

182 Das dritte Newtonsche Gesetz

ZUSAMMENFASSUNG

Das dritte Newtonsche Gesetz ist eine triviale Folge aus dem Impulssatz. Das Experiment mit den Rollbrettern, das in diesem Zusammenhang gern vorgeführt wird, trägt kaum zu einem Verständnis des Gesetzes bei.

Gegenstand

„Kräfte treten immer paarweise auf. Übt ein Körper A auf einen anderen Körper B eine Kraft aus (*actio*), so wirkt eine gleich große, aber entgegen gerichtete Kraft von Körper B auf Körper A (*reactio*).“

Man zeigt die Gültigkeit des Gesetzes oft mit einem Experiment: Zwei Personen stehen auf zwei Rollbrettern und ziehen sich mit Hilfe eines Seiles aufeinander zu; einmal zieht die eine, einmal die andere, Abb. 1.

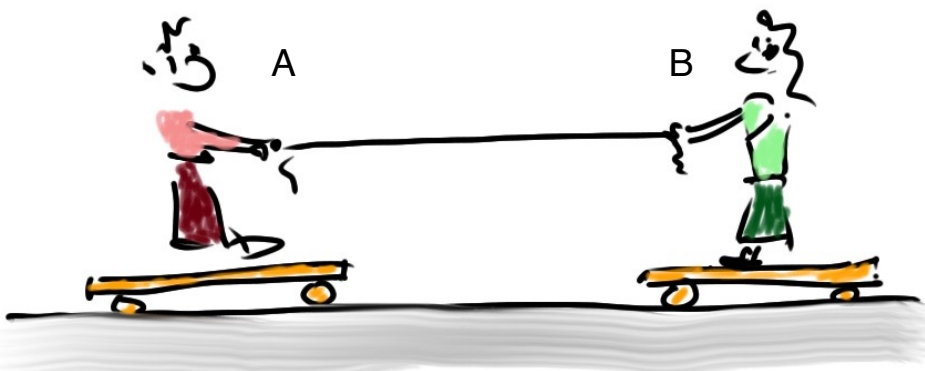


Abb. 1. Zum experimentellen Beweis des dritten Newtonschen Gesetzes: Eine Person zieht, die andere nicht.

Mängel

Ich gestehe, dass ich das Gesetz lange nicht verstanden hatte, auch am Ende meines Physikstudiums noch nicht. Es hatte mich allerdings auch nicht sonderlich interessiert. Es schien mir einer der Sprüche zu sein, wie man sie auch im Religionsunterricht lernt. Du weißt, was du im richtigen Augenblick (im Augenblick der Prüfung) zu sagen hast. Und das wusste ich sehr wohl. Es war ja nicht sehr schwer, den Satz nachzusprechen.

Hier mein Problem: Von einem Gesetz erwarte ich, dass es sagt wie es ist, aber auch dass es sagt wie es nicht ist. Damit das Gesetz verständlich ist, muss man sich eine Welt vorstellen können, in der es nicht gilt. Nehmen wir das 2. Newtonsche Gesetz (oder das was heute so genannt wird):

Es gilt

$$F = m \cdot a.$$

Wer es noch nicht kennt, könnte sich durchaus vorstellen, dass gilt

$$F = k \cdot m^2 \cdot a.$$

Ich konnte mir nun aber einfach keine Welt vorstellen, in der das dritte Gesetz nicht gilt. Wie soll es aussehen, wenn die Kraft, die Körper A auf Körper B ausübt, nicht gleich der ist, die B auf A ausübt, Abb. 2? Sollte sich B in Bewegung setzen und A nicht? Das kann ja aus Symmetriegründen nicht sein. Wozu brauche ich da noch ein Gesetz?

Da dieses Unbehagen wohl jeder haben würde, der die Situation von Abb. 2 betrachtet, hat irgend jemand die zweifelhafte Idee für das Experiment von Abb. 1 gehabt.



Abb. 2. Die Situation ist symmetrisch.

Man baut die Geschichte zwar zunächst symmetrisch auf – zwei Wagen, zwei Personen –, bricht dann aber die Symmetrie, indem man nur den einen der beiden Protagonisten ziehen lässt. Und die Begleitmusik geht so: A zieht, d.h. übt eine Kraft aus, B zieht nicht, übt also keine Kraft aus, oder wenigstens nicht absichtlich, und trotzdem übt B eine Kraft aus, denn sonst würde A nicht beschleunigt. Dass das „ziehen“ der einen oder der anderen Person nichts mit dem dritten Gesetz zu tun hat, merkt man so nicht gleich. Es offenbart vielmehr, dass der Experimentator Impuls- und Energieausgaben durcheinander bringt. Was die beiden Teilerperimente – A zieht oder B zieht – unterscheidet, ist nur die Energiequelle für die Beschleunigung. Und was die Voraussetzung dafür ist, dass man das Experiment für überzeugend hält, ist, dass man an den Spruch glaubt, Kräfte erkenne man an einem „Muskelgefühl“. In manchen Versionen des Experiments wird sogar noch darauf geachtet, dass die nichtziehende Person das Seil nicht mit der Hand hält, sondern sich um die Taille bindet, damit diese nichtziehende, sondern nur haltende Person kein Muskelgefühl hat. (An die Muskeln in Hüfte und Beinen scheint der Experimentator nicht gedacht zu haben.)

Herkunft

Von Newton selbst. Newton war genial – darüber besteht kein Zweifel; aber zu seiner Zeit war es wohl Programm, die Welt zu beschreiben wie einen Gegenstand der Mathematik, d.h. axiomatisch. Sein Werk heißt schließlich auch „*Mathematische Prinzipien der Naturphilosophie*“, und es wimmelt von *definitiones*, *leges*, *scholia*, *corollaria*, *lemmata* etc. Dieses Ziel musste er natürlich verfehlen, wie zum Beispiel Ernst Mach ausführlich darlegt [1]. Dass dabei der Satz von der Gleichheit der Kräfte, die zwei Körper aufeinander ausüben, als Gesetz auftritt, ist nicht überraschend.

Entsorgung

1. Das dritte Gesetz ist eine (triviale) Folge des Impulssatzes. Da der Impulssatz ohnehin behandelt wird, braucht man kein gesondertes (drittes Newtonsches) Gesetz.
2. Das Experiment mit den Rollbrettern kann durchaus nützlich sein, nämlich wenn man außer der Impuls- auch die Energiebilanz diskutiert, d.h. nach dem Verlauf von Impuls- und Energieströmen fragt.

[1] E. Mach, E: *Die Mechanik in ihrer Entwicklung*, F. A. Brockhaus, Leipzig, 1897, S. 180 f.