

187 Das dritte Newtonsche Gesetz (zum dritten Mal)

ZUSAMMENFASSUNG

Beim Tauziehen wird das dritte Newtonsche Gesetz nicht außer Kraft gesetzt. Die Kraft ist immer und an jeder Stelle des Seils dem Betrage nach gleich.

Gegenstand

„Wenn Willy und Lilly, Abb. 1, mit derselben Kraft ziehen, bewegt sich das Seil nicht. Es herrscht Kräftegleichgewicht. Wenn sich das Seil bewegt, etwa nach links, zieht Willy mit der größeren Kraft.“

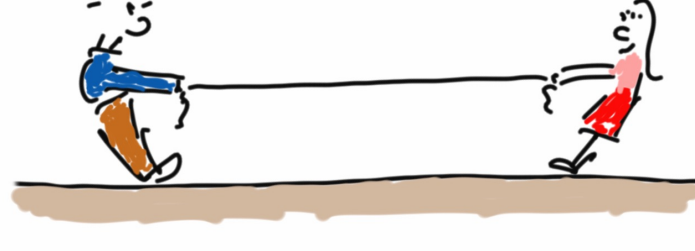


Abb. 1. Zieht Willy mit der größeren Kraft?

Mängel

Ich bin dem Altlastenleser nicht böse, wenn er diesen Artikel wegklickt. Schließlich war das dritte Newtonsche Gesetz schon zweimal Thema – zum letzten Mal erst vor wenigen Monaten. Heute trotzdem noch einmal, aus aktuellem Anlass.

Jeder Autor wünscht sich viele Leser. Aber nicht nur das; er wünscht sich ganz bestimmte Leser. Auch der Schreiber dieser Kolumne hat eine solche Hoffnung: die Altlasten mögen gelesen werden von Schulbuchautoren. Leider werden sie es nicht. So können die Leser, die keine Schulbuchautoren sind, nur mit Verzweiflung oder Schadenfreude zuschauen, wie die Schulbuchautoren dieselben Fehler von einer Generation zur nächsten weitergeben.

Trotzdem hier eine Korrekturanmerkung zu einem Lehrbuch, das gerade frisch aus der Presse kommt, siehe das oben stehende, leicht verfremdete Zitat: Da die Masse des Seils gegenüber der aller anderen Beteiligten vernachlässigt werden kann, ist die Kraft, die Willy auf das Seil ausübt, dem Betrage nach immer gleich der die Lilly ausübt. Das ist das dritte Newtonsche Gesetz. Vielleicht wäre es keine schlechte Idee gewesen, einmal nachzumessen.

Wenn wir die Behauptung auf ein anderes System anwenden, so ergibt sich eine interessante Schlussfolgerung: Zwei elektrisch geladene Körper ziehen sich an, sie machen „Tauziehen“. Das „Tau“ ist in diesem Fall das elektrische Feld. Wenn es nach den Regeln gehen würde, die unserem Zitat zu Grunde liegen, könnte nun der eine Körper mit einer größeren Kraft als der andere ziehen. Dadurch würde sich der Schwerpunkt des ganzen Systems in Bewegung setzen. In Zeiten knapper Energie vielleicht ein interessantes Geschäftsmodell – wenn es funktionieren würde.

Herkunft

1. Die Mechanik ist schwierig, wenn man sie mit der Newtonschen Sprechweise formuliert.

2. Die Behauptung, man spüre Kräfte über die Muskeln, d.h. über das Ausmaß der Anstrengung.

3. Wenn eine falsche Interpretation, Erklärung oder sonstige Aussage keinerlei nachteilige Konsequenzen hat, so hat die richtige Deutung gegenüber der falschen schlechte Karten. Das kennen wir von der Evolution. Die Proteinbausteine aller lebenden Organismen sind linksdrehend, obwohl rechtsdrehende keinen evolutionären Nachteil hätten. Die eine Sorte war zufällig einmal in der Überzahl, und von da an hatte die andere Sorte immer geringere Überlebenschancen, bis sie schließlich ausgestorben ist. Offenbar hat das Nichtverstehen des dritten Gesetzes keinerlei nachteilige Konsequenzen, weder in der Prüfung, noch im täglichen Leben.

Entsorgung

Wenn man sich entschließt, bei der selbstquälischen, spätbarocken Newtonschen Sprechweise zu bleiben (und nicht die Impulsstromdarstellung benutzt, in der die Schwierigkeiten gar nicht auftreten), so bleibt nichts anderes, als sich die Newtonsche Mechanik wirklich zu eigen zu machen, was offenbar nicht jedem gelingt.

Wenn man das Tauziehen unbedingt in der Schule diskutieren möchte, hier einige Anregungen.

Es soll ja festgestellt werden, ob Willy stärker ist als Lilly oder umgekehrt, wobei wir mit „stärker“ zunächst noch nicht unbedingt eine größere Kraft meinen. Die Frage ist zunächst, worin sich denn Willy und Lilly in diesem Zusammenhang unterscheiden.

Man könnte dazu das folgende (Gedanken-)Experiment machen. Man misst die Stärke von Willy und Lilly getrennt – mit der Anordnung der Abb. 2.

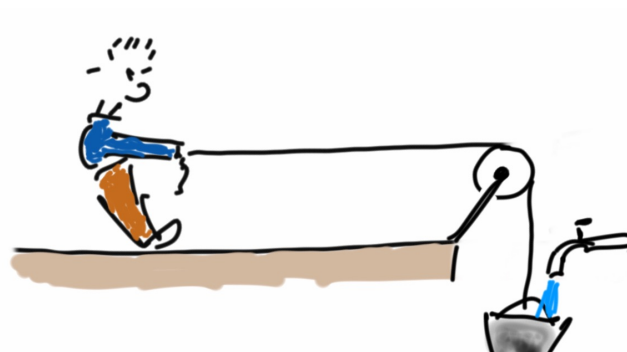


Abb. 2. Willys Stärke wird gemessen.

Zunächst muss Willy mit Hilfe des Seils den Wassereimer in der Schwebe halten. So lange noch nicht viel Wasser darin ist, ist das kein Problem. Nun fließt aber ständig Wasser zu, bis der Eimer schließlich so schwer wird, dass Willy ihn nicht mehr halten kann. Die Wassermenge ist dann ein Maß für Willys Stärke. Damit ist auch die Kraft, bei der Willy den Eimer gerade noch halten kann, ein Maß für seine Stärke.

Dann wird Lilly auf die gleiche Art vermessen und man kann entscheiden, wer „stärker“ ist, und man weiß auch, wer beim Tauziehen gewonnen hätte. Es bleibt aber die Frage, welche Eigenschaft oder Fähigkeit der beiden Personen, in physikalischen Termen ausgedrückt, denn hier gemessen wurde. Es könnte sein, dass Willy glattere Schuhsohlen hat, und deshalb verliert. Das ist natürlich nicht das, was man messen wollte. Also nehmen wir an, der Kontakt zum Boden sei perfekt, d.h. kein Rutschen und Reiben. Nun sieht man vielleicht, worauf es tatsächlich ankommt. Die Person, sagen wir Willy, übt Kräfte aus, und zwar auf das Seil und auf die Erde, die vom Betrag her gleich sind. Für den Betrag dieser Kräfte gibt es einen Maximalwert, der nicht überschritten werden kann, weil Willy zusammenknickt oder umfällt. An welchen seiner Muskeln das liegt, hängt davon ab, welche Körperhaltung er eingenommen hat.

Was gemessen wird, ist also diese maximale Kraft. Beim Tauziehen, wird bei einem der beiden Partner dieser Wert zuerst erreicht. Er hat dann verloren.

Mit Impulsströmen ausgedrückt: Willys (oder Lillys) Körper kann nur einen Impulsstrom einer bestimmten Stärke aushalten; bei einem höheren Wert bricht der Impulsleiter zusammen, vergleichbar etwa mit einer Schmelzsicherung, die nur einen bestimmten maximalen elektrischen Strom aushält, und den Stromkreis unterbricht, wenn der Strom zu stark wird.

Nun hat das Tauziehen-Problem noch einen anderen Aspekt. Die Körper von Willy und Lilly müssen ja nicht nur die Kraft aushalten (übertragen können). Es muss erstmal dafür gesorgt werden, dass die Kräfte überhaupt entstehen. Und auch hierzu werden die Muskeln gebraucht. Diesmal allerdings nicht in ihrer Eigenschaft als Kraftübertrager (Impulsstromleiter), sondern in ihrer Eigenschaft als mechanische Energiequelle. Diese wird gebraucht, auch wenn im Gleichgewicht gar keine Energie fließt. Im Fall des Experiments von Abb. 2 ist das der Eimer im Gravitationsfeld. (Dass Willy allein zum Halten Energie braucht, ist ein anderes Thema.)

Man sieht, dass die physikalische Erklärung des Tauziehens komplizierter ist, als man es vielleicht vermutet hätte. Zur Erläuterung des dritten Gesetzes ist es ungeeignet, da hier die Frage nach actio und reactio, im Vergleich zu den anderen Problemen, eher sekundär ist.

Vielleicht aber noch ein anderer Vorschlag: Wenn man etwas falsch erklärt und das keinerlei Konsequenzen hat für die Lernenden, die trotzdem gute Eventmanager, oder Wirtschaftsprüfer oder auch Ingenieure werden, könnte man auch daran denken, das Thema ganz wegzulassen. Man würde Zeit gewinnen für etwas Vernünftiges. Dem Ansehen der Physik würde es auch nicht schaden.

Im Fall des Tauziehens wurde eine leicht nachsprechbare, nicht ganz unplausible, aber schwer kontrollierbare Aussage zum Allgemeinbildungsgut erklärt. Das kennen wir doch auch anderswoher. Die Physik hat eigentlich einen besseren Ruf verdient.