

1.8 Kraft, Arbeit, Leistung und Wirkungsgrad

Eine Kraft ist die Ursache einer Beschleunigung.

Gleichförmige
geradlinige Bewegung

$$v = \frac{s}{t}; [v] = \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$F \quad a \\ \Rightarrow m \rightarrow$$

Gleichmäßig
beschleunigte Bewegung

$$F = m \cdot a \quad [F] = 1 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \\ 1 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1 \text{ N (Newton)}$$

$$a = \frac{v}{t}; [a] = \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

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.

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



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

Nutzungsgrad ζ (zeta)

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

Einheitenzusammenhänge:

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

Wirkungsgrad η (eta)

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

mechanische \Rightarrow elektrische Arbeit
1 Nm = Ws

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

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: a) $F = m \cdot g = 500 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 4905 \text{ N} \quad W = F \cdot s = 4905 \text{ N} \cdot 8 \text{ m} = 39240 \text{ Nm}$

b) $v = \frac{s}{t} = \frac{8 \text{ m}}{12 \text{ s}} = 0,67 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad c) P_{ab} = \frac{W}{t} = \frac{39240 \text{ Nm}}{12 \text{ s}} = 3270 \frac{\text{Nm}}{\text{s}} = 3270 \text{ W}$

d) $\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}} = \frac{3270 \text{ W}}{5000 \text{ W}} = 0,65$

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

- 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 m/s erreicht?
 - Beide Massen werden um 100 kg erhöht. Nach welcher Zeit wird jetzt eine Geschwindigkeit von 1 m/s erreicht?
- Aus einem Brunnen werden 2 m^3 Wasser in einen 6 m höher gelegenen Vorratsbehälter gepumpt. Wie groß ist die Leistung der Pumpe, die diese Arbeit in 5 min verrichtet?

