



1. Überblick

Das klassische Weltbild

Was halte ich für die Welt? Wenn ich mir das überlege, fällt mir vielleicht die Erdkugel ein, oder die Umwelt, oder das Universum. Auf alle Fälle denke ich an etwas konkretes, greifbares, materielles, auch an meine Mitmenschen und mich selber als Teile der Welt.

Auf den ersten Blick besteht die Welt für mich aus Körpern in Raum und Zeit, aus materiellen Dingen, die ich greifen und verstehen kann. Es sind dieselben materiellen Dinge in Raum und Zeit, die auch meine Mitmenschen genauso wie ich greifen und verstehen können.

Die Welt erscheint mir objektiv. Sie besteht aus einer Menge von Dingen, die für alle gleich sind, also gänzlich unabhängig von mir existieren und ihre Eigenschaften haben. Sie sind so wie sie sind, unabhängig davon ob es mich gibt oder nicht.

Außer dieser äußerlichen, materiellen Welt erlebe ich aber noch eine innere Welt, ganz für mich allein. Sie erscheint mir nicht objektiv, sondern subjektiv und besteht aus meinen Gedanken und Gefühlen, Erinnerungen und Vorstellungen. Ich denke, dass dieser Weltteil in meinem Kopf entsteht, dass er sich nach meiner Geburt langsam entwickelt und mit meinem Tod auch wieder verschwindet.

So sehe ich die Welt auf den ersten Blick. Ich wurde wohl auch erzogen, sie so zu sehen.

Als junger Mann habe ich mich intensiv damit beschäftigt, was die Welt wohl ist, was ich wohl bin und welchen Sinn das alles hat. Das klassische Weltbild half mir dabei nicht wirklich weiter. Wenn ich nach dem Ursprung der Welt frage, bekomme ich zur Antwort: vor 15 Milliarden Jahren gab es einen Urknall, aus dem hat sich Raum, Zeit und der ganze Kosmos entwickelt. Aufgrund von Gravitation, Elektromagnetismus und Ähnlichem entstand die Erde, die Umwelt, Pflanzen, Tiere und am Ende der Mensch und ich.

Ich beschäftigte mich viel mit Physik und fand, dass die klassische Physik ganz entscheidendes zu diesem Weltbild beigetragen hat. Beim Lesen von Heisenbergs 'Der Teil und das Ganze' und ähnlicher Literatur stellte ich aber fest, dass die moderne Physik dieses Bild längst überwunden hat und ich wunderte mich, dass das Weltbild der modernen Physik so gut wie keinen Einfluss auf unser tägliches Welterleben ausübt, abgesehen von technischen Errungenschaften natürlich.

Die klassische Physik

Als erster Physiker der Menschheit wird oft Archimedes von Syrakus (287-212 v.Chr.) genannt. Er konnte schon einiges rechnen und damit Maschinen wie Kriegskatapulte oder auch Bewässerungsanlagen konstruieren.

Als Begründer der theoretischen Physik wird im allgemeinen Isaak Newton (1627 – 1727) genannt. Er hatte die Idee, dass die Bewegung aller Körper ein- und demselben Gesetz unterliegt. Mit der von ihm entwickelten Infinitesimalrechnung konnte er den freien Fall einer Kugel, die Schwingung eines Pendels und die Bewegung der Planeten mathematisch beschreiben und damit berechenbar machen. Die Beschreibung beruht im Wesentlichen auf einem

$$\text{Axiom: } \underbrace{\text{Änderung der Bewegung}}_{\text{proportional}} \propto \text{Kraft} \quad (1-1)$$

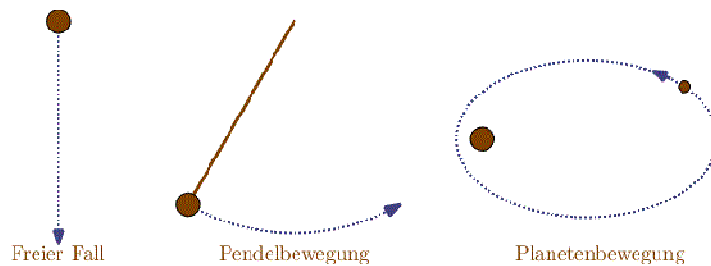


Abbildung 1-1 Newton: Aus der Proportionalität von Bewegungsänderung und Kraft folgt gleichermaßen der freien Fall eines Körpers, die Schwingung eines Pendels und die Bewegung der Planeten

Newtons Grundlagen für Punktmassen konnten verallgemeinert werden zur Beschreibung kontinuierlicher Materie, Flüssigkeiten und Gasen. Sie wurden nicht nur zur Grundlage des Ingenieurwesens, sondern bestimmten immer mehr unsere Art zu Denken und die Welt zu sehen. Es entstand der Eindruck, dass alles objektiv, berechenbar und beherrschbar ist. Weltinhalte ohne diese Eigenschaften wurden mehr oder weniger aus dem Weltbild ausgeblendet.

Dabei beruht Newtons Methode auf groben, wenn auch genialen Abstraktionen der Wirklichkeit:

1. Körper und deren Bewegung oder Inhalt und Dynamik (1-2)
werden getrennt betrachtet
2. Die Dynamik folgt allein der Energieerhaltung, ganz unabhängig vom Körper und dessen Position
3. dem Körper wird zu einem ganz bestimmten Zeitpunkt eine ganz bestimmte Position zugeordnet
4. Inhalt und Bewegung werden verknüpft, indem die Änderung der Position zu einem Zeitpunkt proportional zum Impuls bzw. den aufintegrierten Kräften gesetzt wird

Es handelt sich dabei wirklich um Abstraktionen! Ich kann keinen Körper beobachten, der nicht einen bestimmten Bewegungszustand hat, und sei er in Ruhe. Ich kann die Position eines Körpers nie beliebig genau bestimmen, nur so genau wie es meine Messapparatur erlaubt. Und um die Geschwindigkeit eines Körpers zu messen, benötige ich immer eine endliche Strecke, die der Körper in einer endlichen Zeit zurücklegt. So messe ich immer mittlere Geschwindigkeiten, nie die Geschwindigkeit zu einem ganz bestimmten Zeitpunkt.

Trotzdem ist Newtons Formalismus offensichtlich sehr sinnvoll und hilfreich. Macht man ihn jedoch zur Grundlage des Weltbildes, so ist dieses doch recht verzerrt und verarmt. Für spirituelle Aspekte bietet es keinen Raum.

Ein modernes Weltbild

Das klassische Weltbild hat unser tägliches Leben sehr geprägt und prägt es noch. Aber natürlich gibt es viele Bereiche, in denen die von ihm geschaffenen Grenzen überwunden werden, etwa in der Philosophie, der Kunst, Psychologie, Psychotherapie, Physiologie des Gehirns usw.

Psychologie

Sigmund Freud (1856 – 1939) gilt als Begründer der Psychoanalyse. Er zeichnete ein Bild der menschlichen Persönlichkeit, in dem neben dem bewusst erlebte 'Ich' unbewusste Inhalt eine wesentliche Rolle spielten. Er unterschied dabei das 'Über-Ich' als unbewusste moralische Instanz und das 'Es' als unbewusstes Lustprinzip. Diese bewussten und unbewussten Aspekte der Person stehen in Wechselwirkung mit einer objektiven Umwelt.

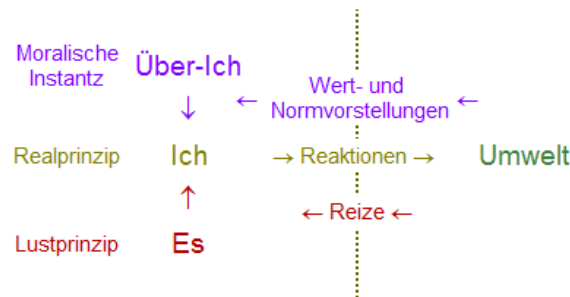


Abbildung 1-2 Der Aufbau der menschlichen Psyche und ihre Beziehung zur Umwelt nach Sigmund Freud

Sein Protegé Carl Gustav Jung (1875 – 1961) ging noch wesentlich weiter. Er entwickelte die Vorstellung einer Welt, die uns gänzlich unbewusst ist. In dieser 'Einen Welt', oder 'Unus mundus' haben wir Menschen aus einer unbewussten Existenz heraus unser heutiges Bewusstsein entwickelt. Grundlage dafür sind Ordnungsstrukturen oder Archetypen, die selber unbewusst sind, aber etwa in Träumen, Mythen, Sagen oder pathologischen Zuständen Gestalt annehmen und erforscht werden können.



Abbildung 1-3 C.G. Jungs Weltbild: Ordnungsstrukturen oder Archetypen machen unbewusste Aspekte der 'Einen Welt' bewusstmäßig. Zur Trennung von Innen- und Außenwelt kommt es erst im Bewusstsein

Durch die Archetypen oder auch 'unbewussten Anordner' erleben wir uns Selbst, unsere Gedanken, Gefühle und die äußere, objektive Wirklichkeit bewusst.

C.G. Jung beschreibt die Entwicklung des menschlichen Bewusstseins in sieben Schritten. Danach durchläuft der moderne Mensch gerade eine Phase, in der er lernt, die Welt nicht mehr als 'unendlich denkbare' anzusehen sondern sein Bewusstsein als Ansammlung 'finiter Realitätsausschnitte' begreift. Von der 'Verkündung absoluter Dogmen' wechselt er zum 'Begreifen der Realität als eine vieler möglicher Beschreibungsformen'. Der Beobachter bezieht sich als Wahrnehmender mit ein.

Diesen Schritt demonstriert der amerikanische Psychologe Julian Jaynes (1920 – 1979) etwa in seinem Buch 'Der Ursprung des Bewusstseins durch den Zusammenbruch der bikameralen Psyche' sehr eindrücklich. Unter anderem weist er darauf hin, dass wir das Bewusstwerden der Weltinhalte durchaus erleben können. Dabei stellt er fest:

Weltinhalte werden (1-3)

1. ausgewählt oder exzerptiert
2. in einen räumlichen Zusammenhang gebracht oder spatialisiert
3. in einen sinnvollen Zusammenhang gebracht oder narrativiert
4. und was dabei nicht passt wird angepasst oder kompatibelisiert

Es ist bemerkenswert! Jaynes versucht nicht, die Welt absolut zu verstehen oder ein Bild von ihr zu entwickeln. Er bezieht sich ausschließlich auf das unmittelbar Wahrnehmbare.

Die oben aufgeführten Schritte des Bewusstwerdens bringt man leicht in Zusammenhang mit den Ordnungsstrukturen Raum, Zeit und Kausalität. Man sie auch als Jung'sche Archetypen verstehen. Sie bilden die Grundlagen für den mathematischen Formalismus der Physik.

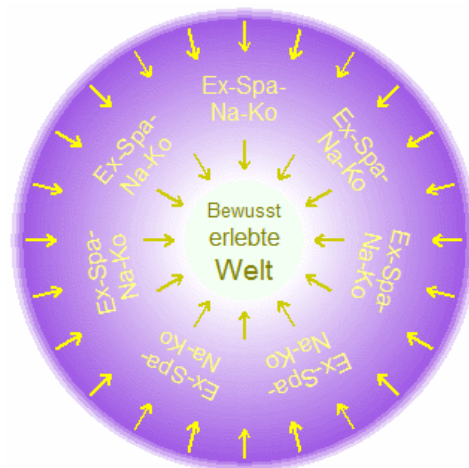


Abbildung 1-4 *Ex-Spa-Na-Ko steht für Exzerptbildung, Spatialisierung, Narrativierung und Kompatibilisierung, den nach Julian Jaynes grundlegenden Mechanismen der Abbildung von Weltinhalten ins Bewusstsein*

Die eigene Erfahrung von Ex-Spa-Na-Ko

Vor dem Schlafengehen trete ich kurz auf den Balkon und schaue hoch zum Himmel. Ich sehe eine Unmenge glitzernder Sterne. Nach einer gewissen Zeit erkenne ich auch Sternbilder: den Großen Wagen, den Bären oder die Jungfrau. Ich suche den Polarstern in der Verlängerung der hinteren Wagenkante des großen Wagens.

Am Anfang konnte ich die Sternbilder nicht so gut erkennen, es dauerte immer ein paar Augenblicke, bis so ein Bild plötzlich da war. Wenn ich jetzt hochschaue, sehe ich die Bilder ganz selbstverständlich, ich erkenne sie sofort. Würde eines fehlen, wäre das schon ein Grund zur Panik.

Aus der Ganzheit des Himmelsgewölbes greift mein Bewusstsein einzelne Sterne heraus, bringt sie in eine räumliche Ordnung und verleiht ihrer Anordnung einen Sinn. Ich kann diese Entwicklung sehr schön in mir beobachten, vor allem wie sich ein Sternbild in meinem Bewusstsein plötzlich manifestiert. Es gäbe sicher unzählige andere Möglichkeiten, Sterne zu Bildern zusammenzufassen. Aber dazu habe ich mich zu sehr an die jetzigen gewöhnt.

M.C. Escher und das Penrose-Dreieck

Der niederländische Künstler und Grafiker Maurits Cornelis Escher (1898 - 1972) war ein Meister für Zeichnungen, deren Inhalt nicht so recht in unserer Welt passen. Es ist spannend zu beobachten, wie unser Bewusstsein versucht, die Verhältnisse in die gewohnte Ordnung zu bringen. Ein Beispiel, auf das ich auch später noch zurückgreife, ist das sogenannte Penrose-Dreieck.

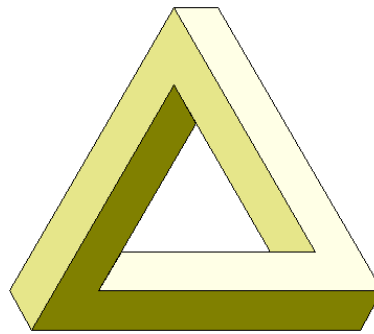


Abbildung 1-5 Das Penrose-Dreieck ist eine sogenannte 'unmögliche Figur' nach M.C.Escher

Irgendwann mal entdeckte ich es im Internet, wahrscheinlich bei Wikipedia. Ich schaute es eine Weile an und war sehr überrascht, was da alles in meinem Gesichtsfeld ablief. Ich fasse in ein paar Schritten zusammen, was ich auch jetzt beobachte.

1. ich erkenne ein aus Balken bestehendes Dreieck im Raum (1-4)
2. nach einer gewissen Zeit merke ich, dass da etwas nicht stimmt
3. ich fixiere eine Ecke des Dreiecks und alles ist in Ordnung
4. ich merke, dass die andere Ecke räumlich nicht dazu passt
5. mein Blick oder Fokus beginnt, von einer Ecke zur nächste zu wandern
6. es entwickelt sich Unruhe in meinem Gesichtsfeld
7. mit der Zeit wandert der Fokus regelmäßig von einer Ecke zur nächsten, fast wie bei einem Uhrzeiger, der im Sekundenrhythmus umläuft

Der eine oder andere wird das sicher ähnlich erleben können, vielleicht auch erst nach ein paar Versuchen. Es ist interessant, dass wir eine gewisse Macht darüber haben, was da geschieht. Ich kann eine Ecke fixieren. Ich kann meinen Blick kontrolliert wandern oder ihn auch frei laufen lassen. Fixiere ich zu lange eine Ecke, werde ich unruhig. Ich kann auch versuchen, in dem Dreieck die ebenen Flächen zu erkennen, die ich tatsächlich selber gezeichnet habe, nach der Vorlage von Penrose. Aber das gelingt mir nicht so recht.

Das ist das Geniale hier. Ich kenne genau die Quelle dieser visuellen Erfahrung und erlebe so, was mein Bewusstsein daraus macht. So kann ich das Bewusstsein bewusst in Aktion erleben. Wenn ich aus dem Fenster schaue oder Menschen begegne, ist mir nur das zugänglich, was mir mein Bewusstsein darstellt. Aber wenn ich darauf achte merke ich schon, wie sich die Bewusstseinsinhalte manifestieren.

Die moderne Physik

Klassische Physik

Die klassische Physik ist ein sehr schönes Beispiel für das Ex-Spa-Na-Ko. Die kontinuierliche Welt wird in Punktmassen zerlegt, eine Exzerption im Extremen. Neben der Masse ist die raumzeitliche Anordnung das Einzige, was an Eigenschaften der Inhalte noch übrig bleibt. Der Zusammenhang zwischen Vergangenheit und Zukunft, oder die Geschichte der Punkte wird durch eine Bahnkurve erfasst und auf der ganzen Linie wird kompatibelisiert, etwa indem mittlere Geschwindigkeiten, die tatsächlich gemessen werden können, durch punktgenaue Geschwindigkeiten auf Bahnkurven ersetzt werden.

Relativitätstheorie

Zwei relativ zueinander bewegte Beobachter, sagen wird Anne und Bernd, beobachten die Ausbreitung eines Lichtblitzes. Der Blitz legt in der Sekunde eine Strecke von etwa 300 000 km zurück. Das kann sowohl Anne als auch Bernd messen. Sie bekommen dasselbe Messergebnis, obwohl sie sich relativ zueinander bewegen!

In anderen Fällen, etwa wenn man die Geschwindigkeit von Wellen im Wasser oder von Schallwellen in der Luft misst, hängt der jeweilige Messwert auch von der Geschwindigkeit des Beobachters ab, mit der er sich relativ zu dem Medium bewegt. Anne in ihrem Boot kann durchaus hinter einer Welle her rudern, so dass diese sich relativ zu ihr gar nicht bewegt, während sich die Welle für Bernd vom Ufer aus gesehen in einer Sekunde einen guten Meter fortbewegt.

Beim Lichtsignal ist das nicht so! Jeder misst dieselbe Geschwindigkeit! Es gibt kein Medium, auf das sich die Geschwindigkeit der Signalausbreitung beziehen könnte, außer dem jeweiligen Beobachter und seinen Messgeräten.

Das Lichtsignal breitet sich nach allen Richtungen und für alle Beobachter mit derselben Geschwindigkeit aus. Zeichnet Anne die Situation auf, so wird aus dem Lichtsignal ein Kreis, mit ihr im Zentrum und Bernd etwas weg vom Zentrum. Für Bernd trifft dasselbe zu. In seiner Zeichnung ist er im Mittelpunkt des Lichtsignalkreises und Annes Position ist exzentrisch.

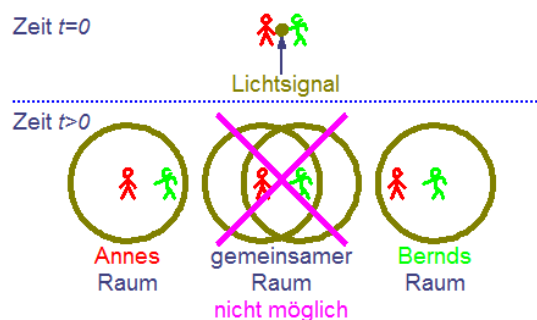


Abbildung 1-6 Ausbreitung eines Lichtsignals relativ zu Anne und zu Bernd. Beide finden sich im Zentrum des sich kreisförmig ausbreitenden Signals. Anne im linken Bild und Bernd im rechten. Das ist so, obwohl sie sich voneinander entfernt haben. In einem gemeinsamen Raum ist dies nicht möglich, Raum und Zeit sind individuell, bzw. relativ

Die Erfahrung beider passt nicht in ein gemeinsames Raum-Zeit-Gefüge. Raum und Zeit sind relativ. Jeder erlebt seine eigenen raum-zeitlichen Bezüge.

Bei diesem Gedanken können uns durchaus die Haare zu Berge stehen. Das kann doch nicht sein, es widerspricht absolut unserer Vorstellung über die Welt als etwas Absolutem aus Körpern in Raum und Zeit.

Im Hinblick auf das Ex-Spa-Na-Ko von Julian Jaynes ist das aber klar. Raum und Zeit erweisen sich als Ordnungsstrukturen, mit denen uns die Welt bewusst wird. Die Strukturen und die Basis der Welterfahrung können kollektiv sein, die Bewusstseinsinhalte erscheinen individuell, und damit auch Raum und Zeit.

Quantenmechanik

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts erreichte die klassische Physik ihre Grenzen. Es ging darum, die Wärmestrahlung von Festkörpern oder die Linien im Lichtspektrum glühender Gase zu erklären. Dies gelang nur durch eine radikale Abkehr von den klassischen Vorstellungen. In der Quantenmechanik bezieht man sich streng auf beobachtbare Größen und korrigiert die klassische Trennung von Inhalt und Dynamik bzw. von Körper und Bewegung. Handys, Computern oder LASER funktionieren auf dieser Grundlage.

Ganz im Sinne von C.G.Jung bezieht sich der Beobachter in sein physikalisches Experiment mit einem, indem er sich nicht mehr Bahnkurven vorstellt sondern sich auf das stützt, was seine Apparate messen. Ein Lichtsignal etwa wird nicht mehr als Strahl, Welle, Lichtteilchen (Photonen), Wirkungsquanten, oder... angesehen. Der Formalismus bezieht sich ausschließlich auf einen Detektor, der mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit ρ anspricht. Im einfachsten Fall ist das die Hand im 'Lichtstrahl', auf der ein Lichtfleck erscheint. Der Lichtfleck ist wahrnehmbar, der Lichtstrahl ist eine reine Vorstellung.

Die Dynamik wird durch das Wirkungsfeld S beschrieben, dessen räumliche und zeitliche Änderungen mit Impuls und Energie zusammenhängen. Damit werden Änderungen von Bewegungszuständen erfasst, die wir ja bewusst erleben.

Die Messwahrscheinlichkeit ρ und das Wirkungsfeld S werden zu einer Einheit verbunden, der quantenmechanischen

$$\text{Wellenfunktion: } \psi(x,t) = \underbrace{\sqrt{\rho(x,t)}}_{\text{Inhalt}} \underbrace{e^{iS(x,t)/\hbar}}_{\text{Dynamik}} \quad (1-5)$$

Durch eine sogenannte Quantisierung kommt man zur berühmten Schrödinger-Gleichung, die die zeitliche Entwicklung der Wellenfunktion beschreibt und es so erlaubt, Wahrscheinlichkeiten für Messwerte zu berechnen.

Die Einheit von Inhalt und Dynamik in der Wellenfunktion (1-5) entzieht sich unserem Vorstellungsvermögen. In dieser Beschreibung ist zum Beispiel ein Elektron an vielen Orten gleichzeitig und überall reagiert es auf Wirkungen und wirkt selber. Seine Position und seine Dynamik sind eins. Erst bei der Beobachtung manifestiert es sich an einem konkreten Ort oder in einem bestimmten dynamischen Zustand.

Zur Beobachtung muss festgelegt werden, ob man die Position oder den Impuls bestimmen will. Beides gleichzeitig ist nicht möglich, Ort und Impuls sind komplementär.

Zur Ortsmessung benötigt man Detektoren an verschiedenen Orten. Bei der Messung spricht der eine oder andere an und man erfährt so den Ort des Elektrons. Man kann Photopapier verwenden, das an einer Stelle geschwärzt wird. Man sagt, das Elektron manifestiert sich an einer von vielen möglichen Stellen.

Will man hingegen den Impuls oder die Energien eines Elektrons in einem Atom bestimmen, so kann das mit einem Spektrometer geschehen. Man stellt zwischen Atom und Lichtdetektor ein Prisma und erhält für jede Atomart ganz spezifische Spektrallinien. Diese Linien erlauben den Rückschluss auf die Schwingungsfrequenz der Lichtquelle, also auf den dynamischen Zustand der Elektronen. Über die Position des Elektrons gewinnt man so jedoch keinerlei Information.

Der mathematische Formalismus der Quantenmechanik spiegelt das wieder. Für die Lösung der Schrödinger-Gleichung muss zunächst eine sogenannte Darstellung gewählt werden, je nachdem ob eine Orts- Impuls- oder Energieverteilungen bestimmt werden soll.

Für die entsprechende Verteilung benötigt man eine Menge mathematischer Basisfunktionen, der Mathematiker spricht von einem Hilbert-Raum. Jede Funktion entspricht einem möglichen Messwert, also einer möglichen Beobachtung. Die Wellenfunktion des Elektrons wird als Überlagerung dieser Funktionen beschrieben, wobei das Gewicht der Funktion in der Überlagerung mit der Wahrscheinlichkeit des durch diese Funktion beschriebenen Messwertes zusammenhängt.

$$\text{Wellenfunktion: } \psi(x,t) = \sum_{n=0}^{\infty} \underbrace{c_n(t)}_{\substack{\text{Wahrscheinlichkeits-} \\ \text{amplitude für Messwert}}} \underbrace{u_n(x)}_{\substack{\text{Funktion für} \\ \text{möglichen Messwert}}} \quad (1-6)$$

Überlagerung von Möglichkeiten
(mathematisch: Darstellung im Hilbert-Raum)

Das zeitliche Verhalten der Koeffizienten $c_n(t)$ folgt dann aus der Schrödinger-Gleichung.

Die Wellenfunktion als Ganzes entzieht sich unserem Vorstellungsvermögen. Durch die Überlagerung möglicher Messwerte kommt jedoch Bewusstseinsfähiges ins Spiel. Das nicht Messbare wird durch eine oft unendlich große Menge möglicher bewusstseinsfähiger Messwerte dargestellt.

In der von uns erlebten Welt manifestiert sich dann eine dieser Möglichkeiten. Das passt sehr gut zu C.G.Jungs Bild einer nicht bewusstseinsfähigen Welt, die über Ordnungsstrukturen bewusst wird. Mehr noch, die Quantenmechanik kann als mathematisches, sehr detailliertes Modell dieses Prozesses angesehen werden.

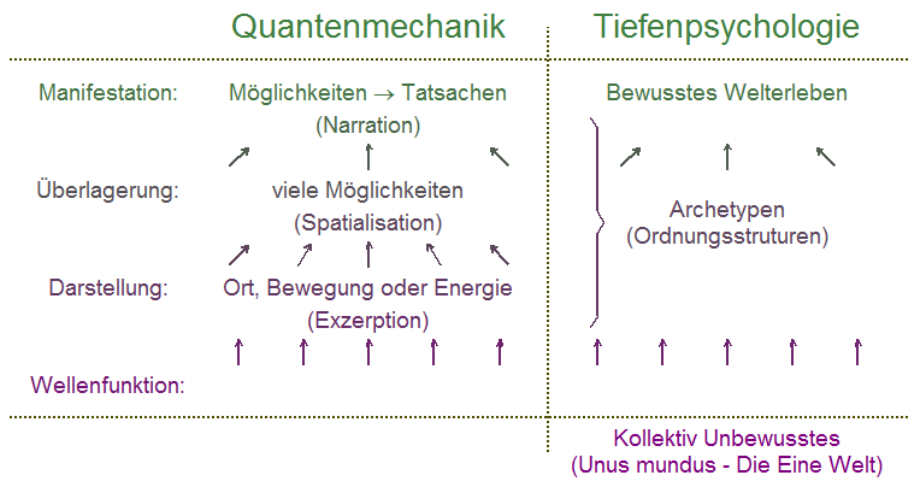


Abbildung 1-7 Aus dem Unbewussten manifestieren sich Bewusstseinsinhalte. Dies wird von C.G.Jung beschrieben, aber auch in der Quantenmechanik

Elektronen und das Penrose-Dreieck

Als einfaches Atommodell betrachten wir einen eindimensionalen Kasten (1D-Kasten) mit einem Elektron. Abbildung 1-8 zeigt links den Kasten rot und drei mögliche Basisfunktionen. Es sind Wellen mit definierten Energiewerten, die gemessen werden können. Die Wellenfunktion ψ wird als eine Summe dieser Funktionen mit verschiedenen Gewichten (Wahrscheinlichkeitsamplituden) gebildet, entsprechend (1-6).

Die Quadrate jeder dieser (blau, grün, braunen) Funktionen beschreiben die zu den Basisfunktionen gehörenden räumlichen Wahrscheinlichkeitsverteilungen des Elektrons. Wo eine Verteilung

ihr Maximum hat, würde ein Ortsdetektor mit der größten Wahrscheinlichkeit ansprechen. Die Verteilungen sind rechts in Abbildung 1-8 dargestellt. Es sind statische Verteilungen, ändern sich also nicht mit der Zeit. Ist das Elektron in einem einzigen dieser Zustände, so emittiert es kein Licht. Nur zeitabhängige Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Elektronen emittieren Licht.

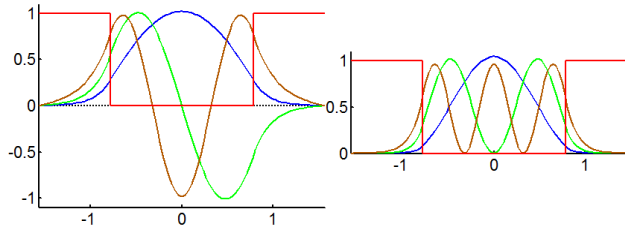


Abbildung 1-8 Wellenfunktion und Wahrscheinlichkeitsdichten eines Elektrons in einem 1D-Kasten. Der Kasten ist rot, die Basisfunktionen links und die Wahrscheinlichkeitsdichten jedes Zustandes rechts sind blau, grün und braun.

Ist das Elektron in Abbildung 1-8 gleichzeitig mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit etwa im blau und im grün gezeichneten Zustand, so folgt aus der Schrödinger-Gleichung, dass die gesamte Wahrscheinlichkeitsverteilung zwischen den beiden Möglichkeiten oszilliert. Es kommt zu Schwebungen wie zwischen den Saiten eines etwas verstimmtten Musikinstrumentes. Dies ist in Abbildung 1-9 angedeutet. Diese Oszillation beschreibt die Bewegung der Elektronenverteilung im Atom und führt im Rahmen der Quantenmechanik zu elektromagnetischen Wellen, also zu dem Licht, das Atome abstrahlt und das wir sehen.

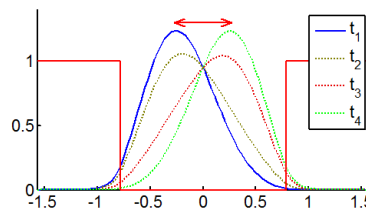


Abbildung 1-9 Wahrscheinlichkeitsdichten eines Elektrons in einem 1D-Kasten zu verschiedenen Zeiten t_i , bei Überlagerung von 2 Zuständen. Die Wahrscheinlichkeitsdichte oszilliert hin und her, das Elektron emittiert Licht.

Dies ist ein sehr aufregender Aspekt der Quantenmechanik. Hier entsteht Bewegung durch Schwebungen zwischen verschiedenen statischen Möglichkeiten. Das erinnert mich sehr an das, was ich beim Betrachten des Penrose-Dreiecks in Abbildung 1-5 in meinem Bewusstsein erlebe.

Das Penrose-Dreieck als ein im 3D-Raum unmöglicher Körper wird dargestellt durch drei mögliche 3D-Objekte, den Winkeln aus jeweils zwei Balken. Diese sind in gewissem Sinn vergleichbar mit den Basisfunktionen des Elektrons im 1D-Kasten. Aus der Überlagerung dieser Möglichkeiten manifestiert sich zu jedem Zeitpunkt eine. Durch Teilung und zeitversetzte Darstellung der Teile wird aus dem 'unmöglichen Objekt' ein mögliches, so wie auch das Elektron nicht an jedem möglichen Ort gleichzeitig erscheint sondern nacheinander an vielen.

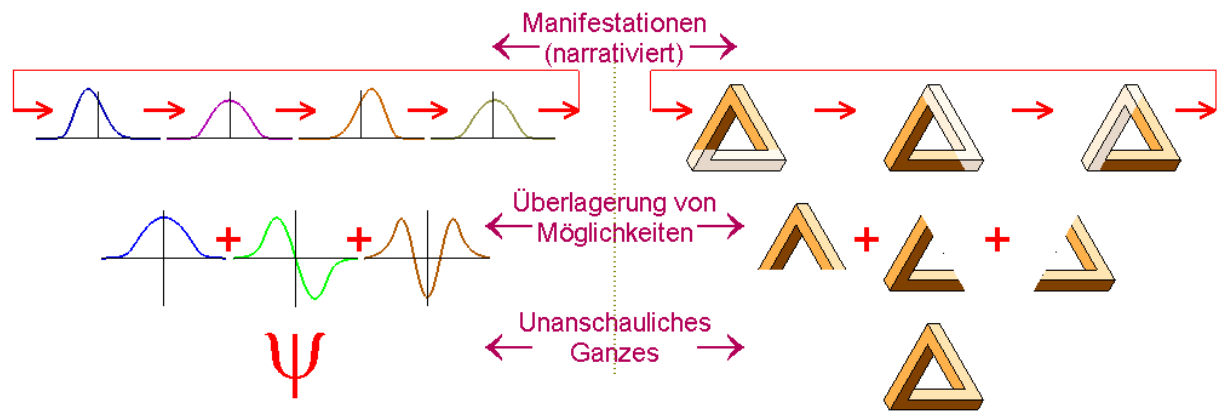


Abbildung 1-10 Bewusstwerden eines atomaren Elektrons und des Penrose-Dreiecks im 3D-Raum. Das unanschaulich Ganze wird durch Überlagerung vieler möglicher Bewusstseinsinhalte repräsentiert und durch Narration in Raum und Zeit bewusst. Die Oszillation der elektronischen Aufenthaltswahrscheinlichkeit oben links wird durch Lichtemission wahrnehmbar, das Penrose-Dreieck sehe ich direkt.

Unten in Abbildung 1-10 beschreibt die Wellenfunktion ψ das Elektron in einer Einheit von Inhalt und Dynamik, die sich meinem Vorstellungsvermögen völlig entzieht. Das Penrose-Dreieck sehe ich zwar als eine Menge ebener Flächen, einheitlich erfassen als räumliches Objekt kann ich es aber nicht. Beobachtbar sind die Energien des Elektrons oder die aus Balken gebildete Winkel. Zur vollständigen Erfassung braucht man jeweils einen ganzen Satz davon. Allerdings wird hier sehr deutlich, dass das Ganze mehr ist als die Summe der Teile.

Zur Bewusstwerdung manifestiert sich das Elektron in einem einzigen Zustand und der Blick fixiert einen Winkel des Dreiecks. Zu einer vollständigen Erfassung des Ganzen werden die einzelnen Teile oder Möglichkeiten in einer zeitlichen Ordnung narrativiert. Die Oszillation des Atoms wird mir bewusst durch das Leuchten eines aus vielen Atomen bestehenden Körpers, beim Betrachten des Penrose-Dreiecks wandert mein Blick von einem Winkel zum nächsten, ich erlebe eine Bewegung fast wie beim Sekundenzeiger einer Uhr.

Aspekte der modernen Physik und eines modernen Weltbildes

Vielleicht kennt der eine oder andere den botswanischen Kinofilm von Jaymie Uys 'Die Götter müssen verrückt sein'. Ein lustiger und oft tiefeschürfender Film! Mich faszinierte vor allem eine Szene. Der Buschmann XiXo schaut durch ein Fernrohr, freut sich kindlich und fragt, wie die vielen kleinen Menschen in das Rohr kommen. Er nimmt das, was er sieht, als Realität. Wenn ich in ein Fernglas schaue, ordnet mein Bewusstsein das Gesehene sofort in mein Bild der Welt ein und ich sehe nicht viele kleine Leute in einem Rohr, sondern ich sehe einfach mehr Details in der Landschaft. Das geht ganz automatisch, normalerweise merke ich nichts davon.

Manifestationen

Wenn ich darauf achte, merke ich aber schon, wie Inhalte in meinem Bewusstsein aufblitzen, wie sie erscheinen und vergehen. In einer Menge von Menschen springt mir plötzlich, wie man so schön sagt, ein bekanntes Gesicht ins Auge. Das wird vielleicht begleitet von einem plötzlichen Gefühl der Freude und ein Bild taucht in mir auf von der letzten Begegnung mit diesem Menschen. Vieles kommt da zusammen und wird mir plötzlich bewusst – und löst sich wieder auf.

Inhalte in meinem Bewusstsein manifestieren sich, das kann ich durchaus wahrnehmen. Merkwürdig, dass diese Inhalte sofort in ein Bild der Welt eingeordnet werden und dass ich dieses Bild für wirklicher halte als die unmittelbaren Manifestationen.

Überlagerungen

Vieles hätte mir da in der Menschenmenge ins Auge springen können und viele Gefühle, Gedanken und Erinnerungen hätte hochkommen können. Aus vielen Möglichkeiten hat sich eine, recht komplexe, manifestiert, vielleicht eine mit einer besonderen, unbewussten Bedeutung für mich.

Auch Künstler versuchen, die Vielzahl von Möglichkeiten in unserem Welterleben darzustellen. Ein Beispiel hat es mir besonders angetan: das 'Pater noster' im Chorwerk 'Te Deum' des modernen polnischen Komponisten Josef Swider. Die Hälfte des Chors lässt fast himmlische Töne erschallen, harmonisch, getragen mit einem Hauch von Ewigkeit. Die andere Hälfte des Chors singt sehr abgehackt, fast aggressiv, voller Unruhe, irdisch. Beim Anhören tritt mir zunächst einer der beiden Parts in den akustischen Vordergrund, meist das hektische, irdische. Aber nach einer gewissen Zeit findet der Wechsel zum himmlischen, harmonischen statt. Mein Hören oszilliert zwischen den beiden. Beides ist da als Möglichkeit, aber mein Bewusstsein wählt. Ich kann auch einen der Parts festhalten, bei ihm inne halten, ihn zu meinem primären Inhalt machen. Oder ich kann die Wechsel frei geschehen lassen.

Wenn mir die Inhalte bewusst sind, habe ich eine gewisse Macht darüber. Ich kann wählen, wechseln, aber auch los bzw. frei schwingen lassen. Mit der Zeit gelingt es mir, beide Parts gleichzeitig zu hören, sie in der Musik eins werden zu lassen. Das macht mich irgendwie glücklich und ich beneide gute Musiker, Chorleiter oder Dirigenten, die ganz offensichtlich viele Einzelstimmen und noch mehr Instrumente gleichzeitig als Ganzes in Harmonie erleben.

Komplementarität

Ich kann meine Wahrnehmung auf zwei grundsätzliche Aspekte der Wirklichkeit fokussieren. Auf die Inhalte oder auf deren Erscheinen und Entschwinden in und aus meinem Bewusstsein.

In der Regel stehen die Inhalte im Vordergrund: vielleicht ein andere Menschen mit Eigenschaften, die lebenswert sind oder die stören; oder das neue Auto, das so schön in der Sonne glänzt. Die Inhalte sind objektiv, absolut und ich kann sie gut begreifen. Die Wissenschaft beschäftigt sich vorrangig mit solchen Inhalten.

Auf der anderen Seite kann ich darauf achten, wie sich die Inhalte in meinem Bewusstsein manifestieren, wie Sinneseindrücke ausgewählt werden, wie sie sich mit Gedanken und Gefühlen, mit Erinnerungen und Befürchtungen vermischen. Das ist sehr bewegt, geht oft auch sehr schnell und ich bin eigentlich erst dabei, diese Art von Welterleben zu lernen. David Bohm (1917-1992), einer der ganz großen Physiker, spricht von Holobewegung. Er war derjenige, der diese Erlebensart auch in Zusammenhang mit der Quantenphysik gebracht hat.

Beide Arten dieses Welterlebens sind komplementär. Das heißt, ich kann die Welt auf die eine oder andere Art wahrnehmen, nicht gleichzeitig auf beide Arten. Sie schließen sich gegenseitig aus. Trotzdem basieren sie auf derselben Welt. Identisches manifestiert sich auf verschiedene Arten in meinem Bewusstsein.

In der Psychotherapie spricht man von 'bei sich sein' oder 'außer sich sein'. Ich denke, das zielt genau auf diese Komplementarität von Inhalt und Bewegung ab. Wenn ich 'bei mir bin', erlebe ich was in mir vorgeht, zum Beispiel wenn ich anderen Menschen begegne. Manches erscheint mir da lebenswerte, anderes abstoßend. Wenn ich 'beim andern, oder gar außer mir bin', sehe ich diesen Menschen als Objekt, mit lebenswerten oder abstoßenden Eigenschaften. Das ist oft die Quelle von Konflikten. Vor allem wenn ich mit einem anderen rede macht es einen großen Unterschied, ob ich ihm sage, dass er abstoßen ist, oder dass in mir Gefühle aufsteigen die es mir

schwer machen, ihm offen zu begegnen. 'Bei mir sein' ist ein Weg zur Konfliktreduzierung und Bewältigung.

In der Quantenphysik wird die Komplementarität mathematisch ausgedrückt durch die berühmte Heisenbergsche Unschärferelation. Die Unschärfe oder Streuung des Ortes multipliziert mit der Unschärfe des Impulses ist immer größer als das Planksche Wirkungsquantum \hbar , einer der wenigen fundamentalen physikalischen Naturkonstanten, vergleichbar mit der Lichtgeschwindigkeit c . Sie besagt, dass Position und Dynamik etwa eines Elektrons nicht beliebig genau gemessen werden können. Das Elektron kann beobachtet werden als Inhalt oder als dynamische Größe, nicht als beides gleichzeitig.

Transzendenz

Akausale Manifestationen, Überlagerungen und Komplementarität gehören inzwischen zu meinem täglichen Welterleben. Sie weisen klar auf transzendente Weltaspekte hin, auf Bereiche, die sich meinem bewussten Welterleben entziehen, die unbewusst sind.

Die Quelle meines Welterlebens ist im Dunkeln, unergründlich, verborgen, unsichtbar. Wie kann ich damit umgehen?

Irgendwann habe ich akzeptiert, dass ich die Komplementarität und die Quantensprünge des Elektrons nicht begreifen und erklären kann. Und das war für mich durchaus ein Moment der Erlösung. Die fast verzweifelte Suche nach einer Erklärung und einem Verständnis kam zu einem Ende.

Wie schon erwähnt, beschreibt C.G.Jung Entwicklungsstufen des Menschen. Die vierte ist danach der Wechsel von der 'Verkündung absoluter Dogmen' zum 'Begreifen der Realität als eine vieler möglicher Beschreibungsformen'. Den nächsten Schritt beschreibt er als 'Ahnen und Sinn erfahren'. Darauf kann ich mich ganz bewusst einlassen. Ich kann das Unbewusste jedoch nicht ins Bewusstsein holen. Diese Weisheit ist so uralte wie das Gebot, sich von Gott kein Bild zu machen.

Ziele der Veranstaltung

In Physikvorlesungen wird oft behauptet, dass man mit der Relativitätstheorie oder der Quantenmechanik sehr gut physikalische Experimente beschreiben und berechnen, sie aber nicht wirklich verstehen kann. Da ist natürlich wichtig, was man mit 'verstehen' meint.

In seinem Buch 'Der Teil und das Ganze' schildert Werner Heisenberg Gespräche, die er mit seinen Freunden während der Entwicklungsphase der Quantenmechanik geführt hat. Man kann sich geeignete Bewusstseinsstrukturen schaffen und eine Theorie auf Axiome und Folgerungen aufbauen, wie Newton das getan hat. Durch Gewöhnung werden die Axiome mit der Zeit selbstverständlich. Man hat das Gefühl, verstanden zu haben.

Heisenberg berichtet, wie ihm der Durchbruch in der Quantenmechanik gelungen ist. Nämlich indem er alle gewohnten Vorstellungen über die Physik und die Natur über den Haufen geworfen und sich alleine auf Beobachtbares bezogen hat.

Er meinte damit Messwahrscheinlichkeiten und Energien als dynamische Größen, mit denen Spezialisten einen vertrauten Umgang pflegen. Bettet man die Physik jedoch in ein umfassenderes Weltbild ein, wie es etwa in der Kunst oder Psychologie gezeichnet wird, so kann das Neue und Fremde der Quantenmechanik durchaus erlebbar werden, für jeden der will. Das Verstehen der modernen Physik kann damit zu einer neuen Qualität geführt werden.

Umgekehrt liefert die moderne Physik ein sehr detailliertes Modell der Grenze zwischen Bewusstem und Unbewusstem, ein Modell das seinen Nutzen in Computern, Navigationssystem, LASERN und vielen anderen Errungenschaften unter Beweis stellt. Die Übertragung dieses Modells auf die tägliche Welterfahrung könnte vielleicht helfen, eine tiefere Beziehung zu den Wurzeln der eigenen Existenz zu finden.