

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)

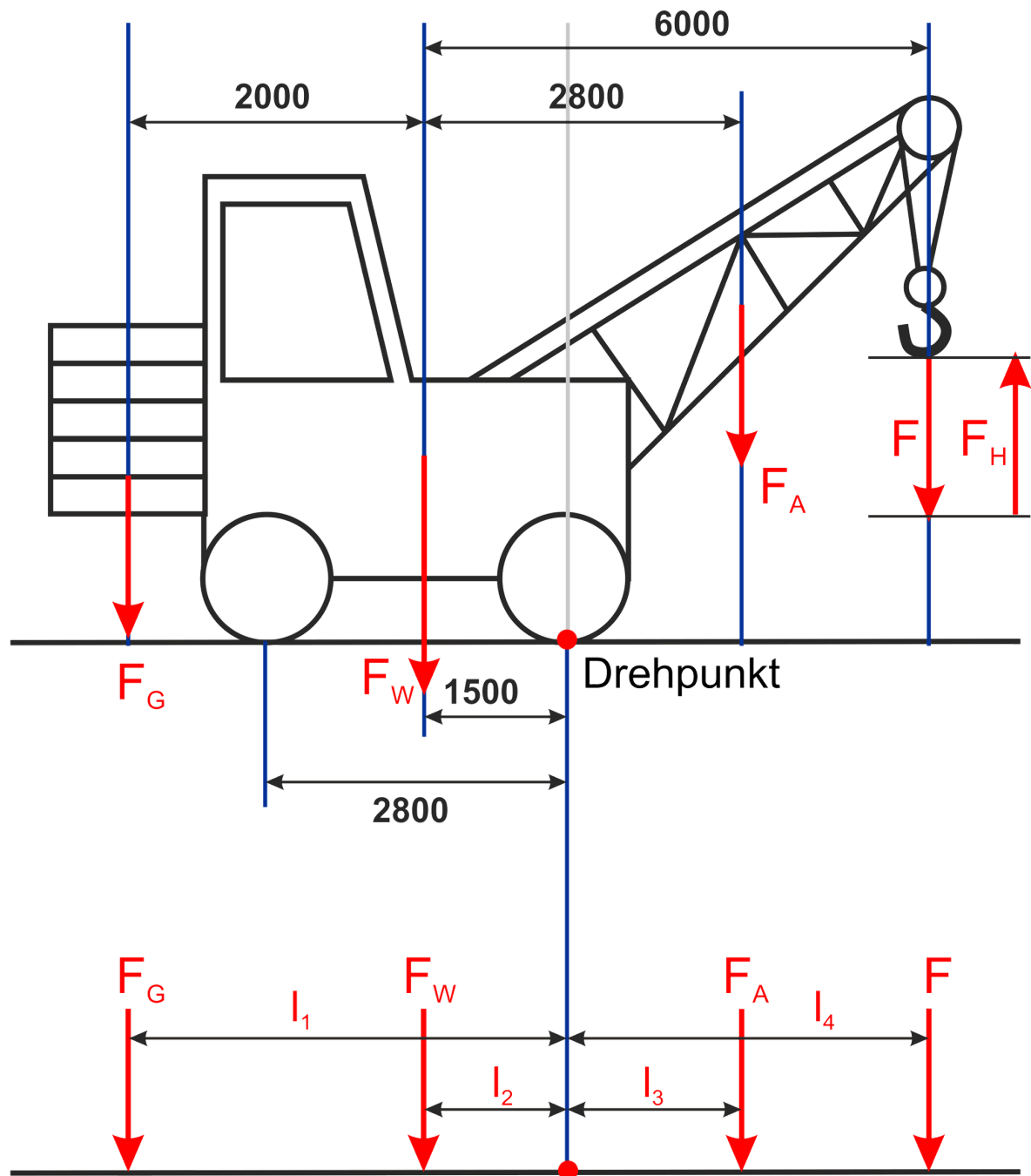
$$\sum M_L = \sum M_R$$

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 |