

## 1.8 Kraft, Arbeit, Leistung und Wirkungsgrad

Eine Kraft ist die Ursache einer Beschleunigung.

Gleichförmige geradlinige Bewegung  $v = \frac{s}{t}; [v] = \frac{m}{s}$	$F \quad a$ $\Rightarrow \boxed{m} \rightarrow$	Gleichmäßig beschleunigte Bewegung  $a = \frac{v}{t}; [a] = \frac{m}{s^2}$
$F = m \cdot a \quad [F] = 1 \text{ kg} \frac{m}{s^2}$ $1 \text{ kg} \frac{m}{s^2} = 1 \text{ N (Newton)}$		

Arbeit wird verrichtet, wenn eine Kraft längs einer Strecke wirkt.

mechanische Arbeit	$W = F \cdot s \quad W = m \cdot g \cdot h$ $[W] = \text{Nm (Newtonmeter)}$	Hubarbeit
--------------------	--	-----------

↓

Die Leistung ist der Quotient aus der Arbeit und der für sie benötigten Zeit.

$$P = \frac{W}{t} \quad [P] = \frac{\text{Nm}}{s}$$

↓

Wird Arbeit bzw. Leistung in eine andere Form umgewandelt, gilt:

**Nutzungsgrad**  $\zeta$  (zeta)

$$\zeta = \frac{W_{ab}}{W_{zu}}$$

mechanische  $\Rightarrow$  elektrische Arbeit  
1 Nm = Ws

Einheitenzusammenhänge:

$$1 \text{ Nm} = 1 \text{ Ws} = 1 \text{ J}$$

mechanische  $\Rightarrow$  Wärmearbeit  
1 Nm = 1 J (Joule)

**Wirkungsgrad**  $\eta$  (eta)

$$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}}$$

elektrische  $\Rightarrow$  Wärmearbeit  
1 Ws = 1 J

Bei mehreren Umwandlern:  $\eta_g = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \dots \cdot \eta_n$

### Aufgaben

- Beispiel:** Ein Kran befördert in 12 s eine Masse von 500 kg auf 8 m Höhe.
- Welche Arbeit wird dabei verrichtet?
  - Mit welcher Geschwindigkeit wird die Last gehoben?
  - Wie groß ist die Leistung des Kranes?
  - Mit welchem Gesamtwirkungsgrad arbeitet der Kran, wenn 5 kW aus dem Stromnetz aufgenommen werden?

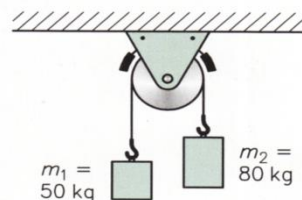
**Gegeben:**  $t = 12 \text{ s}; m = 500 \text{ kg}; h = s = 8 \text{ m}; P_{zu} = 5 \text{ kW}$

**Gesucht:**  $W_{ab}; P_{ab}; \eta_g$

- Lösung:**
- $F = m \cdot g = 500 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} = 4905 \text{ N}$   $W = F \cdot s = 4905 \text{ N} \cdot 8 \text{ m} = 39240 \text{ Nm}$
  - $v = \frac{s}{t} = \frac{8 \text{ m}}{12 \text{ s}} = 0,67 \frac{m}{s}$   $c) P_{ab} = \frac{W}{t} = \frac{39240 \text{ Nm}}{12 \text{ s}} = 3270 \frac{\text{Nm}}{s} = 3270 \text{ W}$
  - $d) \eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}} = \frac{3270 \text{ W}}{5000 \text{ W}} = 0,65$

Sonderfall: Erdbeschleunigung  $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$

- Die Anzugskraft eines Güterzuges beträgt 280 kN. Wie groß ist seine Masse, wenn er eine Beschleunigung von  $0,15 \text{ m/s}^2$  erreicht?
- Zwei unterschiedliche Massen sind mit einem Seil über eine Rolle verbunden.
  - Wie groß ist die Beschleunigung der Massen, wenn die Bremse gelöst wird?
  - Nach welcher Zeit haben die Massen eine Geschwindigkeit von  $1 \text{ m/s}$  erreicht?
  - Beide Massen werden um  $100 \text{ kg}$  erhöht. Nach welcher Zeit wird jetzt eine Geschwindigkeit von  $1 \text{ m/s}$  erreicht?



- Aus einem Brunnen werden  $2 \text{ m}^3$  Wasser in einen  $6 \text{ m}$  höher gelegenen Vorratsbehälter gepumpt. Wie groß ist die Leistung der Pumpe, die diese Arbeit in  $5 \text{ min}$  verrichtet?