

Ein Flaschenzug ohne Flaschen

H. Joachim Schlichting

Kurzfassung

Das Prinzip des Flaschenzugs wird anhand einer äußerst einfachen Vorrichtung demonstriert und erfahrbar gemacht.

Problemstellung

Im Rahmen der Erarbeitung der Goldenen Regel der Mechanik wird vielfach der Flaschenzug behandelt. Die verblüffende Wirkung des Flaschenzugs wird meiner Beobachtung nach von Schülern nicht selten in diffuser Weise den Rollen zugeschrieben: Die Schüler werden an die rotierenden Räder in einem Uhrwerk oder einer anderen komplizierten Maschine erinnert, die ebenfalls erstaunliche Phänomene hervorbringen vermögen. Das Interesse an einer tieferliegenden Erklärung wird dadurch behindert.

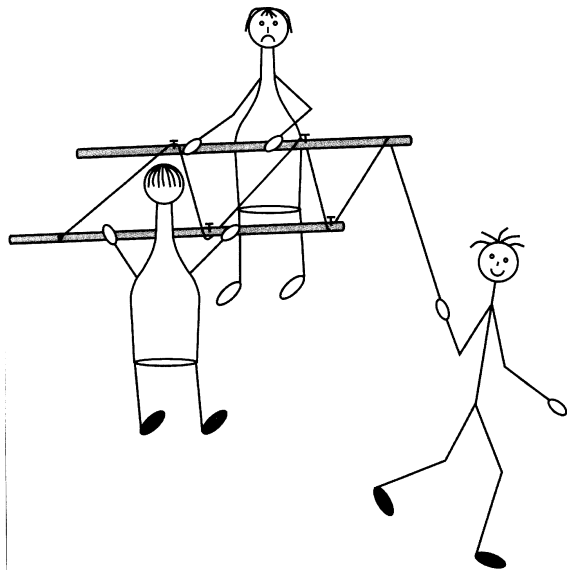


Abb. 1 Zwei kräftige Schüler vermögen die beiden Stäbe nicht auf Abstand zu halten, wenn ein dritter Schüler an dem mehrfach um die Stäbe geschlungenen Seil zieht.

Versuch

Ein einfacher Freihandversuch soll helfen, dieses Problem zu umgehen: Mit Hilfe zweier Besenstiele (besser noch etwas dickere Stiele, wie sie bei manchen Gartengeräten Verwendung finden) und einem längeren festen Seil läßt sich das Flaschenzugprinzip auch ohne "Gerät" demonstrieren. Dazu müssen die

Stiele vorher in gleichen Abständen mit drei oder vier Nägeln oder Schrauben (mit glattem Ende) versehen werden. Das Seil wird an einem äußeren Nagel des einen Stiels befestigt und mehrere Male gemäß Abbildung 1 um die Stiele geschlungen. Werden die Stiele nun von je einem Schüler parallel zueinander gehalten, und wird von einem dritten Schüler an dem freien Seilende gezogen, so bleibt den haltenden Schülern auch bei äußerster Gegenwehr nichts anderes übrig, als aufeinander zuzugehen. Damit die Reibung an den Stielen und Nägeln möglichst gering ist, müssen die Stiele an den entsprechenden Stellen gut eingewacht werden.

Anmerkungen zur Methodik

Dieser Freihandversuch ist sowohl zum Einstieg in die Problematik der Goldenen Regel der Mechanik als auch zur Vertiefung geeignet, wenn das Prinzip beispielsweise bereits am Hebel erarbeitet wurde.

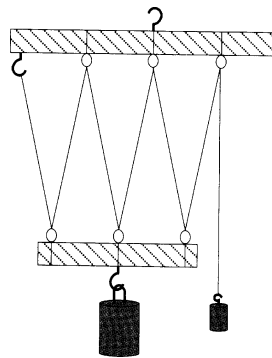


Abb. 2: Die Reibung kann durch glatte Ringe verringert werden.

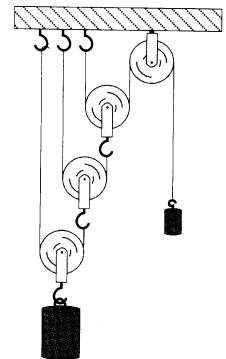


Abb. 3: Weiterentwicklung unseres Stab-Flaschenzuges zum Potenziellflaschenzug.

Besonders effektiv wird die Demonstration, wenn zwei als besonders "stark" geltende Schüler gebeten werden, die Stiele zu halten. Eine Schülerin läßt man am Seil ziehen.. Wichtig ist, daß die Schüler die Stiele möglichst mit gespreizten Armen so halten, daß diese auch während des Zugs parallel zueinander bleiben.

In der Regel gelingt es der am Seil ziehenden Schülerin auf Antrieb, die beiden "starken" Schüler trotz äußerster Gegenwehr (deshalb auch der Vorschlag, dickere Stäbe zu verwenden) zu zwingen, aufeinander

zuzugehen. Angesichts dieses unerwarteten Versuchsausgangs hat einmal ein witziger Schüler die in diesem kleinen Wettkampf unterlegenen Schüler als "Flaschen" bezeichnet, womit die Bezeichnung Flaschenzug nahegelegt wird¹.

Eindrucksvoll ist aber nicht nur die mit diesem Versuch verbundene Erkenntnis, daß Kraft offenbar nicht alles ist, sondern auch die beträchtliche Verlängerung des Seils und der verhältnismäßig lange Weg, den die Schülerin zurückzulegen hat. Die im Alltagsleben häufig zu machende Erkenntnis, daß es nichts umsonst gibt, findet hier gewissermaßen eine physikalische Entsprechung: Dafür, daß die Schülerin Kräfte spart, muß sie weiter laufen.

Die Schüler vermuten i.a. schnell, daß die "Kraftmultiplikation" etwas mit der Zahl der Umschlingungen zu tun hat und legen es nahe, entsprechende Variationen vorzunehmen. Es empfiehlt sich, die Stiele in entsprechender Weise mit Nägeln gespickt zu haben. Einer weiteren "Krafteinsparung" sind allerdings schnell Grenzen gesetzt, weil die Gleitreibung an Stielen und Nägeln überproportional zunimmt.

Diese Erfahrung kann unmittelbar dazu ausgenutzt werden, Verbesserungsvorschläge zu ersinnen, durch

die die Reibung verringert wird. Gleichzeitig sollte an praktische Anwendungen gedacht werden. Das Ergebnis entsprechender Überlegungen ist beispielsweise die in Abbildung 2 dargestellte Variante zur Hebung eines großen Gewichtstücks mit einem kleinen. Schließlich kann mit Hilfe der Devise: Rollen statt Gleiten zum konventionellen Flaschenzug übergeleitet werden (Abb. 3). Erst an einem mit Rollen versehenen Flaschenzug kann dann die vielleicht bereits als Vermutung geäußerte Invariantenvorstellung der Goldenen Regel der Mechanik näherungsweise verifiziert werden.

Anmerkung

¹ Nach offizieller Version leitet sich die Bezeichnung Flaschenzug von dem Kloben oder früher auch Flasche genannten Gehäuse für die Rollen her. Abbildungen: