



4. Quantenphänomene

Am Anfang der Quantenmechanik spielte das Verhalten von Elektronen in Atomen eine große Rolle. Im Rahmen der klassischen Physik waren die Elektronenbahnen um das Atom nicht stabil. Die Elektronen würden Energie abstrahlen und in den Atomkern stürzen. Außerdem zeigte die Spektralanalyse des Lichtes glühender Gase scharfe Linien, die sich nicht in das Atombild der klassischen Physik einordnen ließen.

In diesem Kapitel betrachten wir verschiedene Phänomene der Quantenmechanik, in einem späteren Kapitel gehen wir auf den Formalismus der Quantenmechanik ein.

Bei den Versuchsbeschreibungen stützten wir uns auf klassische Vorstellungen über das, was im Experiment geschieht. Elektronen stellen wir uns vielleicht als Teilchen vor, die durch Blenden fliegen und abgelenkt werden. Licht stellen wir uns vielleicht als Welle vor, die in einem Prisma in nach Wellenlängen sortiert wird. Diese Vorstellungen sind mit der Quantenmechanik oft nicht im Einklang. Verzichtet man auf diese Vorstellungen, wird die Versuchsbeschreibung jedoch sehr merkwürdig und unverständlich. Wir lassen uns daher auf klassische Denkweisen ein, so wie es jeder Physiker bei diesen Experimenten auch tut. In einem zweiten Schritt versuchen wir uns dann in einer Versuchsbeschreibung, die sich auf das Wahrnehmbare beschränkt.

Das Atom als Teilchensystem

Man kann atomare Strukturen untersuchen, indem man sie mit Elektronen beschießt. Ein Elektronenstrahl wird auf ein dünnes Kohleblättchen geschossen und dort abgelenkt. Aus dem Ablenkverhalten bekommt man Rückschlüsse auf die atomaren Strukturen im Blättchen.

Das Experiment wird in einer Vakuumröhre durchgeführt, um eine Wechselwirkung der Elektronen mit Luftatomen auszuschließen. Die Vakuumröhre oder auch Braunsche Röhre ist ähnlich aufgebaut wie früher unsere Fernsehrohren.

Als Elektronenquelle dient ein stromdurchflossener Draht, der wegen seines elektrischen Widerstandes zum Glühen kommt. Dadurch wird die Bindung der Elektronen im Draht stark geschwächt. Ein Beschleunigungsgitter baut ein elektrisches Kraftfeld zum Glühdraht auf, in welchem die Elektronen aus dem Draht gezogen und beschleunigt werden. Eine Lochblende sorgt dann für einen feinen, definierten Elektronenstrahl in Richtung Blättchen.

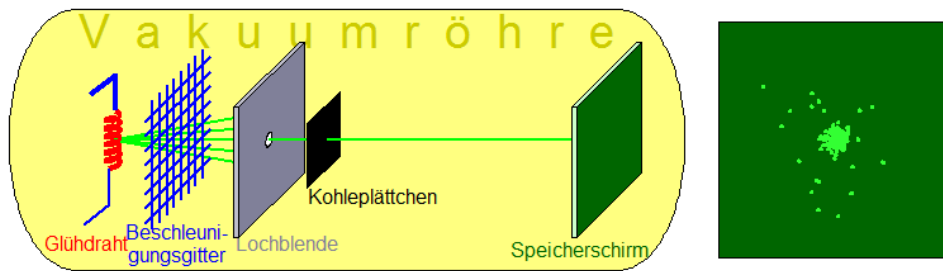


Abbildung 4-1 In einer Braunschen Röhre wird mit Glühdraht, Beschleunigungsgitter und Lochblende ein Elektronenstrahl erzeugt. Dieser wird durch die Atome im Kohleplättchen abgelenkt und auf einem Speicherschirm beobachtet.

Am Ende der Röhre befindet sich ein Detektor, mit dem die Elektronen beobachtet werden. Es kann sich dabei um Fotopapier handeln, das nach dem Experiment entwickelt werden muss, oder um einen Speicherschirm mit einem CCD-Sensor wie in einer Digitalkamera.

Das Experiment zeigt, dass die meisten Elektronen das Blättchen einfach passieren, ohne abgelenkt zu werden. Sie bilden einen intensiven Fleck im Zentrum des Schirms. Nur wenige Elektronen werden wirklich abgelenkt und erzeugen Lichtpunkte mehr am Rand des Schirms.

Daraus wird gefolgert, dass die Atome im Blättchen im Wesentlichen leer sind, so dass sie vom Strahl einfach durchdrungen werden. Aus der Verteilung der Ablenkungswinkel lässt sich dann die Größe des Streuzentrums und seine elektrische Ladung berechnen. Man findet so die genaue Größe der Atomkerne. Wegen der elektrischen Neutralität der Atome muss es noch sogenannte Hüllenelektronen geben, die wesentlich kleiner sind als die Kerne und diese wie kleine Planeten im Sonnensystem umkreisen.

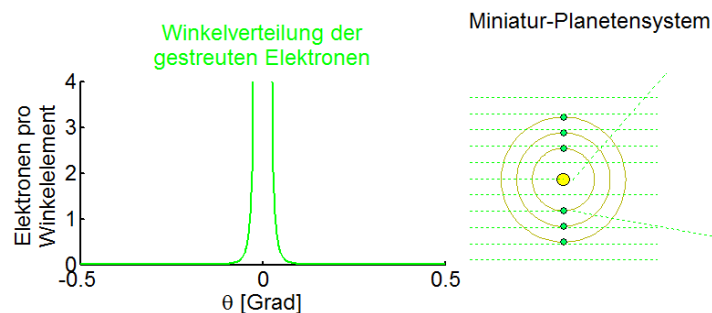


Abbildung 4-2 Die Verteilung der Ablenkungswinkel beim Beschuss von Atomkernen mit Elektronen lässt genaue Rückschlüsse auf die Größe der Atomkerne zu. Das Atom erscheint so als winziges Planetensystem, in dem die Elektronen den Atomkern umkreisen. Elektronen und Kern nehmen einen sehr kleinen Teil des Atomvolumens ein, daher fliegen die meisten Strahlelektronen unbeeinflusst durch das Atom hindurch.

Im gesamten Experiment sind an keiner Stelle Elektronen direkt wahrnehmbar. Am Glühdraht kann gemessen werden, dass Energie und Ladung emittiert werden. Diese tauchen am Detektor wieder auf als wahrnehmbare Leuchtpunkte. Dazwischen besteht ein Kausalzusammenhang, der mathematisch erfasst werden kann und der vom Beschleunigungsgitter, Blende und Kohleplättchen beeinflusst wird.

Das Atom als Wellensystem

In einem anderen Experiment zum Erforschen atomarer Strukturen bringt man ein Gas durch Wärmezufuhr zum Glühen und untersucht das emittierte Licht. Dieses wird durch ein Prisma geführt, so dass auf einem Bildschirm einzelne Farblinien sichtbar werden.

Man findet sehr scharfe Spektrallinien. Dies lässt auf eine Lichtquelle schließen, in der elektrische Ladungen mit genau bestimmten, den beobachteten Spektrallinien entsprechenden Frequenzen oszillieren. Bei dieser Betrachtung erscheinen Atome also als oszillierende Ladungsverteilungen.

Die scharfen Frequenzen kommen daher, dass die schwingenden Ladungsverteilungen oder Elektronen im Atom eingeschlossen sind. Das ist vergleichbar mit der Saite eines Musikinstruments, die wegen ihrer Befestigung am Rand ebenfalls nur mit ganz bestimmten Frequenzen schwingt.

Eine mathematische Analyse im Rahmen der Quantenmechanik erlaubt es, diese Schwingungen der Elektronen im Atom und damit auch die Spektrallinien genau zu berechnen und so auch zu erklären.

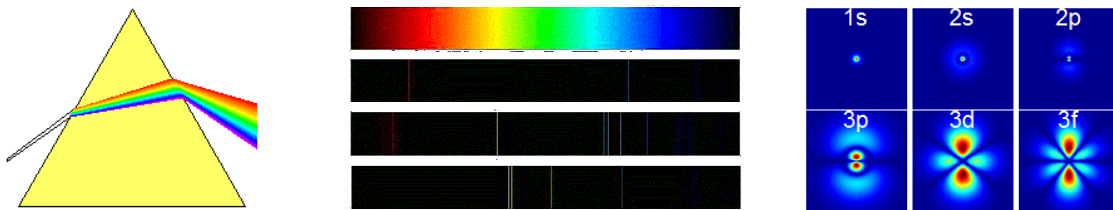


Abbildung 4-3 Das Licht eines glühenden Gases wird links durch ein Prisma geführt und in der Mitte als Spektrum dargestellt. Das weiße Licht der Sonne erscheint dabei in allen Regenbogenfarben, wie in der Mitte oben. Das Licht der glühenden Gase zeigt sehr scharfe Spektrallinien, wie in der Mitte weiter unten. Das sind klare Hinweise auf schwingende Ladungsverteilungen in den Atomen. Die mathematische Analyse führt auf die Schwingungsmuster rechts. Sie lassen sich im Rahmen der Quantenmechanik genau bestimmen und erklären mit höchster Genauigkeit die Lage der Spektrallinien.

Teilchen- und Wellencharakter des Atoms

Was nun ist ein Atom? Ist es ein kleines Planetensystem, wie man es bei Streuexperimenten findet? Oder ist es eine schwingende Ladungsverteilung, wie es die scharfen Spektrallinien nahelegen. Ist das Atom ein Teilchensystem oder ein Wellensystem.

Die Struktur des Atoms hängt von der Art der Beobachtung ab. Ohne zu sagen, wie das Atom beobachtet wird, können wir überhaupt keine Aussagen machen. Seine Eigenschaften und die Art der Beobachtung sind untrennbar miteinander verbunden. Das Atom ist kein Objekt, das unabhängige Eigenschaften hat. Es ist mehr ein Phänomen wie der Regenbogen. Der erscheint dem Beobachter, wenn er eine Regenwolke beobachtet und die Sonne in einem geeigneten Winkel auf diese scheint. Ein anderer Beobachter sieht einen Regenbogen unter Umständen an einer ganz anderen Stelle, oder gar nicht.

Bei der Beobachtung von Atomen werden wir mit dem für die Quantenmechanik typischen Dualismus konfrontiert. Quantenphänomene zeigen unter Umständen Welleneigenschaften oder Teilcheneigenschaften. Das werden wir auch beim nächsten Experiment, dem Quanteninterferometer, feststellen.

Wellen und Teilchen sind Begriffe, die uns aus dem Alltag vertraut sind. Wir haben die Sprache dafür, die Vorstellungen, und erkennen damit im täglichen Leben eindeutige Weltinhalte.

Für Atome oder Elektronen gilt das nicht mehr. Hier beschreiben die Begriffe Welle oder Teilchen ganz bestimmte Aspekte, die beim entsprechenden Experiment in Erscheinung treten. Das Atom oder Elektron ist für uns nur in diesen Begriffe fassbar. Sie erfassen jedoch bei jedem Experiment nur ganz bestimmte Aspekte des Atoms. Man sagt, die Aspekte sind komplementär. Sie widersprechen sich, beschreiben jedoch nur in ihrer Gesamtheit das Atom oder Elektron.

Man kann vielleicht sagen, dass Elektronen oder Atome so einem transzendenten Wirklichkeitsbereich angehören, der uns bewusst nicht zugänglich ist. Wir erleben diesen Bereich immer nur in Teilaspekten. Je nach Experiment wirken verschiedene Ordnungsmechanismen, oder in der Sprache C.G.Jungs, verschieden Archetypen.

Das quantenmechanische Doppelspaltexperiment

Ein Elektronenstrahl, wie beim ersten Atomexperiment oben, wird durch eine Doppellochblende geleitet, anstatt durch ein Kohleblättchen. Auf dem Bildschirm sind einzelne Ereignisse beobachtbar, die mit der Zeit ein typisches Interferenzmuster bilden.

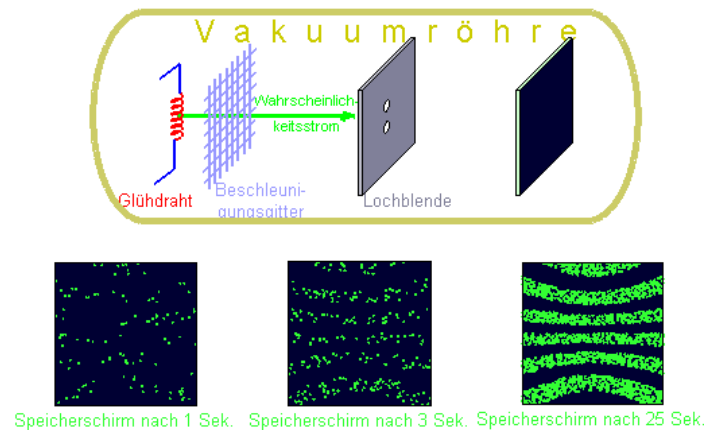


Abbildung 4-4 Mit Glühdraht und Beschleunigungsleiter wird ein Elektronenstrahl erzeugt und auf eine Blende mit zwei Löchern gelenkt. Auf dem Bildschirm manifestieren sich die Elektronen als einzelne Lichtpunkte. Mit der Zeit zeichnet sich auf dem Schirm ein deutliches Interferenzmuster ab.

Die einzelnen Ereignisse auf dem Bildschirm identifizieren wir mit Elektronen, die als Teilchen eines der beiden Löcher auf der Blende passiert haben und ihre Energie auf den Schirm übertragen. Mit dem Interferenzmuster identifizieren wir Wellen, die gleichzeitig durch beide Löcher der Blende gelaufen sind und sich auf dem Schirm überlagern. An manchen Stellen kommt es so zu konstruktiver Interferenz, an anderen zu destruktiver.

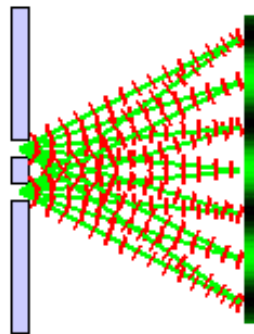


Abbildung 4-5 Interferenz entsteht durch Überlagerung von Wellen. In der Schirmmitte haben beide Wellen denselben Weg hinter sich, so dass Wellenberge jedes Wellenteils auf einen Wellenberg des anderen Teils treffen. Das führt zu konstruktiver Interferenz, die Wellenamplitude ist an dieser Stelle groß. Ein wenig darüber hat die obere Welle einen kürzeren Weg hinter sich, die untere einen längeren. Ist der Wegunterschied gerade eine halbe Wellenlänge, so trifft ein Wellenberg der einen Welle auf ein Wellental der anderen. Es gibt eine destruktive Interferenz, die Welle hat an dieser Stelle eine verschwindend kleine Amplitude. In der Quantenmechanik haben wir es mit Wahrscheinlichkeitswellen zu tun. Eine große Amplitude auf dem Bildschirm bedeutet eine große Wahrscheinlichkeit für einen Lichtpunkt, eine kleine Amplitude bedeutet eine kleine Wahrscheinlichkeit.

Das Experiment zeigt die typischen Phänomene der Quantenmechanik auf sehr klare Weise.

Manifestation

Die Elektronen manifestieren sich auf dem Bildschirm. Wir beobachten keine Bewegung dieser Teilchen, sondern ihr Aufblitzen auf dem Schirm. Das Elektron manifestiert sich plötzlich an einem Ort.

Überlagerung von Möglichkeiten

Das Elektron kann sich an vielen Stellen des Schirmes manifestieren. Zu jeder Zeit manifestiert es sich an einer. Viele Manifestationen zeigen die unterschiedlichen Möglichkeiten.

Komplementarität

Man kann den Ort bestimmen, an dem sich ein Elektron manifestiert. Daraus erhält man jedoch keinerlei Rückschlüsse auf die Bewegung des Elektrons.

Man kann das Interferenzmuster ausmessen, das viele Elektronen gebildet haben. Aus diesem Muster kann die Wellenlänge der quantenmechanischen Wellenfunktion bestimmt werden und aus dieser folgt der Impuls der Elektronen. Dann ist aber keine genaue Aussage über den Ort eines Elektrons möglich. Dieser kann irgendwo auf dem Interferenzmuster des Schirms sein.

Man kann sich auch mit einem groben Interferenzmuster weniger Elektronen begnügen. Dann ist der Ort der Elektronen mehr eingeschränkt, die Bestimmung der Wellenlänge ist dann jedoch mit einem größeren Fehler behaftet.

Je genauer der Ort bestimmt wird, desto ungenauer kann der Impuls bestimmt werden und umgekehrt. Je genauer der Impuls der Elektronen bestimmt wird, desto weniger kann über den Ort gesagt werden.

Ort und Impuls sind komplementäre Größen zur Beschreibung des Elektrons. Beide sind mit einer messtechnisch bedingten Unschärfe behaftet. Dazu kommt eine prinzipielle Unschärfe des Produkts der beiden Größen. Diese wird mathematisch beschrieben durch die Heisenbergsche Unschärferelation. Die Unschärfe des Ortes multipliziert mit der Unschärfe des Impulses ist immer größer als das Plancksche Wirkungsquantum \hbar . Das Plancksche Wirkungsquantum ist eine Naturkonstante wie die Lichtgeschwindigkeit c .

Transzendenz

Ein Elektron erscheint hier nur in meiner Vorstellung, tatsächlich wahrnehmbar ist nur die Wirkung auf den Schirm. Eine klassische, vorstellbare Bewegung eines Objekts auf einer Bahnkurve ist ausgeschlossen. Als Teilchen geht ein Elektron durch einen der Spalten und kann zu keinem Interferenzmuster beitragen. Als Welle passiert es beide Spalten und interferiert. Eine Welle würde sich aber auf dem Bildschirm gleichmäßig an allen Stellen konstruktive Interferenz manifestieren. Die Manifestation einzelner Elektronen an ganz bestimmten Stellen passt nicht dazu.

Der Kausalzusammenhang zwischen Emission des Elektrons am Glühdraht und der Detektion am Schirm wird durch quantenmechanisch durch eine Wellenfunktion beschrieben, die Inhalte und Dynamik auf eine sehr fundamentale Weise vereint. Dies entzieht sich unserem Vorstellungsvermögen. Es ist ein Zusammenhang jenseits unserer Bewusstseinssebene, ein Zusammenhang im Transzendenten.

Das Doppelspaltexperiment und die Bedeutung des Beobachters

Dass sich das Elektron zwischen Emission und Detektion völlig anders verhält als alles, was wir aus unserem klassischen Welterleben kennen, wird noch deutlicher, wenn der Weg des Elektrons durch die Lochblende verfolgt wird. Das ist möglich, ohne das Elektron bzw. den Kausalzusammenhang zwischen Emission und Detektion merklich zu beeinflussen. Man kann dazu eine hochsensible Magnetsonde verwenden, die auf das elektromagnetische Feld des Elektrons rea-

giert. Durch einen solchen sogenannten Wegedetektor wird dem Elektron so wenig Energie entzogen, dass sich das Interferenzmuster nicht ändern sollte.

Trotzdem hat die Beobachtung des Weges grundsätzliche Auswirkungen auf das sich auf dem Schirm abzeichnende Muster. Die Interferenzen verschwinden und es bildet sich mit der Zeit eine gleichmäßige Verteilung der Ereignisse auf dem Schirm ab.

Das Muster auf dem Schirm entspricht nun genau der klassischen Erwartung. Die Hälfte der Elektronen passiert das obere Loch der Blende, die andere Hälfte das untere. Das lässt sich durch den Wegedetektor feststellen. Entsprechend der Flugrichtung trifft das Elektron dann auf den Schirm, ohne jegliche Interferenz. Das ist genau so, als würde sich ganz klassisch ein Teilchen auf einer Bahnkurve bewegen.

Die Idee war, das Elektron als Teilchen auf seinem Weg zu beobachten und genau das tut man nun. Alle Wellenphänomene sind verschwunden. Wichtig zu bemerken ist, dass durch den Wegedetektor so gut wie keine Wirkung auf das Elektron ausgeübt wird. Ein grundsätzlich anderer Ausgang des Experiments wegen dem Wegedetektor ist klassisch unverständlich.

Im Rahmen der Quantenmechanik ist das Phänomen jedoch klar. Bei jeder Beobachtung manifestiert sich aus der Vielzahl von Möglichkeiten genau eine. Beim Doppelspalt ist das so: Für den Kausalzusammenhang zwischen Emission und Detektion des Elektrons gibt es zwei Möglichkeiten, das obere und das untere Blendenloch. Ohne Wegedetektor sind beide Möglichkeiten da und überlagern sich vor dem Schirm. Sie interferieren und so manifestieren sich die Elektronen auf dem Schirm in einem Interferenzmuster.

Ist ein Wegedetektor aktiv und spricht er auf das Elektron an, so hat sich in diesem Moment eine der Möglichkeiten manifestiert. Spricht der Wegedetektor nicht an, so hat sich damit die andere Möglichkeit, also der Weg durch das andere Loch manifestiert. In beiden Fällen wurde aus zwei Möglichkeiten eine und somit wurde eine Überlagerung ausgeschlossen. Das Interferenzmuster verschwindet.

Ob das System also beobachtet wird oder nicht, ist von grundsätzlicher Bedeutung. Solange das System im Transzendenten bleibt, verhält es sich auf eine nicht bewusstseinsfähige Weise. Durch die Beobachtung kommt das System in den Bereich des Bewusstseins und verhält sich entsprechend.

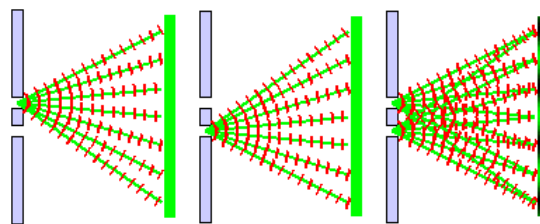


Abbildung 4-6 Durch einen Wegedetektor manifestiert sich aus den beiden möglichen Wellenteilen eine, entweder die obere oder die untere. Eine Interferenz wie rechts im Bild ohne Manifestation eines Weges ist dann nicht möglich.

Nichtlokalität

Durch entsprechende Versuchsanordnungen lassen sich mögliche Wege des Elektrons so legen, dass sie sich viele Kilometer weit voneinander entfernen und dann wieder zusammentreffen. Ohne Wegedetektor kann wieder ein Interferenzmuster auf dem Schirm beobachtet werden.

Ein Wegedetektor auf einem der Wege wirkt sich instantan auf die Messwahrscheinlichkeit auf dem anderen Weg aus. Spricht der Wegedetektor auf dem einen Weg an, so wird im selben Augenblick die Messwahrscheinlichkeit auf dem anderen Weg gleich null. Spricht der Wegedetektor nicht an, so wird die Messwahrscheinlichkeit auf dem anderen Weg instantan gleich 1.

In beiden Fällen verschwinden alle Interferenzeffekte. Ohne Wegedetektor ist die Messwahrscheinlichkeit auf beiden Wege gleich groß und es bildet sich ein Interferenzmuster.

Die Änderung der Messwahrscheinlichkeit durch die Wegebeobachtung geschieht instantan, unabhängig davon, wie weit die Wege auseinanderliegen. Der räumliche Abstand spielt dabei keine Rolle, auch die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Lichtsignalen ist irrelevant.

Quanteninterferometer

Anstelle einer Lochblende können auch Umlenkspiegel zur Strahl-Aufteilung und -Vereinigung verwendet werden. Die Phänomene bleiben dieselben. Man kann jedoch die Phasen der quantenmechanischen Wellenfunktion sehr schön verfolgen.

Ein Strahl wird zunächst an einem halbdurchlässigen Spiegel aufgespalten und durch Umlenkspiegel auf einen weiteren halbdurchlässigen Spiegel gelenkt. Die beiden Strahlteile werden gemischt. An jedem halbdurchlässigen Spiegel kommt es zu einer Phasendifferenz von einer viertel Wellenlänge zwischen den Strahlen.

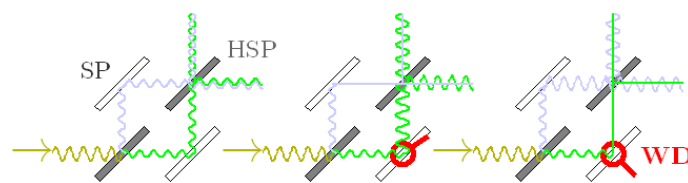


Abbildung 4-7 *Quanteninterferometer mit zwei halbdurchlässigen und zwei nichtdurchlässigen Spiegeln. Der von links kommende Strahl wird geteilt und dann wieder zusammengeführt. Im vertikalen Ausgang haben die beiden Strahlkomponenten einen Phasenunterschied von einer halben Wellenlänge, sie interferieren destruktiv. Am Ausgang werden keine Ereignisse beobachtet. Am horizontalen Ausgang haben beide Strahlkomponenten dieselben Phasensprünge erfahren und interferieren konstruktiv. Hier ist die Wahrscheinlichkeit für ein Ereignis groß. Durch den Wegedetektor im mittleren und rechten Bild wird die Welle reduziert, nur eine Strahlkomponente kommt zu den Ausgängen. Die Wahrscheinlichkeit für ein Ereignis ist an beiden Ausgängen gleich groß.*

Am vertikalen Ausgang des Quanteninterferometers trifft so ein Strahl ohne Phasenverschiebung auf einen Strahl mit zwei Mal einer viertel Wellenlänge Phasenverschiebung. Die Strahlen haben sich also um eine halbe Wellenlänge zueinander verschoben. Der Wellenberg der einen trifft auf einen Wellenberg der anderen Strahlkomponente und umgekehrt. Die beiden Strahlen löschen sich gegenseitig aus, sie interferieren destruktiv. Die Wahrscheinlichkeit, dass hier ein Detektor anspricht, ist Null.

Im horizontalen Ausgang rechts im Quanteninterferometer treffen zwei Strahlkomponenten aufeinander, die beide einmal an einem halbdurchlässigen Spiegel reflektiert wurden und dabei dieselbe Phasenverschiebung erfahren haben. Die Wellenkomponenten sind in Phase und interferieren konstruktiv. Die Wahrscheinlichkeit, dass hier ein Detektor anspricht, ist Eins.

Ein Wegedetektor, etwa am unteren Umlenkspiegel, unterdrückt wieder eine Möglichkeit des Strahls, egal ob er anspricht oder nicht. Dadurch sprechen an beiden Ausgängen Detektoren mit der gleichen Wahrscheinlichkeit von ein Halb an.

Besonders bemerkenswert ist der Fall, in dem der Wegedetektor nicht anspricht und am vertikalen Ausgang ein Ereignis beobachtet wird. Wäre der Detektor nicht vorhanden, wären dort Ereignisse unmöglich. Allein das Wissen um den Weg unterdrückt die Interferenz, ohne dass irgendeine Wirkung auf das System ausgeübt wird. Das ist klassisch nicht zu fassen. Im Rahmen der Quantenmechanik ist das jedoch klar.

'Drei Welten' – 'Viele Welten'

Die atomaren Erscheinungen zeigen drei Aspekte der Welt:

- Das Dingliche oder den Inhalt,
- den Impuls oder die Dynamik,
- das Transzendente, bewusst nicht Fassbare oder Unbewusste

Diese Aspekte sind ganz allgemein. Ich erlebe sie immer und überall, in meiner Sinneswahrnehmung der äußeren Welt, in meinen Gedanken und Gefühlen.

Ich sehe das Ding in der äußeren Welt, oder ich höre es, fühle es, spüre es, rieche es. Ich denke über dieses Ding nach oder es löst ein Gefühl in mir aus. Zuneigung oder Abstoßung bezieht sich immer auf einen Inhalt, etwa eine Person.

Das Ding, das ich sehe, unterliegt einer Dynamik. Es erscheint in meinem Gesichtsfeld, ändert seinen Bezug zu anderen Inhalten und verschwindet irgendwann wieder. Genauso ist es mit Gedanken und Gefühlen. Sie tauchen auf, entwickeln sich und verschwinden wieder. Ich nehme mir ein Übungsblatt mit einer Rechenaufgabe vor, gehe die Lösung Schritt für Schritt durch, bleibe vielleicht irgendwo hängen, und plötzlich taucht die Lösung als Gedanke in mir auf.

Zum Transzendente oder Unbewusste habe ich keinen direkten Zugang, das liegt in der Natur der Sache. Ich nehme jedoch die Wirkungen des Transzendenten oder Unbewussten auf mein Bewusstsein wahr.

Im Allgemeinen erkenne ich die Wirkung des Transzendenten oder Unbewussten an den akausalen Manifestationen oder Oszillationen von Bewusstseinsinhalten. Das Elektron erscheint plötzlich an einer Stelle des Schirms, wobei nur eine Wahrscheinlichkeitsverteilung vorhergesagt werden kann. Ich schlage die Zeitung auf und irgendein Wort oder Satz springt mir ins Auge, vielleicht sogar mit einer besonderen Bedeutung für mich. Ich sitze am Schreibtisch und konzentriere mich auf meine Arbeit. Dann wird mir der Ruf eines Vogels bewusst und mein Blick wandert zum Fenster und wieder zurück zur Arbeit. Ich denke an einen Freund, der mich geärgert hat, den ich aber trotzdem sehr mag. Ärger und Zuneigung wechseln sich regelmäßig ab, solange bis der Ärger verschwunden ist.

Aus einer Welt, die mir auf unendlich viele Möglichkeiten bewusst werden kann, erscheinen mir einzelne. Sie tauchen auf, werden mir bewusst und verschwinden wieder irgendwohin. Das irgendwoher oder irgendwohin ist mir bewusst nicht zugänglich.

Inhalte haben immer einen Ort, und es sind immer andere. Man sagt, es ist nie derselbe Fluss in den man springt.

Ganz anders ist die Dynamik. Ich rechne einmal das Impulsfeld eines Körpers aus, und jeder Körper derselben Energie bewegt sich immer und überall gleich, entsprechend diesem Feld. Dieser Hauch von Ewigkeit kann faszinieren.

Ich habe eine bestimmte Art, über Politik zu denken und über Politiker. Es ist immer eine andere Politik und es sind andere Politiker, aber meine Gedanken sind doch immer dieselben. Auch

meine Gefühle, etwa der Zuneigung oder des verlassen Seins erlebe ich in sehr vielen verschiedenen Situationen. Jeder Sonnenuntergang ist anders, mein emotionales Erleben dabei jedoch nicht.

Die Quantenmechanik liefert ein mathematisches Modell für das bewusstwerden transzendenter oder unbewusster Welt-Inhalte oder -Bewegungen. Jeder Inhalt und jede Bewegung kann auf unendlich viele verschiedene Arten bewusst werden. Die verschiedenen Arten sind komplementär zueinander. Sie widersprechen und ergänzen sich. Eine der Möglichkeiten manifestiert sich in der meiner Wahrnehmung.

Aus der einen, nicht bewusstseinsfähigen Welt entwickeln sich viele mögliche bewusstseinsfähige Welten. Eine davon manifestiert sich. So beschreibt es die Quantenmechanik. In der Science-Fiction wird das manchmal zur Grundlage für Abenteuer in parallelen Universen, und auch in der Physik gibt es solche Theorien. Ich denke, das ist Phantasie. Tatsächlich erleben können wir diese unendlichen Welten in den Manifestationen und Oszillationen unserer Bewusstseinsinhalte.