

Physikaufgabe 65

[Home](#) | [Startseite](#) | [Impressum](#) | [Kontakt](#) | [Gästebuch](#)

Aufgabe: Erklären Sie am Beispiel des radioaktiven Zerfalls, warum die physikalischen Größen Energie, Impuls, Zeit und Raum nicht null werden können.

Lösung: Die Null ist eine Erfindung der Araber und hat viel Verwirrung gestiftet. Sie war zur Einführung des Dezimalsystems gedacht, doch die Lateiner kannten sie ursprünglich gar nicht. Nun gab es zwar auch bei ihnen die 10, die 100 usw., aber die Null selbst kam im römischen Zahlensystem nicht vor, denn würde man durch null dividieren, so würde daraus der Wert „unendlich“ resultieren, den es in der Welt der Physik nicht gibt.¹ Betrachten wir eine Hyperbel $y = 1/x$, so werden die Werte 0 und ∞ zu keiner Zeit angenommen, denn wenn $y = 0$ ist, dann wäre $x = 1/y = \infty$, also keine greifbare Zahl, und wenn $x = 0$ ist, dann wäre $y = 1/x = \infty$ ebenfalls keine faßbare Zahl. Auch die Gleichung $xy = 0$ ist physikalisch undenkbar, sofern nicht beide Größen null sind, denn sie suggeriert uns, daß $0 \cdot \infty = 0$ eine Lösung sei. Es gibt in der Natur nichts, was unendlich ist, außer der Dummheit der Menschen. Betrachten wir als physikalische Gesetzmäßigkeit die Hyperbel

$$p = \frac{\hbar}{s},$$

wobei wir x durch s ersetzt haben und y durch p . Die Eins entspricht dabei dem Planckschen Wirkungsquantum $\hbar = h/(2\pi)$. Aus der bekannten Beziehung $p = \hbar k$, wobei $k = 2\pi/\lambda$ der Wellenvektor ist, ergibt sich

$$p = \frac{h}{2\pi} \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{h}{\lambda},$$

und wegen $c = \lambda \nu$ folgt weiter

$$p = \frac{h\nu}{c} = \frac{\hbar\omega}{c}.$$

Der Impuls besitzt also eine Orts- und eine Impulsdarstellung. Mit der Setzung $s \equiv c/\omega$ ist dann

$$sp = \frac{c}{\omega} \frac{h}{\lambda} = \hbar.$$

In diesem Ausdruck kann weder der Weg noch der Impuls null werden, ohne daß die andere Größe unendlich wird. Die Null induziert indes einen kausalen Anfang, der ebenso unsinnig ist wie unendlich ein logisches Ende signalisiert; denn was soll unendlich sein, wenn kein definierter Wert angenommen wird? Analog folgt aus $\nu = 1/t$, wobei t eine Zeitperiode ist, die Relation

$$Et = \hbar,$$

¹ In der Mathematik ist unendlich lediglich ein Grenzwert, während man die Null auch ohne Grenzwert definieren kann.

Physikaufgabe 65

d.h. die Energie E multipliziert mit dem Zeitumfang $2\pi \cdot t$ ergibt die Wirkung h . Die letzte Gleichung liefert zugleich die Erklärung für den radioaktiven Zerfall. Wird die Zeit auf die zweifache Halbwertszeit² verdoppelt, muß sich die Energie halbieren, daher kann nach Ablauf dieser Zeit nur genau die Hälfte aller Isotope zerfallen sein. Das folgt direkt aus dem Satz von der Erhaltung der Wirkung. Da die Zeit im Ortsraum mittels

$$t = \hbar E^{-1} \quad \text{und} \quad s = \hbar p^{-1}$$

ebenso quantisiert werden kann wie die Energie im Impulsraum, besitzt jedes Isotop die gleiche Halbwertszeit. Es zerfällt, sobald ein Strahlungsquant geeigneter reziproker Energie auftrifft. Keine der vier Größen s , p , t und E kann daher jemals null oder unendlich werden, sonst bliebe die Wirkung bzw. der Drehimpuls nicht erhalten.³ Nun gilt nach der Heisenbergschen Unschärferelation bekanntlich

$$\frac{\partial s \partial p}{\partial t \partial E} = 1 \quad \text{bzw.} \quad \frac{\partial s}{\partial t} - \frac{\partial E}{\partial p} = 0.$$

Folglich können auch die Differentiale nicht null werden, d.h. die Wirkgrößen können nicht konstant sein, sondern müssen sich ändern. Subtrahieren wir eine Größe des vierdimensionalen Ortsraums von einer des reziproken Raums, so annihilieren diese sich tatsächlich zu null, obwohl beide in ihren zugehörigen Unterräumen nichtverschwindend sind.⁴ Was also scheinbar nicht existiert, befindet sich lediglich im Gleichgewicht mit einer anderen Größe, wenn auch in unterschiedlichen Unterräumen.

Mathematische Operationen müssen aus Kongruenzgründen entweder im Ortsraum ausgeführt werden oder im Impulsraum, sie dürfen keinesfalls vermengt werden.⁵ Erlaubt ist hingegen die Darstellung des Einheitsoperators als Wirkung

$$\hbar \frac{\partial}{\partial t} \frac{\partial}{\partial E} = 1.$$

Dessen Quadrat ergibt wieder einen Einheitsoperator:

$$\hbar^2 \frac{\partial^2}{\partial t^2 \partial E^2} = 1.$$

Multiplizieren wir beide Seiten mit der Wirkungsgleichung $sp = \hbar$, so erhalten wir

$$\hbar^2 \frac{\partial^2 s}{\partial t^2} \frac{\partial^2 p}{\partial E^2} = \hbar$$

² Die einer Periodendauer gleichkommt

³ Die Wirkung ist eine Erhaltungsgröße.

⁴ Hier ist die Null also nur eine scheinbare Null, die sich durch Subtraktion zweier von null verschiedener Größen ergibt.

⁵ Die klassische Mechanik wirft dieses Prinzip regelmäßig über den Haufen, daher kommen dort auch negative Energien vor, die es relativistisch nicht geben dürfte.

Physikaufgabe 65

und nach Multiplikation mit der Masse

$$\left(m \frac{\partial^2 s}{\partial t^2}\right) \left(\frac{1}{m} \frac{\partial^2 (p/\hbar)}{\partial (E/\hbar)^2}\right) = 1.$$

Das ist äquivalent zum Gravitationsfeld und seinem Kehrwert in beiden Unterräumen:

$$\left(m \frac{\partial^2 s}{\partial t^2}\right) \left(\frac{1}{m} \frac{\partial^2 k}{\partial \omega^2}\right) = 1.$$

Es lassen sich wahlweise auch Zeit und Ort quantisieren. Dann lautet die Gleichung

$$\left(m \frac{\partial^2 (s/\hbar)}{\partial (t/\hbar)^2}\right) \left(\frac{1}{m} \frac{\partial^2 p}{\partial E^2}\right) = 1.$$

Daran sehen wir, was Raum und Zeit eigentlich sind – sie sind schlicht die Kehrwerte von Impuls und Energie:⁶

$$\left(m \frac{\partial^2 p^{-1}}{\partial E^{-2}}\right) \left(\frac{1}{m} \frac{\partial^2 p}{\partial E^2}\right) = 1.$$

Schließlich ist auch noch die klassische Formulierung

$$\left(m \frac{\partial^2 s}{\partial t^2}\right) \left(\frac{1}{m} \frac{\partial^2 k}{\partial \omega^2}\right) = 1$$

richtig. Diese Gleichung ist äquivalent zu

$$\partial^4 sp = \partial^2 s \partial^2 p = \frac{1}{2} \partial s \partial p = \frac{\hbar}{4}.$$

Ersetzen wir sp durch \hbar , so sehen wir, daß der Differentialoperator wie eine gewöhnliche reelle Zahl behandelt werden kann, denn es ist

$$\partial^4 = \frac{1}{4} \quad \text{bzw.} \quad \partial^2 = \frac{1}{2},$$

was genau den Eigenwerten der Weltgleichung entspricht. Wer also die Frage aufwirft, woher Raum und Zeit rühren, der sollte verinnerlichen, daß Raum und Zeit nichts anderes sind als reziproker Impuls und reziproke Energie, und daß das Weltall auch nicht aus dem Nichts entstanden sein kann, weil es null Energie und null Impuls nach dem Wirkprinzip nicht gibt. Es muß nur gefordert werden, daß das Weltall ewig ist in dem Sinne, daß sein Ende jeweils der Anfang des nächsten Universums ist. Wenn wir rein willkürlich mit unserer Beschreibung den-

⁶ Wobei die Proportionalitätskonstanten durch das Plancksche Wirkungsquantum gegeben sind

Physikaufgabe 65

noch irgendwo bei null beginnen wollen, schreiben wir am besten in den Bewegungsgleichungen anstatt der Zeit t die Differenz $t - t_0$, dann kann t_0 beliebig sein. Strenggenommen müßten wir die Heisenbergsche Unschärferelation als Raumumfang $2\pi \cdot s$ multipliziert mit dem Impuls bzw. als Zeitkreis $2\pi \cdot t$ multipliziert mit der Energie schreiben, damit eine Wirkung zustande kommt, i.e.

$$2\pi s \cdot p = h \quad \text{bzw.} \quad 2\pi t \cdot E = h.$$

Allein daran erkennen wir bereits, daß es sich bei Raum und Zeit um „geschlossene“ Größen handelt. In der Wirkung erkennen wir außerdem das Kausalitätsgesetz bzw. das Dritte Newtonsche Gesetz

actio = reactio.

Man sagt auch: Die Ursache kommt vor der Wirkung. In diesem Sinne gibt es keine Rückkehr in unser altes Zeitsystem, wenn wir dieses einmal verlassen haben und uns nahezu mit Lichtgeschwindigkeit bewegen.⁷ Das hat seinen Grund darin, daß wir bei Überschreitung dieser Grenzgeschwindigkeit das Alter des Universums erreicht haben und in den nächsten Urknall hineingeraten. Wir wissen aber definitiv, daß es eine Wirkung geben muß, und daß diese eine Ursache hat. Descartes' unlogische Schlußfolgerung:⁸ „Ich denke, also bin ich“, muß daher korrigiert werden und kann zudem auf die gesamte Natur übertragen werden: „Weil ich bin, wirke ich“, oder anders ausgedrückt: „An meiner Wirkung kann ich erkennen, daß es mich geben muß.“⁹

⁷ Die „Lichtmauer“ ist wie eine Schallmauer, die kausal nicht durchbrochen werden kann.

⁸ Richtig müßte es heißen: „Weil ich bin, denke ich“; die Existenz ist die Ursache des Denkens und nicht umgekehrt.

⁹ René Descartes starb, als Isaac Newton erst 7 Jahre alt war, er konnte daher dessen Naturgesetz nicht kennen.