

Hebelgesetz

1. Hebelgesetz (wenn 2 Kräfte wirken):

Am Hebel herrscht ein **Gleichgewicht**, wenn das **linksdrehende Moment gleich dem rechtsdrehenden Moment** ist.

linksdrehendes Moment
(gegen den Uhrzeigersinn)

$$M_L = M_R$$

rechtsdrehendes Moment
(im Uhrzeigersinn)



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



Mathematisch ausgedrückt:

Die Summe $\sum$ aller Momente ist gleich null!

$\sum$ = griechischer Buchstabe Sigma (Zeichen für Summe).

2. Hebelgesetz (wenn mehr als 2 Kräfte wirken):

Am Hebel herrscht ein **Gleichgewicht**, wenn die Summe der **linksdrehenden Momente gleich der Summe der rechtsdrehenden Momente** ist.

linksdrehendes Moment
(gegen den Uhrzeigersinn)

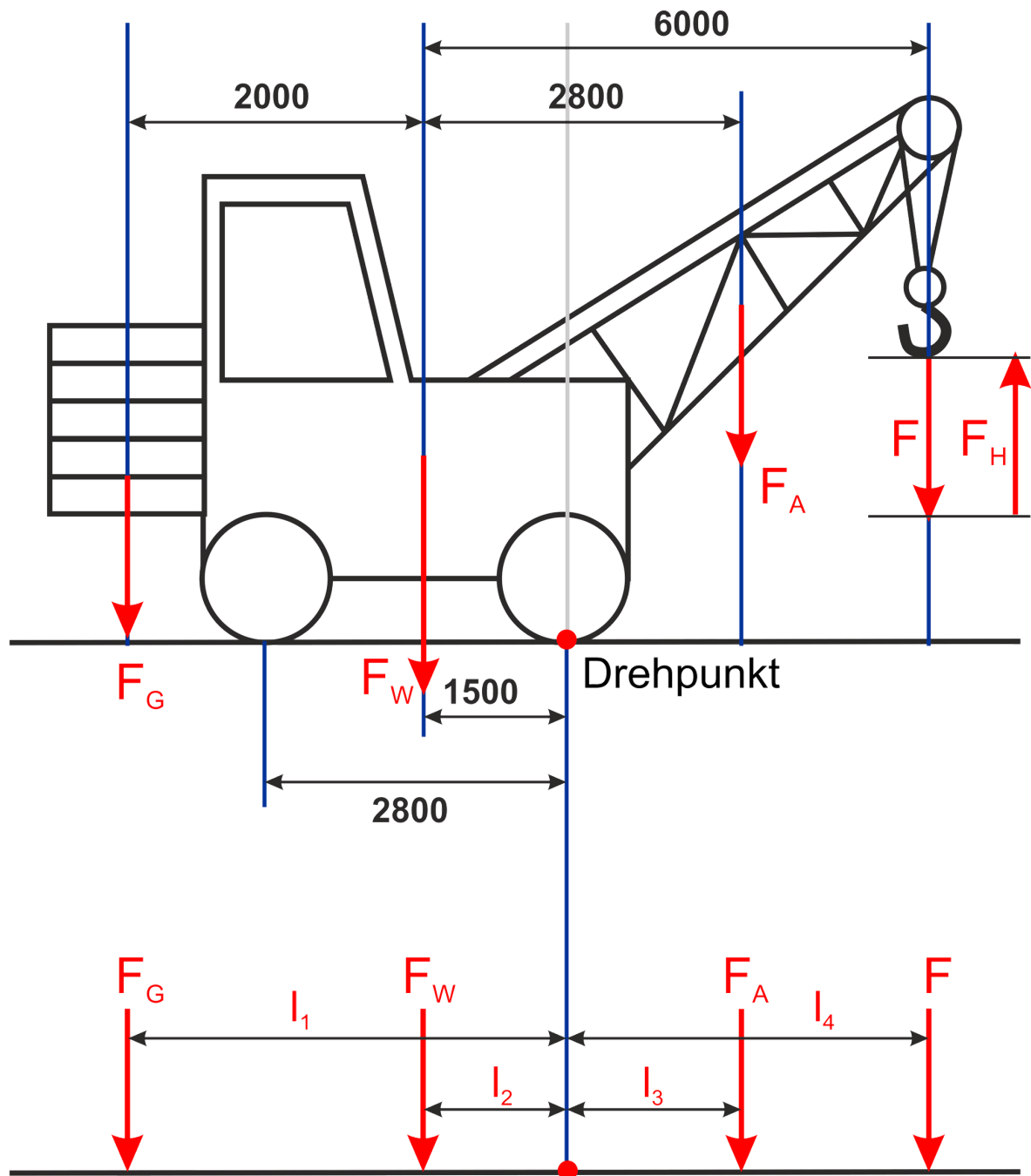
$$\sum M_L = \sum M_R$$

rechtsdrehendes Moment
(im Uhrzeigersinn)



$$(F_1 \cdot l_1 + F_2 \cdot l_2 + F_3 \cdot l_3 = F_4 \cdot l_4 + F_5 \cdot l_5)$$

Beispiel für einen Hebel, an dem mehr als 2 Kräfte wirken:



F_G = Gegengewichtskraft

F_W = Wagengewichtskraft

F_A = Auslegergewichtskraft

F_H = Hubkraft entspricht der Gegenkraft F

Einfaches Rechenbeispiele zum Hebelgesetz:

Schau dir zunächst die **Beispielrechnung** an und versuche anschließend, das zweite Rechenbeispiel eigenständig zu lösen!

Berechne die Hubkraft (= Gegenkraft) des Krans. Achte beim Rechnen auf die richtigen Maßeinheiten!

Folgende Kräfte und Längen sind bekannt:

$$F_G = 30 \text{ kN} \mid l_1 = 2.000 \text{ mm} + 1.500 \text{ mm} = \mathbf{3.500 \text{ mm}}$$

$$F_W = 50 \text{ kN} \mid l_2 = \mathbf{1.500 \text{ mm}}$$

$$F_A = 12 \text{ kN} \mid l_3 = 2.800 \text{ mm} - 1.500 \text{ mm} = \mathbf{1.300 \text{ mm}}$$

$$F_H = ? \mid l_4 = 6.000 \text{ mm} - 1.500 \text{ mm} = \mathbf{4.500 \text{ mm}}$$

$$\text{Formel: } F_G \cdot l_1 + F_W \cdot l_2 = F_A \cdot l_3 + F \cdot l_4$$

1. Schritt: Formel umstellen, damit F (entspricht der Gegenkraft F_H) freigestellt wird.

$$F = \frac{F_G \cdot l_1 + F_W \cdot l_2 - F_A \cdot l_3}{l_4}$$

2. Schritt: mm in m umwandeln.

$$3.500 \text{ mm} = 3,5 \text{ m} \mid 1.500 \text{ mm} = 1,5 \text{ m}$$

$$1.300 \text{ mm} = 1,3 \text{ m} \mid 4.500 \text{ mm} = 4,5 \text{ m}$$

3. Schritt: kN in N umwandeln.

$$30 \text{ kN} = 30.000 \text{ N} \mid 50 \text{ kN} = 50.000 \text{ N} \mid 12 \text{ kN} = 12.000 \text{ N}$$

4. Schritt: Zwischenergebnisse in Formel einsetzen und ausrechnen.

$$F = \frac{30.000 \text{ N} \cdot 3,5 \text{ m} + 50.000 \text{ N} \cdot 1,5 \text{ m} - 12.000 \text{ N} \cdot 1,3 \text{ m}}{4,5 \text{ m}}$$

$$F = \frac{105.000 \text{ Nm} + 75.000 \text{ Nm} - 15.600 \text{ Nm}}{4,5 \text{ m}}$$

$$F = \frac{180.000 \text{ Nm} - 15.600 \text{ Nm}}{4,5 \text{ m}}$$

$$F = \frac{164.400 \text{ Nm}}{4,5 \text{ m}}$$

F = 36.533 N - F ist die Gegenkraft zu F_H und ist gleich groß.

Beispiel:

Ein Vater (80 kg) geht mit seiner Tochter (32 kg) auf den Spielplatz. Sie setzen sich auf die Kinderwippe, deren Sitze jeweils 2 m vom Drehpunkt entfernt sind. Wie weit vom Drehpunkt der Wippe entfernt muss der Vater sitzen, damit die Wippe im Gleichgewicht ist?



Und jetzt du:

- ① Wie lautet der griechische Buchstabe für das Summenzeichen?
- ☐ Eta
 - ☐ Mü
 - ☐ Rho
 - ☐ Sigma
- ② Wie lautet die Formel für das Hebelgesetz, wenn zwei Kräfte wirken?
- ☐ $M[Nm] = F[N] \cdot l[m]$
 - ☐ $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$
 - ☐ $M_L = M_R$
 - ☐ $\sum M_L = \sum M_R$
- ③ Wie lautet die Formel für das Hebelgesetz, wenn mehr als zwei Kräfte wirken?
- ☐ $M[Nm] = F[N] \cdot l[m]$
 - ☐ $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$
 - ☐ $M_L = M_R$
 - ☐ $\sum M_L = \sum M_R$
- ④ Finde vier Wörter, die mit dem Hebelgesetz zu tun haben.

M Ä H E B E L L Ä N G E N I O E V
E S B Ö U M V R K F L Ö N P U A W
K O B N E W T O N M E T E R L S K
D N E C I N Ö X A O B O X G T O Q
R E Z O B E D R E H M O M E N T X
E T S C M M J H X W Z P Ü S D L J
S I G M A G Y Q I Y H G S E F U M