

Spektrum PLUS⁺

Ihre Vorteile als Abonnent

Exklusive Extras und Zusatzangebote für alle Abonnenten von Magazinen des Verlags **Spektrum** der Wissenschaft



SYMPOSIUM
Bessere Menschen?
Technische und ethische Fragen in der
transhumanistischen Zukunft
Nürnberg, 11.–13. Oktober 2019

AKINDO / GETTY IMAGES / ISTOCK

Kostenfreie **Exkursionen** und **Begegnungen**

12. 11. 2019 Redaktionsbesuch **Sterne und Weltraum**, Heidelberg
13. 11. 2019 Leserexkursion zum Forschungszentrum Jülich

Eigene **Veranstaltungen** und ausgewählte Veranstaltungen von **Partnern** zum **Vorteilspreis**

7. 9. & 5. 10. 2019 Laborkurs: CRISPR-Whisper-Experiment »Aus Blau mach Weiß«, Berlin
20.–22. 9. 2019 Symposium »Unbestimmt und relativ? Das Weltbild der modernen Physik«, Nürnberg

27. 9. 2019 **Spektrum** Schreibwerkstatt, Heidelberg
11.–13. 10. 2019 Symposium »Bessere Menschen? Technische und ethische Fragen in der transhumanistischen Zukunft«, Nürnberg

15.–16. 11. 2019 Stuttgarter Zukunftssymposium »Kollege KI – Arbeit 4.0«, Stuttgart
22. 11. 2019 **Spektrum** LIVE-Veranstaltung »Pasta, Pomodori, Parmigiano: Physik pur«, Frankfurt am Main

27. 11. 2019 DHV-Symposium »Maschinen statt Menschen? Chancen und Grenzen künstlicher Intelligenz – aus Sicht der Wissenschaft«, Bonn

28. 11. 2019 **Spektrum** Schreibwerkstatt, Heidelberg
24. 1. 2020 **Spektrum** LIVE-Veranstaltung »Die Wissenschaft vom Whisky«, Offenbach

Digitales Produkt zum kostenlosen Download und weitere Vorteile

Download des Monats im September: **Gehirn&Geist** Dossier 1/2019 »Schlafen und Träumen«
Englischkurs von Gymglish: zwei Monate lang kostenlos und unverbindlich testen

Leserreisen

Vorteilspreis auf ausgewählte ornithologische Reisen bei birdingtours
travel-to-nature-Reisen nach **Namibia**, **Peru** oder **Costa Rica** zum Vorteilspreis
Einkaufsgutschein für den **Spektrum**-Shop bei Buchung der Chile-, Polarlicht- oder Mexikoreise von Wittmann Travel e.K.

Weitere Informationen und Anmeldung:

Spektrum.de/plus



FRANZI SCHÄBEL / FLORIAN.FREISTETTER@EPRESS.FI / CC BY-SA 4.0 / CREATIVECOMMONS.ORG / LICENSES / BY-SA / 4.0 / DE / GAL0001

FREISTETTERS FORMELWELT VIEL LÄRM UM NICHTS!

Auch wenn sie zunächst als überflüssig galt, hat sich die Null inzwischen durchgesetzt – allerdings muss man sie sorgfältig definieren.

Florian Freistetter ist Astronom, Autor und Wissenschaftskabarettist bei den »Science Busters«.

» spektrum.de/artikel/1661454

Man könnte meinen, nichts wäre einfacher als das Nichts: Nichts ist, wenn nichts da ist. Aber auf die Idee, dass man das auch mathematisch definieren kann, sind die Menschen erst erstaunlich spät gekommen. In moderner Formulierung sieht das Nichts so aus:

$$ME : \forall X : \neg (X \in M)$$

In den alten Hochkulturen von Babylonien, Griechenland und Rom gab es keine Null; zumindest nicht als eigenständige Zahl. Sie wurde erst nötig, als das Stellenwertsystem vor etwa 2000 Jahren in Indien entstand. Dabei handelt es sich um das für uns geläufige System, eine Zahl durch mehrere aufeinander folgende Ziffern auszudrücken. Bei der Zahl 303 steht beispielsweise die erste 3 für »drei mal hundert« und die zweite 3 für »drei mal eins«. Ohne die Null zwischen beiden könnte man die Zahl nicht von der 33 unterscheiden, bei der die erste 3 für »drei mal zehn« steht.

Der älteste unumstrittene Beleg für die Verwendung der Null als Ziffer stammt aus dem Bakshali-Manuskript, einer Sammlung mathematischer Texte aus dem 3. Jahrhundert nach Christus, das in Pakistan gefunden wurde. Es dauerte jedoch 900 weitere Jahre, bis islamische Mathematiker die Null zusammen mit den indischen Zahlen nach Europa brachten. Viele europäische Gelehrte erachteten die Null aber nicht als sinnvoll; sie sahen sie nur als Zeichen und nicht als vollwertige Zahl an. Erst seit dem 17. Jahrhundert wird die Null in der Art und Weise verwendet, wie wir das heute tun.

Abgesehen davon, dass sich bestimmte Berechnungen ohne eine Zahl wie die Null überhaupt nicht durch-

führen lassen, ist sie vor allem entscheidend, um die Regeln so genannter algebraischer Strukturen aufzustellen. In der Algebra geht es darum, wie sich Mengen miteinander verknüpfen lassen. Dabei kann es sich um extrem komplexe Operationen handeln, aber auch um alltägliche Tätigkeiten wie die vier Grundrechenarten.

Will man zum Beispiel mathematisch exakt definieren, was es bedeutet, zwei Zahlen zu addieren, kommt man nicht ohne die Null aus. In diesem Zusammenhang bildet sie das so genannte neutrale Element, also die Zahl, die eine andere nicht verändert, wenn man beide summiert.

Die oben angegebene Formel geht noch eine Ebene tiefer und beschreibt das so genannte Leermengenaxiom, das aus der Zermelo-Fraenkel-Mengenlehre stammt. Diese bildet die Grundlage, auf der so gut wie alle Bereiche der modernen Mathematik fußen. Darin fordert man, dass es eine »leere Menge« gibt, die keine Elemente enthält, deren »Mächtigkeit« also gleich null ist.

Während es beliebig viele Mengen mit Mächtigkeit eins oder zwei gibt, hat bloß die leere Menge eine Mächtigkeit von null. Sie ist dadurch eindeutig bestimmt. Andererseits ist die Null nichts anderes als die Anzahl der Elemente der leeren Menge. Somit definieren sich beide Objekte gegenseitig.

Inzwischen ist die Null so tief in unser alltägliches Leben eingedrungen, dass man es sich ohne sie nicht mehr vorstellen kann: Sie ist definitiv mehr als nichts!