

Die Desillusionierung von Raum und Zeit

© Otto Hanus

Wir leben in Räumen und Zeiten, bevor wir von ihnen wissen. Der Raum erscheint uns als Bühne, auf der sich Dinge und Vorgänge ereignen, die Zeit als Fluss, der alles mit sich trägt. Beides ist so selbstverständlich, dass Augustinus bekannte, er wisse, was Zeit sei, solange niemand ihn danach frage. Wer es erklären wolle, wisse es nicht mehr. Die Geschichte von Philosophie und Physik lässt sich als Versuch lesen, diese Selbstverständlichkeit zu prüfen. Sie führt zu einer Desillusionierung, und das Wort ist wörtlich zu nehmen: Es geht um eine Ent-Täuschung, das Ende einer Täuschung, und damit zunächst um einen Gewinn.

Die klassische Physik machte die Alltagserfahrung zum Fundament. Newton setzte einen absoluten Raum und eine absolute Zeit voraus, die unabhängig von allem Geschehen existieren. Der Raum ist das Gefäß, die Zeit der gleichmäßige Takt, und die Dinge sind darin eingebettet, ohne ihn zu berühren. Diese Vorstellung war enorm erfolgreich, aber früh umstritten. Philosophen meinten, Raum und Zeit seien nichts an und für sich Seiendes, sondern Ordnungen von Beziehungen zwischen Dingen und Ereignissen. Ohne Dinge gäbe es keinen Raum und ohne Ereignisse keine Zeit.

Die Philosophie verlagerte das Problem in den Menschen. Raum und Zeit galten nun nicht mehr als Eigenschaften der Dinge an sich, sondern als Formen unserer Anschauung. Wir können, so meinte man, Erfahrung gar nicht anders als räumlich und zeitlich ordnen. Das war bereits eine Desillusionierung: Was wir für die Beschaffenheit der Welt hielten, ist zumindest teilweise die Beschaffenheit unseres Erkenntnisapparats. Die Struktur von Raum und Zeit selbst blieb jedoch unangetastet. Der Raum war euklidisch, die Zeit eindimensional und universal. Der Gegensatz zwischen gegenständlicher Außenwelt und gegenstandsloser Innenwelt wurde mit den Mitteln der klassischen Physik erklärt, aber nicht aufgehoben.

Es war schließlich die Physik selbst, die diesen vermeintlich letzten Halt radikal infrage stellte. Die Spezielle Relativitätstheorie von 1905 zeigte, dass es keine universelle Gegenwart gibt. Ob zwei räumlich getrennte Ereignisse gleichzeitig sind, hängt vom Bewegungszustand des Beobachters ab. Zeitdauern dehnen sich, Längen schrumpfen, und übrig bleibt ein vierdimensionales Gefüge, die Raumzeit. Die Allgemeine Relativitätstheorie ging weiter: Die Raumzeit ist keine starre Bühne mehr, sondern ein dynamisches Gebilde. Sie krümmt sich unter dem Einfluss von Masse und Energie und wirkt auf diese zurück. Damit war der Newtonsche Gegensatz von Gefäß und Inhalt aufgehoben.

Besonders radikal ist die Konsequenz für die Zeit. Wenn Gleichzeitigkeit relativ ist, lässt sich ein objektiver Übergang von Zukunft über Gegenwart in Vergangenheit schwer begründen. Viele Deutungen sprechen vom „Blockuniversum“, in dem alle Zeitpunkte gleichermaßen existieren. Einstein selbst soll in einem Kondolenzbrief sinngemäß geschrieben haben, die Unterscheidung zwischen Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft habe für Physiker nur den Charakter einer hartnäckigen Illusion.

Auch das relativistische Bild gilt heute nicht als letztes Wort. Die Quantenphysik kennt Verschränkung, bei der Messungen an getrennten Systemen auf eine Weise korreliert sind, die sich nicht durch lokale Ursachen erklären lässt. Das stellt die Vorstellung infrage, räumliche Trennung trenne Dinge wirklich voneinander. Die Suche nach einer Theorie der Quantengravitation führt zu noch radikaleren Ideen. In kanonischen Ansätzen, etwa der Wheeler-DeWitt-Gleichung, verschwindet die Zeitvariable aus den Grundgleichungen („Problem der Zeit“). In manchen Ansätzen, etwa der Schleifenquantengravitation oder bestimmten holographischen Modellen, gilt die Raumzeit nicht als fundamental, sondern als etwas, das aus tieferen Strukturen hervorgeht. Diese Ansätze sind spekulativ und nicht empirisch bestätigt, aber sie zeigen die Richtung: Raum und Zeit könnten emergente Phänomene sein.

Hier setzt die folgende Überlegung an. Die Physik fragt, wie man Raum und Zeit berechnen kann. Sie fragt kaum, woher die Begriffe stammen, mit denen sie arbeitet. Stellt man diese Frage, zeigt sich, dass Raum und Zeit keine vorgegebenen, unveränderlichen Anschauungsformen sind, sondern das späte Ergebnis einer langen Entwicklung des zerebralen Systems. „Raum“ und „Zeit“ sind Worte für Erfahrungen, denen begriffliche Vorstellungen zugrunde liegen. Diese Vorstellungen entstehen nicht von selbst, sondern aus der Tätigkeit des Denkens. Ohne Denken gibt es keine Strukturen, und ohne Gehirn gibt es kein Denken. Daraus folgt: Die Begriffe „Raum“ und „Zeit“ sind keine Eigenschaften der Welt an sich, sondern zerebrale Konstruktionen, die aus bestimmten Formen der Erfahrung hervorgehen.

Dabei bleibt eine Tatsache erklärungsbedürftig: Aus einem Weltzustand ohne Sprache und Denken haben sich Organismen entwickelt, die beides hervorbringen konnten. Wie entstanden kognitive Systeme, die später die abstrakten Begriffe von Raum und Zeit ermöglichten? Die Gestaltungsdynamik der Welt brachte zunächst ortsfeste Lebewesen hervor, dann solche, die passiv von Strömungen bewegt wurden, und schließlich Wesen, die sich aktiv fortbewegen konnten. Eigenbewegung ermöglicht funktionale Richtungspräferenzen und ist der frühe Vorläufer dessen, was später als Absicht erscheint. Mit der autonomen Bewegung entsteht ein elementares „von hier nach dort“, der Keim einer Orientierung.

Das Urgehirn lässt sich als primitiver Richtungsspeicher verstehen, als minimaler Organismus zur geografischen Orientierung. Abstrakte Begriffe von Raum und Zeit gab es in diesem Zustand nicht, sondern nur sensorische Relationen wie Annäherung und Entfernung, Ausdehnung und Zusammenziehung, Wiederholung und Erinnerung. Diese Erfahrungen sind nicht Raum und Zeit selbst. Sie sind die Voraussetzung dafür, dass sich sehr viel später, mit Sprache, Schrift und begrifflichem Denken, die abstrakten Ideen von Raum und Zeit herausbilden konnten.

Die Welt zeigt Verhalten, das Gehirn strukturiert es. Raum, Zeit und Bewegung sind vom Gehirn generierte, gegenstandslose Phänomene und damit keine vom Gehirn unabhängige, gegenständliche Realität. Die Welt, und mit ihr das Universum, mögen unabhängig existieren. Die Strukturen aber, die wir ihnen zuschreiben, entstehen erst in der Interaktion mit dem Nervensystem und dem Gehirn. Raum und Zeit sind daher keine ursprünglichen Eigenschaften der Welt, sondern späte kulturelle Konstruktionen, die aus einfachen sensorisch-motorischen Erfahrungen hervorgingen und durch Sprache und Denken zu abstrakten Kategorien wurden.

Sie existieren also nicht als ontologische Gegebenheiten, sondern als Orientierungssysteme, die das Denken aus seinen eigenen Erfahrungen abstrahiert. Die Physik benutzt sie, wie die Geografie Meridiane benutzt: als Koordinatensysteme, die Ordnung und Messbarkeit ermöglichen, ohne selbst Eigenschaften des beschriebenen Objekts zu sein. Meridiane sind keine Attribute der Erde. Sie sind Konstruktionen des Denkens, die erst durch den Menschen Bedeutung erhalten. Sie erklären die Erde nicht, aber sie ermöglichen Orientierung auf ihr. Ebenso erklären Raum und Zeit das Universum nicht, sondern ermöglichen Orientierung im Rahmen eines intersubjektiven Systems.

Das Universum wird nicht durch Raum und Zeit strukturiert. Vielmehr strukturiert das Denken seine Wahrnehmungen des Universums mit Begriffen wie „Raum“ und „Zeit“. Definiert man das Universum als die Gesamtheit seiner anorganischen und organischen Erscheinungen sowie seiner physischen, psychischen und geistigen Dimensionen, dann sind Raum und Zeit Ausdruck jener kulturgeschichtlichen Denkbewegungen, mit denen ein Kollektivgehirn seinen jeweiligen Zustand des Erkennens beschreibt und auf die Welt projiziert, um sich in ihr zu orientieren.

Die Physik setzt Raum und Zeit voraus: als Koordinatensystem, als mathematische Struktur, als Rahmen für Messungen, als Bedingung für Bewegung, Energie und Impuls. Sie erklärt nicht, warum es Raum und Zeit gibt, sondern nur, wie sich Dinge verhalten, wenn man annimmt, dass es sie gibt. Wenn Astrophysiker sagen, Raum und Zeit seien reale, vom Menschen unabhängige Phänomene, dann beruht das nicht auf einer Begründung ihrer Existenz, sondern auf ihrer Funktion: Sie ermöglichen Orientierung und Berechnung. Die Physik arbeitet mit ihnen, weil sie funktionieren, nicht weil sie beweisen könnten, dass sie unabhängig vom Denken existieren.

Hier liegt der entscheidende Punkt. Das System ist nicht das Phänomen, und das Beschriebene ist nicht identisch mit seiner Beschreibung. Wird die Beschreibung von Raum und Zeit „existentialisiert“, so wird aus einem epistemischen ein vermeintlich ontisches Phänomen. Möglich wird das durch Sprache, Mathematik und die Suggestion des Seienden. Sie liefern die begrifflich fixierten Abstraktionen von Raum und Zeit, mit denen das Denken jene nichtbegrifflichen Erfahrungen ordnet, die aus Bewegung und Veränderung in der Welt hervorgehen. Die Sprache, insbesondere ihre Substantive, erzeugt dabei den Eindruck, das Benannte sei lokal real vorhanden. Die Grammatik suggeriert Ontologie: Ein Wort scheint auf ein Ding zu verweisen, ein Begriff auf ein Seiendes. Diese sprachliche Reifikation, die begriffliche Verdinglichung nichtbegrifflicher Prozesse, ermöglicht intersubjektive Übereinkünfte, die sich zu Paradigmen verfestigen und schließlich als objektive Weltbeschreibung gelten.

Die Physik ersetzt die nominalisierenden Begriffe durch mathematische Abstraktionen, deren Regeln hohe Stabilität und Wiederholbarkeit erzeugen. Diese Stabilität wird dann leicht als ontologische Unabhängigkeit missverstanden. Doch mathematische Abstraktionen sind keine Eigenschaften der Welt, sondern präzise Werkzeuge des Denkens. Die Physik misst nicht Raum und Zeit, sondern operationalisiert sie. Sie misst auch nicht Geschwindigkeit, sondern die Veränderung von Ortskoordinaten über Zeitkoordinaten in einem selbst erzeugten Koordinatensystem.

Entfernt man vom suggestiven Substantiv „Geschwindigkeit“ den nominalisierenden Aspekt, zeigt sich: Sie ist kein „Ding“, kein Attribut der Welt, kein ontologisches Element. Geschwindigkeit ist eine Relation, die Veränderungsrate einer Abstraktion relativ zu einer anderen. Was bleibt, ist kein Objekt, sondern ein Denkprozess, der eine Veränderung beschreibt. Das Universum zeigt Bewegung als Veränderung von Zuständen. Geschwindigkeit entsteht erst, wenn ein System, sei es ein Gehirn, ein Messgerät oder ein theoretisches Modell, diese Veränderungen auf ein selbstgewähltes Zeit- und Raummaß bezieht. Meter und Sekunden sind menschengemachte Einheiten, und Geschwindigkeit ist eine Relation zwischen ihnen. Das Universum kennt keine Meter und keine Sekunden, also auch keine Geschwindigkeit. Es kennt nur Zustandsänderungen.

Das gilt auch für die Lichtgeschwindigkeit. Man darf fragen: Was am Licht ist „schneller“ als alles andere, das Photon oder die Welle? Und worauf bezogen wird gemessen? Die Lichtgeschwindigkeit ist nicht die Geschwindigkeit eines Dings, das durch den Raum fliegt. Sie ist die Umrechnungsrate zwischen Raum- und Zeitkoordinaten in unserem Messsystem. Dass die Physik in „natürlichen Einheiten“ schlicht $c = 1$ setzt, bestätigt diese Sicht: Meter und Sekunde sind dann nur noch zwei Namen für dieselbe Größe.

Die Quantenfeldtheorie stützt diesen Gedanken. Ein Photon ist keine Kugel, die fliegt, sondern eine Anregung des elektromagnetischen Feldes. Eine Welle ist keine „Schwingung im Raum“, sondern die Lösung der Feldgleichungen. Es gibt demnach keine Dinge, die sich von hier nach dort bewegen, sondern sich verändernde Feldzustände, deren Veränderung wir als „Bewegung“ deuten. Bewegungen sind Relationen zwischen Feldzuständen, keine Reisen von Objekten. Licht wandert nicht, sondern ein Zustand des Feldes wird durch seine Wirkung lokal beobachtbar. Das Denken macht daraus Struktur. In diesem Sinn bewegt sich Licht nicht, es erscheint.

Gegen all das erhebt die Erfahrung Einspruch. Man hat deshalb stets zwischen der gemessenen, räumlich gedachten Zeit der Uhren und dem Phänomen erlebter Dauer unterschieden. Nur die Uhrzeit lasse sich in kleine und kleinste Abschnitte zerlegen, die Dauer hingegen sei ungeteilter Zusammenhang. Keine gegenwärtige Erfahrung ist frei vom bereits Vergangenen und künftig Möglichen, sie ist davon imprägniert. Wenn die Physik die Zeit verabschiedet, bleibt also die Zeit des Erlebens bestehen. Das widerspricht der These dieses Essays nicht, sondern bestätigt sie auf andere Weise. Das Erleben von Dauer ist genau jene sensorisch-motorische Grunderfahrung, aus der die Begriffe von Raum und Zeit abstrahiert wurden. Die Desillusionierung trifft nicht das Erleben, sondern den Anspruch, das Erlebte sei zugleich die Struktur der Welt.

Man kann die Entwicklung dieses Konzepts als Verlust deuten: Die Welt wird fremd, unanschaulich und vielleicht kälter. Man kann sie aber auch als Befreiung verstehen. Jede Stufe hat ein Stück Selbstverständlichkeit aufgegeben und dafür Erkenntnis gewonnen. In der klassischen Physik und ebenso in der klassischen bildenden Kunst waren Raum und Zeit eine Bühne für das Theater der Welt. Seit dem Doppelspaltexperiment, das Thomas Young zu Beginn des 19. Jahrhunderts durchführte, und der Entdeckung des Wirkungsquantums durch Max Planck um 1900 zeigt sich ein radikaler Umbruch im Denken der Physik. Den Beteiligten wird gleichsam ein neuer, schwer verständlicher Text souffliert, der sich auf eine tiefer liegende, metaphysische Dimension bezieht. Er weist darauf hin, dass Raum, Zeit und Bewegung keine eigenständigen, vom wahrnehmenden Gehirn unabhängigen Erscheinungen sind, sondern dynamische Interaktionen ohne Beständigkeit.

Das Universum veräumlacht und zeitigt uns, und die Möglichkeiten einer diesbezüglichen Einflussnahme sind, je nachdem worauf sie sich beziehen, relativ gering. Offensichtlich können wir ohne die Intuition von Bewegung in Raum und Zeit weder übereinstimmend handeln noch überleben. Diese Intuition ermöglicht Erfahrungen in drei Dimensionen: der physischen, der psychischen und der geistigen. Das bedeutet, dass sich Raum und Zeit in jeder dieser Dimensionen in einer anderen Phänomenalität zum Ausdruck bringen.

Die leibliche Basis jeder Raumerfahrung ist der Körper mit seinen sensorischen Empfindungen. Der Körper ist ein Objekt, das man ist, insofern man sich im Kontext zu anderen Objekten erfährt. Für einen Körper, der sich im Kontext mit anderen Körpern befindet, gibt es keinen Zustand ohne Distanzen. Auf der physischen Ebene wird Raum deshalb nicht als abstrakte Geometrie erlebt, sondern als Distanz, Annäherung, Berührung, Widerstand und Blockierung. Diese elementare Raumerfahrung entsteht durch die fünf Sinne und ist eine unmittelbare, nichtbegriffliche Wahrnehmung von Nähe und Ferne, von Zugänglichkeit und Hindernis, von Bewegungsmöglichkeit und Begrenzung. Man bewegt sich auf etwas zu oder von etwas weg, und in dieser Bewegung zeigt sich Raum als eine Struktur von Relationen zwischen dem eigenen Körper und anderen Körpern. Raum ist hier kein Container, sondern eine Erfahrungsqualität, die aus der Interaktion zwischen Körper und Welt hervorgeht. Diese Form der Raumerfahrung teilen Menschen mit allen Lebewesen, die sich bewegen können. Sie ist präverbal, vorsprachlich und nicht begrifflich.

Die menschliche sensorische Raumerfahrung ist im Vergleich zu vielen anderen Lebewesen relativ eingeschränkt. Der Mensch sieht nur einen kleinen Ausschnitt des elektromagnetischen Spektrums, hört nur einen engen Frequenzbereich, verfügt über einen schwachen Geruchssinn, einen lokal begrenzten Tastsinn und eine weniger präzise räumliche Orientierung als zahlreiche Tiere. Andere Lebewesen erfahren Raum durch Echoortung, Magnetfeldwahrnehmung, Vibrationssensitivität, Thermowahrnehmung oder hochdifferenzierte Geruchsräume. Der menschliche Raum ist daher ein reduzierter Raum, eine spezifische Konstruktion aus den begrenzten Möglichkeiten der menschlichen Sinne. Diese Einschränkung zeigt, dass Raum keine objektive Gegebenheit ist, sondern eine Interpretation sensorischer Relationen, eine Schnittstelle zwischen Körper und Welt.

Aus diesen Attributen leiblicher Erfahrung generiert das Gehirn das Modell eines abstrakten Raumes, indem es die nichtbegrifflichen Raumerfahrungen von Nähe, Distanz, Richtung und Hindernis mittels Sprache und Begriffen in abstrakte Kategorien überführt. Länge, Breite, Höhe und Volumen sind nicht die Welt selbst, sondern Werkzeuge des Denkens, die aus der leiblichen Erfahrung hervorgehen. Damit ist klar: Der physische Raum ist die begriffliche Fixierung einer leiblichen Erfahrung und keine Eigenschaft des Universums. Erst durch Sprache, Kultur und Denken wird diese Erfahrung in Begriffe wie Länge, Richtung, Geometrie oder Raumzeit übersetzt. Diese Größen gelten in der Physik als objektiv messbar und allgemein gültig. Doch sie sind es nur innerhalb der abstrakten Physik und keinesfalls in der Realität des Lebens und Erlebens.

Entsprechend der Einheit der drei metaphysischen Dimensionen ist die Voraussetzung einer Raumvorstellung zwar leibhaftig-sensorisch, reicht jedoch darüber hinaus und bezieht die psychische und geistige Dimension mit ein. Denn man benötigt keinesfalls ein Metermaß, um einen Raum zu erleben. Raumerfahrung ist eine komplexe, unbewusste sensu-psycho-mentale Wahrnehmung aller auf den Körper bezogenen Distanzen. Man könnte deshalb sagen, dass jeder Raum die Summation aller seiner möglichen Attribute ist.

Das lässt sich leicht nachvollziehen: Kaum jemand kennt das Volumen des Raumes, in dem er sich gerade aufhält. Ebenso wenig könnte er die metaphysischen Attribute dieses Raumes beschreiben. Ein geometrisch-physikalischer Raum von $3 \times 3 \times 2$ Metern ist eine bedeutungslose Schachtel, eine Kombination aus Zahlen. Zu einem „Raum“ wird dieses Gebilde erst in Resonanz mit dem metaphysischen Innenraum, dessen physische, psychische und geistige Attribute den physikalischen Maßraum verräumlichen.

Eine analoge Relativierung bietet sich beim Phänomen der Zeit an. Zeit ist eine Erscheinungsweise von Veränderung, die das wahrnehmende Gehirn als Struktur seines Erlebens hervorbringt. Sie ist keine objektive Gegebenheit, sondern eine Relation zwischen Zuständen, die sich physisch, psychisch und geistig zeitigt und erst durch Körper, Psyche und Geist Bedeutung erhält. Die Relativitätstheorie stützt diese Einsicht, indem sie zeigt, dass es keine absolute Zeit gibt, sondern nur Eigenzeiten, die vom Bewegungszustand und vom Gravitationsfeld abhängen. Die mathematische Zeit ist eine begriffliche Fixierung der leiblich erlebten Zeit, so wie der physische Raum eine begriffliche Fixierung der leiblichen Raumerfahrung ist. Ihr „Vorhandensein“ ist relativ zu den Möglichkeiten des Erlebens und zu den Paradigmen des Denkens.

Was besagt es, dass die Physik inzwischen Zeitspannen im Bereich von Zeptosekunden messen kann, also von Billionsteln einer Milliardstel Sekunde? Es besagt nicht, dass die Zeit selbst so fein gegliedert wäre. Es sagt etwas über die Präzision der technischen Apparate, die Abstraktheit der mathematischen Modelle und die damit verbundenen Möglichkeiten. Die Zeit selbst wird nicht feiner, sondern die Messmethoden werden es. Und es sagt etwas über die Illusion, die entsteht, wenn man eine leiblich erlebte Qualität in eine mathematische Quantität verwandelt. Je kleiner die messbare Zeiteinheit wird, desto deutlicher zeigt sich, dass die physikalische Zeit ein mathematischer Parameter ist und nicht die Zeit, die wir leben und erleben.

Demzufolge gibt es eine messbare physikalische und eine nicht messbare metaphysische Zeit. Beide bilden die Einheit der Zeit, die Ausdruck des triadischen Universums und seiner drei metaphysischen Dimensionen ist (siehe das Buch: *Der Sprung ins Leere*, ottohannus.de). Das gilt auch für den Raum, der sich geistig, psychisch und physisch entfaltet. Weder Raum noch Zeit sind inhärent existent. Beide sind interaktive Prozesse und somit vorhanden als auch nicht vorhanden.