

Kraut und Rüben

oder

Was ist dran an einem vierdimensionalen Raum-Zeit-Kontinuum?

In einem Stück des österreichischen Biedermeier-Satirikers Johann Nestroy leert ein Knecht seine Ernte-Eimer unterschiedslos in den Keller. Vom Bauern zur Rede gestellt erfährt er, dass er nicht einfach Kraut und Rüben durcheinander werfen könne wie Kraut und Rüben; der korrekte Vorgang sei vielmehr so: das Kraut komme durch diese Falltür, die Rüben durch jene. Durch eine Rutsche nach jeder Falltür mischen sich dann die beiden Erdfrüchte wiederum von selbst. Das Ergebnis ist also das gleiche wie beim Knecht, aber rein formal wurde säuberlich getrennt.

Das erinnert uns an das, was Einstein dem armen Raum und der unschuldigen Zeit in seinen Theorien angetan hat: Er fügt sie zusammen, auf eine Weise, die man keinem Hauptschüler durchgehen ließe. Denn fragt man einen Schüler: Wieviel sind drei Äpfel und eine Birne, so wird er, falls er seine Lektion gelernt hat, antworten: Äpfel und Birnen kann man nicht zusammenzählen. Richtig. Raum und Zeit kann man auch nicht zusammenzählen.

Wir wollen ausnahmsweise nicht Einstein die Schuld an allem geben, obwohl er sich zu dem Konzept des Mathematikers *Hermann Minkowski* bekannte:

Von Stund' an sollen Raum für sich und Zeit für sich völlig zu Schatten herabsinken und nur noch eine Art Union der beiden soll Selbständigkeit bewahren.

(Minkowski in einem Vortrag auf der 80. Naturforscher-Versammlung zu Köln, 21. 9. 1908)

Einstein war erst dagegen, seine Spezielle Relativitätstheorie (SRT) von 1905 gleich so radikal zu verfremden, zumal eine Verschmelzung von Raum und Zeit in dieser Theorie gar nicht nötig war. Aber später fand er die Idee doch toll, und seitdem ist die Welt vierdimensional, 3 x Raum, 1 x Zeit, letztere den Raumkoordinaten mehr oder minder gleichgestellt.

Nun kann man aber Raum und Zeit nicht einfach addieren. Man kann sie aber ineinander überführen durch die Formel für die Geschwindigkeit: $v=s/t$, was in den Lehrbüchern aber nie erwähnt wird. Dazu braucht man eine Einheitsgeschwindigkeit, und dafür bietet sich die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum an, Symbol: c . Sie meinte Minkowski in dem erwähnten Vortrag, als er sagte:

Man kann danach das Wesen ((meiner Theorie)) mathematisch sehr prägnant in die mystische Formel kleiden:

$$3 \cdot 10^5 \text{ km} = \sqrt{-1} \text{ s}$$

(Auf Deutsch: 300.000 Kilometer sind gleich der Wurzel aus minus eins Sekunden). Die Wurzel aus -1 brauchte Einstein für seine kuriose Metrik: Bist du größer als ich, bin ich auch größer als du. Doch das ist ein anderes Kapitel.

Jedenfalls führt diese Gleichsetzung zu einer ungeheuren praktischen Diskrepanz in den Einheiten auf den Raum-Achsen im Vergleich zur Zeit-Achse (oder umgekehrt). Normalerweise rechnen wir in cm (Raum) und sec (Zeit). Jetzt gibt es zwei Möglichkeiten:

(a) Wir nehmen die Sekunde als Einheit auf der Zeit-Achse. Dann ist die Einheit der Raumachsen gleich 300.000 Kilometer (der Weg des Lichts in einer Sekunde), multipliziert mit der Wurzel aus -1. Wer etwas in Sekunden misst, verwendet höchst selten Hunderttausende von Kilometern als Maßstab - das ist kosmischen Ereignissen vorbehalten.

Oder:

(b) Wir nehmen den Zentimeter als Einheit auf den Raum-Achsen. Dann ist die Einheit der Zeitachse gleich 30 Pikosekunden, also 30 Billionstel Sekunden, multipliziert mit der Wurzel aus -1. Wer etwas in Zentimetern misst, verwendet höchst selten solche Zeitmaße - die sind atomaren Vorgängen vorbehalten.

Wie gesagt: theoretisch denkbar, praktisch unmöglich. Vor allem: Zwischen Raum und Zeit gibt es immer noch gewaltige Unterschiede, wie z.B.:

(1) Der Raum hat drei Dimensionen, die erweitert oder reduziert werden können. In der Erzählung "Flatland" aus dem Jahr 1880 schildert der Autor Edwin A. Abbott auf witzige Weise die Abenteuer zweidimensionaler Wesen, die das Eindringen eines dreidimensionalen Kegels in ihre Welt beobachten und zu begreifen versuchen. Zahlreiche SF-Geschichten spielen in einer vierten Dimension.

Mathematische und physikalische Zufallswege können sich in ein, zwei oder drei Dimensionen abspielen, mit unterschiedlichen Gesetzen; und man hat sogar zweidimensionale Teilchen postuliert und "Anyonen" getauft.

Im Gegensatz dazu hat die Zeit nur eine Dimension, die nicht geändert werden kann, da es bei zwei Zeitachsen die üblichen Zeitparadoxa geben könnte.

(2) Im Raum können wir uns frei bewegen, in der Zeit nicht. Grund sind die Zeitreise-Paradoxa. Der Raum ist eine Art Gefäß, in dem man alles einbetten kann. Die Zeit ist ein konstanter Fluss, der alles mitreisst. Der Raum hat keine bevorzugte Richtung, die Zeit schon.

(3) Der Raum wird auf eine Methode mit starren Messstäben vermessen, die Zeit grundsätzlich auf zwei verschiedene Arten: durch Abzählen gleicher Perioden (Pendeluhr), oder durch Messen eines Prozesses, der zu Ende geht (Sanduhr). Nur im zweiten Prozess ist die Richtung der Zeit erkennbar.

(4) Raum und Zeit sind voneinander unabhängig: Ein Raum ohne Zeit ist denkbar (alles erstarrt). Eine Zeit ohne Raum ist auch denkbar (Entwicklung eines Gedankens).

(5) Raum und Zeit sind in der Physik nicht gleichberechtigt. Alle Kräfte brauchen die zweite Ableitung nach dem Raum. Dagegen kann die Zeit gar nicht abgeleitet werden (Kräfte), oder einmal (Strömung), oder zweimal (Welle).

Minkowskis 4D-Welt - von Einstein auch in seine Allgemeine Relativitätstheorie übernommen - erklärt nichts und mystifiziert vieles. Trotzdem ist sie in der modernen Physik fest verankert. Sie hat Geistesflüge wie die "String-Theorien" ermöglicht und gibt vielen theoretischen Physikern und Mathematikern Beschäftigung und Brot.

Peter Ripota

Mehr dazu in meinem Buch über Symmetrien:

http://www.amazon.de/Symmetrien-Wissenschaft-bereichern-Fortschritt-behindern/dp/3837079635/ref=sr_1_1?ie=UTF8&s=books&qid=1237309627&sr=1-1