:

B), zu sagen, dass in Wirklichkeit Licht gleichzeitig aus einer Welle und einem Partikel besteht.

Bedingung A) ist möglich. Wir sehen in Kapitel 4, dass Bedingung B), das das Modell des Lichtes, bestehend sowohl aus einer Welle als auch einem Partikels, total unvereinbar ist.

Dieses ist genau, was durch Messiah [1,15] erklärt wird, wenn er schreibt:

„Mikroskopische Gegenstände haben eine sehr allgemeine Eigenschaft: sie erscheinen unter zwei anscheinend unvereinbaren Aspekten, dem Wellenaspekt

einerseits und dem korpuskularen Aspekt andererseits. So weist die Superposition auf eine Eigenschaft, die charakteristisch ist für Wellen und andere Eigenschaften weisen auf lokalisierte Körner von Energie und Impuls.“

Lassen Sie uns auf den Wörtern des Messiahs bestehen, „unvereinbare Aspekte“.

Diese Aussage liegt so auf der Hand, dass sie in den verschiedenen Formen erscheint. Zum Beispiel schreibt Bunge [1,16]:

„Aber mittlerweile sollten wir mindestens zwei Lektionen gelernt haben. Die erste ist, dass die Partikel- und die Wellenanalogien schwach sind und außerdem sich gegenseitig ausschließen.“

Als das duale Modell vorgeschlagen wurde, war man sich der Tatsache, dass die zwei Modelle unvereinbar waren, bewusst, aber sie wurde nicht gelöst, wie Heisenberg zugelassen hatte. Er schreibt [1,17]:

„Die Paradoxe des Dualismus zwischen Wellenbild und Partikelbild wurde nicht gelöst; sie wurde irgendwie im mathematischen Entwurf versteckt.“

Das Wort *versteckt*, das Heisenberg hier verwendet, ist eine ausgezeichnete Beschreibung der Tatsachen. Dieses zeigt, dass die interne mathematische Beschreibung durchführbar ist, aber dieses interne Verhältnis verwendet wird, um die Absurditäten der externen Beschreibungen zu verstecken. Diese Beschreibung ist mit dem Realismus der Natur unvereinbar.

Bunge [1,18] nimmt auch zu der Dualitäts-Interpretation Stellung. Er schließt folgendermaßen:

„Beide die Kopenhagener und die Dualitäts-Interpretationen der physikalischen Theorien ergeben sich aus einer Verwirrung zwischen theoretischen und experimentellen Konzepten, [...] diese Verwirrung kann von dem Kopenhagener Philosophen möglicherweise nicht bedauert werden, für den alles vom Grunde her unheilbar vernunftwidrig ist.“

Dieses zeigt, dass die Moderne Physik sogar über einen Zustand der Verwirrung hinausgegangen ist, sie hat das Stadium des unheilbaren Irrationalität erreicht.

1-5 Der frühe historische Ursprung des Idealismus

Das Suchen nach Ursachen, die für die beobachteten Effekte verantwortlich sein können, bedeutet logisch, dass eine Ursache unabhängig vom Beobachter existieren muss. Deshalb bedeutet physikalische Kausalität Realismus. Die Beschreibung von Realismus wird im Detail in Kapitel 4. betrachtet. Jedoch betrachten wir hier den historischen Ursprung von Realismus und von Nicht-Realismus⁴.

Die Geschichte des Realismus fing nicht erst mit Bohr um 1920 an. Der Realismus wurde offenbar schon ungefähr vor vierundzwanzig Jahrhunderten verstanden. Das auffallendste Beispiel von Realismus und von Kausalität ist ein Meisterwerk, das von Plato geschrieben wurde. Es ist die ***Allegorie der Höhle*** erdacht von SOCRATES und von seinem berühmten Schüler geschrieben. Diese Beschreibung ist so wichtig, dass wir sie hier in Anhang I. reproduzieren. Es ist ziemlich außerordentlich, wie SOCRATES eine wichtige Lektion von Realismus vielen modernen Wissenschaftlern erteilen kann. Es ist zweifellos wert zu lesen, wie SOCRATES in der Lage war, Schatten von der Wirklichkeiten zu unterscheiden, während moderne Physiker, unter Verwendung der Kopenhagener Interpretation zeigen, dass sie die gleiche Unterscheidung nicht treffen können. Es gibt eine klare Analogie zwischen dem Geist wie *Schatten der Marionetten*, die von den Bewohnern der Höhle beschrieben werden, die durch Plato bezogen wird, und dem Geist wie die Materie, die in Existenz durch den Einsturz einer Wellenfunktion

4 Der Begriff Realismus umfasst eine Vielzahl philosophischer Positionen, nach denen vom menschlichen Bewusstsein unabhängige Phänomene existieren. Das Gegenteil von Realismus ist im philosophischen Sinne der Idealismus. Der Idealismus: ist eine Anschauung, die nur noch den Geist und seine Ideen bestehen läßt und außerhalb dieses Geistes keine materielle Welt sieht, ist konsequenter Idealismus. Der Autor verwendet den Begriff *non-realism* eine eigene Wortschöpfung, um die Abkehr vom normalen Menschenverstand auszudrücken. Er vermeidet den Begriff *idealism*.
Der Übersetzer

kommt, wie durch die Kopenhagener Interpretation beschrieben.

Der Realismus sagt, dass die Materie ihre eigene Existenz unabhängig vom Beobachter hat. Das wurde schon lange vor Niels Bohr und Heisenberg angefochten. Es wurde zuerst von Descartes angefochten. Er schrieb:

„Ich denke, also bin ich.“

Aber er fuhr fort, zu erklären, dass ein Tisch nicht denkt, weshalb ein Tisch nicht existiert. Descartes glaubte, dass ein Tisch keine eigene unabhängige Existenz hat. Für ihn könnte ein Tisch nicht ohne einen Beobachter wirklich existieren.

Selbst wenn die Tatsache des Denkens, wie Descartes bemerkt, möglicherweise dazu führt, auf die Wirklichkeit des Bestehens zu schließen, ist das Gegenteil falsch. Descartes Syllogismus⁵ zeigt nicht, dass ein nicht-denkender Gegenstand nicht existiert. Man kann nicht sagen, dass eine schlafende Person nicht existiert, weil diese Person nicht denkt. Diese fehlerhafte Schlussfolgerung ist jedoch die Schlussfolgerung, die von Descartes gegeben wird.

Descartes Idee folgend waren es hauptsächlich Ballarmino und Bischof Berkeley, die beiden glaubten, dass Beobachtungen bloß mentale Konstrukte sind. Berkeley war ein irischer Philosoph des 17. Jahrhunderts⁶. Seine Gefühle zugunsten des Positivismus von Auguste Comte waren extrem stark. Hier ist, was Berkeley [1,19] über die Wirklichkeit schreibt:

„Es herrscht tatsächlich die merkwürdig Meinung unter Männern, dass Häuser, Berge, Flüsse in einem Wort alle fühlbaren Objekte eine natürliche oder reale Existenz haben, die sich unterscheidet von ihrer Wahrnehmung durch den Verstand.“

Das heißt, Berkeley findet es merkwürdig, dass einige Menschen glauben, dass Dinge eine unabhängige Existenz von der Wahrnehmung haben könnten. Berkeley [1,20] schreibt auch:

„Einige Wahrheiten sind dem Verstand so nah und offensichtlich, ein Mann braucht nur seine Augen zu öffnen, um sie zu sehen. So nehme ich es wichtig, dass es so ist, das heißt, dass der ganze Chor des Himmels und die Ausstattung der Erde, in einem Wort alle jene Körper, die den mächtigen Rahmen der Welt ausmachen, kein Dasein ohne einen Verstand haben, dass ihr Sein empfunden werden oder gewusst werden muss.“

Berkeley folgert:

„Esse est percipi“, das bedeutet „Existenz ist Vorstellung.“

An diesem Punkt möchte ich den vernünftigen Leser bitten, durch diese Absurditäten nicht aus der Fassung zu geraten. Wir müssen feststellen, dass das die Konsequenz der Schwäche des menschlichen Verstandes ist.

1-6 Die Berkeley-Kopenhagener Interpretation

Der Positivismus eines Descartes ist von Berkeley, von Hume und von anderen zu einem extremen Grad getrieben worden und bildet ein neues Denken als **moderne Philosophie** bezeichnet. Ähnliche Argumente werden von Kant, Hegel und vielen anderen geliefert.

Wir müssen feststellen, dass diese **moderne Philosophie** mit der modernen Physik erstaunlich übereinstimmt, wie die Kopenhagener Interpretation von Bohr, von Heisenberg und von Pauli vorgeschlagen, zeigt. In der modernen Physik wird Materie nicht als von ihrer Beobachtung unabhängige Existenz betrachtet, gerade wie im Falle der modernen Philosophie von Descartes und von Berkeley. Für Heisenberg und für Bohr, ebenso wie für Descartes und Berkeley ist Existenz **nichts weiter als**

5 Syllogistische Argumente sind immer nach dem gleichen Muster aufgebaut. Jeweils zwei **Prämissen** (Voraussetzungen), genannt **Obersatz** (lateinisch *propositio major*) und **Untersatz** (lateinisch *propositio minor*), führen zu einer Konklusion (**Schlussfolgerung**, lateinisch *conclusio*). Der Übersetzer

6 (Berkeley selbst spricht von "Immaterialismus" = Materielosigkeit.) Berkeley ist einer der **Vertreter** des Idealismus. Als Begründer des Idealismus wird Plato angesehen. Da Plato hier im positiven Sinne erwähnt wird, verbietet es sich für den Autor den Begriff *idealism* als Gegensatz zu *realism* zu verwenden. Der Übersetzer

Vorstellung. (Esse est percipi.)

Es gibt einen auffallenden Beweis des direkten Einflusses von Berkeleys Philosophie auf die Kopenhagener-Interpretation. Dieser Beweis ist in Heisenbergs Buch zu finden. Heisenberg schreibt eindeutig, dass er mit Berkeleys Philosophie einverstanden ist. Lassen Sie uns Heisenbergs [1,21] Aussage in seinen eigenen Worten wiedergeben:

„Der nächste Schritt wurde durch Berkeley unternommen. Wenn wirklich unser ganzes Wissen von der Vorstellung abgeleitet wird, hat die Aussage, dass die Dinge wirklich existieren keine Bedeutung; weil, wenn die Wahrnehmung gegeben ist, macht es vielleicht keinen Unterschied, ob die Dinge existieren oder nicht. Deshalb ist Empfinden zu werden identisch mit Bestehen.“

Wir könnten glauben, dass diese Aussage von einem Philosophen zu Zeiten Berkeleys geschrieben worden wäre. Sie wurde wirklich von Heisenberg [1,21] geschrieben. Heisenberg zeigt klar, dass die moderne Physik nicht inovativ war, als vorgeschlagen wurde, dass Materie keine Existenz vor ihrer Entdeckung hätte. Heisenberg gesteht, dass er gerade Berkeleys Idee der modernen Philosophie auf die moderne Physik übertrug.

Es ist eine übliche Praxis in unserer Gesellschaft, Namen zu geben, die gut den Ursprung kennzeichnen von dem, was beschrieben wird. Es ist klar, dass der Nicht-Realismus in der Wissenschaft von Bohr und von Heisenberg unter dem Namen *die Kopenhagener Interpretation* entstand. Selbst wenn der Nicht-Realismus dann eine neue Anwendung auf dem Gebiet der Wissenschaft erfuhr, war jedoch die Grundidee zweifellos nicht neu, wie wir von Heisenbergs Hinweis auf Berkeley sehen können. Der Nicht-Realismus ist offenbar von Berkeleys Philosophie ausgeborgt worden. Heisenbergs Aussage beweist das. Deshalb glaube ich, dass es moralisch angebrachter ist, die Interpretation der modernen Physik, die Berkeley-*Kopenhagener Interpretation* zu nennen. Berkeleys Philosophie lieferte die wesentlichen Grundideen, die zur Interpretation der Quantenmechanik führten. Berkeleys Name kann nicht ignoriert werden.

Es gibt eine zweite Idee in Heisenbergs Aussage, die analysiert werden muss. Es ist:

„Wenn wirklich unser ganzes Wissen von der Vorstellung abgeleitet wird, hat die Aussage, dass die Dinge wirklich existieren keine Bedeutung.“

Berkeley und Heisenberg verwendeten nicht viel Energien ihre Schlussfolgerungen, als sie diese Meinung teilten. Selbstverständlich wenn unser ganzes Wissen über ein Objekt einfach von der Vorstellung einer einzelnen Person abgeleitet würde, wäre es nicht sinnvoll, zu behaupten, dass Dinge unabhängig vom Beobachter existieren. Jedoch könnte geprüft werden, ob Dinge unabhängig von irgendeinem Beobachter existieren. Ein Ding könnte von mehreren unabhängigen Beobachtern empfunden werden und zu vergleichbaren unabhängigen Berichten führen. Berkeley und Heisenberg betrachteten nur von einem einzelnen Beobachter das von der Vorstellung erworbene Wissen. Sie verstanden nicht, dass das unabhängige Bestehen von Dingen von übereinstimmenden Berichten unabhängiger Beobachter überall und zu jederzeit gezeigt werden kann. Diese letzte Bedingung der Kompatibilität der unabhängigen Beobachtungen in Raum und Zeit gibt ein entscheidendes Extrawissen, das von Berkeley und von Heisenberg vernachlässigt worden ist. Diese Extraintformationen liefern das notwendige Wissen zugunsten der unabhängigen Existenz. Dieser Punkt wird in Abschnitt 4-4 besprochen.

Weil Heisenberg dieses Argument zugunsten des Realismus nicht verstand, nahm er die Ansicht an, dass Materie nur im Verstand des Beobachters existiert. Das ist das Modell, das jetzt von der Quantenphysik benutzt wird.

Popper [1,22] als er Heisenbergs Ideen diskutierte drückte er seine Irreführung folgendermaßen aus:

„Es war er [Heisenberg] der eine Generation von Physikern verführte, die absurde Ansicht anzunehmen, die man von der Quantenmechanik lernen kann.“

1-7 Der Misskredit der Philosophie

Die Irrationalitäten der modernen Physik sind von den wissenschaftlichen Philosophen der Kopenhagener Gruppe, hauptsächlich von Bohr, von Heisenberg und von Pauli entwickelt worden. Weniger stark verteidigten P. Jordanien und P.M. Dirac die Kopenhagener Interpretation. Erwin Schrödinger und besonders Einstein waren konsequente Gegner und glaubten nicht, dass Physik Magie wäre.

Von den angeführten Zitaten ist es klar, dass Descartes, Ballarmino und Berkeley einen sehr starken Einfluss auf Bohr und Heisenberg und deshalb auf die Kopenhagener Philosophie hatten. Das ist sicher seit Heisenberg Berkeleys Aussage bei der Argumentierung zugunsten des Nicht-Realismus in der Physik verwendete.

Es ist sehr traurig, dass die Ideen, die von SOCRATES und Plato [1,23] entwickelt wurden, nicht überlebten. Die **Allegorie der Höhle** wird in Anhang I dieses Buches wiedergegeben, um die Abnahme von Logik während der letzten Jahrhunderte zu zeigen. Das Verständnis der Allegorie von SOCRATES, in dem die Bewohner einer Höhle den Schatten der Marionetten Wirklichkeit zuweisen (sieht Plato in Anhang 1) anstelle der Wirklichkeit die realen Gegenständen zuschreiben, würde wichtig sein für moderne Physiker. Etwas grundlegendes philosophisches Wissen von Logik konnte vielen Physikern helfen. Popper [1,24] stellte fest:

„Moderne Instrumentalisten sind selbstverständlich ahnungslos, dass sie philosophieren. Dementsprechend sind sie sogar ahnungslos von der Möglichkeit, dass ihre moderne Philosophie tatsächlich unkritisch, vernunftwidrig, und unzulässig sein kann – davon bin ich überzeugt, dass es so ist.“

Philosophie ist nicht nur als unbrauchbar, sondern auch wie eine Belästigung in der modernen Physik betrachtet worden. Zum Beispiel ist der wissenschaftliche Zeitschrift **Galilean Electrodynamics (Experience, Reason and Simplicity, Above Authority)** gegenüber neuen Ideen außer philosophischen Erwägungen außerordentlich offen. Die redaktionelle Politik für die Annahme der Artikel gibt explizit an:

„Von allen Papieren wird erwartet, dass sie im Fachbereich der Physik, der Mathematik, [...] angesiedelt sind, philosophische Erwägungen werden im Allgemeinen nicht angenommen“

Es ist überraschend, dass eine Zeitschrift, die besonders an **Grundlagen** interessiert ist, philosophische Erwägungen ausschließen würde. Der Ausschluss solcher Artikel wird normalerweise nicht vom Herausgeber einer wissenschaftlicher Zeitschriften spezifiziert, aber in der Praxis ist das Ergebnis in den meisten Zeitschriften das selbe. Philosophische Erwägungen werden in den meisten wissenschaftlichen Zeitschriften mit Misstrauen angeschaut.

Ich kann die Aussage eines meiner Freunde [1,26] nicht ignorieren:

„Sich zu entscheiden, Philosophie zu ignorieren und Ignoranz zu wählen, ist eine Philosophie. Jedoch ist sie vernunftwidrig.“

1-8 Bedeutet QM⁷ unbegrenzte Geschwindigkeiten?

Eine andere unüberwindliche Schwierigkeit von QM ist, dass sie unbegrenzte Geschwindigkeiten von Wechselwirkungen zulässt. Wir müssen feststellen, dass die Konsequenzen von QM zu Bohrs Zeiten nicht völlig bekannt waren. Unbegrenzte Geschwindigkeiten, die der Relativitätstheorie widersprechen, wurden in jenen Jahren nicht bemerkt. Popper [1,27] stellt fest:

„In seinem Dialectica Artikel trägt Einstein ein sehr bescheidenes und einfaches Argument gegen die Kopenhagener Interpretation der Quantentheorie vor. Zuerst formuliert er das Prinzip des Ortes, so wie es jetzt genannt wird, d.h. das ist das Prinzip der ausgeschlossenen Aktion in einem Abstand beziehungsweise das Prinzip der Aktion

in verschwindenden Abständen oder das „Prinzip der Nahewirkung“. Er bemerkt dann, dass die Prinzipien der Quantenmechanik, mindestens die in der Kopenhagener Interpretation, mit diesem Prinzip des Ortes unvereinbar sind und dass, wenn die Quantenmechanik wahr wäre, wie von Bohr interpretiert, so müsste es eine Aktion im Abstand geben.“

Das Problem der unbegrenzten Geschwindigkeiten wird unten in Kapitel 5. besprochen.

Schlussfolgerung.

Man kann argumentieren, dass Philosophie von den Physikern nicht sehr respektiert wird, wegen der absurden Aussagen, die von einigen modernen Philosophen wie Berkeley geschrieben werden. Jene Aussagen geben nicht viel Vertrauen in der Nützlichkeit der Philosophie. Aber, warum nahmen Heisenberg und Bohr die gleiche Philosophie an?

Es muss auch verstanden werden, dass viele Philosophen, den offensichtlichen Erfolg der wissenschaftlichen Leistung bewundernd, sich entschieden haben, Physik und seine Interpretation der Natur zu studieren. Wenn einige Philosophen über die Kopenhagener Interpretation lesen, machen sie die traurige Entdeckung aller Absurditäten, die in der Wissenschaft unterrichtet werden. Philosophen entdecken, dass das Lehren von Absurditäten in der Physik gerade so üblich ist wie in der Philosophie. Jene Philosophen fühlen sich zurück versetzt ins Mittelalter.

Schließlich wollen wir noch ein Zitat von Lovelock [1,28] über die Meinungsfreiheit in der Forschung anführen. Er schrieb:

„, Alles mit einer Kappe zu bedecken, ist in den letzten Jahren die „Reinheit“ der Wissenschaft immerenger durch eine selbst verordnet Inquisition geschützt worden, die die Beurteilung durch eine Peer-Gruppe genannt wird. [...] Wie die Inquisition der mittelalterlichen Kirche, hat sie Zähne und kann eine Karriere ruinieren, indem sie Mittel für die Forschung ablehnen oder indem sie Veröffentlichungen zensieren.“

Es gibt nicht viel Hoffnung, dass neue Wissenschaftler versuchen, neue Papiere zu schreiben, um Physik zu vernünftiger zu erklären, es sei denn sie akzeptieren, ihre Karriere zu beenden. Vor einigen Jahrhunderten, verbrannten sie Bruno und sperrten Galileo ein. Sogar in unserem Jahrhundert, wird ein Gegner der Kopenhagen-Interpretation zurückgewiesen und ein Störenfried genannt.

Literaturverzeichnis

Kapitel 1

- 1.1 Baggott, Jim, *The Meaning of Quantum Theory, a Guide for Students of Chemistry and Physics*, New York, Oxford University Press, 1992, 230 p., see the preface.
- 1.2 Cramer, John G., "The Transactional Interpretation of Quantum Mechanics", in *Reviews of Modern Physics*, Vol. 58, No. 3, July 1986, p. 649.
- 1.3 Kant cited by Popper, Karl R., *Quantum Theory and the Schism in Physics*, Totowa (New Jersey), Rowman and Littlefield, 1982, 229 p.
- 1.4 Heisenberg, Werner, *Physics and Philosophy, the Revolution in Modern Science*, New York, Harper and Row, 1966, p. 42.
- 1.5 Heisenberg, Werner, *Physics and Philosophy, the Revolution in Modern Science*, New York, Harper and Row, 1966, p. 88.
- 1.6 Greenberger, Daniel, Discussion remarks at the Symposium on Fundamental Questions in Quantum Mechanics, Albany, SUNY, April 1984.
- 1.7 Feynman, Richard P., *The Strange Theory of Light and Matter*, New Jersey, Princeton University Press, 1988, p. 10.
- 1.8 Mermin, N. David, "Is the Moon There when Nobody Looks? Reality and the Quantum Theory", in *Physics Today*, April 1985, p. 47.

- 1.9 Feynman, R. P., *The Character of Physical Law*, 1967, p. 129, cited by Cramer, *Reviews of Modern Physics*, Vol. 58, No. 3, 1986, p. 647.
- 1.10 Popper, Karl R., *Quantum Theory and the Schism in Physics*, Totowa (New Jersey), Rowman and Littlefield, 1982, p. 6.
- 1.11 Gell-Mann, M., in Douglas Huff and Omer Prewett, *The Nature of the Physical Universe: 1976 Nobel Conference*, New York, 1979, p. 29, cited by Popper, *Quantum Theory and the Schism in Physics*, 1982, p. 10.
- 1.12 Bahcall, John, in *The New York Times Magazine*, February 11, 1990, p. 59.
- 1.13 Heisenberg, Werner, *Physics and Philosophy, the Revolution in Modern Science*, New York, Harper and Row, 1966, p. 93.
- 1.14 Popper, Karl R., *Quantum Theory and the Schism in Physics*, Totowa (New Jersey), Rowman and Littlefield, 1982, p. 39.
- 1.15 Messiah, Albert, *Quantum Mechanics*, Vol. 1, Amsterdam, North-Holland Publishing Company, 1961, p. 59.
- 1.16 Bunge, Mario, *Philosophy of Physics*, Boston, D. Reidel, 1973, p. 108.
- 1.17 Heisenberg, Werner, *Physics and Philosophy, the Revolution in Modern Science*, New York, Harper and Row, 1966, p. 40.
- 1.18 Bunge, Mario, *Philosophy of Physics*, Boston, D. Reidel, 1973, p. 63.
- 1.19 Berkeley, George, *A New Theory of Vision, and Other Writings*, New York, Everyman's library, 1963, p. 114.
- 1.20 Berkeley, George, *A New Theory of Vision, and Other Writings*, New York, Everyman's library, 1963, p. 115-116
- 1.21 Heisenberg, Werner, *Physics and Philosophy, the Revolution in Modern Science*, New York, Harper and Row, 1966, p. 84.
- 1.22 Popper, Karl R., *Quantum Theory and the Schism in Physics*, Totowa (New Jersey), Rowman and Littlefield, 1982, p. 9.
- 1.23 See Appendix I.
- 1.24 Popper, Karl R., *Quantum Theory and the Schism in Physics*, Totowa (New Jersey), Rowman and Littlefield, 1982, p. 103.
- 1.25 Galilean Electrodynamics (Box 251, Boulder, Colorado 80306, U.S.A.).
- 1.26 St-Jacques, A., *Philosopher*, Québec, Canada.
- 1.27 Popper, Karl R., *Quantum Theory and the Schism in Physics*, Totowa (New Jersey), Rowman and Littlefield, 1982, p. 21.
- 1.28 Lovelock, James E., "Small Science", in *Doing Science*, The Reality Club, Toronto, Prentice Hall Press, 1991, p. 178.