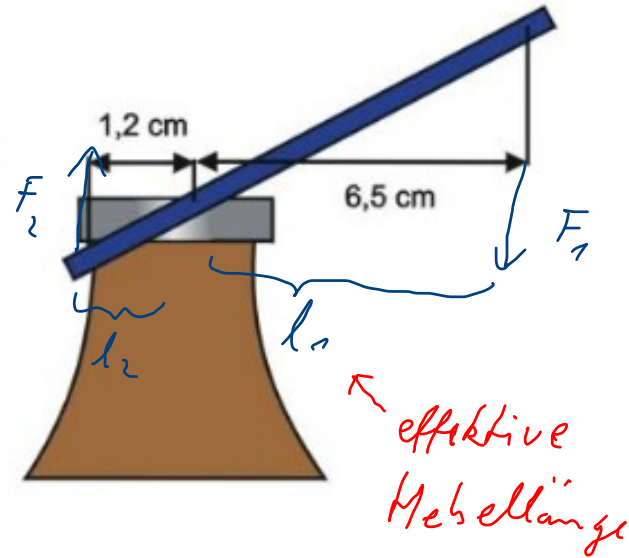


Die Abbildung zeigt einen Flaschenöffner.

- a) Um was für einen Hebel handelt es sich?  
 b) Um wieviel wird durch den Flaschenöffner die Kraft der Hand vergrößert?



a) zweiseitig

b) 5,3

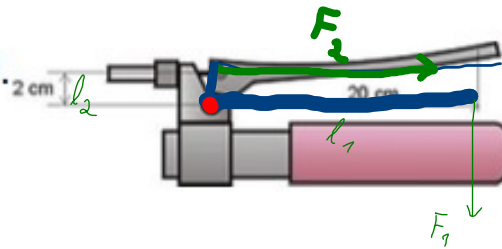
$$( F_1 \cdot l_1 \approx F_2 \cdot l_2$$

$$\Leftrightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{l_1}{l_2} = 5,3$$

$$\Rightarrow F_2 = 5,3 \cdot F_1 )$$

Die Abbildung zeigt einen Fahrradbremshebel.

- a) Um was für einen Hebel handelt es sich?  
 b) Um wieviel wird die Kraft der Hand durch den Hebel vergrößert?



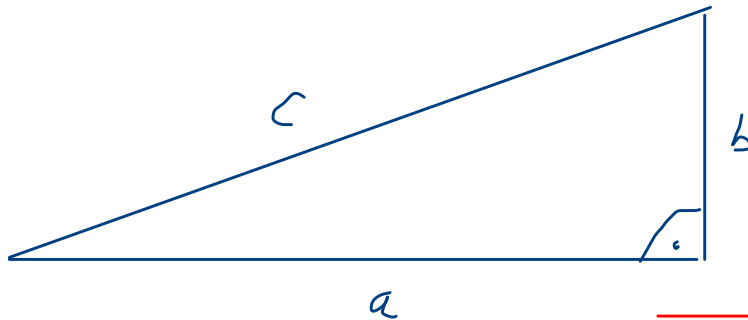
a) zweiseitig

$$b) F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2 \Leftrightarrow F_2 = \frac{l_1}{l_2} \cdot F_1 = \frac{20 \text{ cm}}{2 \text{ cm}} \cdot F_1 = 10 \cdot F_1$$

$$\cancel{F_1} \cdot l_1 \approx F_2 \cdot l_2 \quad | : F_2$$

$$\Leftrightarrow \cancel{F_1} \cdot l_1 = \frac{F_2}{F_1} l_2 \quad | : l_2$$

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



$c$  = Hypothenuse

$a, b$  : Katheten

$$a^2 + b^2 = c^2$$

# Hebel und Drehmoment

## Beispiel

An einem Kran hängt eine Last von 500 kg. Der 20 m lange Arm bildet einen Winkel von  $45^\circ$  mit der Horizontalen. Die hydraulische Stütze steht in 4 m Abstand von der Drehachse senkrecht auf dem Arm.

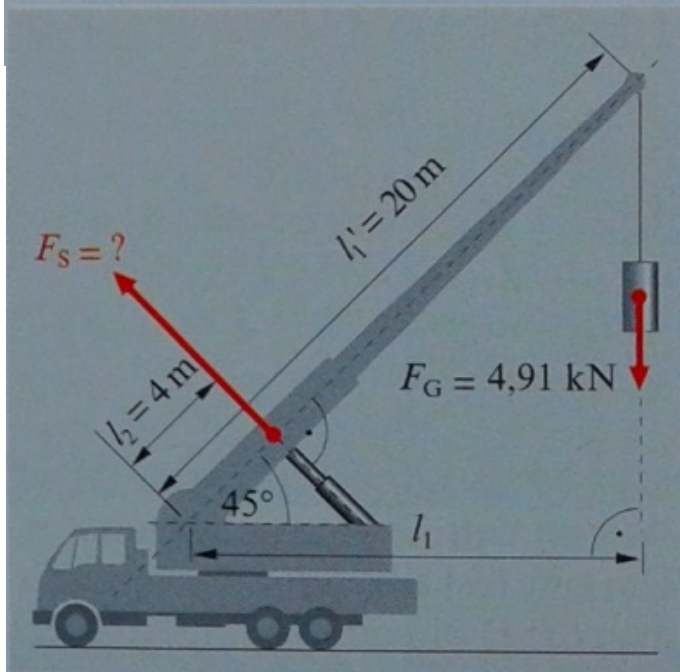
Mit welcher Kraft wirkt dabei die Stütze auf den Arm (die Masse des Arms wird vernachlässigt)?

Gesucht:  $F_S$

Gegeben:  $F_G = 4,91 \text{ kN}$

$l_2 = 4 \text{ m}$

$l_1' = 20 \text{ m}$



1. Gib an, mit welchen Kräften (Betrag und Richtung) vertikale Kraftmesser in den Positionen a-e ziehen müssen, damit der Hebel horizontal bleibt. Begründe zunächst, warum eine genaue Angabe der Lochabstände vom Drehzentrum (in m oder cm) nicht nötig ist.

$$F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$$

$$F_x \cdot n = 5\text{ N} \cdot 3(?)$$

$$\Rightarrow F_x = \frac{3}{n} \cdot 5\text{ N}$$

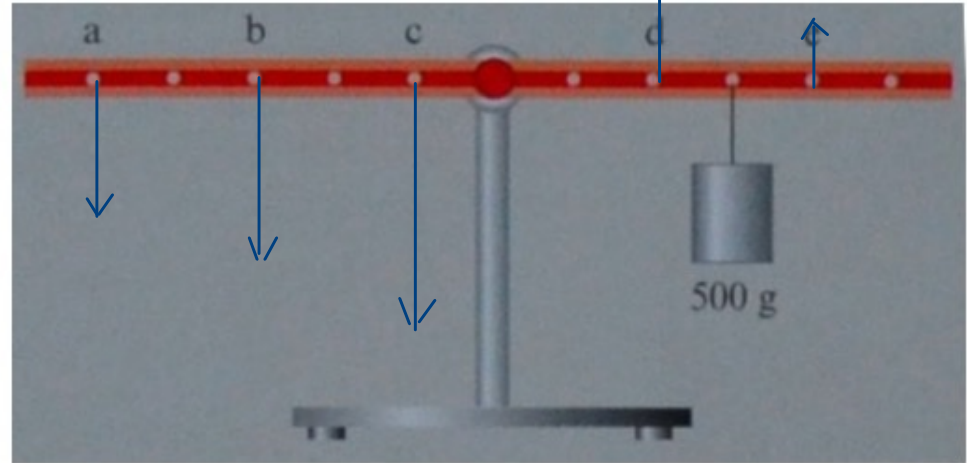
a)  $\frac{3}{5} \cdot 5\text{ N} = 3\text{ N}$

b)  $\frac{3}{3} \cdot 5\text{ N} = 5\text{ N}$

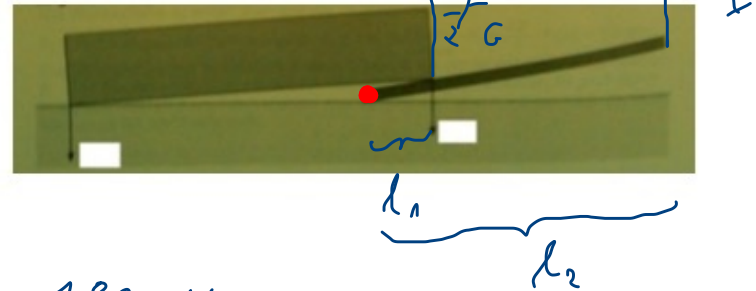
c)  $\frac{3}{1} \cdot 5\text{ N} = 15\text{ N}$

d)  $\frac{3}{2} \cdot 5\text{ N} = 7,5\text{ N}$

e)  $\frac{3}{4} \cdot 5\text{ N} = 3,75\text{ N}$



2. Eine Steinplatte mit einer Gewichtskraft von 18 kN soll mit einer Brechstange flach über dem Boden angehoben werden. Dazu schiebt man eine 1,50 m lange Stange 30 cm unter den Stein. Berechne die erforderliche Muskelkraft zum Anheben der Platte!



$$F_x = \frac{30\text{ cm}}{150\text{ cm}} \cdot \frac{1}{2} F_G = \frac{1}{5} 9000\text{ N} = 1800\text{ N}$$



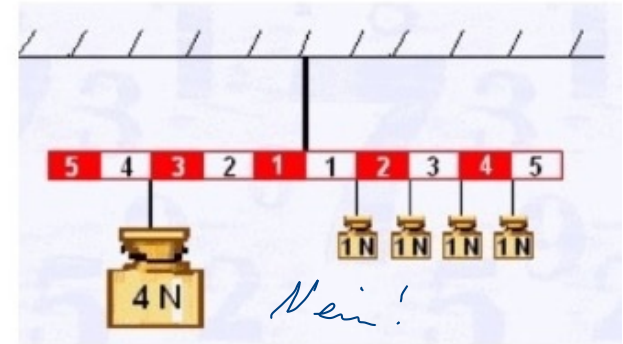
3. Sind die Hebel im Gleichgewicht? Berechne die Drehmomente! (Tipps: Das gesamte Drehmoment in eine Richtung ist gleich der Summe der Einzeldrehmomente in die Richtung; Drehmoment = Kraft · Hebelarmlänge; Maßeinheit: Nm)



Nein!

$$M_e = 20 \text{ N} \cdot 6 \text{ cm} \\ = 120 \text{ Ncm}$$

$$M_r = 40 \text{ N} \cdot 4 \text{ cm} \\ = 160 \text{ Ncm}$$



Nein!

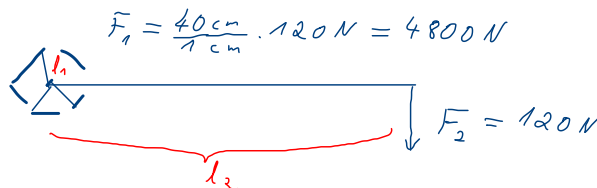
$$M_e = 12 \text{ Ncm} \quad M_r = \\ (1+2+3+4) \text{ Ncm} \\ = 10 \text{ Ncm}$$

4.

Eine Schraubenmutter mit einem Durchmesser von 1 cm soll mit einem Schraubenschlüssel festgeschraubt werden. Von der Hand bis zur Mitte der Mutter ist ein Abstand von 40 cm, die Hand zieht mit einer Kraft von 120 N.

- a) Fertige auf der Rückseite eine Skizze an, die die Hebelarme zeigt.  
b) Ist der Hebel ein- oder zweiseitig?

c) Berechne die Kraft auf die Mutter! Zeichne die Richtung der Kraft in der Skizze ein!



zweiseitig