



# FREISTETTERS FORMELWELT FUNKTION EIN, FUNKTION AUS

**Sie gehört zu den unspektakulärsten Gleichungen der Mathematik. Dennoch ist die so genannte Heaviside-Funktion vor allem in der Praxis nützlich – was ihrem Erfinder sehr wichtig war.**

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

» [spektrum.de/artikel/1706928](https://spektrum.de/artikel/1706928)

Im Jahr 1865 veröffentlichte der schottische Physiker James Clerk Maxwell seine berühmten Maxwell-Gleichungen, die zu den elegantesten Formeln der Physik gezählt werden. Sie beschreiben elektromagnetische Phänomene, unter anderem die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen. In Wirklichkeit verdanken die Gleichungen ihre kompakte und ästhetische Form aber gar nicht Maxwell selbst, sondern einem weitaus weniger bekannten Wissenschaftler, nach dem folgende Funktion benannt ist:

$$\Theta(x) = \begin{cases} 1, & \text{wenn } x > 0, \\ 0, & \text{wenn } x < 0 \end{cases}$$

Im Vergleich zur enormen Vielfalt der Phänomene, welche die Maxwell-Gleichungen beschreiben, wirkt diese Heaviside-Funktion fast schon enttäuschend. Sie kann nur zwei Werte annehmen, null oder eins. Auch ihr Graph ist nicht wirklich beeindruckend: Bis  $x = 0$  liegt er auf der x-Achse, danach springt er auf den Funktionswert 1 und verläuft von dort aus ebenso gerade weiter bis ins Unendliche.

Das klingt fast zu einfach, um eine eigene Definition zu rechtfertigen. Die Heaviside-Funktion erweist sich aber als extrem praktisch – unter anderem in der Nachrichtentechnik, wo sie wie ein mathematischer Filter wirkt. Man kann eine Gleichung mit der Heaviside-Funktion multiplizieren, und das Ergebnis stimmt für  $x > 0$  mit der ursprünglichen Form überein, ist für negative Werte jedoch gleich null. Die Heaviside-Funktion schaltet ein Signal also gewissermaßen ein oder aus. Und das natürlich nicht nur für  $x = 0$ , sondern für beliebige andere Werte.

Urheber der Gleichung ist der 1850 in London geborene Mathematiker und Physiker Oliver Heaviside. Er hatte keine leichte Kindheit. Eine Scharlacherkrankung

beeinträchtigte sein Gehör, wodurch es ihm schwerfiel, mit seinen Altersgenossen zu interagieren. Trotz guter Leistungen in der Schule verließ er sie mit 16 Jahren und ging nach Dänemark, wo er als Telegrafist arbeitete. Im Rahmen seiner Tätigkeit stieß er auf das Werk von Maxwell, lernte es im Selbststudium verstehen und begann eigene mathematische Methoden zu entwickeln, durch die er seine Gedanken über den Elektromagnetismus formulierte.

Dabei ging es ihm vor allem um praktische Anwendbarkeit; mit der formalen Exaktheit der Disziplin konnte er wenig anfangen. Wenn etwas für ihn offensichtlich war, sah er keinen Grund, das auch noch formal zu beweisen. Um schwierige Differenzialgleichungen zu lösen, führte er zum Beispiel die Operatorenrechnung ein, bei der er das Differenzieren einfach durch die Multiplikation mit einem Operator ersetzte und die Integration durch eine entsprechende Division. Ob diese Methode mathematisch korrekt war, kümmerte Heaviside nicht – das bewiesen später andere.

Der englische Wissenschaftler vereinfachte zudem wie erwähnt Maxwells Gleichungen und war maßgeblich an der Einführung von Vektoren und der Vektoranalysis beteiligt. Er ließ das Koaxialkabel patentieren, fand Methoden, um telegrafische Nachrichten besser zu übertragen, leistete wichtige Vorarbeiten zur speziellen Relativitätstheorie und sagte voraus, dass die Erde von einer Schicht umgeben ist, die kurzwellige Radiosignale reflektiert. Für den Nachweis dieser Ionosphäre erhielt der Forscher Edward Appleton 1947 den Nobelpreis für Physik.

Heaviside galt als Exzentriker: Die letzten Jahre bis zu seinem Tod 1925 verbrachte er in einem Haus, dessen Möblierung angeblich ausschließlich aus Granitblöcken bestand. Bekannt wurde sein Name übrigens auch außerhalb der Mathematik. Der Dichter T. S. Eliot verewigte ihn im Titel seines Gedichts »The Journey to the Heaviside Layer«, dessen Vertonung seit 1981 Teil des berühmten Musicals »Cats« ist.