Was wiegt das Kind auf der Schaukel, was wiegt der Stein im Wasser?

Hermann Bauer

Zusammenfassung

Das Gewicht eines Menschen, das er selber erlebt oder das ihm eine Waage anzeigt, ist nicht konstant, sondern hängt von der Bewegung, genauer von der Beschleunigung des Menschenleibes ab. Dieses «erscheinende Gewicht» wird hier allgemein qualitativ und quantitativ behandelt und an zwei Beispielen, der Schaukelbewegung und der Fallbewegung eines Steines im Wasser, genauer dargestellt. Dies geschieht ohne Verwendung des tradierten Schwerkraftbegriffs.

Summary

A person's weight, either experienced themselves or obtained from weighing scales, is not constant but depends on the movement, or more precisely, the acceleration of their body. This 'apparent weight' is here examined qualitatively and quantitatively and presented more exactly using two examples: the swinging and falling movements of a stone in water. This is done without using the conventional concept of gravity.

1 Erscheinendes Gewicht und Gewichtstragekraft

Im alltäglichen Leben und im Physikunterricht wird die Schwerkraft noch weitgehend als eine auf alle Körper wirkende Anziehungskraft angesehen, etwa wie die des Magneten auf Eisenstücke. Die allgemeine Relativitätstheorie hat diese Auffassung im Prinzip überwunden, indem sie von Führungsfeldern spricht. Eine gründliche Untersuchung der Phänomene zeigt, dass die Gewichtserscheinungen physikalisch identisch mit Trägheitswiderständen sind, wenn man vom frei fallenden System ausgeht, in dem es keine Gewichtserscheinungen gibt. Von Schwerkraft im oben angegebenen Sinne braucht man dann nicht mehr zu reden. Natürlich kann man sie weiterhin als «Naturkraft» wie z. B. die «Lebenskraft» ansehen, das heißt als Grund dafür, dass es überhaupt Gewichtserscheinungen, dass es «Schwere» gibt. Ihr Urphänomen ist aber das kräftefreie Fallen auf die Erde zu (siehe *Bauer* 2007a, Kap. A). Hier soll dies an einigen Beispielen verdeutlicht werden.

Stellen wir uns dazu einen Fahrstuhl von gehöriger Größe vor, der sich mit einer konstanten Beschleunigung a, die kleiner als die Fallbeschleunigung g ist[1], vertikal nach unten in einen Schacht hineinbewegt.

1 Diese Beschränkung ist unwesentlich, wird aber in diesem Aufsatz eingehalten.

In diesem «bewegten System» fällt ein losgelassener Stein nur noch mit der Beschleunigung $g' = g - a$ nach unten. Wenn man den Stein festhält, so verhindert man diese Bewegung und benötigt dazu, wenn m seine Masse ist, die nach oben gerichtete Kraft:

(1) $$G' = m(g - a) = mg'.$$

Dies entspricht – nach unten gerichtet – dem, was wir auf dem Erdboden stehend als Gewicht bezeichnen ($G = mg$). Auch wir selber erleben unser Eigengewicht im Fahrstuhl entsprechend verringert. Ich nenne G′ das «erscheinende Gewicht» oder auch «Gewichtserscheinung». Im Sinne der tradierten Begriffe handelt es sich um eine Überlagerung von (durch die Schwerkraft bewirktem) Gewicht und Trägheitswiderstand. Sie bilden aber eine untrennbare Einheit.[2]

Wir haben in dem bewegten Fahrstuhl ein System, in dem die gesamte Physik von Fall, Wurf und Gewicht dann gilt, wenn man in allen Formeln g durch g' ersetzt, was Stoff zu interessanten Übungsaufgaben bietet, da jede Rechnung in beiden Systemen gemacht werden kann und die Ergebnisse natürlich übereinstimmen müssen. Um z. B. Mondverhältnisse mit $g' = \frac{g}{6}$ zu simulieren, muss man dem System die Beschleunigung $a = \frac{5g}{6}$, also etwa 8,2 m/sec^2, geben.

Der Luftwiderstand spielt in beiden Systemen die gleiche Rolle, ebenso die Abnahme von g mit der Höhe. Sie können also unberücksichtigt bleiben.

Wie erlebt man Gewicht? Denkt man sich durch eine stehende Marmorsäule einen waagrechten Schnitt gelegt, so muss das, was darunter liegt, alles, was darüber liegt, tragen und wird dadurch in vertikaler Richtung etwas gepresst, und zwar umso mehr, je weiter unten die Ebene liegt. Beim Menschen ist das viel komplizierter, doch gilt prinzipiell auch für den stehenden Menschen, dass sein Körper eine von unten nach oben abnehmende Verspannung erfährt, und dieses «Lösen» der Verspannung ist eine wesentliche Grundlage seines Gewichtserlebnisses, das in modifizierter Weise beim Sitzen und Liegen auftaucht. Trägheitswiderstände erleben wir in gleicher Weise.

Die andere Grundlage, die wir vor allem beim Stehen erfahren, ist das Sich-Wehren gegen das Fallen des vielfältig beweglichen Leibes, das Muskelspannungen und leichte Bewegungen nötig macht (siehe *Kühl* 1985, S. 4f.).

2 Natürlich spielt das Normalgewicht G eine wichtige Rolle im Dasein. Aber selbst dieses ist durch die Zentripetalbeschleunigung der Erdrotation beeinflusst: Man wiegt am Pol ($g = 9, 83$) etwa ein halbes Prozent mehr als am Äquator ($g = 9{,}78$).