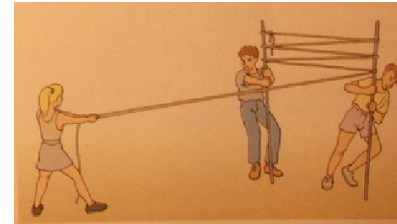


## Kraftwandler

Flaschenzüge und Hebel

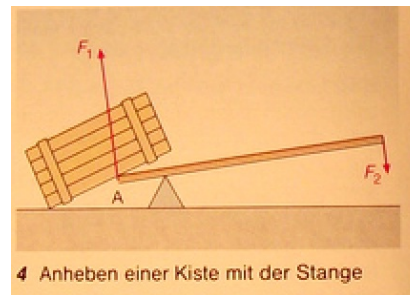
Experiment: Tauziehen unfair



Ergebnis:  
Kräfte lassen sich durch technische Hilfsmittel "verstärken". Man nennt solche Hilfsmittel Kraftwandler.

S. 162:

Mit Hebeln kann man Betrag, Richtung und Angriffspunkt einer Kraft ändern.

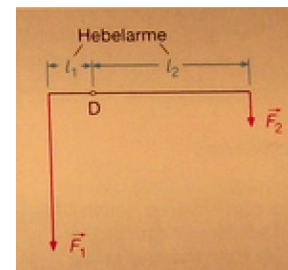


Ein Hebel ist dann im Gleichgewicht, wenn das Produkt aus Kraft (senkrecht zum Hebelarm) und Hebelarm auf der linken Seite gleich dem Produkt aus Kraft und Hebelarm auf der rechten Seite ist.

Das Produkt nennt man Drehmoment.

Damit lässt sich die Gleichgewichtsbedingung auch so formulieren:

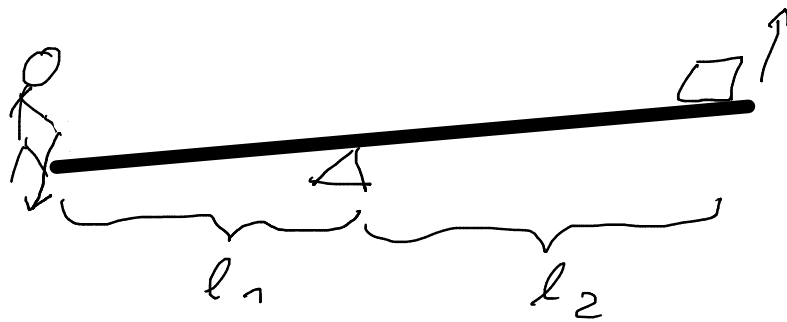
Ein System ist im Gleichgewicht, wenn die Summe der linksdrehenden gleich der Summe der rechtsdrehenden Drehmomente ist.



$$M_1 = F_1 \cdot l_1 = \text{links drehendes Drehmoment}$$

# Hebel als Kraftwandler

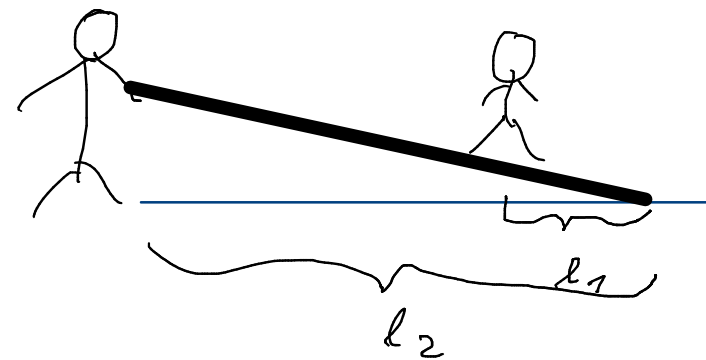
zweiseitiger Hebel



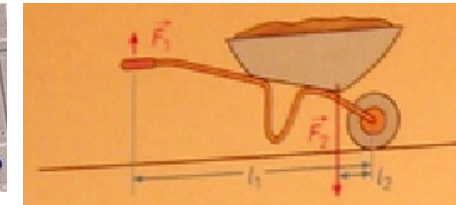
Bsp.: Balkenwaage, Kinderwippe



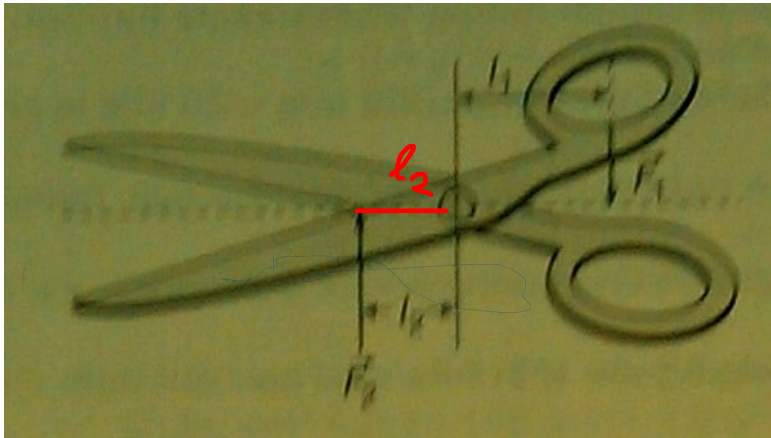
einseitiger Hebel



Nussknacker, Schubkarre



S. 172 Aufg. 1-4



$l_1$

### Hebel und Hebelgesetz

- ① Schere, Schraubenschlüssel, Fahrradlenkstange mit Radgabel, Flaschenöffner und Eisenbahnschranke sind Hebel. Zeichne sie und gib die Drehachsen, Hebelarme und Krafrichtungen an!
- ② Warum lässt sich dicke Pappe nicht mit der Spitze einer Schere schneiden? Wie muss man die Schere hierbei benutzen? Begründe deine Antwort!
- ③ Eine Steinplatte mit einer Gewichtskraft von 18 kN soll mit einer Brechstange flach über dem Erdboden angehoben werden. Dazu schiebt man eine 1,50 m lange Stange 30 cm unter den Stein. Berechne die erforderliche Muskelkraft zum Anheben der Platte!

$$2) \quad F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$$

$$\Rightarrow F_2 = \frac{l_1}{l_2} \cdot F_1$$

$\Rightarrow \frac{l_1}{l_2}$  muss <sup>möglichst</sup> groß sein, an der Spitze ist aber  $l_2$  groß, d.h.  $\frac{l_1}{l_2}$  klein

$F_1 =$  Kraft des Finger

$F_2 =$  , auf Pappe

④ In der folgenden Tabelle sind Kräfte und Lasten sowie deren Hebelarme an Hebeln genannt. Vervollständige die Tabelle so, dass sich die Hebel im Gleichgewicht befinden!

	$F_1$	$l_1$	$F_2$	$l_2$
a)	2,5 N	3 cm	1,5 N	5 cm
b)	5 kN	8 m	13,3 kN	3 m
c)	100 N	3 m	150 N	2 m
d)	0,94 kN	0,85 m	2 kN	40 cm

$$F_1 = \frac{l_2}{l_1} F_2 = \frac{0,4 \text{ m}}{0,85 \text{ m}} \cdot 2 \text{ kN}$$

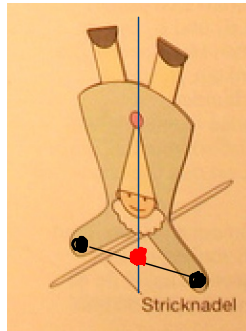
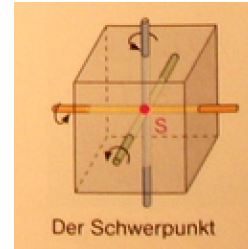
$$= 0,94 \text{ kN}$$

## Schwerpunkt und Gleichgewicht

Der Schwerpunkt (SP) ist der Schnittpunkt aller Drehachsen eines Körpers.

Unterstützt man einen Körper im SP, so ist er im Gleichgewicht.

Manchmal liegt der SP außerhalb des Körpers:



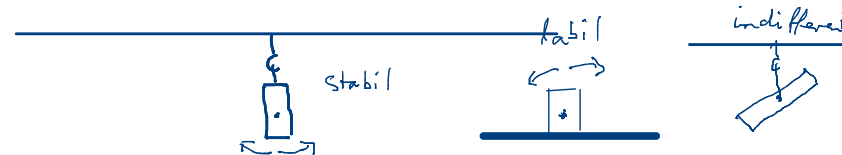
● = sehr schwere Gewichte  
(der Rest ist aus Papier / Pappe)

● = Schwerpunkt

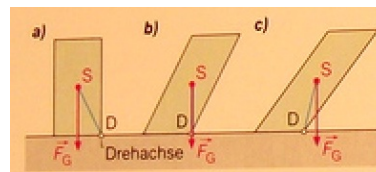
Ein aus der Gleichgewichtslage gebrachter Körper bewegt sich so weiter, dass sein SP (möglichst) eine tiefere Lage erreicht.

Schafft der SP das nicht, geht der Körper in die Ausgangslage zurück: **stabiles Gleichgew.**

Schafft er es, spricht man von einem **labilen Gleichgew.**; ändert sich die Lage (Höhe) des SP gar nicht, nennt man das Gleichgew. **indifferent**



**Standfestigkeit:** Ein Körper, der sich im labilen Gleichgewicht befindet (also z.B. alle "stehenden" Körper), kippt um, wenn sein SP sich nicht mehr über der **Standfläche** befindet.



Seil - Rolle - Flaschenzug

Okt ->