

## 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.

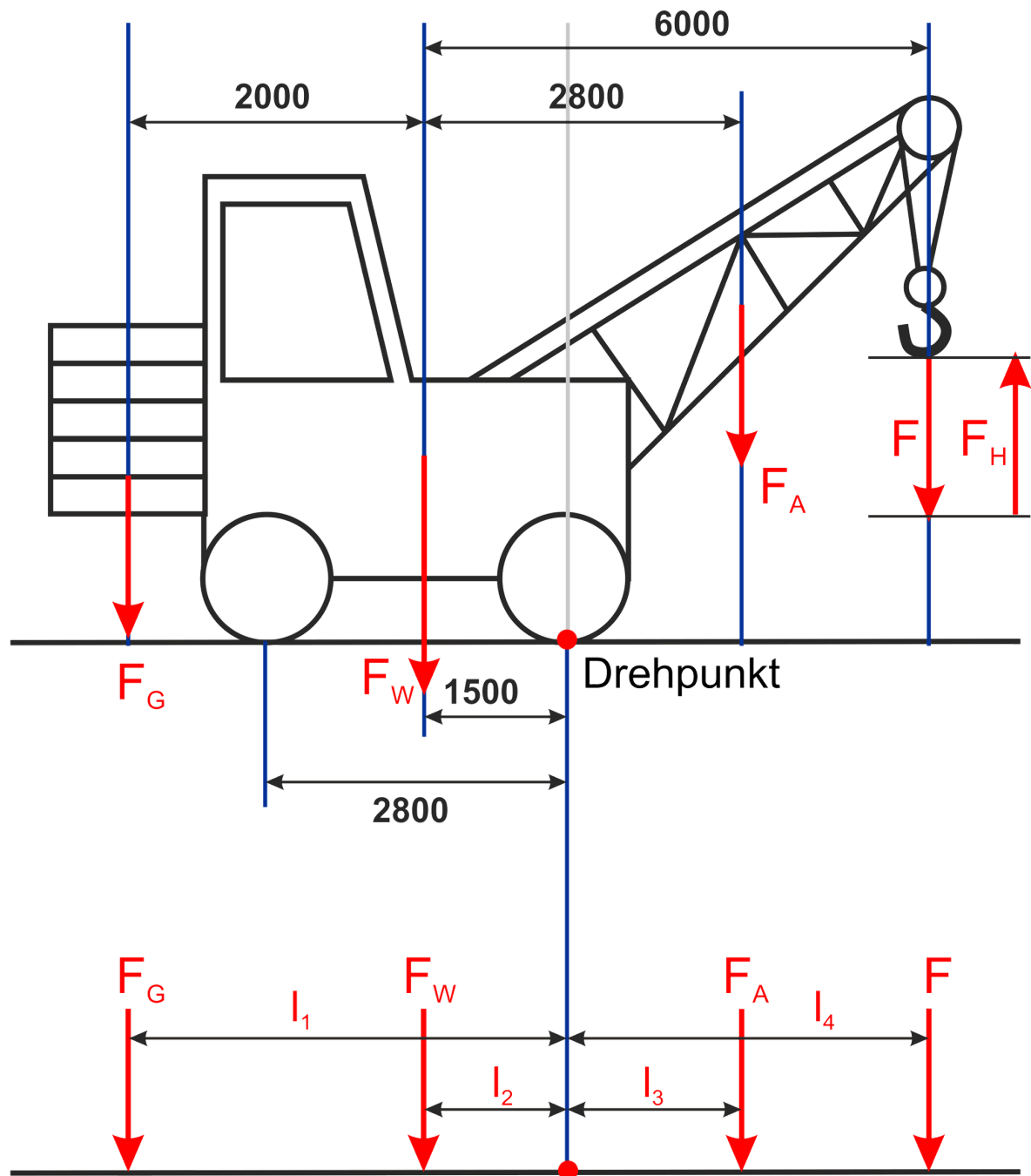
linksdrehendes Moment  
(gegen den Uhrzeigersinn)

$$\sum M_L = \sum M_R$$

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 |