

Quantum Enigma

Das Wunder der Natur



Die Lösung des Quantenrätsels aus der Perspektive eines Künstlers

von Mario Wingert

1

Im Quantum Enigma Projekt setzt sich ein Künstler kritisch mit der Quantenphysik und ihrem Weltbild auseinander. Natürlich wird sich so mancher Wissenschaftler fragen: Was kann schon dabei herauskommen, wenn sich ein philosophierender Künstler mit dem Quantenrätsel beschäftigt - mit dem Versuch, die moderne Physik und das seltsame Weltbild zu verstehen, das sich dahinter verbirgt? Lassen Sie sich überraschen: Der Künstler entwirft ein Bild, auf dem sich das wahre Gesicht der Natur abzuzeichnen beginnt. Die meisten Physiker würden das für ein aussichtsloses Unterfangen halten, zumindest für ein gewagtes Abenteuer: Zum einen steckt die Quantenphysik voll komplizierter Mathematik, die die Physiker selbst nicht verstehen, zum anderen gilt das Quantenrätsel als nahezu unlösbar. Schon seit Generationen verzweifeln Physiker an dem Versuch, das Welle/Teilchen-Paradoxon zu begreifen - und damit die wahre Beschaffenheit der Natur. Selbst Einstein, Bohr und Heisenberg haben sich daran die Zähne ausgebissen. Jeder Physiker weiß es: Die theoretische Physik hat schon lange das Handtuch geworfen - sie hat es völlig aufgegeben, die scheinbar verrückte Natur noch verstehen zu wollen.

Heute stößt jeder Versuch, den eigentlichen Witz dieser Geschichte zu begreifen, auf massiven, wenn auch lustlosen Widerstand: Viele Physiker halten die wahre Beschaffenheit der Natur, die sich schon seit 1927 nicht mehr in traditionelle physikalische Weltbilder einpassen läßt, für *prinzipiell* unerkennbar. Ihr Credo lautet: Die Natur verbirgt ihr Gesicht - nicht etwa zeitweilig, sondern grundsätzlich. Vielleicht muß man wirklich ein Künstler sein, um sehen zu können, was für ein Drama sich hier abspielt: Diese pessimistische Haltung entspringt nur aus der Tatsache, daß alle Experimente der modernen Physik zeigen, daß der Körperbegriff an der Natur *vollständig* versagt. Das ist ein Schock für die Wissenschaft, eine Ohrfeige der Natur, die noch immer auf der Wange brennt. Doch verstanden hat man sie nicht.

Vielleicht darf man der Allmacht der Wissenschaft und Mathematik nicht allzusehr trauen, um wirklich verstehen zu können, was diese Ohrfeige bedeutet: *Revolution*. Die Natur zeigt in diesen Experimenten zweifelsfrei, daß Licht und Materie *nicht* aus unteilbaren Körpern oder Teilchen bestehen können, wie man ursprünglich geglaubt hatte - und noch heute glauben möchte. Mit anderen Worten: Die Atom- und Elementar-*Teilchen*-Hypothese steht im direkten Gegensatz zum Experiment. Das zu akzeptieren, fällt Physikern äußerst schwer. Der Wandel, der uns bevorsteht, ist so tiefgreifend, daß er nur mit dem Übergang vom ptolemäischen zum kopernikanischen Weltbild verglichen werden kann. Aber diesmal behauptet nicht die Kirche, das die Erde eine Scheibe sei oder im Mittelpunkt des Universums stünde. Diese Rolle wird heute von Physikern gespielt, die fest davon überzeugt sind, Hüter eines wissenschaftlich gesicherten Weltbildes zu sein.

Dafür gibt es allerdings kaum rationale Gründe. Wie wir sehen werden, kann und will die moderne Physik kein überzeugendes Weltbild mehr liefern. Von einer wissenschaftlichen Begründung - oder von einem vernünftigen Weltbild überhaupt - kann also keine Rede sein, im Gegenteil: Kein Physiker weiß mehr, was *Realität* eigentlich sein soll, dafür soll das *Bewußtsein* eine besondere Rolle spielen. Doch dann würde der *bewußte Beobachter* - der denkende Mensch - im Mittelpunkt des Universums stehen...

Quantum Enigma

Das Wunder der Natur

Darüber haben die schlauesten Köpfe schon fast ein Jahrhundert nachgedacht, und wir haben noch immer keine Antwort. Für mich bedeutet das, daß man noch viel zu wenig radikal denkt. Wir müssen wohl erst liebgewonnene Konzepte über Bord werfen. Welche, das weiß ich nicht. Aber der Weg muß vollkommen revolutionär sein. (Anton Zeilinger, 2004).



2

Das Drama beginnt mit einem schlichten Experiment, zu dem ursprünglich noch nicht einmal Technik notwendig war: dem Doppelspaltexperiment. Es offenbart, daß Licht (elektromagnetische Felder, wie der Physiker sagt) und Materie (diskrete Körper, wie der Physiker glaubt) die gleiche physikalische Struktur zeigen, woraus folgt, daß sie nicht aus *unteilbaren*, räumlich begrenzten Energieportionen oder kleinen Körpern - beides Partikel genannt - bestehen können. Heute ist experimentell gesichert, daß auch *einzelne* Moleküle, Atome, Elektronen und Photonen beide Öffnungen gleichzeitig passieren müssen, obwohl sie immer als Ganzes punktförmig wirken. Und das ist das eigentliche Quantenrätsel: *Wie kann sich etwas teilen - und dennoch ein Ganzes bleiben?*

Das bleibt im Weltbild der Mechanik natürlich unverständlich, denn Körper der Mechanik können sich nicht teilen und ein Ganzes bleiben. Doch offensichtlich beherrscht die Natur diesen Trick - nur hat die Geisteskraft der Physiker bisher nicht ausgereicht, diese Tatsache zu begreifen. Trägt die Physik etwa Scheuklappen, die sie vom Rest der Natur trennen? Bisher war sie nicht bereit, ihre Modelle der Realität den Tatsachen anzupassen. Dennoch liefert die Physik bereits alle Indizien - seit Einsteins Abschied fehlen nur die Kriminalkommissare, die den Fall für lösbar halten.

Noch vor 100 Jahren stellte man sich Materie als Körper und ihre Bestandteile als winzige Billiardkugeln vor - eine ziemlich naive Abstraktion, was vielen Physikern durchaus bewußt war: Viele lehnten dieses Bild radikal ab. Seit 80 Jahren hat sich dieses Bild stark, aber nicht genug verändert. Es wird noch immer für brauchbar gehalten; moderne Rastertunnelmikroskope, Atomfallen und Computermodelle scheinen dieses Bild immer wieder zu bestätigen. Doch es steht im Gegensatz zu allen Experimenten: Die zeigen, daß die Struktur der Materie - und die Materie selbst - nicht mehr mit Körpervorstellungen verstanden werden kann. Das gleiche gilt für Licht, für die Beschaffenheit des elektromagnetischen Feldes. Beide bestehen aus energetischen Strukturen, die sich ausbreiten und teilen können, aber immer nur an einer Stelle ganzheitlich wirken. Sind Licht (Felder) und Körper (Materie) im Grunde dasselbe - so wie Wasser und Eis? Wenn ja, kann Materie keine ontologische Kontur haben und nicht diskret oder separiert - vom Feld isoliert - existieren, sondern nur aus konzentrierten, verdichteten Feldern bestehen. Diese Idee, die ursprünglich von Michael Faraday stammt, wurde auch von Einstein und Schrödinger verfolgt. Doch die physikalische Theorie hinkt diesem naturphilosophischen Programm, das eine neue, ganzheitliche Weltanschauung verspricht, noch immer weit hinterher: Sie ist nicht in der Lage, die Gemeinsamkeit von Feldern und Materie zu verstehen und kann deshalb solche Strukturbildungsprozesse nicht modellieren.

Das würde sich natürlich schlagartig ändern, wenn wir das Doppelspaltexperiment, das die gleichartige Beschaffenheit von Materie und Feldern zeigt, widerspruchsfrei erklären könnten. Doch genau das verhindert die *Quantenmechanik*. Sie behauptet, es lohne sich nicht, darüber nachzudenken - Physik sei auch *ohne Verständnis* möglich. Das ist das erste, was Studenten zu lernen haben (!), wenn sie jemals erfolgreiche Quantenphysiker werden wollen. Und trotzdem bleibt das Doppelspaltexperiment das Schlüsselexperiment, mit dem die Physik - oder das, was wir für Physik halten - steht oder fällt...

Quantum Enigma

Das Wunder der Natur

Es ist falsch zu denken, es wäre Aufgabe der Physik herauszufinden, wie die Natur beschaffen ist. Aufgabe der Physik ist es vielmehr, herauszufinden, was wir über die Natur sagen können.
(Niels Bohr)



3

Physik kommt von *Physis* - und das heißt Beschaffenheit. Da beißt auch Niels Bohr keinen Faden ab. Offensichtlich kommt es auch in der Physik nur darauf an, das Experiment - die Welt - mit neuen Augen zu sehen. Nun wissen Künstler vielleicht am besten, das unsere Augen keine Fensterscheiben sind, durch die wir die Welt betrachten. *Sehen* hat mit filmen und fotografieren nichts zu tun. Sehen ist ein kognitiver Prozeß, sehen muß erlernt werden. Das weiß jeder, der schon einmal gezeichnet hat. Zwar leben wir alle in der gleichen Realität, doch das, was wir *wahrnehmen* können, was in unseren Köpfen ankommt, ist nicht immer das Gleiche. Die Relationen vieler Details müssen berücksichtigt werden, ohne das Ganze aus den Augen zu verlieren, wenn man ein komplexes Gebilde erkennen, abbilden oder konstruieren will. Das ist ein ständiger Rückkopplungsprozeß zwischen der wahrgenommenen Realität, der generierten Wirklichkeit - der Zeichnung oder dem Modell - und den sinnlichen Wahrnehmungen, die dabei vermitteln. Der Künstler weiß auch, das die große Kunst nun darin besteht, das bewußte Denken auf gewisse Art und Weise abzuschalten, denn dieses Denken stört die ganzheitliche Wahrnehmung, Reflexion und Koordination. Vielleicht werden sie es mir jetzt noch nicht glauben, aber die moderne Physik hat genau das gleiche Problem: Das Denken blockiert die Erkenntnis der Realität...

Als Künstler und Mensch möchte ich die Beschaffenheit der Natur - und die Art und Weise, wie wir sie wahrnehmen - wirklich verstehen. Ich denke nicht, daß daran irgendetwas falsch ist, wie Niels Bohr behauptet. Ich glaube auch nicht, daß das Ketzerei oder Dummheit ist, wie einem die Wächter des atomaren Weltbildes einreden wollen, sondern *das eigentliche Ziel der Naturwissenschaft*. Wenn „*niemand die Quantenmechanik versteht*“ (Richard Feynman 1964), dann nur deshalb, weil sie absolut keinen Sinn ergibt - trotz Hochpräzisionsmathematik. Daran ist natürlich nur das Doppelspaltexperiment schuld. Man müßte nur das Welle/ Teilchen-Paradoxon auflösen und durch ein neues Modell der Beschaffenheit von Materie & Feldern ersetzen. Bohrs herrschende Interpretation der Quantentheorie, die *Quantenmechanik*, verkündet nun genau das Gegenteil: Sie erklärt das Paradoxon für prinzipiell unlösbar, gibt dafür jedes vernünftige Realitätskonzept auf und arrangiert sich mit physikalischen und sinnlichen Widersprüchen, die dann auf absurde Weise mit dem Bewußtsein in Verbindung gebracht werden - das auch niemand versteht. Die konzeptionelle Leere wird einfach mit einem Verweis auf die Widerspruchsfreiheit des mathematischen Formalismus ignoriert, obwohl niemand versteht, was diese Mathematik für unser Natur- und Realitätsverständnis bedeuten soll. Eine feine Konstruktion!

Das ist keine Ketzerei - das ist das Dilemma der modernen Physik. Doch ich will wirklich verstehen, wie Licht und Materie beschaffen sind. Zwar ist das der Job eines Physikers - aber wenn die ihre Arbeit nicht machen, wer dann? Wie Einstein so schön sagte: *Manchmal frage ich mich selber - bin ich verrückt oder die anderen Kälber?* Es passiert doch nicht zum ersten mal, das die Natur uns zwingt, unsere Modelle an die Realität anzupassen. Physik ist auch nur eine Wissenschaft, von Menschen gemacht, ebenso abhängig von überlieferten Vorstellungen wie unsere ganze Geisteswelt. Ist es nicht offensichtlich, daß wir neue physikalische Modelle brauchen? Sollte Einstein tatsächlich der Einzige gewesen sein, der das gesehen hat? Was hat man dann mit den anderen Physikern gemacht - ihnen eine Gehirnwäsche verpaßt?

Quantum Enigma

Das Wunder der Natur

Immer weigere ich mich, irgend etwas deswegen für wahr zu halten,
weil Sachverständige es lehren, oder auch, weil alle es annehmen.
Jede Erkenntnis muss ich mir selbst erarbeiten. Alles muss ich mir
neu durchdenken, von Grund auf, ohne Vorurteile.
(Albert Einstein)



4

Seitdem mir klar wurde, daß schon Einstein vergeblich gegen diese naive Geisteshaltung gekämpft hat, die mathematische Widerspruchsfreiheit über sinnlich-logische Widersprüche stellt - und das trotz Gödels Theorem, ist mir egal, was Physiker glauben. Was ich nicht verstehe ist, weshalb Physiker, denen man eine Menge Kreativität und Originalität nachsagt, das Offensichtliche nicht sehen können, aber jede Diskussion zum Thema Sinnggebung & Weltbild krampfhaft vermeiden: Wir leben in einer Zeit des geistigen Umbruchs. Etwas stimmt nicht mit der Atom- und Elementarteilchentheorie, sie wackelt, schwankt und knickt ein, sobald man nur genauer hinschaut. Aber woraus besteht die Natur dann - wenn nicht aus *unteilbaren* Teilchen? Was ist das Elementare? Wie kann die Beschaffenheit von Licht und Materie verstanden werden? Kann man dem Problem ausweichen, indem man von gespenstischen Teilchen spricht, die erst durch das *Bewußtsein* real werden? Erschafft jetzt der Geist die Materie?

Eugen Wigner (1962) und John Wheeler (1983) haben solche Interpretationen der Quantentheorie tatsächlich einmal ernsthaft vorgeschlagen - und damit Niels Bohrs Ansatz bis zum bitteren Ende verfolgt. Und die moderne Physik ist voll von solchen Geschichten, die den gesunden Menschenverstand gewaltig auf die Probe stellen. Wenn Physiker populärwissenschaftliche Bücher schreiben, gefallen sie sich darin, diese Absurditäten genüßlich als unabwendbare Konsequenzen physikalischer Experimente zu servieren. Aber nicht jeder ist mit dem Klammersack gepudert: Das sind nicht die Konsequenzen der Experimente, sondern der *quantenmechanischen* Interpretation, die offensichtlich mehr Philosophie als Physik enthält - und noch nicht einmal gute. Denn sie ergibt keinen Sinn.

Jedem, der seinen Verstand nicht schon zu Beginn des Physikstudiums an der Garderobe abgegeben hat, sollte spätestens an dieser Stelle klar werden, das es hier nicht um die Erschaffung von Materie durch das Bewußtsein gehen *kann*, sondern nur um die Entstehung von *Körpervorstellungen* im Prozeß der Kognition. Wenn das Denken vollkonturierte Objekt-, Körper- und Dingvorstellungen erzeugt, gibt es solche Wunder natürlich nicht, sondern nur die lapidare Erkenntnis, daß sowohl der Körperbegriff der Mechanik als auch die Körpervorstellung im Geiste nichts taugen, um die Beschaffenheit der Realität - der Materie, Planeten, Steine, Atome und Lichtquanten - zu erklären. Genau das zeigt schon das schlichte Doppelspaltexperiment. Die geistige Verwirrung der Physiker zeigt also nur, daß unsere Denkwahrnehmung tatsächlich in die „Physik“ - in die Anfertigung von Modellen - verstrickt ist und nichts weiter als ontologische Illusionen erzeugt, die mit der wahren Beschaffenheit (Physik) der Natur nichts zu tun haben. Das unsere Denkwahrnehmung solche Körper-, Objekt- und Dingvorstellungen erzeugen *muß*, erscheint erst dann als naheliegende, wahrhaftig nicht mehr besonders tiefe Erkenntnis, wenn man in der Quantentheorie die Existenz einer Realität *voraussetzt*. Das zu sehen fällt nur Leuten schwer, die das *Modell* mit der *Realität* verwechseln - und ihr Leben damit verbracht haben, die Körperphysik mit aller Gewalt retten. Genau dazu ist die quantenmechanische Interpretation ja geschaffen worden - um die klassische Atom- und Elementarteilchenhypothese zu retten; um eine Harmonie im Weltbild vorzugaukeln, die einer tiefgründigen Analyse überhaupt nicht standhalten kann. Deshalb heißt die moderne Physik ja auch *Partikelphysik* - obwohl der Körperbegriff in den Experimenten kläglich versagt.

Quantum Enigma

Das Wunder der Natur



Die meisten Physiker sind sehr naiv; sie glauben immer noch an wirkliche Wellen oder Teilchen.
(John Horgan)

5

Vielleicht sollte man an dieser Stelle kurz zeigen, wie die Verirrungen der Quantenmechanik entstehen. Das Doppelspaltexperiment zeigt, daß selbst einzelne Atome, Elektronen und Photonen immer beide Öffnungen zugleich passieren, aber punktförmig als Ganzes wirken. Jeder sieht natürlich, daß es für Körper völlig unmöglich ist, dieses Kunststück zu vollbringen. Aber wie soll man das interpretieren? Wenn schon die kleinsten Teilchen am Experiment scheitern, wie kann Materie dann aus Teilchen bestehen? Dann wäre ja die ganze Atomtheorie falsch, was doch nicht sein kann - das Periodensystem der Elemente funktioniert prächtig. Und die Natur besteht nun einmal aus separaten Objekten, aus Körpern - oder etwa nicht? Außerdem sind vernünftige Realitätskonzepte ohne Körpervorstellungen *undenkbar*, solange *Körper* und *Materie* im Denken identisch erscheinen. Deshalb sieht es so aus, als würde die Materie aus der Welt verschwinden, wenn wir auf Körpervorstellungen verzichten würden.

Da die Quantenmechaniker glauben, nicht wirklich am Körperbegriff der Mechanik zweifeln zu können, deuten sie die punktförmigen Wirkungen so, als *würden* dabei Partikel mit Energie oder Masse übertragen, die sich von A nach B durch den Raum bewegen - fast wie im alten Weltbild Newtons. Da das aber keine Körper im Sinne der Mechanik mehr sein können, wie die zwei Löcher zeigen, muß man ihnen bestimmte Bahnen und eine reale Existenz absprechen. Dennoch läßt man sich nicht davon abhalten, energetische Wirkungen auf räumlich begrenzte Teilchen zurückzuführen, obwohl die Passage des Doppelspalts Partikelvorstellungen völlig ausschließt und nur mit Wellengleichungen modelliert werden kann. Doch auch dem Feld wird eine reale Existenz aberkannt, weil die Wellengleichung punktförmige Wirkungen, den sogenannten Kollaps der Wellenfunktion, nicht modellieren kann. Warum nicht? Weil die imaginären Lösungen der Gleichungen ignoriert werden, sie werden für physikalisch sinnlos gehalten. Warum? Weil man das System der komplexen Zahlen noch nicht verstanden hat.

Folge: Die Existenz von Licht- und Materie-Energiestrukturen mit einer noch zu entdeckenden, charakteristischen Beschaffenheit wird in der Quantenmechanik einfach geleugnet. Auf diese Weise lassen sich die Körpervorstellungen retten - aber nur mit einem „*logischen Drahtseilakt*“ (Richard Feynman). In Wirklichkeit macht es überhaupt keinen Unterschied, ob man sich winzige Billardkugeln oder räumlich begrenzte Energiekugeln vorstellt - das Problem am Doppelspalt bleibt exakt dasselbe. Auch wenn Physiker nicht mehr ganz so naiv sind, ihre Teilchen für winzige, harte Billiardkugeln zu halten, verstehen sie die eigentliche Pointe noch nicht: Sie glauben zum Beispiel nach wie vor, daß das Photon ein winziges, räumlich begrenztes Energiegebilde sei - und berufen sich dabei auf Einstein. Nun, ich habe Einstein gelesen und kann ihnen versichern, daß er das Energie-Teilchen seiner Quantenhypothese nur für eine provisorische Hilfsvorstellung hielt - es widerspricht ja dem Doppelspaltexperiment. Er wollte damit etwas ganz anderes sagen: Wenn Licht immer in ganzen Energieportionen punktförmig wirkt, muß die Lichtenergie, das elektromagnetische Feld, eine Struktur haben. Nur *welche*? Da Quantenmechaniker noch nie davon gehört zu haben scheinen, sehen sie keinen Anlaß, diese Struktur für real zu halten oder gar am Doppelspalt danach zu suchen. Sie quälen sich mit anderen Fragen: Wie wird Materie real? Was ist eine Messung, was eine Beobachtung? Braucht es dazu *Bewußtsein* - oder nicht?

Quantum Enigma

Das Wunder der Natur

Es ist einigermaßen hart zu sehen, daß wir uns immer noch im Stadium der Wickelkinder befinden. Und es ist nicht verwunderlich, daß sich die Kerle dagegen sträuben, es zuzugeben (auch sich selbst). (Einstein 1950)



6

Wenn man das Drama der modernen Physik soweit verstanden hat, sieht man auch, daß sich hinter dem Doppelspaltexperiment das wahre Gesicht der Natur verbirgt. Ein Gesicht, daß die Physiker nicht sehen können, obwohl es ihnen ganz offen entgegenlächelt. Nur sollte man so etwas für völlig unmöglich halten - bei all den scharfen Augen, brillanten Geistern und Milliarden von Euros, die in gigantische Materie-Lupen, in die Atomtechnik, Nanotechnologie und Supercomputer gesteckt werden. Gibt es noch heute eine Art von geistiger Blindheit - oder ist das nur epidemische Autoritätsgläubigkeit?

Das Physiker nicht so ohne weiteres an ihrer Physik, an ihrer Wissenschaft, an ihrem Weltbild zweifeln wollen und können, ist menschlich durchaus verständlich. Das Wissenschaftler die Möglichkeit von Erkenntnis jedoch leugnen, um ihre Erkenntnisprobleme aus der Welt zu schaffen, ist in der Geschichte der Naturwissenschaften wohl ein einmaliger Vorgang - auch wenn man das nur als Akt der völligen Verzweiflung werten kann. Tatsache ist: Die legendäre Interpretationsdebatte, die Albert Einstein und Niels Bohr schon vor 80 Jahren führten, ist bis heute noch nicht abgeschlossen. Trotz eines außergewöhnlich präzisen mathematischen Formalismus, der die Erscheinungen der Natur exakt zu beschreiben vermag, ist nach wie vor ungeklärt, was dieser Formalismus - Quantentheorie genannt - für die Beschaffenheit der Natur und Realität bedeutet. Das hängt unmittelbar mit einem anderen, ebenso ungelösten Rätsel zusammen: Der Frage, *wie* wir diese Realität wahrnehmen. Nur aus diesem Grund widersetzt sich das Quantenrätsel seit Jahrzehnten allen traditionellen Erklärungsversuchen.

Können wir nun verstehen, wie die Natur beschaffen ist - wenn wir begreifen, was die Wahrnehmung durch Denken bewirkt? Die Antwort ist eindeutig ja, denn die Quantenphysik schlägt beide Fliegen mit einer Klappe - wenn wir sie realistisch interpretieren. Ausgangspunkt einer realistischen Interpretation der Quantenphysik - und einer neuen Theorie der Kognition - kann nur die (bisher unverstandene) Tatsache sein, daß der Körperbegriff der Mechanik experimentell begründet versagt - und zwar an der gesamten Natur. An der Existenz der Realität muß deshalb nicht gezweifelt werden - wenn es das denkende Gehirn ist, das vollkonturierte Körper-, Objekt- und Ding-Vorstellungen aus sinnlichen Wahrnehmungen erzeugt. Daraus folgt, daß der Körperbegriff der Mechanik durch ein neues, universelles und ganzheitliches Prinzip der Beschaffenheit von Strahlung und Materie ersetzt werden muß.

Und damit stehen wir vor einem gewaltigen naturwissenschaftlichen Paradigmenwechsel, vor einer echten Revolution unseres Natur-, Realitäts- und Selbstverständnisses. Einer solchen Lösung kommt wissenschafts- und wirtschaftsstrategische Bedeutung zu. Die revolutionären Impulse, die von ihr zu erwarten sind, werden die Wissenschaft auf neue Fundamente stellen. Sie werden zu einem tieferen Verständnis der Natur, der elementaren Struktur, der Wahrnehmung, des Denkens und der Natur der Sprache führen. Das wird die Grundlagen für neue Theorien, Technologien, Produkte und Anwendungen liefern - von einer einheitlichen Strukturtheorie des Lichts und der Materie bis hin zur Materiesynthese, von der Biologie bis zur Kosmologie, von der Spracherkennung bis zum Quantencomputer... Können wir es uns wirklich leisten, eine solche Chance zu ignorieren?

Quantum Enigma

Das Wunder der Natur



Die Lösung des Quantenrätsels Eine kurze Skizze

Mario Wingert 05.01.2007

7

Versuche wie das Doppelspaltexperiment oder die partielle Reflexion mit einzelnen Quanten machen deutlich, warum kaum eine andere Möglichkeit als die Kopenhagener Deutung zu bestehen scheint, die experimentelle Situation zu interpretieren – solange man am Körperbegriff und punktartigen Quantenvorstellungen festhalten will. Denn diese Experimente zeigen klar, daß der Körper- und Partikelbegriff keinen Sinn mehr macht, wenn wir über Eigenschaften der Realität sprechen wollen, die wir in diesen Experimenten beobachten können. Deshalb verzichtet die Quantenmechanik grundsätzlich auf eine ontologische Interpretation der Beschaffenheit des elektromagnetischen Feldes oder der Lichtquanten, Elektronen und Atome zwischen Emission, Doppelspalt und Absorption.

Die Experimente zeigen damit auch - und das ist ein neuer Zugang zum Verständnis der Quantentheorie und dem Problem des Bewußtseins - daß es doch noch eine Lösung geben könnte, die mit allen Erkenntnissen der Physik kompatibel ist, aber unser physikalisches Weltbild radikal verändern würde. Ausgangspunkt dieser Lösung ist die bis heute unverstandene Tatsache, daß Lichtquanten, Elektronen und Atome theoretisch immer beide Öffnungen gleichzeitig passieren müssen, um der Interferenzbedingung genügen zu können. Das drückt die „Wellen“- Funktion aus. Anschaulich gesprochen, sollten sich Lichtquanten, Elektronen und Atome am Doppelspalt also irgendwie teilen können - doch die punktartigen Wechselwirkungen zeigen ganz klar, daß sie sich nicht *mechanisch* geteilt haben können, da die ausgesendete Energie immer als Ganzes und lokal zur Wirkung kommt. Dieser Widerspruch zwischen Teilung & Ganzheit *ist* das Drama der modernen Physik - das Quantenrätsel.

Aus dieser Zwickmühle führt nun eine Frage, die auf den ersten Blick ein wenig verrückt erscheint: Ist es möglich, daß sich Energiequanten, Elektronen oder Atome auf eine nicht-mechanische, ganzheitliche Weise teilen? Und wenn ja - wie kann dieser Prozeß *physikalisch* verstanden werden? Im Modell der Mechanik ist so etwas natürlich prinzipiell unmöglich - doch aus der Biologie kennen wir ein solches Prinzip: die Zellteilung. Also müssen wir uns fragen: Ist die mechanistische Weltsicht die Richtige? Ist das elektromagnetische Feld in der Lage, sich selbst zu teilen - wie in einem Zellteilungsprozeß? Unterliegt die Maxwellsche Kugel am Doppelspalt einer Zellteilung? Verzweigt sich der Lichtstrahl an einer Glasscheibe - auch wenn nur ein Minimalquantum Energie beteiligt ist?

Die Antwort ist ja - denn das ist exakt das, was die Wellen- oder Zustandsfunktion mathematisch beschreibt. Das ist auch der einzige Grund, warum wir überhaupt „Wellen“- Funktionen brauchen – um Verzweigungs- oder Teilungsprozesse *ganzheitlicher Art* beschreiben zu können. Doch die meisten Physiker unterstellen, daß diesem mathematischen Modell keine reale Bedeutung zukommen kann – um logische Konflikte mit der punktartigen Wirkung der Lichtenergiemenge und der mechanistischen Körpervorstellung zu vermeiden. Geben wir diese Modelle und Vorstellungen jedoch auf (das Körpermodell der Mechanik und das Wellenmodell der elektromagnetischen Theorie), weil sie sich als experimentell unhaltbare Annahmen und voreingenommene klassische Sichtweisen erweisen - und die Experimente zwingen uns förmlich dazu – dann haben wir es plötzlich mit einer real existierenden Struktur

Quantum Enigma

Das Wunder der Natur

Ich habe das Gefühl, daß wir den springenden Punkt verfehlen.
Die nächste Generation wird sich, so bald sie diesen Punkt gefunden
hat, an den Kopf fassen und sagen: Wie konnten sie das übersehen?
(I.I. Rabi)



8

des elektromagnetischen Feldes zu tun: mit einer veränderlichen, ein- oder auch mehrfach verzweigten, zusammenhängenden Zell- oder Verzweigungsstruktur, die beliebig ausgebreitet sein kann und immer ein Ganzes bleibt. Weil diese Struktur real existiert und sich durch Wechselwirkungen verändert, sehen wir uns nichtlokalen (globalen, ganzheitlichen) Antisymmetriephänomenen wie Spin & Kohärenz gegenüber, die Erwin Schrödinger *Verschränkung* nannte. Beziehen wir jetzt die imaginären Lösungen der Maxwell'schen Gleichungen mit ein, die von Maxwell, Hertz, Lorentz und Planck - und auch von Einstein - als physikalisch sinnlos verworfen wurden, erhalten wir tatsächlich ein ganz neues Modell, das ein zeitinvariantes, spiegel- oder antisymmetrisch geteiltes, aber zusammenhängendes (kohärentes) elektromagnetisches Feld mit einer *enantiomorphen Struktur* verkörpert.

Interessant ist nun, daß Einstein eine solche Lösung schon als junger Mann von 16 Jahren verworfen hatte, bevor er überhaupt mit dem Physikstudium begann - offenbar eine Ironie der Geschichte. Denn erst mit der Berücksichtigung der imaginären Lösungen gewinnen wir eine Vorstellung von der *Struktur des Lichts*, des elektromagnetischen Feldes, die Einstein 1905 mit seiner Quantenhypothese des Lichts implizit postuliert hatte - ohne jemals anschauliche oder physikalisch widerspruchsfreie Vorstellungen dazu liefern zu können. Einstein war sich dessen immer bewußt und sah darin das Hauptproblem der theoretischen Physik, ohne von seinen Kollegen jemals verstanden worden zu sein. Nun können wir sehen, daß Einsteins Quantenhypothese des Lichts eine verzweigte, zusammenhängende Struktur des elektromagnetischen Feldes beschreibt, die durch nichteffektive Wechselwirkungen am Doppelspalt oder bei der partiellen Reflexionen entsteht (es erfolgt eine enantiomorphe Strukturbildung, aber keine Energieübertragung), *und* eine Veränderung dieser Struktur durch effektive Wechselwirkungen (eine Restrukturierung), die durch eine lokale Absorption bewirkt wird. Absorptionereignisse sind ebenfalls Strukturveränderungen - das Materiefeld verzweigt sich enantiomorph; umgekehrt führt ein Kollaps dieser Verzweigung zur Verzweigung des elektromagnetischen Feldes. Das bleibt nicht ohne Auswirkungen auf die Interpretation der Relativitätstheorie, die ja noch auf Maxwells klassischer Theorie beruht, und führt direkt zur Quantenelektrodynamik, die dann als einheitliche Feldtheorie erscheint.

Konsequent zu Ende gedacht verlangt diese Interpretation also die Aufgabe der Körperontologie der Mechanik, des mechanistischen Körperbegriffs und der *klassischen* Atom- und Elementarteilchenhypothese, denn *atomos* bedeutet: das Unteilbare. Die nichtmechanische, ganzheitliche Teilung (Zellteilung, Feldverzweigung, energetische Verzweigung) ist also keine Metapher im üblichen Sinne - obwohl sie auch anschauliche Vorstellungen zu liefern vermag - sondern ein *neues physikalisches Prinzip*, das durch die Experimente regelrecht erzwungen wird. Erst dieses Prinzip ist in der Lage, die Beschaffenheit der Realität - von Strahlung *und* Materie - widerspruchsfrei zu modellieren und die Dichotomie zwischen Teilchen und Feldern aufzuheben. Das alles zwingt auch zu der Schlußfolgerung, daß die ontologisch-vollkonturierende Körpervorstellung nur eine Illusion des Denkens ist, ein Produkt der *Wahrnehmung durch Denken* - in voller Übereinstimmung mit allen asiatischen Philosophien. Diese Erkenntnis führt direkt zu einer neuen Theorie der Kognition - und einer neuen Theorie der Sprache.

Quantum Enigma

Das Wunder der Natur



Eines Tages wird eine Idee, zugleich profoundly und einfach, das Rätsel des Quantums lösen.
(Hans Christian von Bayer)

9

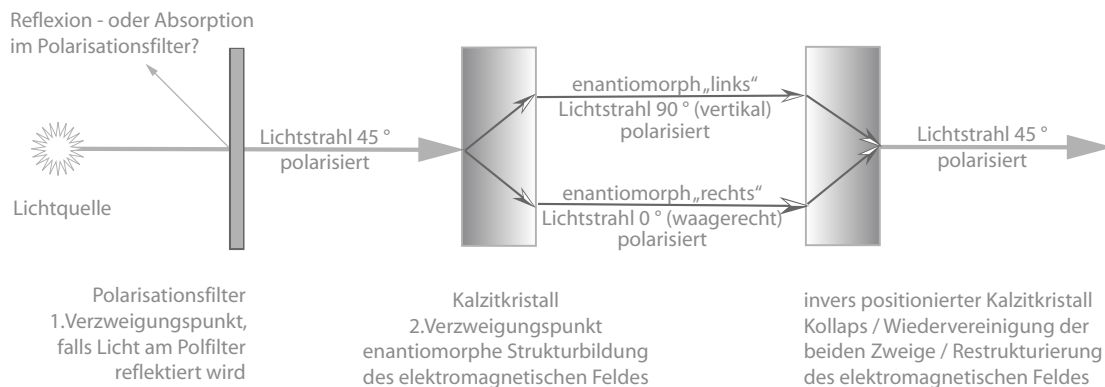


Abbildung 1: Verzweigung und Wiedervereinigung des Lichts

45° polarisiertes Licht spaltet sich in einem Kalzitkristall auf. Die beiden austretenden Lichtstrahlen sind relativ zueinander orthogonal polarisiert, die Polarisations Ebenen stehen im Winkel von 90° senkrecht aufeinander. Ein zweiter Kalzitkristall, der in die umgekehrte Richtung zeigt, vereinigt das Licht wieder zum ursprünglichen Zustand (45° Polarisation).

Interpretation: Das Experiment zeigt eine hierarchische Verzweigung des elektromagnetischen Feldes, die durch ganzheitliche Teilungsprozesse entsteht (Zellteilung). Dabei bilden sich *enantiomorphe* Strukturen aus; in sich selbst entgegengesetzte, aber zusammenhängende (kohärente) Feldstrukturen, die als Zellen oder Zweige des elektromagnetischen Feldes zu verstehen sind. Die Struktur entsteht durch Teilung & Inversion (man erinnere sich an Maxwells "dielektrische Verschiebung" und "Rotation"), aus der spiegel- bzw. antisymmetrische Zellen oder Zweige hervorgehen, die wie die linke und rechte Hand zwar verschieden sind, aber ein Ganzes bilden. Die Spiegel- oder Antisymmetrie der beiden Zweige oder Zellen ist ontologisch zu verstehen; sie sind relativ zueinander immer Antiparts (mathematisch durch die Orthogonalität der komplexen Zahlen ausgedrückt). Wir haben es also mit einer Spiegelsymmetrie von Energieformen zu tun, mit Energie- und Anti-Energie (man erinnere sich an Dirac), die man auch "linke" und "rechte" elektromagnetische Felder nennen kann. Das ist ein Relativprinzip. Die ontologische Entgegengesetztheit der Feldzellen oder -zweige drückt sich hier in rechtwinklig zueinander stehenden Polarisations Ebenen aus, die selbst wieder als "senkrecht" oder entgegengesetzt zur ursprünglichen Raum- oder Polarisationsrichtung aufgefaßt werden müssen. Mit anderen Worten: Es gibt unendlich viele Dimensionen, die immer "orthogonal" oder entgegengesetzt zueinander sind - Dimensionen des elektromagnetischen Feldes, nicht des "Raumes" an sich. Am 1. Polarisator erfolgt die erste Verzweigung (Feldenergie 50/50), dieser Ast verzweigt sich im ersten Kalzitkristall enantiomorph weiter (jeweils 25%). Der 2., invers aufgestellte Kristall zeigt, daß die Zell- oder Verzweigungsstruktur reversibel ist, sie kann sich wieder zurückbilden. Das gilt unabhängig von der Energiemenge - also auch für einzelne Lichtquanten.

Quantum Enigma

Das Wunder der Natur

Wir besitzen kein befriedigendes Modell, um auch nur die einfachsten Erscheinungen, etwa die partielle Reflexion des Lichts an Glas, zu beschreiben.
(Richard Feynman)



10

Abstand zwischen A und B kann Lichtjahre betragen

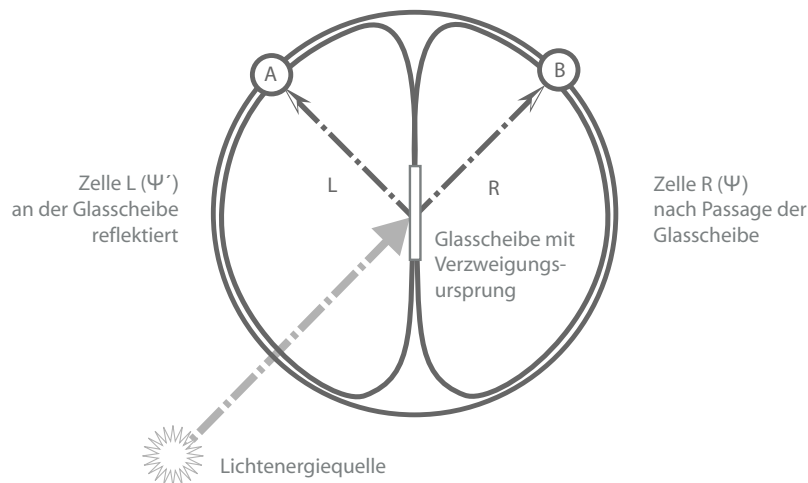


Abbildung 2: Energetische Verzweigung an einer Glasscheibe (partielle Reflexion)

Ein halbdurchlässiger Spiegel oder eine Glasscheibe verursacht eine enantiomorphe Verzweigung des elektromagnetischen Feldes. Das ist eine nicht-effektive Wechselwirkung zwischen Licht und Materie, bei der keine Energie übertragen wird - *bis eine effektive Wechselwirkung stattfindet*. Diese Feldstruktur berührt nun die beiden potentiellen Wechselwirkungspunkte A und B. Da die Absorption der ausgesendeten Lichtenergiemenge nur ganzheitlich erfolgen kann (eine globale Symmetrienerhaltungsbedingung), müssen beide Zweige oder Zellen am Ort der effektiven Wechselwirkung zusammentreffen. Ist dazu Überlichtgeschwindigkeit nötig? Nein. Obwohl der Abstand von A und B im Prinzip Lichtjahre betragen kann, spielen Zeit und Abstand innerhalb der Struktur des elektromagnetischen Feldes keine Rolle, da $L(\Psi')$ und $R(\Psi)$ nicht separiert sind. Dazu ist nur eine ganzheitliche Strukturveränderung des elektromagnetischen Feldes nötig, die mit Bewegung im Sinne der Mechanik nichts zu tun hat: Das verzweigte elektromagnetische Feld muß sich nur restrukturieren, wenn die gesamte Energiemenge von der Materie - z.B. im Punkt A - verzehrt werden soll. Das entspricht der Wiedervereinigung des "Lichts" (der potentiellen Lichtenergie) in Abbildung 1 und kennzeichnet die Absorptionsbedingung. Im operationalen Vektor-Bild muß sich der Lichtstrahl R dann um 90 Grad drehen, um die gleiche Raumrichtung wie L anzunehmen - und das irritiert ein wenig. Nur macht der Begriff Raumrichtung an sich ebensowenig Sinn wie der Raumbegriff: Der Begriff der Richtung hat nur relative Bedeutung und bezieht sich hier auf die Entgegengesetztheit der beiden Feldzellen, die eine enantiomorphe Struktur bilden. Die Drehung drückt also eine Transformation aus, bei der der Zellteilungsprozess rückwärts läuft. Das scheint mit der Relativitätstheorie durchaus verträglich - nur erweitert sich jetzt ihre Bedeutung.

Quantum Enigma

Das Wunder der Natur



Ich denke, es ist sehr wahrscheinlich, daß die Lösung unserer Probleme durch die Hintertür kommen wird. Jemand, der sich nicht den Schwierigkeiten zuwendet, in die ich verwickelt bin, wird vermutlich das Licht sehen. Eine hübsche Analogie ist die Fliege, die unermüdlich gegen das Fenster brummelt, obwohl die Tür weit offensteht. (John Bell)

11

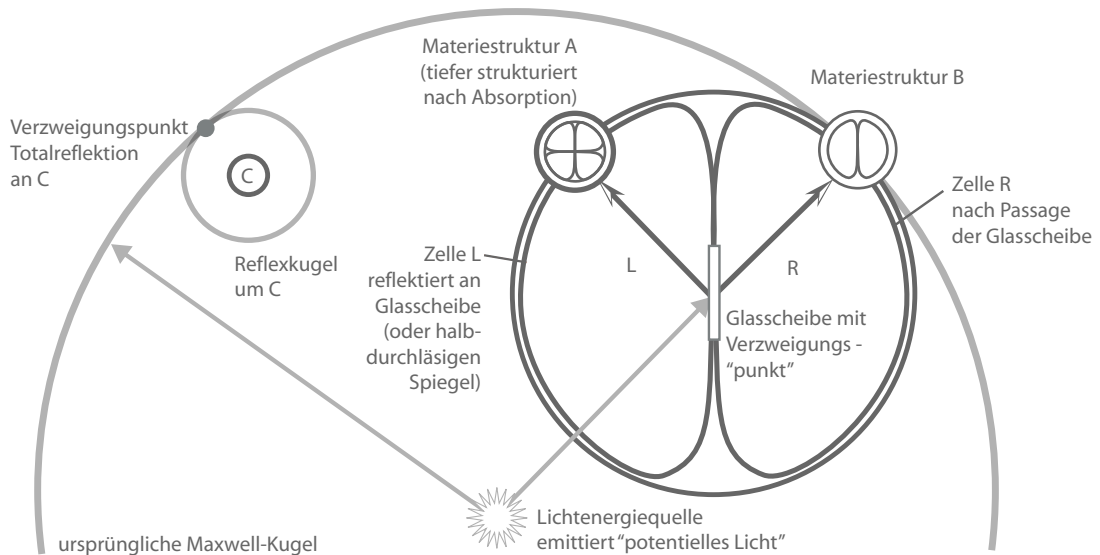


Abbildung 3: Die Zellteilung der Maxwellschen Kugel

Elektromagnetische Feldverzweigung am halbdurchlässigen Spiegel mit ursprünglicher Maxwell-Kugel. Das Feld breitet sich normalerweise immer in alle Raumrichtungen zugleich aus, symbolisiert durch Maxwells Kugel. Es gibt also keine Raum-Vorzugsrichtung, wie das Bild der Lichtstrahlen suggeriert und Feynmans Pfadintegralmethode beweist. Einstein fragte sich 1905, warum Maxwells Gleichungen zwar die Kontinuität des elektromagnetischen Feldes (die man auch Ganzheitlichkeit nennen könnte) reflektieren, wobei sich die Lichtenergie mit zunehmender Ausbreitung immer weiter verdünnen sollte; aber nicht mit der Tatsache vereinbar waren, daß Wechselwirkungen immer lokal ("diskret") erfolgen und nicht von der Energieintensität abhängen. Einstein schlußfolgerte daraus, daß das elektromagnetische Feld eine "diskrete" Energie-Struktur haben müsse, die er jedoch niemals finden konnte. Diese Struktur kann man erst "sehen", wenn die experimentellen Fakten ohne Körperbegriff und realistisch interpretiert werden, und modellieren, wenn die imaginären (spiegelbildlichen) Lösungen der Maxwellgleichungen einbezogen werden: Am halbdurchlässigen Spiegel, am Doppelspalt oder bei Reflexionen finden dann Zellteilungen des elektromagnetischen Feldes statt, bei denen enantiomorphe Feldstrukturen entstehen. Das erlaubt es dem Feld, an vielen potentiellen Wechselwirkungspunkten zur Verfügung zu stehen, ohne das Prinzip der Energieerhaltung zu verletzen. Deshalb gelten eine globale und eine lokale Symmetriebedingung. Das ist ein Zustand der Ganzheitlichkeit & Gleichzeitigkeit. Die Feldasymmetrie restrukturiert sich erst, wenn eine effektive Energieübertragung stattfindet (was nicht bei jedem Kontakt der Fall sein muß, siehe C), wobei der spiegelbildliche Prozeß in der Materie abläuft: Sie verzweigt sich enantiomorph weiter; strukturiert sich also tiefer - auf diese Weise erzeugt Licht Masse.