

5. Statik des starren Körpers
5.5 Einfache Maschinen

Einfache Maschinen haben die Aufgabe, bei bestimmten Arbeiten Größe oder Richtung der erforderlichen Kraft zu verändern. Man bezeichnet das Produkt aus Kraft und Weg als Arbeit. An der Größe der Arbeit können diese Maschinen nichts ändern. Soll die Kraft verringert werden, so muss der Weg größer werden. Es gilt die

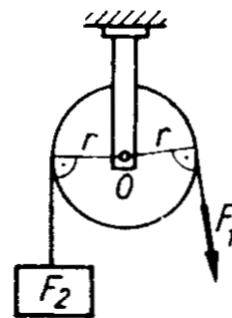
„Goldene Regel der Mechanik“

Was an Kraft gespart wird, muss an Weg zusetzt werden.

5.5.2. Feste Rolle

Sie wirkt als zweiseitiger gleicharmiger Hebel. Die auf beiden Seiten wirkenden Drehmomente sind gleich, also auch die Kräfte. Für die feste Rolle gilt:

$$\begin{aligned}M_{rechts} &= M_{links} \\ F_1 \cdot r &= F_2 \cdot r \\ F_1 &= F_2\end{aligned}$$



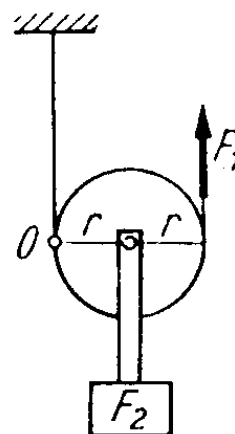
Beachte:

- Eine feste Rolle vermag nur die Richtung der erforderlichen Kraft zu verändern.
- Eine feste Rolle wird auch als Umlenkrolle bezeichnet.

5.5.3 Lose Rolle

Sie wirkt als einseitiger Hebel. Bezogen auf den Drehpunkt 0 wirken folgende Drehmomente, die im Falle des Gleichgewichts gleich sein müssen:

$$\begin{aligned}M_{links} &= M_{rechts} \\ F_1 \cdot 2 \cdot r &= F_2 \cdot r \\ F_1 &= \frac{F_2}{2}\end{aligned}$$



Beachte:

- Eine lose Rolle vermag nur die Größe der erforderlichen Kraft zu ändern.

5.5.4 Flaschenzug

Ein Flaschenzug besteht aus mindestens einer Rolle (Scheibe), meist aber aus zwei Blöcken zu mehreren Rollen.

Flaschen¹ wurden dabei die Halterungen der Rollen genannt und waren meist als Block (mhd. plock, ploch „großes“ oder „zusammenhängendes Stück“) aus einem Stück Hartholz (Esche, Rüster) gearbeitet. Heute nennt man die flachen Teile beiderseitig am Rand (Backe, Wange) und zwischen den Rollen (Damm) insgesamt Scheren.

Die Rollen eines Flaschenzuges wurden früher ebenfalls Flaschen genannt. Der Begriff entstand etwa im 18. Jahrhundert: Bei Webmaschinen, speziell bei Bandwebmaschinen, werden die Spannrollen, die die Kettfäden immer gespannt halten, als Flaschen bezeichnet.

Ein **Flaschenzug** ist eine einfache Maschine, die den Betrag der aufzubringenden Kraft z.B. zum Bewegen von Lasten verringert. Der Flaschenzug besteht aus festen und losen Rollen und einem Seil. Ein **Kettenzug** verfolgt dasselbe Prinzip, nur dass hier eine Kette statt einem Seil verwendet wird. Bei komplizierten Flaschenzügen sind die Rollen mittels Scheren zum Block zusammengefasst.

Bauformen:

5.5.4.1 Faktorenflaschenzug

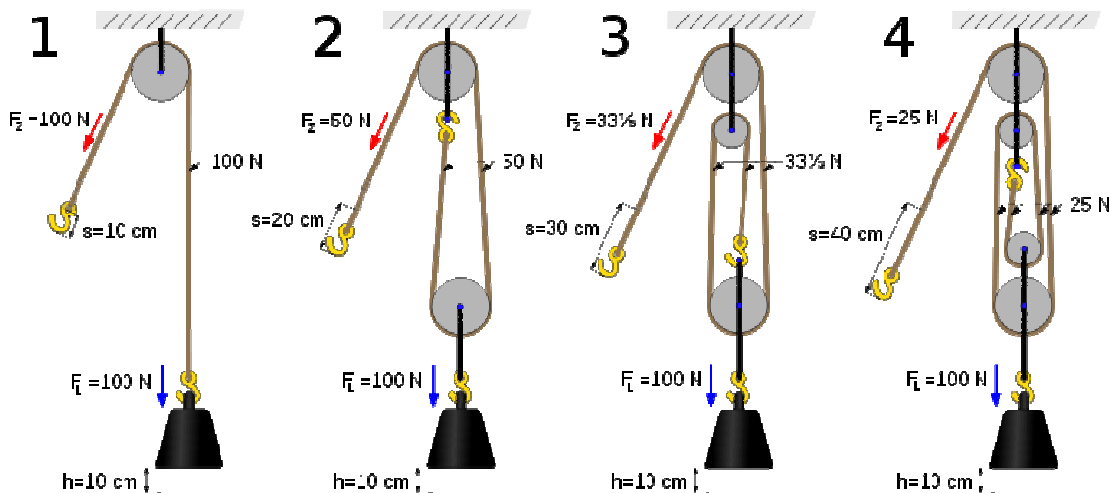


Abbildung: Verschiedene Flaschenzüge, $n = 1, 2, 3$ und 4

Die Rollen bei einem Flaschenzug können sehr unterschiedlich angeordnet sein. Für die Zugkraft entscheidend ist aber immer die Anzahl der tragenden Seile, auf die sich die Last verteilt. In der rechts abgebildeten Grundform des Flaschenzuges ist die Spannung σ an jeder Stelle des Seils gleich. Die Gewichtskraft F_L der Masse wird daher gleichmäßig auf alle n Verbindungen² zwischen den unteren (losen) und den oberen (festen) Rollen, den tragenden Seilen, verteilt. Die Zugkraft am Ende des Seils ist proportional zur Spannung im Seil und somit gilt:

$$F_Z = \frac{F_L}{n}$$

¹ Flasche: frz. bouteille: Weinflasche, die durch ein Korbgeflecht geschützt wird. Die Backen (Wangen, Scheren) des Flaschenzuges schützen die Rolle vor Beschädigungen.

² In der Regel ist die Anzahl n der Verbindungen (tragenden Seile) gleich der Anzahl der festen und losen Rollen.

Nach der **Goldenen Regel der Mechanik** bedeutet das allerdings, dass die Kraft F_Z eine längere Strecke s bewegt werden muss als die Last F_L , um für die Last F_L die Höhenänderung h zu erreichen:

$$W_Z = W_L$$

$$F_Z \cdot s = F_L \cdot h$$

$$\frac{F_L}{n} \cdot s = F_L \cdot h$$

$$s = n \cdot h$$

In der Seemannssprache wird ein Flaschenzug als **Talje** und die Flasche als Block bezeichnet; das bei der Talje verwendete Tau heißt **Läufer**. Die Talje besitzt eine feste Part, die das Ende, an dem der Läufer befestigt ist, bezeichnet, und eine lose oder holende Part.

Bei der Berechnung der Last F_L sind zu berücksichtigen: Gewichtskraft der zu hebenden Masse $F_G = m \cdot g$; Gewichtskraft des losen Blocks (der unteren Flasche); evtl. Gewichtskraft des holenden Läufers; Reibung der Rollen und Steifigkeit der Seile. Die Verluste durch Reibung und Seilsteifigkeit sind nach Tabellenwerten hinzuzufügen. Allgemeine kann man hierfür 5 % pro Rolle annehmen.

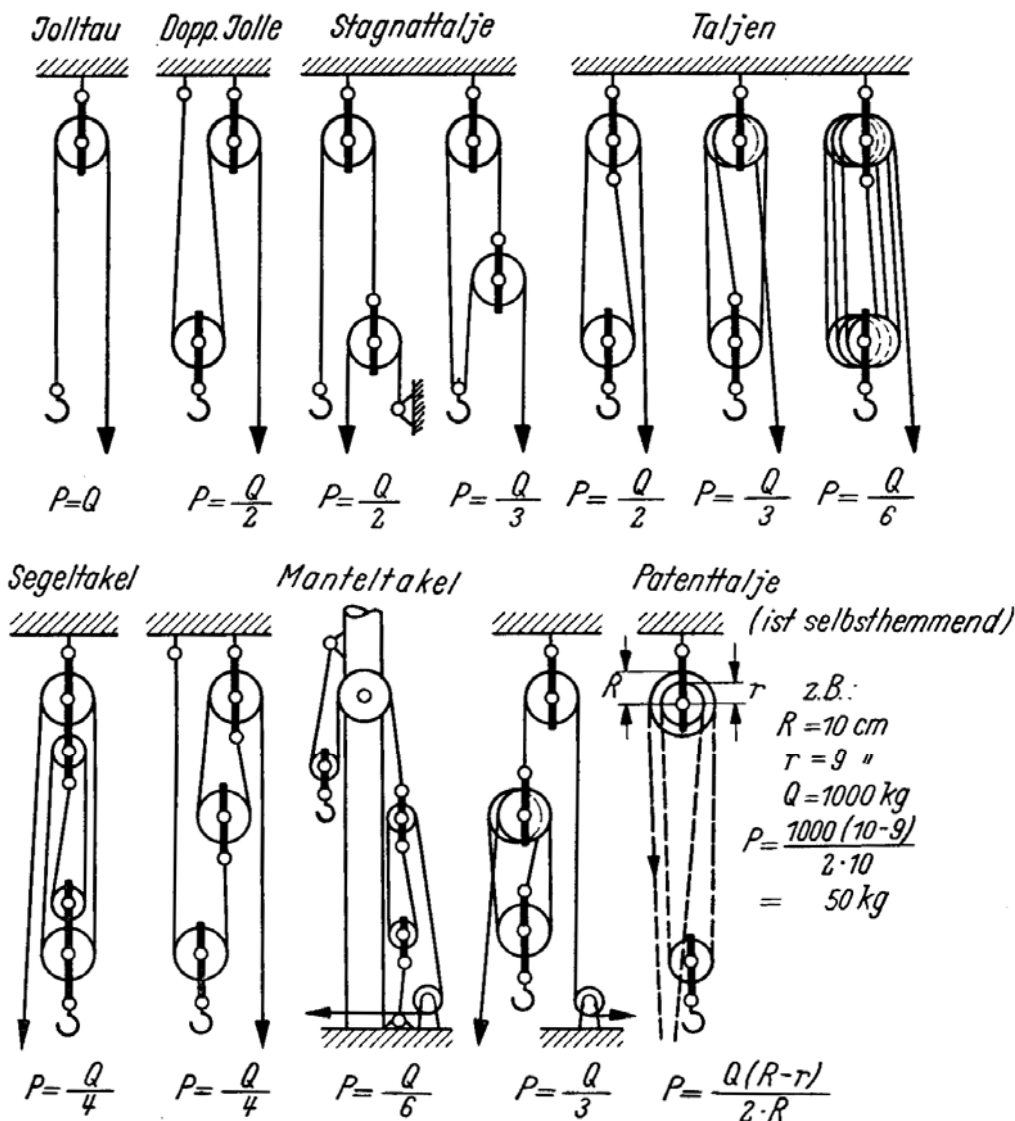


Abbildung: Taljen in der Schiffahrt (Zuordnung: $P = F_Z$; $Q = F_L$)
 Bildquelle: Schaller, a.a.O.

5.5.4.2 Potenzflaschenzug

5.5.4.3 Differentialflaschenzug

Quellen:

Wikipedia – Lose Rolle
Wikipedia – Feste Rolle
Wikipedia – Flaschenzug
Wikipedia – Talje

Kuchling, Horst: Taschenbuch der Physik; Fachbuchverlag GmbH Leipzig; 1991; ISBN 3-343-00759-5; S. 61 f

Schaller, Ludwig: Taschenbuch für Schiffbauer, Bootbauer, Schiffzimmerer und Segelmacher; Braunschweig, Berlin: Richard Carl Schmidt & Co.; 1957, 7. Aufl.; S. 97 f

EUROPA-Lehrmittel: Tabellenbuch Metall; Haan-Gruiten: Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG; 2005, 41. Aufl.; S. 89 f; ISBN 3-8085-1671-2

EUROPA-Lehrmittel: Technische Mathematik für Metallbauberufe; Haan-Gruiten: Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG; 2005, 4. Aufl.; S. 89 f; ISBN 3-8085-1174-5