

Das Erscheinen der Welt im physikalischen und psychischen Raum

Kurt Bräuer, Inst. f. Theor. Physik, Universität Tübingen

Raum in Philosophie, Mathematik und Psychologie

Raum und Zeit scheinen der absolute Rahmen unserer Welterfahrung zu sein. Jedes Ding existiert an seinem Platz und zu seiner Zeit. In der Philosophie nennt man diese Anschauung 'Naiver Realismus'. Die Problematik dieser Weltauffassung war in allen Kulturen bekannt.

Es ist klar, dass wir nie Aussagen über die Welt an sich machen können, sondern nur über unsere Erfahrung dieser Welt.

Nach dem Philosophen Immanuel Kant existiert Raum ausschließlich als Form unserer Anschauung.

Nach dem Mathematiker Hermann Weyl ist Raum Beziehung zwischen den Objekten der Wahrnehmung.

Nach dem Psychologen Julian Jaynes erscheint die Welt im Bewusstsein durch Aufteilung in Objekte und durch deren räumlicher Anordnung, selbst Zeit kann nur räumliche erlebt werden. Nach dem Psychologen Carl Gustav Jung sind Raum und Zeit archetypische Strukturen im unbewussten kollektiven Bereich der menschlichen Seele.

Auf diesen Grundlagen lassen sich auch alle physikalischen Phänomene erklären, sogar die äußerst eigenartigen der Quantenmechanik und der Relativitätstheorie.

Physik: Raum, Zeit und Kausalität

Grundlage der Physik ist die Beschreibung von Objekten und ihrer raum-zeitlichen Beziehungen.

Nach Hermann Weyl kann Raum mathematisch erfasst werden, weil und insofern genau dasselbe Ding in jeder beliebigen räumlichen Beziehung zu anderen Dingen erlebt werden kann, ohne ein anderes zu sein. Dinge können als Maßstab für Abstand und Richtung dienen. Das ist die Grundlage für räumliche Koordinaten.

Auch ein Erlebnisgehalt kann, ohne ein anderer zu sein, in irgendeine andere Zeit fallen. Jeder periodische Vorgang kann daher als Uhr dienen und die Länge von Erlebnisinhalten bestimmt und verglichen werden. Das ist die Grundlage für zeitliche Koordinaten.

Für eine physikalische Beschreibung der Welt bedarf es noch der Kausalität, dem objektiven Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung. Zwischen den Objekten

wird eine Wirkung erlebt, die nicht von den speziellen Objekten, ihrem Ort oder ihrer Zeit abhängt. Es ist die Grundlage eines Wirkungsfeldes.

Raum- Zeitkoordinaten und Wirkungsfeld sind mathematische Strukturen und nicht physikalische!

Zenon-Effekt

Zenon von Elea war ein griechischer Philosoph und lebte von 490 bis 430. Er vertrat die eleatische Philosophie.

Auf Grundlage der Vorstellung, dass sich die Raumzeit beliebig unterteilen lässt, stellte er verschiedene Paradoxa auf. Berühmt ist der Beweis, dass der schnelle Achilles im Wettlauf einer Schildkröte unterlegen ist.

Zenon bewies, dass es keine Bewegung geben kann. Nimmt ein Pfeil einen genau bestimmten Punkt in der Raumzeit ein, so gibt es keinerlei Möglichkeit festzustellen, ob er sich bewegt oder nicht. Der Pfeil sitzt für alle Zeit im Raumpunkt fest.

Aristoteles löste das Paradoxon auf indem er darauf verwies, dass die zugrunde liegende Annahme falsch ist. Die Raumzeit lässt sich nur gedanklich beliebig unterteilen, praktisch nicht. Die Vorstellung, dass der Pfeil einen genau definierten Punkt in der Raumzeit einnimmt ist rein gedanklich und widerspricht der Wirklichkeit des Pfeils und von Raum und Zeit.

Wesentlich ist immer die Wirklichkeit der Wahrnehmung.

Dass die Gedankengänge von Zenon und Aristoteles sehr ernst zunehmen sind, zeigen neueste Ergebnisse der Atomphysik. Werden radioaktive Atome fast kontinuierlich beobachtet, verlängert sich tatsächlich die Halbwertszeit des radioaktiven Zerfalls. Durch die sehr häufige Beobachtung wird der Zustand der radioaktiven Atome zeitlich sehr scharf aufgelöst und dadurch jede Veränderung erschwert [WILK97].

In der Quantenmechanik gibt es ein kleinstes Maß für den so genannten Phasenraum eines Elektrons oder Photons, das Plank'sche Wirkungsquantum \hbar . Ort und Impuls sind maximal nur so genau bestimmt, dass das Produkt aus Ortsunkenntnis Δx und Impulsunkenntnis Δp größer als das Plank'sche Wirkungsquantum ist:

$$\Delta x \cdot \Delta p \geq \hbar.$$

Dies ist die berühmte Heisenberg'sche Unschärferelation. Ist die Position eines Teilchens x sehr genau bekannt, kann man nur wenig über seinen Impuls p aussagen, und umgekehrt.

Entgegen unserer Vorstellung lassen sich Raum und Zeit nicht beliebig unterteilen. In der Wahrnehmung manifestiert sich das Phänomen.

Mechanik

Physik beschreibt Objekte in Raum und Zeit und der Ausbreitung von Wirkungen zwischen ihnen.

Die Beschreibung der Wirkungen dient ein mathematisches Feld S , über das nichts weiter bekannt ist, als dass es von Raum x und Zeit t abhängt: $S=S(x,t)$.

Die Funktionswerte des Wirkungsfeldes ändern sich mit der Zeit t , das führt auf den Begriff der Energie:

$$\frac{\partial}{\partial t} S = -E .$$

Je schneller sich ein Phänomen zeitlich ändert, desto größer ist die beteiligte Energie.

Die Funktionswerte des Wirkungsfeldes ändern sich mit dem Ort x , das führt auf den Begriff des Impulses:

$$\frac{\partial}{\partial x} S = p .$$

Je stärker sich ein Phänomen räumlich ändert, desto größer ist der beteiligte Impuls.

Das Wirkungsfeld S gibt als an, welche Energie E und welcher Impuls p an einem Raumpunkt (x,t) in Erscheinung treten kann.

Das Wirkungsfeld S ändert sich in Raum x und Zeit t , beides zusammen führt auf eine sehr allgemeine Bewegungsgleichung:

$$\frac{\partial^2}{\partial t \partial x} S = \frac{\partial^2}{\partial x \partial t} S \quad \Leftrightarrow \quad = \frac{\partial}{\partial t} p = - \frac{\partial}{\partial x} E .$$

Die zeitliche Änderung des Impulses p ist mit der räumlichen Änderung der Energie E verknüpft. Besteht Energie nur aus potentieller Energie V , sogenannter Lageenergie, taucht hier bereits formal die Newton'sche Grundgleichung der klassischen Mechanik auf.

Quantenmechanik

Der Raumzeitpunkt eines Objekts ist nie genau festgelegt, das Phasenraumvolumen ist immer größer als das Plank'sche Wirkungsquantum \hbar . Dies erfordert eine statistische Beschreibung der Objekte und ihrer Wirkungen. Neben dem Wirkungsfeld S muss daher ein Wahrscheinlichkeitsfeld ρ betrachtet werden.

Das Wahrscheinlichkeitsfeld ρ gibt an, mit welcher Wahrscheinlichkeit eine Wirkung S im Raumzeitpunkt (x,t) in Erscheinung tritt, das Wirkungsfeld S gibt an, welche Energie und welcher Impuls damit verknüpft ist.

Allein aus den obigen Definitionen von Energie E und Impuls p und aus der Forderung nach Kausalität, also nach Erhaltung der Wahrscheinlichkeit ρ , lassen sich die Gleichungen für die Ausbreitung des Wirkungsfeldes S und der Wahrscheinlichkeit ρ aufstellen [BRÄU02].

Wirkungsfeld eines ruhenden Objekts

Die Position auch eines ruhenden Objekts kann wegen der Orts- und Impulsunschärfe nur mit einer Wahrscheinlichkeitsverteilung ρ angegeben werden. Die Gesetzmäßigkeiten von Wirkung und Kausalität bewirken, dass sich die Unkenntnis über die genaue Position des Teilchens mit der Zeit vergrößert. Man sagt: 'Die Wahrscheinlichkeitsverteilung zerfließt'.

Im Allgemeinen hat das Wirkungsfeld S auch in Ortsrichtung x eine Steigung. Die Steigung in Ortsrichtung x gibt den Impuls an. Selbst ein als ruhend angenommenes Objekt hat Impuls, der zum Zerfließen der Wahrscheinlichkeitsverteilung führt.

Ein sehr massives Objekt, zum Beispiel eine makroskopische Kugel, hat eine im Vergleich zum Planck'schen Wirkungsquantum sehr große Wirkung. In diesem Fall sind das Zerfließen der Wahrscheinlichkeitsverteilung und die Steigung des Wirkungsfeldes in x -Richtung kaum merklich. Das Teilchen bleibt sehr lange an seiner ursprünglichen Position.

Klassische Mechanik

Hat ein Objekt große Masse oder Geschwindigkeiten, so ist seine Wirkung S groß im Vergleich zum Planck'schen Wirkungsquantum \hbar . Die Wahrscheinlichkeitsverteilung für das Auftreten einer Wirkung ρ breitet sich dann entlang einem Pfad mit maximaler Wirkung aus. Dies wird als Hamilton'sches Prinzip bezeichnet und man sagt, es sei die allgemeinste Formulierung der klassischen Mechanik. Die Newton'schen Bewegungsgleichungen sind eine Konsequenz dieses Prinzips. Es scheint, als würde sich ein Objekt entlang einer Bahnkurve fortbewegen. Bei jeder Beobachtung erscheint es auf dieser Bahnkurve. Die Häufigkeit der Beobachtung hat dann formal keinen Einfluss auf das Erscheinen und auf die Bewegung des Objekts.

Das Hamilton'sche Prinzip erweist sich als eine Konsequenz großer Wirkungen und der Kausalität von Naturphänomenen in Raum und Zeit.

Quanteninterferometer

Wie merkwürdig Quantenphänomene sind, lässt sich sehr deutlich mit Hilfe eines Quanteninterferometers aufzeigen.

Ein Quanteninterferometer besteht im wesentlichen aus zwei Halbspiegeln und zwei Umlenkspiegeln. Ein Elektronen- oder Photonenstrahl wird durch eine Welle dargestellt, deren Amplitudenquadrat dem Wahrscheinlichkeitsfeld ρ und deren Phase dem Wirkungsfeld S entspricht.

Der Strahl wird an jedem Halbspiegel in zwei Teilstrahlen aufgespaltet. Zwischen den beiden Teilstrahlen kommt es zu einer viertel Phasenverschiebung. Hinter dem zweiten Halbspiegel (Bereich G und F) kommt es zu einer Überlagerung von jeweils zwei Teilstrahlen.

Im Bereich F haben beide Teilstrahlen eine viertel Phasenverschiebung erfahren und es kommt zu konstruktiver Interferenz. Die Gesamtamplitude und damit die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten einer Wirkung ist groß.

Im Bereich G hat einer der beiden Teilstrahlen 2 Mal eine viertel, also eine halbe Phasenverschiebung erfahren, der andere gar keine. Es kommt zu einer destruktiven Interferenz. Die Gesamtamplitude, und damit die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten einer Wirkung ist null.

Bei dem Phänomen handelt es sich um ein typisches Wellenphänomen, wie man es auch bei anderen Wellen, zum Beispiel im Wasser, beobachtet.

Quanteninterferometer mit Wegdetektor

Wenn der Strahl eine sehr geringe Intensität hat, wird an den Ausgängen F und G des Interferometers kein kontinuierliches Signal, sondern einzelne, diskrete Wirkungen beobachtet. Jede Wirkung muss ja mindestens so groß wie das Planck'sche Wirkungsquantum \hbar sein. Einzelne Wirkungsquanten durchlaufen das Interferometer.

Mit einem sogenannten Wegdetektor können der Weg dieser Wirkungsquanten verfolgt werden. Er spricht an, wenn das Quant einen bestimmten Umlenkspiegel passiert hat. Das Quant selber wird dabei nicht beeinflusst.

Tatsächlich spricht der Wegdetektor in 50% der Ereignisse an. Dies bedeutet, dass das Wirkungsquant tatsächlich den einen oder anderen Weg durch das Interferometer gegangen ist. Gleichzeitig verschwinden die Interferenzeffekte an den Ausgängen des Interferometers. Die Wirkungsquanten durchlaufen nun das Interferometer genau so als wären es klassische Teilchen.

Wellen und Teilchen

Ob sich die Wirkung wie eine Welle durch das Interferometer ausbreitet oder wie ein Teilchen, hängt davon ab, ob man den Weg beobachtet. Das Phänomen ist unmittelbar mit der Art der Beobachtung verknüpft, selbst wenn die Beobachtung keine Energie oder Impuls mit dem Wirkungsquantum austauscht.

Die Manifestation der Wirklichkeit und ihre Bedeutung für das Phänomen

Das Amplitudenquadrat der Wirkungswelle ist das Wahrscheinlichkeitsfeld ρ . Dieses Wahrscheinlichkeitsfeld wird durch die Beobachtung beeinflusst, je nachdem, ob der Wegdetektor anspricht oder nicht. Das durch die Beobachtung modifizierte Wahrscheinlichkeitsfeld ρ kann keine Interferenzphänomene aufweisen. Das stellt die Bedeutung der Beobachtung sehr deutlich heraus, ganz im Sinne von Aristoteles, ca. 500 v.Chr.

Nichtlokalität

Besonders aufregend ist der Fall, bei dem der Wegdetektor nicht anspricht und eine Wirkung im Bereich G festgestellt wird.

In diesem Fall nimmt das Wirkungsquant einen Weg, der in einem weiten Bogen um den Wegdetektor verläuft. Der Wegdetektor scheint überhaupt keine Rolle zu spie-

len. Aber allein durch seine Anwesenheit manifestiert sich der Weg des Wirkungsquantums, wodurch Interferenzeffekte ausgeschlossen werden.

Ohne den Wegdetektor wäre in Bereich G keine Wirkung möglich, allein die Anwesenheit des Detektors ändert dies.

Dies ist ein nichtlokales Phänomen, das Albert Einstein als 'gespenstischbezeichnete. Heute werden diese Phänomene in Experimenten beobachtet, bei denen die Entfernung der Umlenkspiegel mehr als 10 km betragen.

Die Struktur von Raum, Zeit und Wirkung zeigt völlig neuartige Aspekte.

Die Manifestation der Vergangenheit

Wenn man annimmt, dass sich etwas Substantielles durch das Interferometer bewegt, so muss die Entscheidung für Welle oder Teilchen beim passieren des ersten Halbspiegels erfolgen. Der Charakter von Welle oder Teilchen hängt jedoch davon ab, ob ein Wegdetektor präsent ist oder nicht.

In so genannten 'delayed choice' Experimenten wird die Entscheidung, ob der Weg beobachtet wird oder nicht, erst getroffen, nachdem das Wirkungsquantum den ersten Halbspiegel passiert hat. An den Phänomenen ändert sich dadurch jedoch gar nichts.

Es sieht daher so aus, als würde im Moment der Entscheidung für oder gegen den Wegdetektor eine Entscheidung getroffen werden, die sich rückwärts in der Zeit auswirkt auf den Moment, in dem das Wirkungsquantum den ersten Halbspiegel passiert hat.

Im Moment der Beobachtung manifestiert sich die objektive Vergangenheit.

Relativität von Raum und Zeit

Weil und insofern genau dasselbe Ding in jeder beliebigen räumlichen Beziehung zu anderen Dingen erlebt werden kann, ohne ein anderes zu sein, kann man mathematische Koordinaten für die Beschreibung der Objekte im Raum einführen. Solche Koordinatensysteme nennt man auch Bezugssysteme. Raum ist eine Beziehung zwischen wahrnehmbaren Objekten, er ist relativ. Das wird am deutlichsten an der Unabhängigkeit der Lichtgeschwindigkeit von der Bewegung des Bezugssystems.

Ein Lichtsignal legt in einer Sekunde knapp 300,000 km zurück. Stellt ein Beobachter seine Detektoren im Abstand von 300 km auf, so werden diese eine Millisekunde nach Auslösung eines Lichtsignals ansprechen. Dabei ist es egal, in welcher Richtung die Detektoren positioniert wurden. Die Möglichkeit, das Lichtsignal zu registrieren, breitet sich auf einer Kugeloberfläche mit wachsendem Radius

$$R = 300,000 \frac{\text{km}}{\text{sec}} \cdot \text{Zeit}[\text{sec}]$$

aus. Der Beobachter befindet sich im Mittelpunkt dieser Kugel.

Interessant ist es nun, wenn sich ein zweiter Beobachter relativ zum ersten bewegt. Das selbe Lichtsignal breitet sich auch um ihn auf einer Kugeloberfläche aus. Auch seine Lichtdetektoren werden nach einer Millisekunde im Abstand von 300 km von ihm ansprechen, das ist eine experimentell nachgewiesene Tatsache! Doch wie ist das möglich und was bedeutet es?

Jeder der beiden Beobachter erlebt sich im Mittelpunkt des Lichtsignals, obwohl sie sich voneinander entfernen. Da jede Kugel jedoch per Definition nur einen Mittelpunkt hat, muss es wohl zwei Lichtsignal geben. Da jeder Beobachter jedoch nur ein einziges Lichtsignal registriert, breitet sich jedes Lichtsignal im entsprechenden Bezugssystem aus und nicht in einem absoluten, beiden Beobachtern gemeinsamen Raum.

Jeder Beobachter erlebt das Lichtsignal in seinem ureigenen Bezugssystem. Raum ist Beziehung zwischen den Objekten und dem Beobachter. Die Vorstellung eines absoluten Raumes, in dem sich die Objekte unserer Wahrnehmung unabhängig vom Beobachter befinden, ist mit der Invarianz der Lichtgeschwindigkeit nicht kompatibel.

Es wird die Frage aufgeworfen, wo sich diese Objekte denn befinden, wenn nicht in dem absoluten, vom Beobachter unabhängigen Raum.

Wir können sicher sagen, dass die Objekte in unserem Bewusstsein erscheinen. Wir nehmen sie wahr, wenn sie uns bewusst werden. Wenn wir einen Sonnenaufgang beobachten, so erscheint die Sonne in unserem Bewusstsein. Und mit dem glühend roten Ball am Horizont erscheinen vielleicht auch Gefühle der Freude, Leichtigkeit und Wärme. Wir wissen zwar, dass die Sonne vorher so weit im Osten war, dass wir sie aus geometrischen Gründen nicht wahrnehmen konnten. Aber das ist etwas anderes als das unmittelbare bewusst werde, es ist Vorstellen und Denken.

Beim Aufgehen erscheint die Sonne in unserem Bewusstsein. Raum ist Bewusstseinsraum. Für ein tieferes Verständnis von Raum ist es daher erforderlich, sich bewusst zu machen, was Bewusstsein eigentlich ist und was es nicht ist.

Was ist individuelles Bewusstsein (nicht)?

Julian Jaynes hat sich in seinem Buch sehr detailliert und nüchtern mit dieser Frage beschäftigt [JAYN76].

Bewusstsein ist kein Abbild der Welt

Bewusstsein ist kein Abbild der Welt, auch wenn uns das so erscheint. Wir nehmen eine kontinuierliche, lückenlose Umgebung wahr. Der Blinde Fleck oder das Hüpfen des Abbildes auf unserer Netzhaut taucht in unserer Wahrnehmung jedoch nicht auf. Unsere visuelle Wahrnehmung ist dreidimensional, obwohl die Netzhautbilder nur zwei räumliche Dimensionen haben.

Auch die Zeit erscheint uns absolut kontinuierlich. Wir gehen problemlos mit Bruchteilen von Sekunden um, wenn wir zum Beispiel vor einer rot werdenden Ampel plötzlich bremsen müssen. Dabei liegt die Verarbeitungszeit unseres Nervensystems im Sekundenbereich.

Es gibt physiologische Experimente, bei denen die Wahrnehmung eines Hautkontakts knapp eine Sekunde nach dem Auftreten noch unterbunden wurde [NORR94].

Bewusste Rückschau besteht nicht im Wiederauffinden von Wahrnehmungsinhalten, sondern im Wiederauffinden von Sachverhalten, deren wir bewusst waren und in der Verarbeitung dieser Elemente zu einem rationalen oder plausiblen Zusammenhang. In der Erinnerung daran, wie ich diesen Raum betreten habe, sehe ich nicht mein Gesichtsfeld, sondern meine ganze Person und das Zimmer. Vielleicht sehe ich alles aus der Vogelperspektive.

*Bewusstsein ist nicht notwendig zum Begriffe bilden, Lernen, Denken, oder für Ver-
nunft*

Begriffe sind Klassen von Dingen, die im Bezug auf das Verhalten gleichwertig sind. Einer Katze kann sicher nicht die uns bekannte Art von Bewusstsein zugesprochen werden. Trotzdem existiert für sie der Begriff 'Baum', auf den sie sich auf der Flucht vor einem Hund retten kann. 'Baum' ist ein Begriff und taucht im Bewusstsein nie auf, es ist immer eine spezielle Art von Baum, eine Tanne, Birke, Buche, Fichte oder ähnliches.

Lernen geht in vielen Fällen viel besser, wenn das Bewusstsein gänzlich ausgeschaltet ist. Das wird von der Werbebranche exzessiv ausgenutzt. Will man das Jonglieren mit mehreren Gegenständen lernen, dann sollte man es einfach versuchen. Überlegt man sich, wie das geht, wird man scheitern.

In vielen Fällen geschieht Denken gänzlich unbewusst. Die Gedanken erscheinen im Bewusstsein ohne jegliche Kenntnis ihrer Quelle und ihrer Zusammenhänge. Das gilt selbst für das Rechnen. Wir betrachten die Symbole '6' und '2'. In Verbindung mit den Symbolen '+', '-', '*' und '/' tauchen sofort die Symbole '8', '4', '12' und '3' in unserem Bewusstsein auf. Wir haben Denkarbeit geleistet, ohne uns dessen bewusst geworden zu sein.

Die größten Einsichten der Menschheit sind auf mysteriöse Weise zustande gekommen. Gauß schrieb über ein arithmetisches Theorem, dass *'sich das Rätsel plötzlich wie durch einen Blitzschlag löste. Ich vermag selbst nicht zu sagen, welcher Faden mein bisheriges Wissen mit den Bedingungen des Gelingens verknüpfte.'*

Manchmal muss das Problem regelrecht vergessen werden, damit sich die Lösung zeigen kann.

Bewusstsein ist kein Objekt in Raum und Zeit und keine Eigenschaft eines Objektes

Wir erleben meistens den Sitz unseres Bewusstseins in einem Raum direkt hinter den Augen. Auch bei Gesprächspartnern setzen wir hinter dessen Augen ganz selbstverständlich diesen Raum voraus. Wir erfinden diesen Raum immer wieder aufs neue. Dieser Raum existiert nicht.

Bewusstsein kann im gesamten Körper oder auch knapp unter der Decke über dem Körper schwebend erlebt werden, daran ist nichts esoterisches. Bewusstsein befindet sich nicht im Raum, sondern die Dinge werden im Bewusstsein in räumlicher An-

ordnung erlebt. Bewusstsein ist kein Ding und keine Eigenschaft eines Dinges. Es ist keine Eigenschaft meines Körpers, sondern mein Körper ist ein Element meines Bewusstseins.

Die Welt erscheint im Bewusstsein

Physikalische und psychische Element erscheinen in genau derselben Weise im Bewusstsein. So wie am Morgen beim Betrachten des Horizontes der rot glühende Sonnenball im Bewusstsein erscheint, so erscheinen auch Gedanken und Gefühle. Wenn wir eine regelmäßige Reihe von Symbolen betrachten, ist uns sofort klar, welches Symbol als nächstes folgen wird. Die Erkenntnis taucht auf in Raum und Zeit, nimmt Form an und entschwindet schließlich wieder aus unserem Bewusstsein.

Die Aktivität des Bewusstseins

Objektivierung

Im Bewusstsein wird Ganzes durch einzelne Dinge, Teile, Teilchen, also Exzerpte dargestellt. Aus dem Ensemble der möglichen Aspekte greifen wir ein Exzerpt heraus, das unser Wissen vom Ganzen in sich verkörpert.

Wenn wir uns einen Zirkus vorstellen, sehen wir innerlich vielleicht das Bild von fliegenden Trapezkünstlern oder einen Clown in der Manege. Auch uns selber erleben wir immer nur in Teilaspekten. Das erscheint uns weder problematisch noch paradox. Wir tun so, als wäre das Exzerpt die Sache selber. Wir haben nie das Bewusstsein der Sache selber, sondern nur das der Exzerpte.

Jede Bewusstseinsassoziation ist eine Exzerpierung, eine aus dem Zeitfluss des Erlebens herausgegriffene Teilansicht. Ihre Gestalt ist durch Persönlichkeitsfaktoren und durch die besondere Situation bedingt.

Raumbildung

Bewusstsein trennt und ordnet räumlich an. Man denkt an seinen Kopf, die Füße, das Frühstück von heute morgen, den Eiffelturm oder das Sternbild Orion. Diese Dinge, oder besser die Exzerpte haben in der Vorstellung die Qualität des räumlich getrennt und angeordnet seins.

Auch Gedanken und Gefühle erscheinen im Raum. Die Angst sitzt im Nacken, der Schreck fährt in die Glieder, oder das Herz geht einem vor Glück über. Schönheit, Wahrheit, Gedanken und auch Gefühle wie Liebe oder Hass erscheinen immer mit Dingen in Raum und Zeit verknüpft.

Sogar der Zeit können wir uns nur durch räumliche Anordnung von Erinnerungsinhalten bewusst werden. Diachronie wird zu Synchronie, Zeit wird als ausschließlich als räumliches Nebeneinander erlebt und dargestellt.

Ursache und Wirkung

Wir erleben die Welt als dynamisches Geschehen. Alles hat eine Ursache. Was geschieht, erscheint als Wirkung dieser Ursachen.

Mein ganzes Leben wird in eine Lebensgeschichte eingebunden, die vielleicht mit der Zeugung oder Geburt beginnt, und in der sich eines aus dem anderen ergibt. Neue Situationen werden durch selektive Wahrnehmung zu Anschlussstücken dieser Fortsetzungsgeschichte verarbeitet.

Wahrnehmungen, die sich nicht einordnen lassen, bleiben unbeachtet oder jedenfalls aus der Erinnerung ausgeschlossen. Es ist sogar so, dass Situationen, in die ich mich hineinbegebe, von vornherein so ausgewählt werden, dass sie zu meiner Fortsetzungsgeschichte passen. Dadurch entwickle ich mein Selbstbild.

Wir ordnen unseren Verhaltensmustern diese oder jene Ursache zu und finden für alles eine lückenlose Erklärung. Das nennt man rationalisieren. Das Bewusstsein ist allzeit bereit, jedes x-beliebige Tun, bei dem wir uns ertappen, zu erklären. Der Dieb bindet sein Handeln in einen Kausalzusammenhang mit Armut ein, der Künstler mit Schönheit, der Wissenschaftler mit Wahrheit.

Ursache und Zweck werden unauflöslich mit eingeflochten in Raum und Zeit und in die eigene Geschichte und die der Welt.

Raum, Zeit und Kausalität sind die Grundlagen unserer bewussten, individuellen Welterfahrung. Als Konsequenz unterliegt diese Welterfahrung den Gesetzen der Physik.

Sommer

Wir erinnern uns an den vergangenen Sommer und beobachten sorgfältig, was dabei in uns vorgeht. Jeder wird etwas anderes erleben. Der eine erinnert sich an einen schönen Waldspaziergang, der andere an die Hitze im Büro und ein dritter vielleicht an einen Segeltörn. Uns allen wird die Erfahrung gemeinsam sein, dass Bilder vor unserem 'Inneren Auge' auftauchen und sich wieder auflösen. In den inneren Bildern sind einzelne Objekte, oder besser Exzerpte, räumlich getrennt und angeordnet. Für jedes Bild und jede Konstellation finden wir Ursachen.

Den Sommer als Ganzes wird niemand erleben.

Die Beobachtergeschaffene Wirklichkeit

Im physikalischen Experiment scheint die Hülle von Atomen manchmal aus Energieschalen zu bestehen und manchmal aus punktförmigen Elektronen. Welche Form erscheint, hängt ganz von der Art der Beobachtung ab. Beobachtet man das vom Atom abgestrahlte Licht, so hat das Atom Hüllenform, beobachtet man es in einem Mikroskop wie es einst Rutherford tat, so findet man punktförmige Elektronen. Die Form des Atoms hängt von der Beobachtung ab.

Macht man mit denselben Atomen weitere Experimente, so ist die durch die erste Beobachtung geschaffene Form maßgeblich für die neuen Ergebnisse. Die Wirklichkeit der Atome wurde durch die Beobachtung geschaffen. Ohne eine solche Beobachtung

bachtung gibt es keine Form und keine Atome. Sie sind beobachtergeschaffen [HEIS59].

Ob eine physikalische Wirkung wie eine Welle oder Teilchen in Erscheinung tritt, hängt von der Art der Beobachtung ab. Deutlich wird das im Quanteninterferometer. Selbst der wellen- oder teilchenartige Charakter in der Vergangenheit wird durch die Art der Beobachtung ausschließlich in der Gegenwart festgelegt. Im Quantenexperiment manifestiert sich die Vergangenheit durch die Wahrnehmung der Gegenwart.

Im Psychischen finden wir ganz ähnliche Phänomene. Die Vergangenheit äußert sich in der Form der gegenwärtigen Welterfahrung und in unseren Gedächtnisinhalten. Vor allem die Erfahrung der Gedächtnisinhalte hängt deutlich von unserem gegenwärtigen psychischen Zustand ab. Die Zeit heilt viele Wunden und in der Erinnerung tritt oft das Erfreuliche in den Vordergrund, leidvolle Erfahrung verliert meistens an Macht.

Die Beziehung zu unseren Mitmenschen ist Beobachtergeschaffen. In der Art der Wahrnehmung manifestiert sich diese Beziehung. Jemand sagt zu mir: 'Ich mag Sie'. Ich denke 'wie nett', oder 'das hat der gar nicht so gemeint', oder 'wenn der wüsste wie ich tatsächlich bin', oder 'was will der von mir' [WOLI93]. Aus der Art der Wahrnehmung entwickelt sich die Wirklichkeit.

Innere und äußere Wirklichkeit lässt sich nicht trennen. Die objektive Art der äußeren Welterfahrung basiert genau so auf der Struktur unseres Bewusstseins und der Art unserer Wahrnehmung wie die innere. Dass die Welt nach innen und außen getrennt erscheint, ist Folge unserer subjektiven Art uns als Objekte zu erfahren [KRIS99].

Dass unsere Welterfahrung in weiten Zügen mit anderen Menschen geteilt wird, ist ein deutlicher Hinweis auf kollektive Wurzeln unseres individuellen Bewusstseins [JUNG52].

Die Entwicklung der Raumzeit

Aus der gegenwärtigen Art unserer Welterfahrung heraus projizieren Naturwissenschaftler heute das Bild einer Vergangenheit, die niemand in dem uns vertrauten Sinn 'bewusst' erfahren konnte: Urknall, Kosmologie, Planetenentstehung und Evolution. Welche Form hatten Atome oder Aminosäuren, die nicht im Raum des menschlichen Bewusstseins erscheinen konnten?

Die Erfahrung von Raum und Zeit und damit Raum und Zeit selbst dürfte es erst seit wenigen tausend Jahren geben. Einige Hinweise darauf findet man zum Beispiel in Schriftwerken der menschlichen Frühgeschichte [JAYN76].

Eine erste autoskopische Vision findet man im Alten Testament bei Moses: ‚Und sie wurden gewahr, dass sie nackt waren‘. Zum ersten Mal sahen sich vor gut dreitausend Jahre Menschen selber so, wie andere sie sehen, in einem äußeren Raum. Bei dem späteren Propheten Salomon findet man erstmalig Zeit als lineare Projektion in den inneren Raum: 'Alles hat seine Zeit, und alles unter dem Himmel geht vorüber nach seiner Zeit'.

Die flexible Raumzeit

Der zentrale Punkt unserer Welterfahrung ist unser Ego. Es ist aufs engste mit unserem Körper verknüpft. Um das Ego und den Körper herum entfaltet sich die innere und äußere Welt. Um sich selber zu erkennen, hat der Mensch ein Bild von sich entwickelt, in einem von ihm als Subjekt abgelösten Raum. Eine der Konsequenzen ist, dass die Welterfahrung des Menschen den Gesetzen der Physik unterworfen ist.

Die erlebte Welt und der erlebte Beobachter gehen jedoch aus einem gemeinsamen Prozess hervor, sie sind Eins. Raum und Zeit sind Entwicklungen unserer Psyche und längst nicht so absolut und starr, wie sie uns erscheinen. Die Erfahrung von Raum und Zeit hat sich entwickelt und sie kann sich weiter entwickeln. Das ist eine große Hoffnung für die Menschheit.

Wir betrachten eine Blume, vielleicht eine Rose. Ihre Blütenblätter glühen in dunkelstem Rot, ihre Dornen sind spitz und schmerzhaft, ihr Duft ist betörend.

Im naturwissenschaftlichen Weltbild besteht die Rose aus Atomen. Diese ändern ihren Zustand und lösen dabei elektromagnetische Wellen aus, die durch Raum und Zeit propagieren. Sie treffen unsere Netzhaut und bewirken elektrochemische Reaktionen. Spikeartige Signale laufen dann über Nervenstränge von der Netzhaut zum visuellen Kortex am Hinterkopf. An diesem Ziel werden pyramidenförmige Nervenzellen elektrisch erregt.

Was hat dies alles mit der Erfahrung der Rose zu tun? Das naturwissenschaftliche Weltbild erfasst nur marginale Konsequenzen unserer individuellen Welterfahrung. Das ist oft nützlich, allein wenn man eine Sehhilfe konstruieren will. Aber dabei wollen wir es nicht belassen.

Referenzen

- [ATMA95] H. Atmanspacher, H. Primas, E. Wertenschlag-Birkhäuser (Hrsg.): 'Der Pauli-Jung-Dialog und seine Bedeutung für die moderne Wissenschaft' Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 1995
- [BOHM85] D.Bohm: 'Die implizite Ordnung - Grundlagen eines dynamischen Holismus', Dianus-Trikont Buchverlag GmbH München, 1. Auflage 1985
- [BOHM92] D.Bohm: 'Thought as a System', Routledge, London und New York, 2. Auflage 1995
- [BOHM93] D.Bohm and B. J. Hiley: 'The undivided Universe: an ontological interpretation of quantum theory', Routledge London 1. Auflage 1993
- [BOHR85] N.Bohr: 'Atomphysik und menschliche Erkenntnis - Aufsätze und Vorträge aus den Jahren 1930 bis 1961', Vieweg&Sohn, Braunschweig/Wiesbaden 1985
- [BRÄU00] K.Bräuer: 'Die fundamentalen Phänomene der Quantenmechanik und ihre Bedeutung für unser Weltbild', Logos Verlag Berlin 2000
- [BRÄU02] K.Bräuer: 'Objectivity in Space and Time as a Common Basis of Classical Mechanics, Quantum Mechanics and Electrodynamics', Z.Naturforsch. (2002)
- [GOSW93] A.Goswami: 'Das bewußte Universum – Wie Bewußtsein die materielle Welt erschafft', Verlag Alf Lüchow, Freiburg i.Br. 1997
- [HEIS59] W.Heisenberg: 'Physik und Philosophie', Ullstein Buch Nr. 249, 1970
- [JACO71] J.Jacobi: 'Die Psychologie von C.G.Jung', Walter-Verlag Olten und Freiburg i.B., 8. Auflage 1978
- [JAYN76] J.Jaynes, 'The Origin of Consciousness in the Breakdown of the Bicameral Mind', Houghton Mifflin Company, Boston 1976
- [JUNG52] C.G.Jung und W.Pauli: 'Naturerklärung und Psyche', Rascher Verlag Zürich 1952
- [KRIS99] J.Krishnamurti: 'Vollkommene Freiheit'. Aus dem Engl. von Anne Ruth Frank-
www.tphys.physik.uni-tuebingen.de/braeuer

- Strauss, Frankfurt am Main: Krüger, 1999
- [LAUR88] K.V.Laurikainen: 'Beyond the Atom. The Philosophical Thought of Wolfgang Pauli', Springer-Verlag, Heidelberg 1988
- [MEIE92] C.A.Meier: 'Wolfgang Pauli und C.G.Jung - Ein Briefwechsel 1932-1958', Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 1992
- [NORR94] T.Norretranders: 'Spüre die Welt – Die Wissenschaft des Bewußtseins', Rowolt Verlag GmbH, Reinbek bei Hamburg 1994
- [PEAT87] F.David Peat: 'Synchronizität, die verborgene Ordnung', Goldmann Verlag 1992
- [PENR94] R.Penrose: 'Shadows of the Mind', Oxford University Press 1995
- [SCHA97] R.Scharf: 'Einstein-Podolsky-Rosen-Experiment mit Rubidium-Atomen' Physikalische Blätter Heft 9, September 1997, Seite 849
- [VERH94] Verhulst, Jos: 'Der Glanz von Kopenhagen - Geistige Perspektiven der modernen Physik', Verlag: Freies Geistesleben & Urachhaus /KNO 1994
- [WEYL70] Weyl Hermann 'Raum – Zeit – Materie, Vorlesungen über allgemeine Relativitätstheorie' Springer-Verlag Berlin-Heidelberg-NewYork 1970
- [WILK97] Wilkinson et.al. 'Experimental evidence for non-exponential decay in quantum tunneling', Nature, Vol.387, 5.June 1997
- [WOLI93] Wolinsky Stephen 'Quantenbewusstsein – Das experimentell Handbuch der Quantenpsychologie', Verlag Alf Lüchow, Freiburg i.B. 1996