

Physik

Ein Zustand ohne Zeit wäre Ewigkeit

Offenbar ist Zeit kein Gut, das man besitzen, übertragen, anhäufen, speichern und für später aufbewahren kann, um sie dann sinnvoller oder wirtschaftlicher zu nutzen. Was ist Zeit also dann? Unser Gefühl sagt uns, dass Zeit vergeht, wenn ein Vorgang abläuft. Und was sagt eigentlich Einsteins Relativitätstheorie?

Der Physiker spricht von einem Raum-Zeit-Kontinuum, in dem die Zeit eine den Ortskoordinaten gleichwertige Grösse ist, die aber in unserer realen Welt nur in eine Richtung verändert werden kann. Es gibt kein Zurück in der Zeit, während es ein Hin und Her bei den Raumpunkten gibt. Kontinuum bedeutet, dass die Zeit stetig verläuft und nicht in Schritten, also nicht quantisiert ist. Auch das wurde freilich hinterfragt, nur gibt es keinen Beweis für eine Quantisierung der Zeit. Deshalb hält die Mehrheitsmeinung am von Einstein in der Relativitätstheorie begründeten Modell fest.

Zeit ist relativ. Einstein sagte, dass die Zeit in einem Raumbereich mit starkem Gravitationsfeld langsamer läuft, als wenn die Gravitation schwächer ist. Die Uhren gehen also nicht überall gleich schnell. Ebenso hängt der Gang der Uhren von der Geschwindigkeit der Systeme ab, mit der sie sich relativ zueinander bewegen. Damit haben wir jeden Fixpunkt für die Zeit verloren, und wir könnten fragen, ob Zeit nicht überhaupt eine Fiktion ist. Wir haben ein persönliches Zeitgefühl. Das sagt uns, dass Zeit doch irgendwie da sein muss. Wir nehmen eine Folge von Bildern wahr und haben den Eindruck, dass ein Vorgang abläuft, also Zeit vergeht. Vielleicht ist es die Unmöglichkeit, die Bildfolge in umgekehrter Richtung laufen zu lassen, die uns überhaupt ein Gefühl für Zeit gibt. Wäre das Hin und Her im Ablauf beliebig möglich, würde die Zeit wie die Ortskoordinate funktionieren, und wir bräuchten dann kein Zeitgefühl. Vergangenheit und Zukunft wären so überflüssig.

Wir leben aber in der realen Welt. Vorher und Nachher sind deshalb für uns wichtig, und die Gleichzeitigkeit von Ereignissen muss feststellbar sein. Bei alltäglichen Problemen ist das nicht so

schwierig, da wir dabei nicht die Relativität der Zeit berücksichtigen müssen. Bei Ereignissen im kosmologischen Rahmen wie auch im Bereich der Elementarteilchen ist das Feststellen der Gleichzeitigkeit und des Hintereinanders schon schwieriger. Diese Feststellung ist aber wichtig, um Ursache und Wirkung auseinanderhalten zu können. Wir haben aber Glück, dass der Austausch von Informationen wie auch die Bewegung von Körpern nicht schneller als mit Lichtgeschwindigkeit geschehen können. Das verhindert, dass wir Nachrichten aus der Zukunft erhalten können.

Zeit ist messbar. Wir benützen Uhren. Die Masseinheit der Zeit ist gemäss Bundesgesetz über das Messwesen die Sekunde. Hat man sich früher bei der Festlegung der Sekunde an astronomischen Vorgängen orientiert, so wird heute die Sekunde von einem quantenmechanischen Prozess abgeleitet. *«Die Sekunde (s) ist das 9 192 631 770fache der Periodendauer der dem Übergang zwischen den beiden Hyperfeinstrukturturniveaus des Grundzustands von Atomen des Nuklids ¹³³Cs entsprechenden Strahlung.»* So steht es in der Einheitenverordnung zum Bundesgesetz über das Messwesen. Diese Definition und der Betrieb von Atomuhren garantieren, dass die Genauigkeit der Zeitmessung im Nanosekundenbereich liegt. Die Zeit ist eine Grösse, die sich wie keine an-



Hermann Knoll, Mag. rer. nat., geboren 1948, Studium der Mathematik und Physik an der Universität Wien, heute Professor für Mathematik und Physik an der Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW) in Chur.

dere genau messen lässt. Aber was heisst schon genau? Ein Messfehler ist auch bei der Zeitmessung grundsätzlich vorhanden. Nur, mit dem Messfehler treffen wir die Sache noch nicht richtig. Die Quantentheorie mit der Heisenberg'schen Unschärfebeziehung sagt, dass die genaue Lokalisierung eines Ereignisses in der Zeit prinzipiell, also unabhängig von der Messgenauigkeit, unmöglich ist.

Ist Zeit ewig? Wir wissen zwar nicht, ob der Lauf der Zeiten ohne Ende weitergeht. Verschiedene kosmologische Modelle kommen zu unterschiedlichen Ergebnissen. Anerkannt ist aber heute die Hypothese vom Urknall und damit von der Entstehung des Weltalls. Bei diesem Ereignis ist der Raum entstanden und auch die Zeit, die es möglich macht, Veränderungen des Raumes zu erfassen. Ohne Raum ergibt Zeit keinen Sinn. Somit ist auch die Frage überflüssig, was vor dem Urknall war, denn ein Vorher gibt es nicht. Und wenn das Weltall in einem dem Urknall gegenläufigen Prozess verschwinden sollte, vergeht auch die Zeit. Somit ist ein Nachher auch nicht sinnvoll. Ein Zustand ohne Zeit, das ist Ewigkeit.

Hermann Knoll