

Werner Kinnebrock

MIKRO
UND
MAKR



Von Galaxien und Atomen
Eine physikalische Reise

C·H·Beck

Auch diese Zahl können wir eleganter schreiben: Sie lautet: $17 \cdot 10^{-26}$

Kilogramm.

Zum Beispiel ist:

$$0,1 = 1/10 = 10^{-1}$$

$$0,01 = 1/100 = 10^{-2}$$

$$0,005 = 5/1000 = 5 \cdot 10^{-3}$$

usw.

Negative Hochzahlen (Exponenten) stellen also Brüche dar, man kann so winzig kleine Zahlen sehr elegant und kurz darstellen.

2. «Unendlich» mal «unendlich»?

2.1 Das Unendliche in der Natur

Kommt in der Natur der Begriff «unendlich» vor? Wir wissen es nicht. Zumindest wäre es in der Kosmologie möglich. Es besteht die Vermutung, dass das Universum flach ist, das bedeutet, dass es wie eine Ebene unendlich ausgedehnt ist. Und für ein solches ebenes Universum gilt die Schulgeometrie, genauer: die nach dem griechischen Mathematiker Euklid benannte «euklidische Geometrie». Der Raum könnte dann wie die Ebene

unendlich ausgedehnt sein. (Die Geometrie, die eine gekrümmte Oberfläche wie die einer Kugel beschreibt, ist die «nichteuclidische Geometrie».) Die Oberfläche eines Zylinders und auch eines Autoschlauchs ist wiederum euklidisch. Die Mathematiker sprechen im letzteren Fall von einem «Torus». Das Universum könnte durchaus auch wie ein Torus aufgebaut sein (hier ein vierdimensionaler Torus mit einer dreidimensionalen «Oberfläche», also ein «Hypertorus»). In diesem Fall wäre das Weltall also nicht unendlich ausgedehnt, aber immer noch euklidisch.

Im Folgenden betrachten wir den

Begriff «unendlich» genauer. Die heutige Mathematik, die die Natur elegant beschreibt, ist ohne den Unendlichkeitsbegriff nicht denkbar.

Im Jahr 1900 hielt der bekannte Göttinger Mathematiker David Hilbert eine Rede in Paris, in der er Georg F. L. P. Cantor als einen der größten Mathematiker des 19. Jahrhunderts pries. Cantor hatte den Begriff «unendlich» in die abstrakte Mengenlehre eingeführt, und Hilbert bezeichnete seine Leistung als «die bewundernswerteste Blüte mathematischen Geistes». Gleichzeitig forderte er die Mathematiker seiner Zeit

auf, im neuen beginnenden 20. Jahrhundert die Mathematik von allen noch bestehenden Unsicherheiten zu befreien. Er konnte nicht ahnen, dass 30 Jahre später einer der größten Mathematiker des 20. Jahrhunderts, Kurt Gödel, nachweisen sollte, dass es Aussagen in der Mathematik gibt, die prinzipiell nicht beweisbar und auch nicht widerlegbar sind.

2.2 «Unendlich» in Zahlen

Die einfachste Form von «unendlich», symbolisiert durch « ∞ », finden wir in den Zahlen 1, 2, 3, 4, 5, ... Dies sind die natürlichen Zahlen, gegeben in