

Aufgabe der Statik ist die Untersuchung der Kräfte und ihrer Wirkung auf ein Bauwerk.

# 1 Begriff der Kraft

In der Physik wird zwischen Masse und Gewichtskraft unterschieden.

Die **Masse** ist das Produkt aus dem Volumen eines Stoffes und dessen Dichte. Die Einheit ist das Kilogramm (kg).

**Masse = Volumen · Dichte**

$$m = V \cdot \rho$$

$$\begin{array}{l} \cdot 1\,000 \quad \cdot 1\,000 \quad \cdot 1\,000 \\ \curvearrowright \quad \quad \quad \curvearrowright \quad \quad \quad \curvearrowright \\ 1\,t = 1\,000\,kg = 1\,000\,000\,g \\ \quad \quad \quad 1\,kg = \quad 1\,000\,g = 1\,000\,000\,mg \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad 1\,g = \quad 1\,000\,mg \end{array}$$

Die SI-Einheit der Dichte ist  $\text{kg}/\text{m}^3$ , in der Praxis wird aber meist mit  $\text{kg}/\text{dm}^3$  gerechnet, um die Zahlenwerte kleiner zu halten:

$$1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} = 1\,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}$$

Die **Gewichtskraft** ist eine Kraft, mit der ein Körper zum Erdmittelpunkt hingezogen wird. Dabei wirkt die Erdbeschleunigung. Sie beträgt beim freien Fall im luftleeren Raum  $9,81 \text{ m/s}^2$ . In der Praxis wird mit  $10 \text{ m/s}^2$  gerechnet.

Es gilt das von Newton formulierte Gesetz:

**Kraft = Masse · Beschleunigung**

$$F = m \cdot g$$

$$\begin{array}{l} \cdot 1\,000 \quad \cdot 1\,000 \\ \curvearrowright \quad \quad \quad \curvearrowright \\ 1\,MN = 1\,000\,kN = 1\,000\,000\,N \\ \quad \quad \quad 1\,kN = \quad 1\,000\,N \end{array}$$

1 N = 1 Newton  
1 kN = 1 Kilonewton  
1 MN = 1 Meganewton

Zur Beschleunigung der Masse von 1 kg auf  $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  ist eine Kraft  $F$  erforderlich von

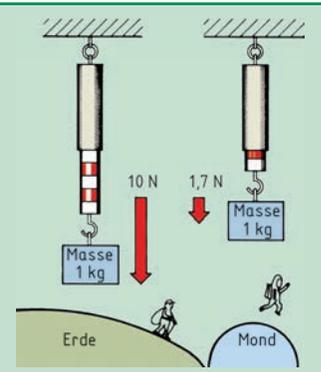
$$F = 1\,kg \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 10 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} = 10\,N$$

Kräfte sind nicht sichtbar, aber sie können an ihren Wirkungen auf einen Stoff erkannt werden. Wird beispielsweise ein Stein geworfen, so wird auf ihn eine Kraft ausgeübt. Diese Kraft ist nicht sichtbar, aber die Größe der übertragenen Kraft zeigt sich in der Weite des Wurfes.

## Beispiel

Soll ein 1 kg schwerer Stein auf der Erde hochgehoben werden, so wird eine Kraft von 10 N benötigt. Wird der gleiche Stein jedoch auf dem Mond gehoben, ist nur eine Kraft von 1,7 N nötig.

Die Materie des Steins hat sich aber nicht verändert. Die Zahl der Moleküle und somit die Masse sind gleich geblieben. Da die Gewichtskraft aber ortsabhängig ist und auf dem Mond eine andere Anziehung herrscht, ändert sich dort die Kraft, die nötig ist, um den Stein zu heben.

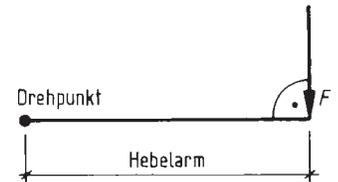


## Moment

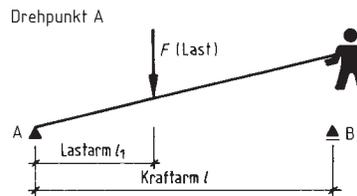
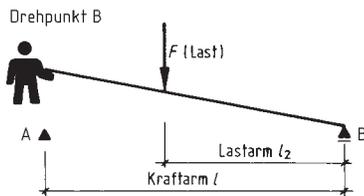
Für die Berechnung der Auflagerkräfte werden die Hebelgesetze genutzt. Verursachen Kräfte an einem Hebel drehende Bewegungen, so wird von Momenten gesprochen. Ein statisches Moment ist das Produkt aus der Kraft  $F$  und dem Hebelarm  $l$ . Hebelarm und Kräfte-richtung müssen senkrecht aufeinander stehen.

**Moment = Kraft · Hebelarm**

$$M = F \cdot l$$



An einem Träger auf zwei Stützen bewirken sowohl die angreifenden Kräfte  $F$  als auch die diesen widerstehenden Kräfte  $A$  und  $B$  ein Moment.



Wenn jetzt bestimmt werden soll, wie viel Kraft  $A$  und  $B$  aufwenden müssen, um den Träger in Ruhelage zu halten, so wird dies nach dem Hebelgesetz bestimmt.

$$\text{Kraft} \cdot \text{Kraftarm} = \text{Last} \cdot \text{Lastarm}$$

$$A \cdot l = F \cdot l_2$$

$$\text{Kraft} \cdot \text{Kraftarm} = \text{Last} \cdot \text{Lastarm}$$

$$B \cdot l = F \cdot l_1$$

Betrachtet man die Drehrichtung der Momente, so ergibt sich

$$A \cdot l = F \cdot l_2$$

$$B \cdot l = F \cdot l_1$$

$$M \curvearrowright = M \curvearrowleft$$

$$M \curvearrowleft = M \curvearrowright$$

rechtsdrehend      linksdrehend

linksdrehend      rechtsdrehend

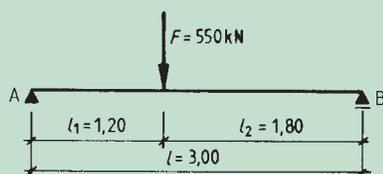
Da es sich um eine Gleichung handelt, ist das rechtsdrehende Moment gleich dem linksdrehenden. Wirkt an einem Träger mehr als nur eine Kraft, also eine Summe von Kräften, so gilt für jeden Drehpunkt die Formel

Summe aller rechtsdrehenden Momente = Summe aller linksdrehenden Momente

$$\sum M \curvearrowright = \sum M \curvearrowleft$$

### Beispiel 1 (Fortsetzung)

#### Rechnerische Lösung



#### Drehpunkt B

$$\sum M \curvearrowright = \sum M \curvearrowleft$$

$$A \cdot l = F \cdot l_2$$

$$A \cdot 3,00 \text{ m} = 550 \text{ kN} \cdot 1,80 \text{ m}$$

$$A = \frac{550 \text{ kN} \cdot 1,80 \text{ m}}{3,00 \text{ m}}$$

$$A = 330 \text{ kN}$$

#### Drehpunkt A

$$\sum M \curvearrowright = \sum M \curvearrowleft$$

$$F \cdot l_1 = B \cdot l$$

$$550 \text{ kN} \cdot 1,20 \text{ m} = B \cdot 3,00 \text{ m}$$

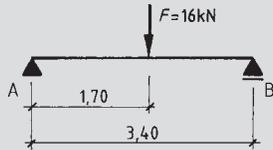
$$B = \frac{550 \text{ kN} \cdot 1,20 \text{ m}}{3,00 \text{ m}}$$

$$B = 220 \text{ kN}$$

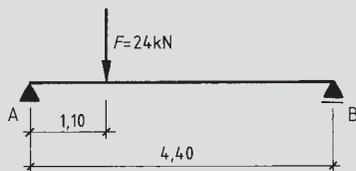
$$\text{Probe: } F = A + B \quad 550 \text{ kN} = 330 \text{ kN} + 220 \text{ kN}$$

**Aufgaben**

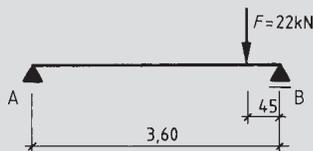
32. Ermitteln Sie zeichnerisch und rechnerisch die Größe der Auflagerkräfte in A und B.



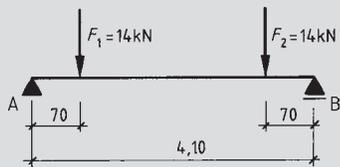
33. Ermitteln Sie die Größe der Auflagerkräfte  
a) zeichnerisch,  
b) rechnerisch.



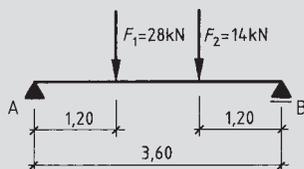
34. Berechnen Sie die Größe der Auflagerkräfte in A und B.



35. Berechnen Sie die Größe der Auflagerkräfte in A und B.

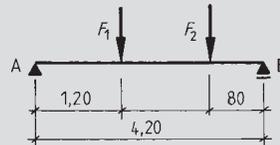


36. Ermitteln Sie die Größe der Auflagerkräfte zeichnerisch und überprüfen Sie das Ergebnis rechnerisch.

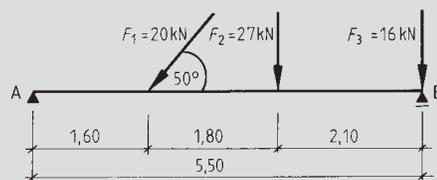


37. Ermitteln Sie zeichnerisch und rechnerisch die Größe der Auflagerkräfte.

- a)  $F_1 = 17 \text{ kN}$ ;  $F_2 = 23 \text{ kN}$
- b)  $F_1 = 12 \text{ kN}$ ;  $F_2 = 18 \text{ kN}$
- c)  $F_1 = 8 \text{ kN}$ ;  $F_2 = 16 \text{ kN}$

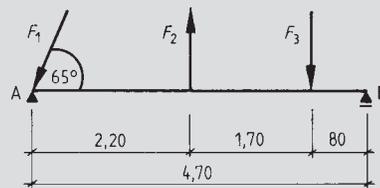


38. Ermitteln Sie zeichnerisch und rechnerisch die Größe der Auflagerkräfte.

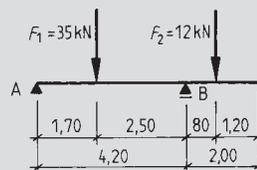


39. Wie groß sind die Auflagerkräfte in A und B?

- a)  $F_1 = 12 \text{ kN}$ ;  $F_2 = 16 \text{ kN}$ ;  $F_3 = 15 \text{ kN}$
- b)  $F_1 = 8 \text{ kN}$ ;  $F_2 = 4 \text{ kN}$ ;  $F_3 = 12 \text{ kN}$
- c)  $F_1 = 0,04 \text{ MN}$ ;  $F_2 = 0,03 \text{ MN}$ ;  $F_3 = 0,05 \text{ MN}$



40. Ermitteln Sie die Auflagerkräfte A und B.



41. Ermitteln Sie die Auflagerkräfte A und B.

