

# Energetische Verzweigungen

## Ein neues physikalisches Prinzip - die Auflösung des Welle/ Quanten- Paradoxons

Mario Wingert (12.04.2006)

Die Atom- und Elementarteilchenhypothese, die all unseren Naturvorstellungen zugrunde liegt, scheint durch die Quantentheorie vollständig gesichert. Das Doppelspaltexperiment zeigt jedoch, daß die Quantentheorie nicht in der Lage ist, widerspruchsfreie physikalische Modelle der Beschaffenheit der Realität zu liefern. Daraus folgt das Welle/ Teilchen- Paradoxon, das ein anschauliches und ontologisches Verständnis der Elementarstrukturen von Licht und Materie völlig unmöglich macht – auch für Physiker. In der vorherrschenden Interpretation der Theorie, der Quantenmechanik, gilt dieses Problem als *prinzipiell* unlösbar. Hier jedoch wird gezeigt, daß die experimentellen und theoretischen Fakten zu der Schlußfolgerung zwingen, daß am Doppelspalt ein ganzheitlicher, nicht- mechanischer Teilungsprozeß stattfinden muß (vergleichbar nur mit der Zellteilung in der Biologie) und auch die physikalische Realität durch ganzheitliche Strukturbildungsprozesse gekennzeichnet ist, die Elementarcharakter beanspruchen. Dieser Prozeß und Zustand, *energetische Verzweigung* genannt, wird als ontologisches Grundprinzip der Natur interpretiert. Das widerspricht natürlich der Atom- und Elementarteilchenhypothese, denn *Atomos* bedeutet: *Das Unteilbare*. Das Doppelspaltexperiment beweist jedoch eindeutig, daß die *klassische* Atom- und Elementarteilchenhypothese auf die Realität nicht zutreffen kann: Licht und Materie bestehen nicht aus punktiert konzentrierten Energiequanten oder diskreten, starren und unteilbaren Körpern, sondern aus veränderlichen energetischen Strukturen, die sich ganzheitlich- entiomorph teilen oder verzweigen können, obwohl sie immer als Ganzes punktiert wirken.

### Einleitung

Auch wenn diese Betrachtung rein naturphilosophisch erscheint, hat sie einen genuin physikalischen Charakter. Es geht um eine widerspruchsfreie Interpretation des Doppelspaltexperiments, in dem die Beschaffenheit von Strahlung und Materie nach wie vor unerklärlich und widersprüchlich erscheint. Dem mathematischen Modell gibt es nichts Neues hinzuzufügen, so daß die qualitative Frage nach der Beschaffenheit der Struktur der Strahlung, die sich am Doppelspalt oder bei der partiellen Reflexion ausbildet, im Vordergrund steht. Das ist eine Frage, die von Physikern, die der quantenmechanischen oder Kopenhagener Deutung der Quantentheorie anhängen (BOHR, HEISENBERG, BORN 1927), nicht mehr sinnvoll gestellt werden kann, denn ihre Interpretation beruht vor allem auf zwei axiomatischen Annahmen:

- Daß das Welle/ Teilchen- Paradoxon prinzipiell nicht auflösbar sei (Heisenberg: „wegen der Natur der Sprache“, womit implizit die Denkwahrnehmung gemeint sein dürfte)
- Daß die klassische Mechanik (der Begriff des physikalischen Körpers) die Grundlage für jedes Realitätsverständnis zu liefern habe.

Diese beiden Annahmen erlauben es natürlich nicht mehr, die Beschaffenheit von Licht und Materie widerspruchsfrei zu interpretieren oder ein grundlegendes Modell der Beschaffenheit der Natur zu entwerfen, das mit den Experimenten übereinstimmt: Weder die Beschaffenheit der Lichtquanten, noch der Materie, noch die Interferenzerscheinungen, wie sie sich in der Realität (im Experiment) zeigen, lassen sich mit Körpervorstellungen noch vernünftig erklären. Dennoch bindet die Quantenmechanik ihr Realitätsverständnis an den Körperbegriff, was zum völligen Verlust eines widerspruchsfreien Natur- und Realitätsverständnisses führt.

### 1. Die Barriere der Erkenntnis

In der Quantenmechanik gilt der Körperbegriff nach wie vor als sinnvoll und nützlich („Teilchenphysik“), obwohl die Interferenzbedingung eindeutig zeigt, daß der Begriff des physikalischen Körpers bereits an der elementaren Beschaffenheit von Strahlung und Materie vollständig scheitert. Da die Quantenmechanik trotz der experimentellen Befunde nicht am ontologischen Gehalt der Körpervorstellungen - und damit an der Körperphysik NEWTONs - zweifeln zu können glaubt, wird das Versagen der klassischen Realitätsmodelle (Körper & Welle) in diesen Experimenten und bei der Modellierung der atomaren Struktur auf einen ad hoc eingeführten submikroskopischen Bereich der Natur beschränkt. Auf dieser Ebene versagen zwar Begriffe wie Ort, Raum, Zeit und Bewegung, nicht aber der Körper- und Objektbegriff – er wird einfach fiktiv weiter verwendet. Da ein Körper in der Realität jedoch nicht zugleich durch zwei Öffnungen gehen und das Interferenzmuster reproduzieren kann, gelten für Mikro-Objekte und Elementarteilchen spezielle Sprachregeln und Sonderbedingungen, es nicht mehr gestatten, vernünftig von der Existenz einer objektiven Realität, einer bestimmten Seinsqualität dieser Realität (Ontologie) oder eben von widerspruchsfreien physikalischen Modellen der Realität zu sprechen.

Um die experimentellen Tatsachen richtig wiederzugeben, muß jedoch immer die Wellenfunktion verwendet werden, die nun aber - wegen der paradigmatischen Körperontologie - als „Gespensterwelle“, als mathematische Zustandsgleichung ohne jeden Bezug zur Realität interpretiert wird. Diese Wellenfunktion ist der notwendige Tribut an die Realität, an die experimentellen und theoretischen Fakten (sie trifft auch auf einzelne Lichtquanten, Elektronen und Atome zu). In der negativ diplomatischen, problemvermeidenden Interpretierung der Quantenmechanik besagen diese Fakten, daß es im Doppelspaltexperiment prinzipiell unmöglich ist zu sagen, durch welchen Spalt ein Teilchen wirklich geht -

was es der Logik nach eigentlich müßte, wenn es überhaupt noch einen Sinn machen soll, von Elementarteilchen zu reden; aber natürlich nicht kann, weil die Strahlung immer beide Öffnungen gleichzeitig passiert, wenn es Interferenzerscheinungen gibt. An diesem „logischen Drahtseilakt“ (Feynman) entzündeten sich die Widerspruchsgeister zu Recht, aber vergeblich - solange der Körperbegriff nicht in Frage gestellt wird. Mit dieser Formulierung weicht die quantenmechanische Interpretation dem Welle/ Teilchen- Paradoxon aus, ohne in Widersprüche zum Experiment zu geraten. Die Quantenmechanik kann das Welle/ Teilchen- Paradoxon also nicht auflösen, sondern nur interpretieren.

Klar und deutlich formuliert drücken die experimentellen und theoretischen Fakten allerdings nur aus, daß die Strahlung auch bei Einzelereignissen immer durch beide Öffnungen gleichzeitig gehen muß. Das ist die sogenannte Interferenzbedingung, eine gesicherte experimentelle Tatsache, die in der Wellenfunktion ihre theoretische Entsprechung hat. Doch eine solch klare Aussage vermeidet die Quantenmechanik beharrlich, weil sie uns dazu zwingen würde, die Körpervorstellungen generell zu verwerfen. Die klassische Atom- und Elementarteilchenhypothese wäre dann definitiv falsch - und Körpervorstellungen für die gesamte Natur sinnlos. Doch eine Realität ohne Körper ist für den menschlichen Geist - auf den ersten Blick - einfach nicht vorstellbar<sup>1</sup>. Bohr und Heisenberg vertraten deshalb die Ansicht, daß jede sinnvolle physikalische Beschreibung klassische Realitätsvorstellungen (den Körperbegriff und ein Raum/ Zeit- Kontinuum) voraussetze. Da eine raumzeitliche Beschreibung von Teilchen am Doppelspalt jedoch nicht mehr möglich ist (wie kann man vom *Ort* oder der *Bahn* eines Teilchens sprechen, das zwei Öffnungen gleichzeitig passiert?), könne nicht mehr von Realität im klassischen Sinne gesprochen werden. Dennoch betrachteten sie die Quantenmechanik als eine Erweiterung der klassischen Mechanik, obwohl der Körperbegriff „nicht mehr genau“ (Heisenberg) auf die Natur zutreffen konnte. Das eigentliche Problem identifizierten sie in der *Natur der Sprache*, die ihrer Meinung nach aber keinen Ausweg aus diesem Dilemma gestatte. Sie hielten diese Natur, die offensichtlich auf Körper-, Ding- und Objektvorstellungen und ihren Verknüpfungen beruht, für eine unüberwindliche Barriere der Erkenntnis.

Im Grunde umschreibt die Quantenmechanik mit der Wellenfunktion das vollständige Versagen des Körperbegriffs im Experiment, in der Realität, ohne das jemals explizit zu erwähnen oder anzuerkennen.

---

<sup>1</sup> Das sagt mehr über die Natur der Denkwahrnehmung als über die Natur selbst aus - wenn man nicht an der Existenz einer Realität zweifelt.

Deshalb hält sie es noch für möglich und sinnvoll, das Scheitern des Körperbegriffs im submikroskopischen Bereich mit der traditionellen Körperontologie zu verknüpfen, die der Alltagswahrnehmung (Kognition) und den mathematischen Prinzipien der Naturphilosophie (Kognition) gleichermaßen entspringt. Auf diese Weise wird die Existenz einer Realität, die aus diskreten Entitäten bestehen soll, immer paradigmatisch vorausgesetzt - trotz aller experimenteller Tatsachen. Das Festhalten am experimentell eigentlich unhaltbaren Körperbegriff als Grundlage der Ontologie (der Seinsqualität der Realität) zwingt die Quantenmechanik dazu, den Realitätsbegriff immer dann aufzugeben, wenn die Seinsqualität der Realität nicht mehr mit dem Körperbegriff oder dem Wellenmodell erklärt werden kann. Das ist immer genau dann der Fall, wenn sich Quanten- und Interferenzerscheinungen zeigen. Das ist paradox und mehr Philosophie als Physik: Wenn die Welt aus Atomen und Elementarteilchen bestehen soll, die auf der submikroskopischen Ebene nicht real existieren können - wie werden dann Atome real, wie entsteht dann die reale, klassische Körperwelt aus der Quantenmechanik?

Um diesen philosophischen Abgrund überbrücken zu können, wurde die Natur in eine submikroskopische und makroskopische Ebene geteilt - und der Begriff der „Messung“ eingeführt. Man könne erst über Realität, reale Existenz und reale Eigenschaften sprechen, wenn eine Messung, Registrierung oder Beobachtung stattgefunden habe. Die Wellenfunktion sei nur ein abstraktes mathematisches Modell, dem nichts Reales zugrunde liege. Sie wird nicht mehr als Modell eines physikalischen Zustandes (zum Beispiel der elektromagnetischen Strahlung), sondern nur noch als Ausdruck unseres Wissens (oder Nichtwissens) über den *Aufenthaltort von Teilchen* aufgefaßt. Erst das Absolutquadrat der komplexen Wellenfunktion liefere die Wahrscheinlichkeit der Lokalisierbarkeit von Körpern (BORN 1927). So wird der Begriff der Realität an den „Nachweis“ oder die „Beobachtung“ von „Körpern“ (Teilchen) gekoppelt, was eine nichtlineare, qualitative Änderung des mathematischen Modells verlangt, die rein physikalisch nicht mehr gerechtfertigt werden kann - was das Problem des „Wissens“ und der bewußten Wahrnehmungen ins Spiel bringt. Auf diese Weise wird der Übergang zur klassischen Körperphysik mit den Begriffen Messung und Beobachtung bewerkstelligt, deren physikalisch- philosophische Zweideutigkeit zu einer bis heute anhaltenden Diskussion über den naturphilosophischen und erkenntnistheoretischen Gehalt der Quantenmechanik geführt hat.

Dennoch sind die mathematischen Methoden ausreichend präzise, um die Quantenrealität (!) modellieren zu können, so daß die meisten Physiker glauben, auf logisch- sinngebende und naturphilosophische Reflexionen verzichten zu können - oder zu müssen. Aus diesem Grund blieb bis heute ungeklärt, was die Quantenphysik

für unser Natur- und Realitätsverständnis wirklich bedeutet und welche Rolle den bewußten Wahrnehmungen tatsächlich zukommt. Reduziert man das Quantenproblem aus Gründen der Klarheit jedoch auf das schlichte Doppelspaltexperiment, ergeben sich folgende gesicherte Tatsachen. Das Körpermodell der Materie und Quanten versagt am Doppelspalt, während die Wellentheorie ein Stück dahinter auf dem Schirm, an den effektiven Wechselwirkungen mit Materie scheitert:

- Die „Körpertheorie“ kann die experimentell begründete Interferenzbedingung nicht liefern, die verlangt, daß die Strahlungsenergie immer beide Öffnungen zugleich passiert. Dennoch weigern sich die Quantenmechaniker beharrlich, das als realen Prozeß anzusehen - natürlich mangels widerspruchsfreier Modelle, die sie aufgrund ihrer Philosophie allerdings weder für möglich halten, noch zu finden suchen.
- Die Wellentheorie kann die experimentell bestätigten punktaktigen, energetisch- ganzheitlichen Wechselwirkungen von Strahlung mit Materie nicht reproduzieren, den sogenannten Kollaps der Wellenfunktion, das Absorptionsereignis.

Beide Theorien sind nicht in der Lage, die sich in der Realität, im Doppelspaltexperiment offenbarende gleichartige Beschaffenheit von Licht und Materie widerspruchsfrei zu erklären. Sie sind ontologisch nicht kompatibel, was zur grundsätzlichen Zweiteilung der Physik in Teilchen (Materie/ Körpermodell) und Felder (energetische Strukturen/ Wellenmodell) führt. Diesen Widerspruch hält die Quantenmechanik aus philosophischen Gründen für unlösbar und bewirkt mit ihrem prinzipiellen Verzicht auf eine mögliche, widerspruchsfreie Interpretation des Doppelspaltexperiments, daß nicht mehr die Natur - das Experiment - über die Richtigkeit theoretischer Modelle von der Realität entscheidet, sondern die Anwendbarkeit von noch nicht einmal widerspruchsfreien theoretischen Modellen bestimmt, was unter Realität zu verstehen sei...

## 2. Was passiert am Doppelspalt?

Man kann also der quantenmechanischen Interpretation vertrauen und an der Realität zweifeln, oder der Realität vertrauen und an der Kopenhagener Deutung zweifeln. Wir halten das letztere für vernünftiger und wenden uns mit dieser Frage direkt der wahren Beschaffenheit der Realität zu. Wenn wir keinen Anlaß sehen, an der Existenz einer Realität zu zweifeln, nur weil die Körpervorstellungen unseres Denkens in Bezug auf die Beschaffenheit der Natur keinen Sinn mehr ergeben, müssen wir an unseren Modellen *von* der Realität zweifeln: Wir müssen dann ein völlig

neues Modell der (gleichen) Beschaffenheit von Strahlung und Materie entwickeln, das die gleichzeitige Passage des Doppelspalts und die punktaktige Wirkung widerspruchsfrei in einer neuen Synthese aufzuheben vermag. Es ist also völlig legitim zu fragen, was am Doppelspalt wirklich passiert, auch wenn es die Quantenmechanik beharrlich vermeidet, diese Frage zu stellen. Wir beschränken uns zunächst auf Licht und Einzelereignisse, obwohl das Gesagte ebenso für Materiestrahlung gilt, die aus „Körperchen“ bestehen soll.

Die Quanteneigenschaften des Lichts, die EINSTEIN 1905 aus Energie- und Entropieprinzipien entwickelte, verleiten zu der Annahme, daß die Energiemengen, aus denen „Licht“ immer besteht, als punktaktige Energiekonzentrationen aufgefaßt werden können, die sich mit Lichtgeschwindigkeit durch *den* Raum bewegen. Diese Lichtenergie- Mengen werden seit 1926 Photonen genannt und heute - ganz im Sinne der Quantenmechanik - als Elementarteilchen des Lichts aufgefaßt. Einstein selbst betrachtete diese Körper-Vorstellung jedoch immer nur als *Hilfsvorstellung*<sup>2</sup> und betonte deutlich den *provisorischen Charakter*<sup>3</sup> dieses Konzepts, das zwar eine mathematische Herleitung und Modellierung der Quanteneigenschaften des Lichts erlaubte, physikalisch jedoch nicht widerspruchsfrei war: Denn lokal konzentrierte Lichtenergiemengen oder Lichtteilchen sind mit der gleichzeitigen Passage des Doppelspalts absolut nicht vereinbar. Das konnte YOUNG schon 1801 zeigen, was bekanntlich zur Wellentheorie des Lichts führte. Diese Tatsache war auch der Grund für die beinahe zwanzigjährige Ablehnung der Quantenhypothese durch Einsteins Kollegen, die sich trotz MILLIKANS experimenteller Bestätigung im Jahre 1915 erst im Rahmen des COMPTON- Experiments 1923 von der Möglichkeit eines *formal* widerspruchsfreien Umgangs mit der Quantenhypothese des Lichts überzeugen ließen. Damit war Einsteins Theorie einer (wie auch immer gearteten) Struktur der Lichtenergie akzeptiert, doch die Beschaffenheit dieser Struktur nach wie vor ungeklärt. Und dabei ist es bis heute geblieben.

Um das Dilemma auflösen zu können, müssen vor allem überzeugende Vorstellungen zur Struktur der Strahlungs- und Materieenergie am Doppelspalt entwickelt werden. Trotz der verwirrenden Kompliziertheit der quantenmechanischen Deutung (John BELL nannte das einmal respektlos „Gehirnwäsche“) sind die experimentellen Tatsachen einfach: Das Experiment läßt wie die Wellengleichung nicht den geringsten Zweifel aufkommen, was am Doppelspalt wirklich passiert: Die ausgesendete Strahlungsenergie geht immer durch *beide Öffnungen zugleich*. Das hängt nicht von der Energiemenge

<sup>2</sup> Vortrag auf der Versammlung der Naturforscher und Ärzte, Salzburg 1909

<sup>3</sup> Solveig-Konferenz, Brüssel 1912

ab, trifft also auch auf Mindestenergie-Portionen, auf einzelne Lichtquanten zu. Das Experiment zeigt weiterhin (in Übereinstimmung mit Einsteins Quantenhypothese), daß die ausgesendete Lichtenergie immer nur als Ganzes und lokal zur Wirkung kommt. Und das ist das Quantenrätsel in Reinkultur: *Wie kann sich etwas teilen - und dennoch ein Ganzes bleiben?*

FEYNMAN beschrieb dieses Rätsel einmal mit folgenden Worten: „Das Photon muß sich, so sollte man meinen, durch irgendeinen heimtückischen Trick in zwei spalten und dann wieder vereinen.“<sup>4</sup> Aus unserer Perspektive ist das natürlich kein heimtückischer Trick, sondern die physikalische Realität, die wahre Physis der Natur. Das Problem liegt also nur in unseren Köpfen, in der Theorie, in unseren Modellen von der Realität. Und erst mit dieser Formulierung des Quantenrätsels wird klar, worin das eigentliche Dilemma besteht: Eine Realität mit solchen Eigenschaften – eine ganzheitliche Realität (von der wir bis jetzt noch nicht einmal wußten, daß sie wirklich existiert) - läßt sich mit diskreten Körper-, Ding- und Objektvorstellungen einfach nicht mehr begreifen. Auf diese Frage gibt es in der Mechanik NEWTONs also prinzipiell keine, in der MAXWELLSchen Theorie nur *bisher* keine vernünftige Antwort. Das Dilemma der Physik besteht also nur darin, daß die Beschaffenheit von etwas, das sich teilen kann, aber dennoch immer ein Ganzes bleibt, weder mit sinnlichen Körpervorstellungen, noch mit dem Begriff des physikalischen Körpers, noch mit der elektromagnetischen Theorie in ihrer bisherigen Form verstanden werden kann. Das sollten wir zum Anlaß nehmen, unsere Modelle und Vorstellungen der Realität anzupassen - und nicht umgekehrt.

### 3. Energetische Verzweigungen

Wenn wir die experimentellen Tatsachen unvoreingenommen zur Kenntnis nehmen, gibt es nur eine Möglichkeit, diesen seltsamen, für einen Mechaniker völlig unverständlichen Teilungsprozeß zu verstehen: Als einen ganzheitlichen, nicht-mechanischen Teilungsprozeß, vergleichbar nur mit der Zellteilung in der Biologie. Wir stellen also die experimentell begründete Hypothese auf, daß der Körperbegriff in der Physik auf der elementarsten Ebene bereits vollständig versagt und am Doppelspalt ein ganzheitlicher Teilungsprozeß stattfindet, den wir, da es sich hier um Licht- oder Strahlungsenergie handelt, als energetische Verzweigung bezeichnen wollen:

*Strahlungsenergie verzweigt sich am Doppelspalt in enantiomorphe Energie-Antiparts, die keine unabhängigen, separaten Einzelteile im Sinne der Mechanik, son-*

*dern zusammenhängende Bestandteile eines Ganzen sind. Die beiden Energiezweige oder Energiezellen bilden ein real existierendes, ganzheitliches Energiepotential, daß trotz beliebiger Ausdehnung immer nur lokal und als Ganzes zur effektiven Wirkung kommen kann.*

Diese Hypothese trifft natürlich genauso auf Strahlung zu, die aus einzelnen Elektronen, Atomen oder anderen Elementarteilchen „bestehen“ soll - was nichts anderes heißt, daß sich auch Materiestrahlung energetisch verzweigen muß und demzufolge nicht aus diskreten, lokalisierbaren Teilchen bestehen kann. Wenn der Körperbegriff ontologisch also eindeutig versagt, kann die Beschaffenheit der Realität (Strahlung, Materie und lebende Materie ausdrücklich eingeschlossen) tatsächlich nur noch mit ganzheitlichen Strukturprinzipien im Rahmen des Feldbegriffes erklärt werden, wie Einstein vermutet hatte. Die MAXWELLSchen Gleichungen und das quantenmechanische Wellenmodell (die SCHRÖDINGER-Gleichung) müssen dann so interpretiert und angepaßt werden, daß sie Strukturbildungsprozesse dieser Art modellieren können. Natürlich ist das ein umfassendes Programm, eine neue Physik und auch der Weg zu einer neuen, wissenschaftlich gestützten Naturphilosophie.

Doch das Ziel ist im Grunde nicht neu: Bis Ende des 19. Jahrhunderts waren die meisten Physiker noch der Auffassung, daß der Körperbegriff ontologisch keinen Sinn mache und die Körperphysik NEWTONs früher oder später einer umfassenden elektromagnetischen Theorie zu weichen habe. Bereits FARADAY hatte diesen Gedanken geprägt, gefolgt von MAXWELL (teilweise), HERTZ, TESLA, OSTWALD, WIEN und MACH, um nur einige zu nennen. EINSTEIN verfolgte dieses Programm ab 1916 in seiner einheitlichen Feldtheorie mit dem Ziel, das Relativprinzip umfassend zu etablieren, Gravitation und Elektromagnetismus zu vereinigen und den „Partikelbegriff im Prinzip zu ersetzen.“<sup>5</sup> Allerdings gelang es ihm nicht, wie er 1922 selbst anmerkte, der Natur ein neues physikalisches Prinzip abzulassen, auf dem ein mathematisches Modell hätte sicher gegründet werden können. EINSTEIN konnte jedoch - wie SCHRÖDINGER, der seine Wellenfunktion immer im Sinne von Materiewellen und Energiedichten verstanden wissen wollte - keine Alternative zur Interpretation von Bohr, Born und Heisenberg formulieren.

Einsteins gesuchtes Prinzip versteckt sich hinter dem Doppelspaltexperiment, das nun zeigt, daß sich die ausgesendete Strahlungsenergie immer verzweigen muß. Erst damit wird klar, wie und warum Lichtenergie (wie die gesamte Natur) in der Lage ist, sich selbst zu „quan-

<sup>4</sup> R. Feynman: Vorlesungen über Physik

<sup>5</sup> A. Einstein: Über die spezielle und allgemeine Relativitätstheorie. Vieweg + Sohn, Braunschweig 1917

teln“, was nichts anderes als Selbststrukturierung bei Erhaltung ganzheitlicher Eigenschaften bedeutet und sich am besten mit einer Zellteilung illustrieren läßt. Die für ein solches Modell der Realität notwendigen Prinzipien zeichnen sich auch schon in der Relativitäts- und Quantentheorie ab. Für ihr Verständnis spielen die imaginären Lösungen der MAXWELLSchen Gleichungen eine Schlüsselrolle, die bisher immer verworfen wurden. Das hängt mit der ungeklärten Frage zusammen, was Komplexe Zahlen und die daraus folgende Spiegelsymmetrie der mathematischen Modelle für unser Natur- und Realitätsverständnis bedeuten. Die Antwort, die durch das Doppelspaltexperiment und die partielle Reflexion gut gestützt wird, verlangt eine Neuinterpretation der Maxwellschen Gleichungen - und der speziellen Relativitätstheorie. Sie ist auch Voraussetzung für eine vernünftige (widerspruchsfreie), realistische Interpretation der Quantentheorie und ihrer Vereinigung mit der Relativitätstheorie. Wir müssen uns dann allerdings fragen, ob der Begriff der Lichtgeschwindigkeit überhaupt noch klassisch als Bewegung verstanden werden kann und welche Rolle der Konstante  $c$  sonst noch zukommen könnte.

#### 4. Ganzheit & Struktur: Enantiomorphe Symmetrie

Wenn am Doppelspalt (oder einer Glasscheibe) ein ganzheitlicher Teilungsprozeß stattfinden soll, muß sich das elektromagnetische Feld teilen und verdoppeln, obwohl sich der Gesamtbetrag der ausgesendeten Energie nicht verdoppeln kann, wenn das Prinzip der Energieerhaltung noch gelten soll. Bei diesem Teilungsprozeß muß also eine energetische Struktur entstehen, bei der die Energiebilanz erhalten bleibt. Daraus folgt, daß sich das elektromagnetische Feld in enantiomorphe, ontologisch entgegengesetzte Energie- Antiparts verzweigt (wenn man Licht als Strahlen betrachtet) oder zellteilt (wenn man sich Maxwells Lichtkugel anschaulich vorstellt), dessen Gesamtenergie damit unverändert bleibt. Dieses, nun strukturierte Feld, kann beliebig ausgebreitet sein, aber immer nur als energetisch- Ganzes punktförmig zur Wirkung kommen. Wir postulieren damit eine real existierende Antisymmetrie- Ontologie, die aus *Energie* und *Antienergie* besteht und sich am Doppelspalt oder bei der partiellen Reflexion ausbildet, während für effektive Wechselwirkungen (Absorptionsereignisse) eine lokale Symmetriebedingung gelten muß, die beide Zweige wiedervereinigt. Die Seinsqualität oder Beschaffenheit dieser Zellteilungs-, Verdopplungs- oder Verzweigungsstruktur wird nun direkt und ontologisch mit dem Begriff enantiomorphe Symmetrie charakterisiert, denn *en-antio-morph* bedeutet: *In sich selbst entgegengesetzte Struktur*.

Enantiomorphe sind ganzheitliche Asymmetriestrukturen, die in sich eine bestimmte Symmetrie aufweisen. Diese Art von Symmetrie kann jedoch nicht mehr als gewöhnliche Verdopplung oder Symmetrie zwischen identischen Strukturen verstanden werden, sondern nur noch als Anti- oder Spiegelsymmetrie. Beide Parts können nur relativ zueinander als Anti- Parts definiert werden. Damit ist bereits ein Relativprinzip enthalten, daß die Verbindung zur speziellen Relativitätstheorie ermöglicht. Jeder dieser Antiparts bewahrt alle Eigenschaften des Ganzen, die sich bei der Verzweigung zwar verdoppeln, aber wie eine rechte und linke Hand nur *invers kongruent* und damit trotz aller Gemeinsamkeiten nicht identisch, sondern ontologisch *verschieden* sind. Lichtenergie oder das elektromagnetische Feld ist also (wie schon in der klassischen Theorie) eine Symmetriestörung; eine Asymmetrieerscheinung, die selbst wieder eine Spiegel- oder Antisymmetrie ausbilden kann. Diese Asymmetrieerscheinung kann - wenn es keinen Äther mehr geben kann - nur noch als Abweichung von einem energetischen Symmetrie- oder Nullzustand betrachtet werden. Mit diesem enantiomorphen Strukturmodell, das beliebig groß sein - oder werden - kann, ohne seine Ganzheitlichkeit zu verlieren, lassen sich quantenphysikalische Phänomene wie Kohärenz & Interferenz, Nichtlokalität & Ganzheitlichkeit, Polarisation & Spin, Superposition & Verschränkung und die Rolle der komplexen Zahlen im mathematischen Modell nun ontologisch begründen.<sup>6</sup>

Der energetische Verzweigungs- oder Zellteilungsprozeß führt also eine Operation aus, bei der *Verdopplung* und *Inversion* identisch sind. Das bedeutet, daß sich im Modell die Maßstäbe in Relation zum Ganzen halbieren und invertieren (antisymmetrieren) müssen. Wenn sich die Maßstäbe um die Hälfte verkürzen, dehnt sich die Systemzeit auf das Doppelte. Die Wiederkehr invarianter Systemzustände, verglichen mit anderen rhythmischen Perioden, liefert dann Zeitmaßstäbe (für ein wechselwirkendes System). Dieses Modell, das Periodenverdopplungen, Bifurkationen und jetzt auch unsere energetische Verzweigung beschreibt, ist als Theorie der Universalität bekannt<sup>7</sup>. Dieses Modell zeigt eine erstaunliche Affinität zur Relativitätstheorie - und beschreibt auch die Symmetrieeigenschaften des spin. Die real existierende energetische Verzweigung impliziert, daß Spiegelsymmetrie keine Eigenschaft „des Raumes“ ist (dem man wie dem Körper keinen physikalischen Sinn abzugewinnen vermag), sondern eine Eigenschaft energetisch verzweigter Strukturen, die enantiomorph zusammenhängende Gebilde erst erzeugen. Deshalb las-

<sup>6</sup> Mehr zur Entstehungsgeschichte dieses Konzepts in: M. Wingert: „Einsteins Vermächtnis: Die Revolution der Physik. Die Auflösung des Welle/Teilchen- Paradoxons.“ Braunschweig 2003 (ISBN 3-8330-0766-4). Dieses Buch wurde im Einsteinjahr 2005 offiziell als Fachliteratur empfohlen.

<sup>7</sup> Mitchell Feigenbaum 1977

sen sich Enantiomorphe nicht durch Drehung oder Verschiebung „im Raum“ zu Deckung bringen, sondern - wie die rechte und linke Hand - nur durch eine inverse Spiegelung, eine Transformation, die man treffenderweise als Umstülpen bezeichnen könnte. Erst nach einer solchen Operation (die einer Lorentz-Transformation zu gleichen scheint) läßt sich eine Invarianz zwischen linken (oder rechten) Energieformen und ihren invers gespiegelten Formen herstellen und erkennen. Das kennzeichnet nicht nur die quantenphysikalische Eigenschaft des *spin*, der demzufolge keinen mechanischen Drehimpuls, sondern eine energetische Verzweigung charakterisiert. Das ist auch die Beschreibung einer nicht- effektiven Wechselwirkung, die in der Quantentheorie Messung, Anregung oder Polarisierung genannt wird. Erst eine solche Interaktion zwischen Strahlung und Materie erzeugt einen *spin* oder Polarisierung – was nichts anderes als eine *energetische Verzweigung* bedeutet<sup>8</sup>. Und das bringt uns zu der notwendigen Unterscheidung, die wir einführen müssen, um die Wechselwirkungen von *Licht mit Licht* und *Licht mit Materie* verstehen zu können.

#### 5. Nichte effektive und Effektive Wechselwirkungen

Wenn wir die Struktur der Lichtenergie vollständig beschreiben wollen, müssen wir zwischen dem Zustand der Verzweigung, wie er sich am Doppelspalt, bei der partiellen Reflexion oder „Messungen“ dieser Art grundsätzlich ausbildet, und *energieübertragenden* Wechselwirkungen differenzieren. Wir müssen also zwischen *kohärenter*, *interferierender* und effektiv *wirkender* Lichtenergie unterscheiden. Streng genommen können wir von „Licht“ im üblichen Sinne erst sprechen, wenn eine effektive Wechselwirkung stattgefunden hat, wenn die Lichtenergie absorbiert, auf Materie übertragen oder eben als Licht wahrgenommen werden konnte. Bis zu einer effektiven Wechselwirkung muß die kohärente oder interferierende Lichtenergiestruktur also erhalten bleiben. Der verzweigte Energiezustand ist bei Einzelereignissen zwar nicht direkt (energetisch) nachweisbar, aber dennoch real vorhanden - als *potentielle Lichtenergie*, was sich indirekt durch eine sogenannte Nullmessung nachweisen läßt. Und das ist das Geheimnis der quantenphysikalischen Wechselwirkungen (des sogenannten Meßprozesses), es gibt zwei verschiedene Arten davon:

- *nicht- effektive Wechselwirkungen*

Das ist der Prozeß der energetischen Verzweigung, wie er am Doppelspalt, am halbdurchlässigen Spiegel und an der Fensterscheibe stattfindet. Dieser Prozeß verändert die Struktur der Strahlung - oder bildet sie erst aus. Dabei entstehen zusammenhängende, koexistierende, enantiomorphe Energieformen, die noch nicht miteinander wechselwirken können - sonst würden sie sich sofort wieder auslöschen. Da die ausgesendete Strahlungsenergie dabei weder übertragen wird, noch verloren gehen kann, nennen wir diese Art der Wechselwirkung nicht- effektiv. Das ist der sogenannte Kohärenzzustand (z. B. nach der Passage des Doppelspalts oder eines halbdurchlässigen Spiegels), die Polarisierung (bei Licht und Elektronen) oder die energetische Anregung (bei Atomen und Molekülen). Das findet auch bei der Nullmessung statt, bei der einer der beiden Energiezweige an der Materiestruktur anliegt, ohne effektive Strukturveränderungen zu bewirken. Erst wenn der gesamte Verzweigungszustand erneut invers gespiegelt wird, zum Beispiel durch eine vollständige Reflexion an einem Spiegel, entsteht der typische Interferenzzustand, in dem sich Auslöschungs- und Überlagerungserscheinungen manifestieren.

- *effektive Wechselwirkungen*

Das sind die Absorptionsergebnisse, bei denen die Energie einer bestimmten energetischen Verzweigung vollständig, ganzheitlich und lokal (eben ganz quantisch) auf materielle Strukturen übertragen wird. Bei effektiven Wechselwirkungen geht die Verzweigungsstruktur der Lichtenergie also verloren (sie restrukturiert sich), während die Energie vollständig von der Materie „verzehrt“ wird. Das kann trotz vieler potentieller Freiheitsgrade oder Zweige, über die eine solche Struktur verfügen kann, aus Energierhaltungsgründen immer nur *ein Ereignis* sein. Die qualitative Strukturveränderung erfolgt ganzheitlich, so das es nicht mehr sinnvoll ist, innerhalb dieser holistischen Struktur – die beliebig weit ausgebreitet sein kann - von „Lichtgeschwindigkeit“ zu sprechen. Bei einer Betrachtung im Zusammenhang muß in diesem Moment in der Materiestruktur allerdings die andere, spiegelbildliche Seite dieses Prozesses ablaufen: Die Absorption von Lichtenergie wird in eine energetische Verzweigung der Materie-Energie, in eine bleibende Strukturveränderung umgesetzt. Das ist der Moment, wo im mechanistischen Bild des Atoms das „Elektron auf ein höheres Energieniveau springt“, was hier als tieferer energetischer Verzweigungsprozeß interpretiert wird.

Das Modell der Verzweigung ermöglicht also auch ein neues Strukturmodell der Materie, die ebenfalls als enantiomorphe Energiestruktur aufgefaßt werden kann: Die Absorption von Licht führt zu einer neuen Verzweigung, die aus „Elektron“ und „Antielektron“ besteht, was im Grunde identisch ist mit *den beiden Elektronen*

<sup>8</sup> Das zeigt auch die Quanten-Algebra, die nach unserem Verständnis keine „Superposition von Teilchen“ oder spin-Überlagerungszustände, sondern Verdopplungs- und Inversionsprozesse, also energetische Verzweigungen modelliert (In: M. Wingert: *Einsteins Vermächtnis. Die Rev. d. Physik*, S.72 ff.; Quantenalgebra nach R. Penrose)

im Atom, die einen entgegengesetzten Spin zeigen. Das erklärt PAULIs Ausschließungsprinzip ontologisch. Gleichzeitig wird sichtbar, daß träge Masse aus energetischen Verzweigungen *entsteht* und *besteht* und auf Wechselwirkungen mit Lichtenergie zurückgeführt werden kann (Licht überträgt Masse, wie Einstein das nannte). Materieenergie oder träge Masse kann dann im Grunde nichts anderes sein als gebundene oder „geronnene“ Lichtenergie. Wir können damit die Körper- Behelfsvorstellungen des Bohrschen Atommodells hinter uns lassen und Schrödinger folgend neue, anschauliche und ontologische Modelle der Atomstruktur entwerfen, die eher veränderlichen Zellhaufen und verzweigten Bäumen gleichen werden, als glatten Billardkugeln.

Was auf der einen Seite also wie ein lokaler Kollaps der Wellenfunktion aussieht (und in Bezug auf die Struktur der Lichtenergie auch ist), erscheint auf der anderen, spiegelbildlichen Seite als Ursprung einer neuen energetischen Verzweigung - und umgekehrt natürlich. Das zeigt, warum die SCHRÖDINGER-Gleichung effektive Wechselwirkungen oder Strukturveränderungen nicht abbilden kann, obwohl es effektive Wechselwirkungen in der Realität durchaus geben sollte: Sie umfaßt beide Seiten und kennt offenbar keinen punktierten Kollaps der Wellenfunktion, sondern nur „Knoten“ – und damit keinen wirklichen Unterschied zwischen Licht und Materie. Die Schrödingergleichung (in ihrer relativistischen Form) beschreibt immer enantiomorphe Energiestrukturen, und diese Antisymmetrieeigenschaft bleibt immer erhalten.

Wenn Hugh EVERETT die Schrödingergleichung also als ein sich verzweigendes Universum interpretiert (Viele-Welten-Theorie 1957) so ist das vollkommen akzeptabel, soweit es das elektromagnetische Feld oder Elektronen, Atome und „Elementarteilchen“ im Zustand der Verzweigung betrifft. Wenn sich aber auch noch der Versuchsaufbau, das Labor, der menschliche Beobachter, sein Bewußtsein, Planeten, Galaxien und das gesamte Universum verdoppeln sollen, schießt Everett vermutlich ein wenig über das Ziel hinaus. Everett wollte den Kollaps der Wellenfunktion und damit den bewußten Beobachter und Bohrs seltsame Philosophie der Messung vermeiden, in dem er die Mathematik der Wellenfunktion wortwörtlich nahm. Damit werden allerdings auch lokale, effektive Wechselwirkungen und die damit verknüpften Strukturveränderungen ignoriert. Everetts Interpretation, die ursprünglich den Titel „Relative Zustände“ trug, machte jedoch erstmals deutlich, daß die Wellenfunktion der Quantentheorie tatsächlich als Verzweigungsprozeß gedeutet werden kann, in dem immer relative, kohärente Zustände entstehen, die ewig nebeneinander her existieren würden - wenn es keine effektiven Wechselwirkungen gäbe.

## 6. Zahlen & Antizahlen (Komplexe Zahlen)

Zur Erklärung der effektiven Wechselwirkungen bedarf es natürlich keines bewußten Beobachters, sondern nur passender physikalischer Modelle. Die müssen natürlich auch für Beobachter gelten, die physikalisch nichts weiter als *absorbierende* materielle Strukturen sind. Um einzusehen, daß die *energetische Verzweigung* genau das ist, was die Formeln beschreiben, müssen wir verstehen, was das System der *Komplexen Zahlen* leistet. Es spielt eine fundamentale Rolle für die Quantentheorie und wird zum Beispiel gebraucht, um das Interferenzmuster passend berechnen, das Atom modellieren oder Quanteneigenschaften wie Spin und Verschränkung korrekt abbilden zu können.

Das System der komplexen Zahlen besteht aus *Reellen* und *Imaginären* Zahlen, die immer zusammenhängende Spiegel- oder Antisymmetrieeigenschaften modellieren, so daß die enantiomorphe Eigenschaft in der Quantentheorie bereits enthalten, aber ontologisch noch nicht verstanden ist. In der Quantenmechanik scheint das keine Rolle zu spielen, da die komplexe Wellen- oder Zustandsfunktion ja prinzipiell keine Entsprechung in der Realität haben soll. Aus dem System der komplexen Zahlen ergibt sich dann der Begriff der „Orthogonalität“, mit dem sich „entgegengesetzte mathematische Zustände“ abstrakt unterscheiden lassen. In der Quantenphysik bedeutet Orthogonalität aber nicht mehr nur Rechtwinkligkeit wie in der euklidischen Geometrie, sondern vor allem *ontologische Entgegengesetztheit* – natürlich nur dann, wenn man bereit ist, entsprechende Eigenschaften in der Realität zu suchen. Das ergibt sich im Grunde direkt aus der Definition der imaginären Zahlen, obwohl die rein mathematische Definition anscheinend nicht mehr so ohne weiteres deutlich macht, daß imaginäre Zahlen nichts weiter als Spiegelbilder oder *Antizahlen* der normalen reellen Zahlen sind.

Diese Eigenschaft wird bekanntlich dadurch realisiert, daß imaginäre Zahlen, mit einem kleinen  $i$  gekennzeichnet, durch die Operation  $i = \sqrt{-1}$  und deren Umkehrung  $i^2 = -1$  definiert werden. Dieses  $-1$  ist nun aber keine normale reelle Zahl mehr (was man ihr nicht so ohne weiteres ansieht), denn im System der normalen reellen Zahlen kann eine Quadratzahl nicht negativ sein. Dieses *minus* kennzeichnet jetzt eine *qualitativ* andere, neue, „ontologisch entgegengesetzte“ Klasse von reellen Zahlen. Auf diese Weise wird eine zweite reelle Zahlenklasse geschaffen, die man *imaginäre* Zahlen nennt. Imaginäre Zahlen sind also reelle Zahlen, die nur dadurch gekennzeichnet sind, daß sie *relativ zu den „normalen“ reellen Zahlen als reelle Anti-Zahlen definiert werden*. Und das ist schon das einzige Kriterium ihrer Unterscheidung: Imaginäre Größen sind also keine Einbildung oder Illusionen, sondern reellen Größen äquivalent. Beide verhalten sich zueinander spiegelsymmetrisch, enantiomorph oder wie Part und Anti- Part.

Will man dieses System wirklich begreifen, müßte man die imaginären Zahlen eigentlich spiegelverkehrt schreiben, um sie von den „normalen“ reellen Zahlen deutlich unterscheiden zu können. Wir könnten, um die relative Definition der beiden Zahlenklassen zu betonen, anstatt Spiegelschrift natürlich auch Komplementärfarben wie GELB und BLAU oder beliebige andere Zeichen, zum Beispiel Pfeile wie  $\downarrow$  und  $\uparrow$  verwenden. Beide Zahlenklassen sind trotz des irreführenden Namens *imaginär* gleichermaßen „real“ - soweit Zahlen überhaupt real sein können. Keine ist bevorzugt, beide sind nur die zwei Seiten einer Medaille. Das ist ein mathematisches Relativitätsprinzip, Ausdruck einer besonderen Symmetrie. Wichtig ist die Vorstellung des Anti-Charakters der zweiten Zahlenklasse, denn so werden die imaginären Zahlen als reelle *Antizahlen* handhabbar und mit normalen reellen Zahlen beliebig und unproblematisch verrechenbar.

Reelle Zahlen haben noch eine weitere interessante Eigenschaft: Sie verhalten sich wie Gummi-Maßstäbe, sie lassen immer feinere Unterteilungen erkennen, je weiter man „einzoomt“ (das System ist damit im Grunde maßstabslos). Besonders anschaulich können wir uns das System der komplexen Zahlen als ein spezielles räumliches Koordinatensystem vorstellen, als ein dehnbare Glaskasten-Bezugssystem, das sein gespiegeltes Gegenteil enthält. Sozusagen ein Stereo-Koordinatensystem, das es erlaubt, die Dinge von zwei entgegengesetzten, inversen Seiten zugleich zu betrachten - ein rechts- und ein linkshändiges Koordinatensystem. Dieses Relativprinzip dürfte uns in Bezug auf Einsteins Relativitätstheorie noch besonders interessieren, der zwar ein ähnliches Koordinatensystem eingeführt, aber noch keine rechts/ links-Koordinaten oder flexible Maßstäbe verwendet hat, aber auch in Bezug auf Maxwells Gleichungen, in denen die imaginären Lösungen bis heute verworfen werden.

## 7. Energie & Antienergie

Wenn man sich überlegt, wie das Interferenzstreifenmuster im Doppelspaltexperiment durch Auslöschungen und Überlagerungen von Strahlungsenergie ohne Wellentheorie zustandekommen soll, ist man gezwungen zu schlußfolgern, daß dem System der komplexen Zahlen nur eine Bedeutung zukommen kann: Die Wellenfunktion, die mit komplexen Zahlen operiert, beschreibt enantiomorphe Zustände des elektromagnetischen Feldes „global“ und „lokal“ - beginnend am Doppelspalt, wo zwei Öffnungen dazu führen, daß die beiden Lichtzweige, Lichtwege oder sekundären Lichtquellen als entgegengesetzte *Qualitäten* behandelt werden müssen. Da das elektromagnetische Feld Energie verkörpert, muß dem Realität zukommen. In einer realistischen und relativistischen Interpretation

der Quantentheorie (nach der Verabschiedung des Körperbegriffs) kann das nur noch *Energie* und *Antienergie* bedeuten. Anders lassen sich Wechselwirkungen von *Licht mit Licht* nicht mehr erklären, vor allem die, die zu den vollständigen Auslöschungseffekten im Streifenmuster führen: *Lichtenergie* ( $\psi\downarrow$ ) + *Lichtenergie* ( $\psi\uparrow$ ) = *Dunkelheit*. Für das Teilchenbild ist das bekanntlich ein unlösbares Rätsel. Die schwankenden Wellenamplituden können also nur noch als *positive* bzw. *negative* Energie/Antienergie interpretiert werden. Das ganze läßt sich natürlich auch mit „linker“ und „rechter“ Energie formulieren (oder mit beliebigen anderen Begriffspaaren, die Entgegengesetztheit ausdrücken), so daß klar wird, daß die Energie-Überlagerungen nicht nur quantitativer, sondern auch qualitativer Art sind. Auch für effektive Wechselwirkungen (Energieübertragungen) muß eine *qualitative* Symmetriebedingung gelten: Die Verzweigung der Lichtenergie kollabiert lokal (der Auftreffpunkt des „Photons“ oder „Elektrons“) und wird in Materiestrukturenergie transformiert. Das „Photon“ - genauer die Lichtenergiemenge - verhält sich also tatsächlich so, wie FEYNMAN einmal skizzierte: *es vereinigt sich wieder*. Das gleiche gilt auch für Elektronen, Protonen, Neutronen, Atome und Moleküle, wie die Doppelspaltexperimente von Mlynek & Carnal (mit einzelnen Atomen), Zeilinger & Arndt (einzelnen Molekülen) u.a. zeigen. Das alles ergibt nur dann keinen Sinn, wenn man sich Lichtquanten oder energetische Elementarstrukturen noch immer als körperhafte Teilchen vorstellen möchte - doch dann gäbe es gar keine Interferenzeffekte... Es läßt sich experimentell also gar nicht leugnen, daß Licht- oder Materieenergie immer beide Öffnungen zugleich durchquert oder beide Wege nimmt. Die effektive Wechselwirkung, bei der beide Energiezweige lokal zusammentreffen (es wird immer ein ganzes Quantum Energie registriert), kann schon aufgrund der Interferenzbedingung (2 Öffnungen oder Wege) *nicht* als Beweis dafür dienen, daß sich das elektromagnetische Feld bzw. die Materiestrahlung am Doppelspalt nicht verzweigt haben könne. Das ist das Standardargument gegen eine - allerdings - mechanisch gedachte Teilung. Wegen der Interferenzbedingung kann die lokale, effektive Wirkung auch nicht mehr als „Nachweis von Elementarteilchen“ verstanden werden. Sie kann, nachdem die Energiemenge offensichtlich beide Wege durchquert haben *muß*, nur noch als Beweis dafür herhalten, daß das Quantum Energie kein lokaler, diskreter Körper sein kann - selbst wenn man das beharrlich zu vermeiden sucht, in dem man die Mathematik, die genau das modelliert, beharrlich in „Gespenster- oder Wahrscheinlichkeitswelle“ umbenennt. Feynmans Behauptung „*das Photon spaltet sich nicht, es schlägt den einen oder den anderen Weg ein*“<sup>9</sup> ist eine rein paradigmatische Interpretation, die absolut unbeobachtbar ist, wenn es einen Kohärenz- oder Interferenzzustand

<sup>9</sup> R. Feynman: Vorlesungen über Physik.



geben soll - wie wir alle ganz genau wissen. Das gilt natürlich auch für Elektronen, Atome usw.

Es gibt sogar einen experimentellen Beweis, der noch eindeutiger als das Doppelspaltexperiment oder die teilweise Reflexion am halbdurchlässigen Spiegel zeigt, daß einzelne „Photonen“ sich verzweigen und wieder vereinigen können (Abb.1 - siehe Quantum Enigma. Das Wunder der Natur). Dieser Versuch verdeutlicht das Hauptproblem der quantenmechanischen Deutung: Wie kann ein Photon dann ein Teilchen sein? Kann ein solcher Vorgang, der vollständig reversibel ist, überhaupt noch sinnvoll als quantitative „Messung“ bezeichnet werden? Was also ist eine Messung? A. RAE kommentiert dieses Experiment so: „*Es gilt auch für einzelne Photonen... Es ist zu beachten, daß es sich hier um ein wirkliches Experiment handelt... In diesem Fall verhält sich das Licht, als habe sich das Photon gespalten und sei beiden Wegen gefolgt, um im Kristall wiedervereinigt zu werden.*“<sup>10</sup>

Das gleiche passiert einem Lichtstrahl, der sich an einer Glasscheibe (im Idealfall 50/ 50) verzweigt, so daß die Wahrscheinlichkeit einer effektiven Wechselwirkungen für jeden Zweig  $\frac{1}{2}$  beträgt. Der Absorptionsprozess kann nur an einem der beiden Zweige stattfinden, d.h. die Energie muß als Ganzes an diesem Punkt an die Materie übergehen – das ist die lokale Absorptionsbedingung (Abb.2, siehe Quantum Enigma). Die verzweigte Lichtstruktur berührt A und B zugleich, wie die Darstellung mit der Maxwellschen Kugel zeigt (Abb. 3, siehe Quantum Enigma). Das ist die partielle Reflexion, die nun zeigt, daß der Begriff „Lichtgeschwindigkeit“ oder „Abstand“ innerhalb dieser Struktur keinen Sinn mehr macht, sondern die Strukturveränderung im Mittelpunkt steht. Die gleiche Bedingung gilt übrigens für die lokale Definition der Gleichzeitigkeit (Koinzidenz) in der speziellen Relativitätstheorie. Auch dabei geht es um das gleichzeitige Eintreffen von zwei separaten Lichtstrahlen an einem Ort (dem Ort des Beobachters). Die Absorptionsbedingung ist in der Quanten- und Relativitätstheorie also dasselbe: Sie gilt zum Beispiel für jeden Punkt auf dem Doppelspaltschirm, wo Licht absorbiert wird und für jeden Beobachter, der sich an diesem Punkt befinden würde. Sie gilt also für *kohärentes* Licht. Aber gilt sie auch für *separate* Lichtquellen, wie in der Relativitätstheorie? Offenbar nur dann, wenn Licht aus verschiedenen Quellen „kohäriert“ werden, also zusammenhängend gemacht werden kann. Das ist möglich und wird in der Quantenphysik *Herstellung einer Verschränkung* genannt.<sup>11</sup> Da kohärente, einfach

verzweigte Energieformen noch nicht miteinander wechselwirken können, kann die übliche Darstellung der effektiven Wirkung als „Aufreffen von Teilchen“ nicht ausreichen. Es muß also noch etwas hinzukommen, um die *Wiedervereinigung* des Lichts für effektive lokale Wirkungen, Energieübertragungen oder strukturelle Änderungen zu ermöglichen. Das kann nur die zweite Spiegelung und Inversion des gesamten Verzweigungszustandes bewirken, die selbst eine neue Verzweigungsoperation darstellt - und im mathematischen Modell in der Bildung der *komplex konjugierten Variablen* (das bedeutet tatsächlich Inversion und Verdopplung) ihre Entsprechung hat. Die neue Konfiguration äußert sich bei Dauerstrahlung in sichtbaren Überlagerungserscheinungen (Ringe, Streifen, holografische Muster), muß sich aber auch bei Einzelereignissen ausbilden, da die *Energiemenge* keine Rolle spielt. Im Doppelspaltexperiment könnten schon die Ränder der Öffnungen solche Effekte bewirken; vor allem muß aber der Auffangschirm eine zweite, inverse Verzweigung bewirken (er wirkt wie ein Spiegel), im klassischen Interferometer- Experiment mit den halbdurchlässigen Spiegeln sorgen tatsächlich zwei Vollspiegel dafür, daß die beiden Strahlen wieder zusammengeführt werden und interferieren können. Auf diese Weise wird aus einem *kohärenten* (einfach verzweigten) energetischen System ein *interferierendes* (doppelt verzweigtes) System. Für die Zahl der Verzweigungsoperationen gibt es im Prinzip keine Obergrenze, aber eine Hierarchie, da jede Reflexion und jede potentielle Wechselwirkung neue Verzweigungen generiert. Jeder Zweig – oder jede Zelle – ermöglicht eine lokale Energie- Übertragung, was das statistische Gesetz als Folge einer Energiestruktur mit vielen Freiheitsgraden oder räumlichen Dimensionen verständlich macht.

Die zweite Verzweigung durch Reflexion an der Materie findet ihre Entsprechung in der Quadrierungsoperation der komplexen Wellenfunktion, während der *Absolutbetrag* dieser Lösungen den Absorptionsprozeß, also die effektive Wechselwirkung modelliert. Die Betragsbildung gestattet es, die qualitativen Vorzeichen (die Spiegelsymmetrie der Lösungen) zu ignorieren und das Amplitudenquadrat als reellwertig zu behandeln. Bezieht man das auf das absorbierende System, erkennt man die Absorptionsbedingung wieder. Betrachtet man diesen Vorgang ganzheitlich, muß die enantiomorphe Symmetrie jedoch erhalten bleiben: Aus der Perspektive des Lichtenergie- Systems scheint die energetische Verzweigung am Punkt der Wechselwirkung zu kollabieren, das gegenüberliegende, absorbierende Materieenergiesystems muß sich dann verzweigen. Im Grunde haben wir es bei der Energietransformation mit einer Spiegelungsoperation um einen Punkt zu tun. Beide Seiten müssen sich wieder wie Part und Antipart, also mit reellen oder imaginären Werten, charakterisieren lassen. Wenn das richtig ist, gehören Energie und Anti- Energie immer zusammen, bilden eine selbstdifferenzierte Ganzheit und wechselwir-

<sup>10</sup> A. Rae: „Quantenphysik: Illusion oder Realität? Cambridge University Press 1986/ (Deutsch bei Reclam 1996).

<sup>11</sup> Zwei Lichtstrahlen werden an einem halbdurchlässigen Spiegel gekreuzt, so daß sie dann die Eigenschaft der Verschränkung (enantiomorphe Eigenschaften) zeigen.

ken normalerweise eben *nicht* miteinander – so wie die kohärenten Energieformen am Doppelspalt oder die beiden Elektronen mit entgegengesetztem Spin im Atom, die bisher nur durch PAULIs unerklärliches *Ausschließungsprinzip* daran gehindert werden. Schon 1930 hatte DIRAC gezeigt, daß eine Synthese der speziellen Relativitätstheorie mit der Quantenmechanik eine Elektronengleichung mit zwei entgegengesetzten Energiezuständen verlangt - die wir Spin nennen. Dirac nahm die Spiegelsymmetrie der komplexen Lösungen als erster nach Einstein nur ernst genug, um aus der imaginären Lösung dieser Gleichung die Existenz eines Anti- Elektrons zu prognostizieren.<sup>12</sup> Bald darauf (1932) wurde dieses positiv geladene „Teilchen“ tatsächlich nachgewiesen und Positron genannt - und so ging es jahrzehntelang weiter, bis jedes Elementarteilchen sein Antiteilchen hatte. An der Existenz einer Antisymmetrie in der Realität läßt sich also nicht mehr zweifeln, die Frage ist nur, ob wir die in Anbetracht von Doppelspalt und Quantentheorie überhaupt noch mit körperhaften Vorstellungen erklären können.

Wir müssen uns dann noch einmal fragen, wieso negative und positive Ladungen des Wasserstoffatoms nicht zusammenfallen und sich blitzartig auslöschen - noch dazu, wo sich elektrische Ladungen sehr viel stärker als neutrale Massen anziehen. Als Äquivalenzprinzip einer enantiomorphen Symmetrie ließe sich das vielleicht besser verstehen: Wenn Energie ( $\uparrow$ ) und Antienergie ( $\downarrow$ ) entgegengesetzten, kohärenten Energieformen entsprechen, also Bestandteile einer Strukturverzweigung sind, können sie sich im Normalfall ebensowenig berühren wie die beiden Enden einer Wippe, die beiden Strahlen im Doppelspalt oder Positron ( $\downarrow$ ) und Elektron ( $\uparrow$ ) im Atom, die ja mit den *beiden Elektronen mit entgegengesetztem spin* völlig identisch sind - und so als tiefere Verzweigung eines ursprünglich negativen Zweiges verstanden werden können.

### Zusammenfassung

Das Welle/ Teilchen- Paradoxon - und damit das Realitätsproblem der Quantenmechanik - sind auflösbar, wenn man bereit ist zu akzeptieren, was man im Doppelspaltexperiment wirklich beobachtet: Keine Elementarteilchen oder Körper, sondern Strahlungsenergie bzw. ein elektromagnetisches Feld, das sich am Doppelspalt teilen kann, aber dennoch ein

Ganzes bleibt - und immer als Ganzes zur Wirkung kommt. Lichtquanten, Elementarteilchen und Atome sind also weder unteilbar im Sinne der ursprünglichen Atomhypothese, noch ontologisch vollkonturierte „Körper“ - sondern energetische Strukturen, die sich immer teilen können. Und zwar auf eine ganz natürliche Art und Weise, wie sie sich jeden Tag in der gesamten Natur beobachten läßt: Dieser ganzheitlich Teilungsprozeß ist mit der Art und Weise, wie sich Zellen teilen oder Bäume verzweigen, völlig identisch. Das ist die Botschaft der Quantenphysik.

Das Prinzip der energetischen Verzweigung erlaubt nicht nur ein Verständnis der Struktur des Lichts, die seit Einstein niemand mehr zu finden hoffte, sondern auch der Materie. Es liefert eine wissenschaftlich begründete Naturphilosophie und eine realistische, ganzheitliche (nichtlokale) Interpretation der Quantentheorie. Komplexe Zahlen haben eine reale, physikalisch-relativistische Bedeutung. MAXWELLS Gleichungen müssen unter Einbeziehung der imaginären Lösungen dann ein elektromagnetisches Feld beschreiben, das sich in einem *zeitunabhängigen, spiegelsymmetrischen energetischen Zustand* befindet - bis zu einer effektiven Wechselwirkung. Den gleichen Zustand erkennen wir auch in SCHRÖDINGERS relativistischer Wasserstoffgleichung wieder: eine enantiomorphe Struktur, ein „Doppelpatom“, das solange außerhalb der Zeit existiert, bis effektive Strukturveränderungen stattfinden.

In der Relativitätstheorie kann die Konstante  $c$  dann nicht mehr als Geschwindigkeit im Sinne der Mechanik verstanden werden (ein imaginäres  $v$  bedeutet in der Mechanik Überlichtgeschwindigkeit, was Kausalprinzipien verletzen würde). Sie muß also eine enantiomorphe Symmetriebedingung verkörpern, die auch den Zusammenhang von Materie- und Strahlungsenergie symbolisiert. Das Ziel sollte also sein, die Widersprüche zwischen Quanten- und Relativitätstheorie, die vor allem auf *Körpervorstellungen* und das Konzept der *Lichtgeschwindigkeit* als Bewegung zurückgehen, unter Einbeziehung der imaginären Lösungen aufzuheben. Das gilt auch für den absoluten Raum, der im Grunde nicht mehr ist als ein gedachter, negativer Körper – das enantiomorphe Gegenstück zum Körperbegriff, uns aber noch immer verwirrt, wenn wir die spezielle Relativität und die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit interpretieren und verstehen wollen... Doch wie auch immer die exakte Ableitung von  $c$  ausfallen wird: Das Prinzip der energetischen Verzweigung scheint universell akzeptabel zu sein.

<sup>12</sup> Einstein legte schon 1925 in einer Arbeit über die Struktur einer einheitlichen Feldtheorie dar, daß positive und negative Felder existieren könnten, die Elementarteilchen mit positiver und negativer Ladung, aber gleicher Masse entsprechen würden. Da damals nur Elektron und Proton bekannt waren und Einstein die bekannte Massendifferenz zwischen Proton und Elektron damit nicht erklären konnte, verwarf er diesen Ansatz wieder (Albert Einstein: Elektron und Allgemeine Relativitätstheorie. Physica 5, 1925).