

Kraft als vektorielle Größe

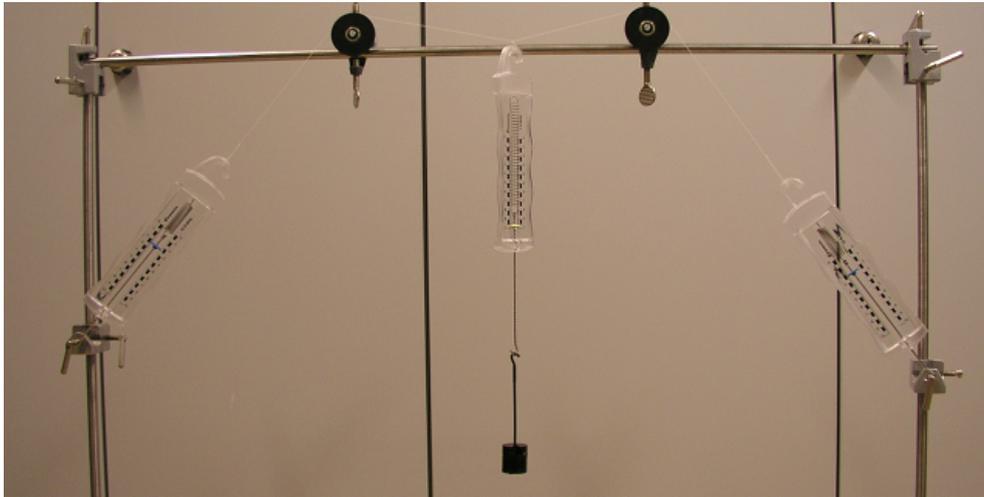


Abb. 1: Möglicher Versuchsaufbau

Geräteliste:

verschiedene Federwaagen/Kraftmesser, Umlenkrollen, verschiedene Gewichte, Stativmaterial, Faden

Versuchsbeschreibung:

a) 3 Kraftmesser werden in einem Punkt verbunden, abhängig von der Richtung der angelegten Kraft ändern sich die Auslenkung der Kraftmessgeräte. Diese Konstruktion an 2 Punkten befestigen, ein Gewicht unten einhängen und die Gewichtskraft der angehängten Masse am unteren Messgerät ablesen. Die beiden Aufhängepunkte werden voneinander entfernt und die Kräfte auf die horizontal gegeneinander ziehenden Punkte werden immer größer.



Abb. 2: Kräfte zum Heben einer Masse von 100g . Die Messbereiche der Äußeren beiden Kraftmesser betragen jeweils 10N und der des mittleren 1N .

b) Eine Umlenkrolle wird an einem Kraftmesser aufgehängt. Über die Rolle wird ein Gewicht mit einem zweiten Kraftmesser gehoben. Die Aufhängung der Umlenkrolle zeigt einen doppelt so großen Wert wie der zweite Kraftmesser.

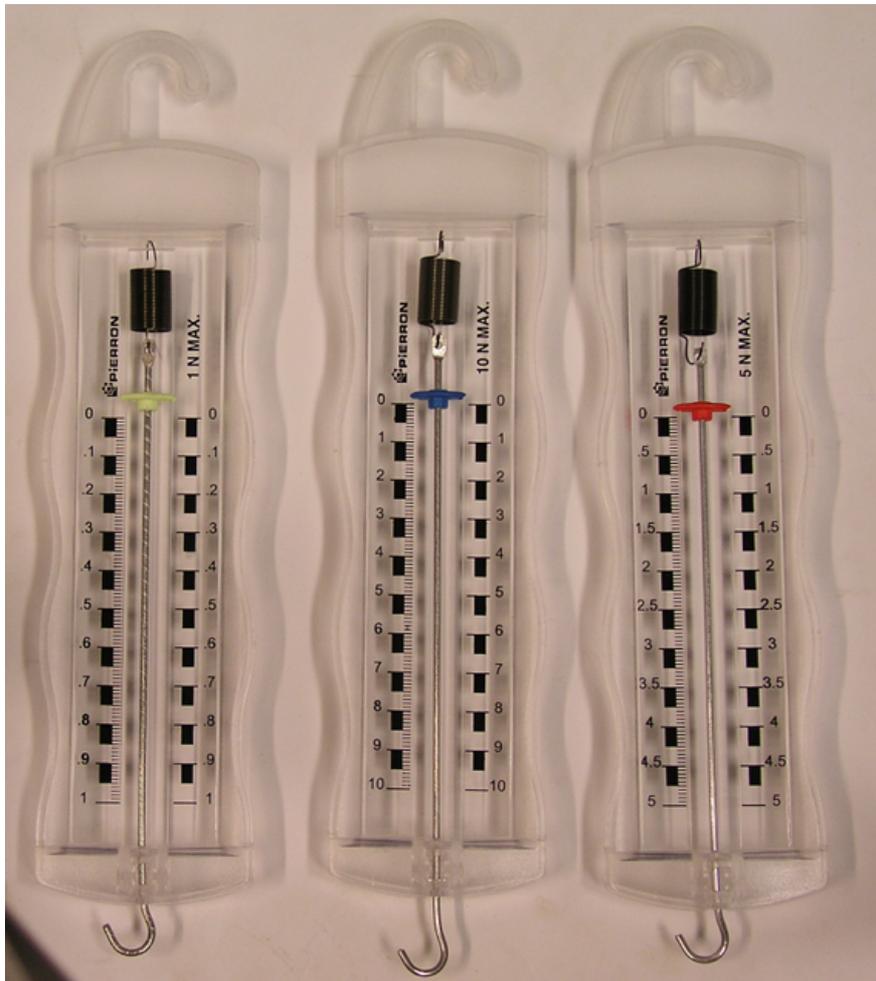


Abb. 3: Verwendete Kraftmesser

c) Die Verwendung von mehreren Umlenkrollen verringert die benötigte Kraft zum Heben einer Last.



Abb. 4: Das Heben der 100 g Masse benötigt bei Verwendung eines Flaschenzuges aus 2 Umlenkrollen weniger Kraft ($\approx 0,6\text{ N}$) trotz der relativ hohen Masse der Rolle von ca. 70 g , die in diesem Fall mit angehoben werden muss.

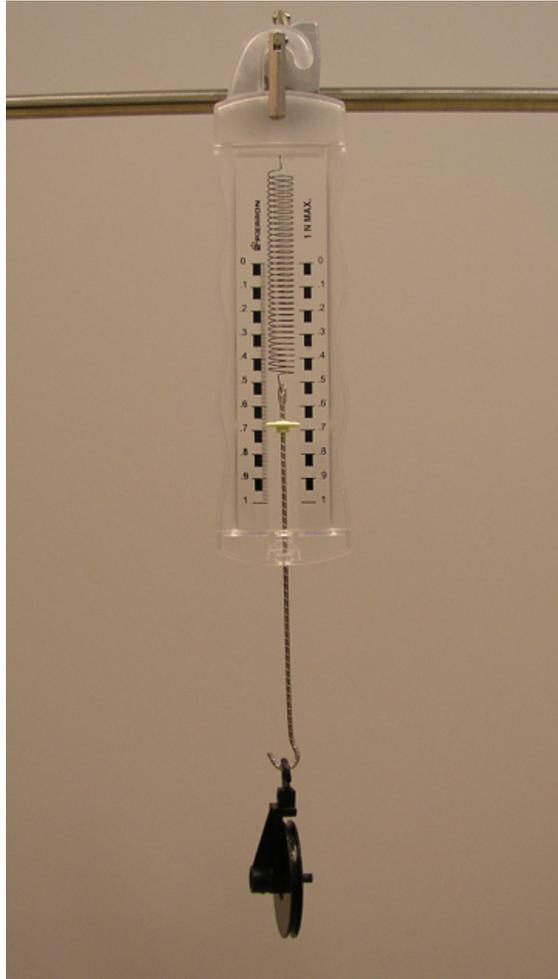


Abb. 5: Eigenmasse der Rolle ca. 70 g

Der Aufbau des Flaschenzugprinzips hat sich mit einer Masse von 200 g und den 5 N -Federwaagen als zweckmäßig erwiesen. Die Gewichtskraft der Rollen alleine beträgt dabei ca. 1,5 N und mit Masse zeigen die beiden Aufhängepunkte jeweils $\approx 3,5 N$ und die Kraftanzeige im Zugarm zeigt $\approx 1 N$, was anschaulich der Halbierung entspricht.



Abb. 6: Unbelasteter Flaschenzug

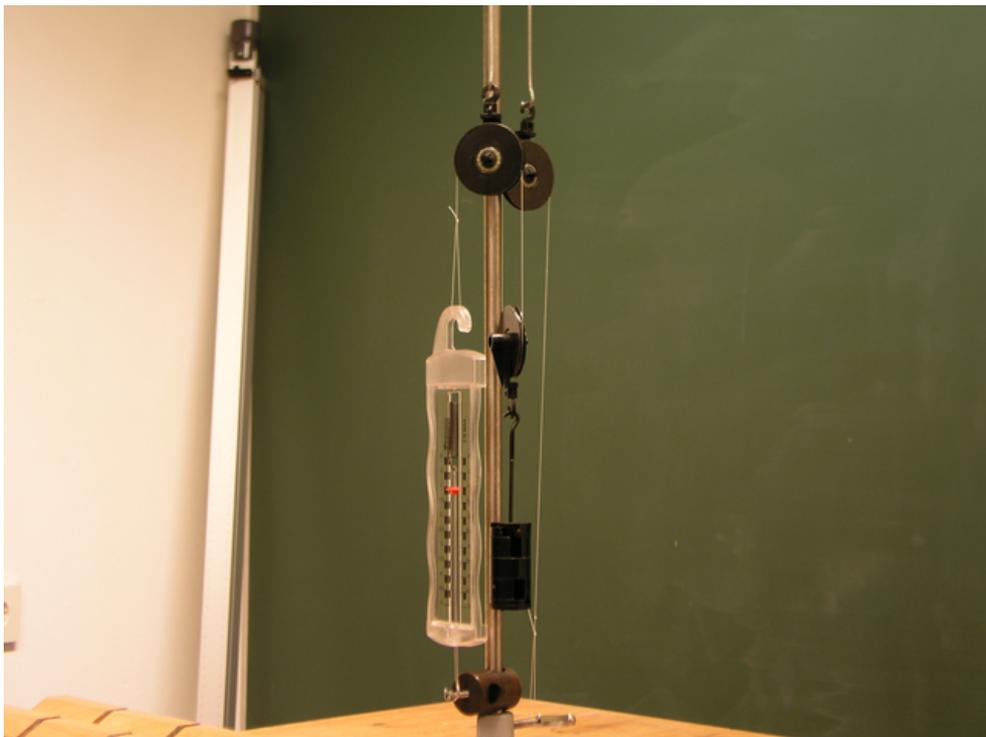


Abb. 7: Eine Masse von 200 g wird mit einer Kraft von ca. 0,1 N gehoben

Bemerkungen:

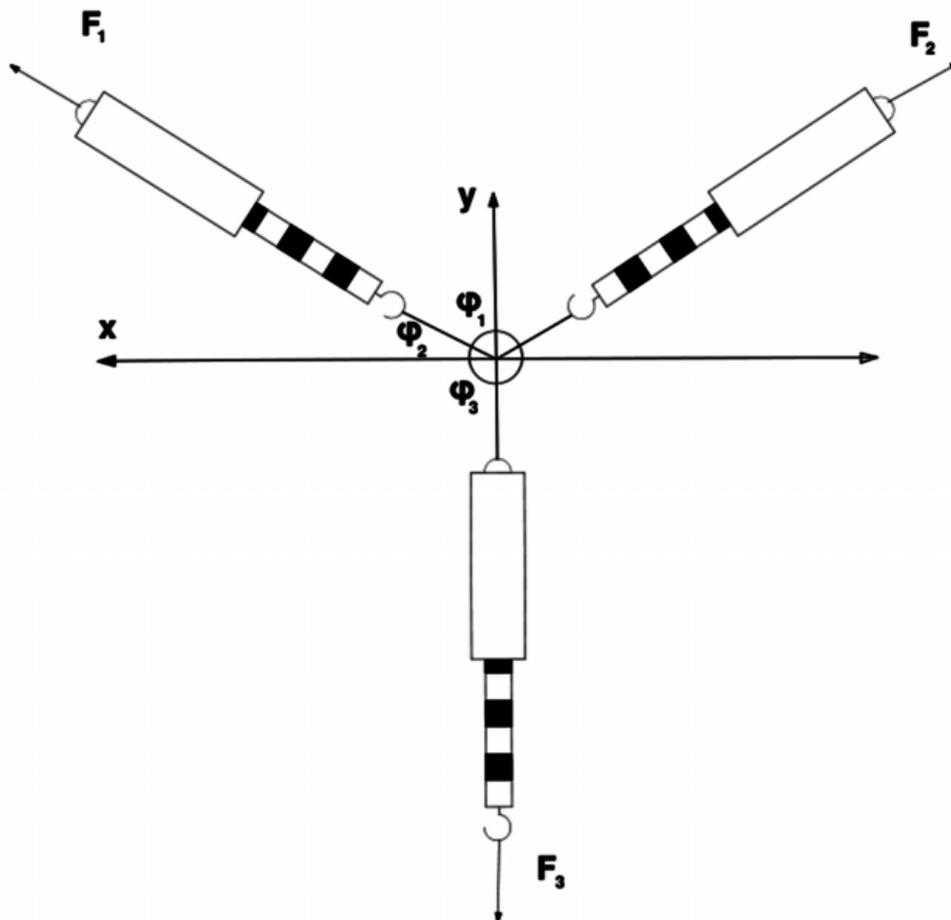


Abb. 8: Skizze zur Zerlegung der Kraftvektoren

Kraftmesser eignen sich gut um einen Vektor zu erklären. Besonders Augenfällig ist der Vergleich bei Kraftvektoren. Im Bild sind 3 Kraftmesser dargestellt, und die jeweiligen Kräfte lauten $\vec{F}_i = F_i \vec{e}_x + F_i \vec{e}_y$ wobei eine Beziehung zu den Winkeln wie in Abb. 8 durch $F_{1x} = |\vec{F}_1| \cos \phi_2$ und $F_{1y} = |\vec{F}_1| \sin \phi_2$ gegeben ist. Ein offensichtlicher Aufbau kann vor einem Winkelmesser angeordnet werden. Ein gleichschenkliges Dreieck gemäß Abbildung 8 wird aufgebaut und als Masse für \vec{F}_3 wird ein Gewicht von 70 g angehängt. Mit der Eigengewichtskraft der Federwaage von $0,3\text{ N}$ wirken dann in allen Strängen 1 N . Der Angriffspunkt der drei Federwaagen bewegt sich nicht, für ihn gilt also, dass sich die Summe der Angreifenden Kräfte zu Null addiert $\sum_i \vec{F}_i = 0$.

Zusätzlich gilt bei diesem Aufbau für \vec{F}_{1y} ein Faktor von $\sin 30^\circ = 0,5$, d.h. die y -Komponenten werden jeweils zur Hälfte auf die beiden weiteren Federwaagen verteilt.

Ein weiterer Aufbau ist in Abb.9 gezeigt. Hier werden die Kräfte zusätzlich über Rollen umgelenkt, ihre Richtung ändert sich, die fest montierten Rollen nehmen auch Kräfte auf, sind aber in diesem Fall für eine einfache Rechnung unerheblich, da die Zugkraft des Seils in ihrem Betrag komplett umgelenkt wird.

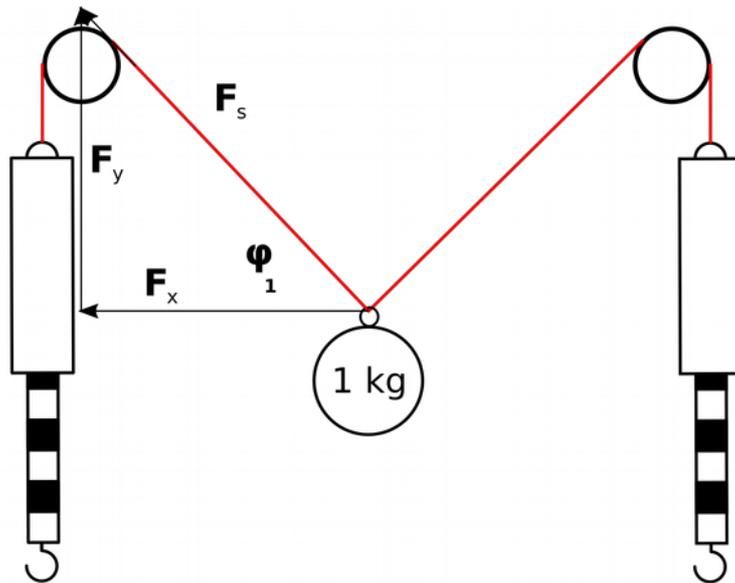


Abb. 9: Weiterer Versuchsaufbau

Die angezeigte Kraft in den beiden Federwaagen wird möglichst genau eingestellt, im Beispiel sei der Winkel $\phi_1 \approx 53^\circ$