

# 1. Grundbegriffe der Elektrotechnik

1

1.1) Geg.:  $d = 0,5 \text{ mm}$ ;  $J = 10 \cdot 10^6 \frac{\text{A}}{\text{m}^2}$ ;

Ges.:  $J_{\text{max}} = ?$

Lös.:  $J = \frac{J}{A}$  ;  $A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = \frac{(0,5 \cdot 10^{-3} \text{ m})^2 \cdot \pi}{4} =$   
 $= 0,196 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$ ;

J =  $J \cdot A = 10 \cdot 10^6 \frac{\text{A}}{\text{m}^2} \cdot 0,196 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 = \underline{\underline{1,96 \text{ A}}}$ ;

1.2) Geg.:  $A = 16 \text{ mm}^2$ ,  $l = 50 \text{ m}$ ; Cu;

Ges.:  $Q = ?$

Lös.:  $Q = n' \cdot e \cdot A \cdot l$  ; Anzahl der freien  $e^-$  ;  $n'_{\text{Cu}} \approx 8,47 \cdot 10^{22} \frac{e^-}{\text{cm}^3}$  ;

$A = 16 \text{ mm}^2 = 0,16 \text{ cm}^2$  ;

Elementarladung :  $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ As}$  ;

Q =  $1,602 \cdot 10^{-19} \text{ As} \cdot 8,47 \cdot 10^{22} \frac{1}{\text{cm}^3} \cdot 0,16 \text{ cm}^2 \cdot 5 \cdot 10^3 \text{ cm} =$   
 $= \underline{\underline{10,86 \cdot 10^6 \text{ As}}}$  ;

1.3) Geg.:  $t = 3,2 \text{ s}$  ;  $J = 125 \text{ mA}$  ;  $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ As}$  ;

Ges.:  $k_n$  : Anzahl  $e^-$  bzw. negative Elementarladungen

Lös.:  $\Delta Q_n = k_n \cdot (-e)$  ;  $J = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \rightarrow \Delta Q = J \cdot \Delta t =$   
 $= 0,125 \text{ A} \cdot 3,2 \text{ s} =$   
 $= 0,4 \text{ As}$  ;

$\rightarrow \underline{\underline{k_n}} = \frac{\Delta Q_n}{e} = \frac{0,4 \text{ As}}{1,602 \cdot 10^{-19} \text{ As}} =$   
 $= \underline{\underline{2,50 \cdot 10^{18}}}$  ;

# 1. Grundbegriffe der Elektrotechnik

2

1.4) Geq.:  $d = 2 \text{ mm}$  ;  $J_k = 100 \text{ A}$  ;

Ges.:  $v$ : Elektronengeschwindigkeit

Lös.:  $Q = n' \cdot e \cdot A \cdot l$  ;  $J = \frac{Q}{t}$

$\rightarrow J = \frac{n' \cdot e \cdot A \cdot l}{t}$  ;  $v = \frac{l}{t}$

$\rightarrow J = n' \cdot e \cdot A \cdot v \rightarrow v = \frac{J}{n' \cdot e \cdot A}$

$A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = \frac{(0,2 \text{ cm})^2 \cdot \pi}{4} = 0,0314 \text{ cm}^2$  ,  $n'_{\text{Cu}} \approx 8,47 \cdot 10^{22} \frac{1}{\text{cm}^3}$  ;  
 $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ As}$  ;

$v = \frac{100 \text{ A}}{8,47 \cdot 10^{22} \frac{1}{\text{cm}^3} \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ As} \cdot 0,0314 \text{ cm}^2} = 0,235 \frac{\text{cm}}{\text{s}} = \underline{\underline{2,35 \frac{\text{mm}}{\text{s}}}}$  ;

1.5) Geq.:  $l = 50 \text{ cm}$  ;  $U = 2 \text{ V}$  ;  $Q = e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ As}$  ;

Ges.:  $F = ?$

Lös.:  $F = E \cdot Q$  ;  $E = \frac{U}{l} = \frac{2 \text{ V}}{0,5 \text{ m}} = 4 \frac{\text{V}}{\text{m}}$  ;

$F = 4 \frac{\text{V}}{\text{m}} \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ As} = 6,41 \cdot 10^{-19} \frac{\text{VAs}}{\text{m}} = \left[ \frac{\text{VAs}}{\text{m}} = \frac{\text{Ws}}{\text{m}} = \frac{\text{Nm}}{\text{m}} \right]$   
 $= \underline{\underline{6,41 \cdot 10^{-19} \text{ N}}}$  ;

1.6) Geq.:  $U = 380 \text{ kV}$  ;  $l = 25 \text{ m}$  ;

Ges.:  $E = ?$

Lös.:  $E = \frac{U}{l} = \frac{380 \cdot 10^3 \text{ V}}{25 \text{ m}} = 15,2 \cdot 10^3 \frac{\text{V}}{\text{m}} = \underline{\underline{15,2 \frac{\text{kV}}{\text{m}}}}$  ;

# 1. Grundbegriffe der Elektrotechnik

3

1.7) Geg.:  $U = 10 \text{ kV}$  ;  $E = 20 \frac{\text{kV}}{\text{m}}$  ;

Ges.:  $l$  (Abstand zur Erde)

Lös.:  $E = \frac{U}{l} \rightarrow \underline{l = \frac{U}{E} = \frac{10 \text{ kV}}{20 \frac{\text{kV}}{\text{m}}} = \underline{0,5 \text{ m}}}$  ;

1.8) Geg.:  $U_1 = 220 \text{ V}$  ;  $U_2 = 235 \text{ V}$  ;  $R = \text{konst.}$  ;

Ges.: Um wie viel Prozent steigt die umgesetzte Leistung ?

Lös.:  $\frac{P_2}{P_1} = ?$  ;  $P_1 = \frac{U_1^2}{R}$  u.  $P_2 = \frac{U_2^2}{R}$

$\rightarrow \underline{\frac{P_2}{P_1} = \frac{\frac{U_2^2}{R}}{\frac{U_1^2}{R}} = \frac{U_2^2}{U_1^2} = \left(\frac{U_2}{U_1}\right)^2 = \left(\frac{235 \text{ V}}{220 \text{ V}}\right)^2 = \underline{1,141}}$  ;

Die umgesetzte Leistung steigt um 14,1 % !

1.9) Geg.:  $\dot{V} = 0,030 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$  ;  $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  ;  $h = 15 \text{ m}$  ;  $\rho = 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  ;  
 $\eta = 0,7$  ;

Ges.:  $P_{\text{Motor}} = ?$

Lös.:  $P_{\text{Motor}} = P_{\text{zu}} = \frac{P_{\text{ab}}}{\eta}$  ;  $P_{\text{ab}} = \frac{W_p}{t}$  ;  $W_p = m \cdot g \cdot h$  ;  
 $m = \rho \cdot V$  ;  $V = \dot{V} \cdot t$  ;

$\rightarrow \underline{P_{\text{ab}}} = \frac{\rho \cdot \dot{V} \cdot t \cdot g \cdot h}{t} = \rho \cdot \dot{V} \cdot g \cdot h =$   
 $= 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 30 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 15 \text{ m} =$   
 $= 4.415 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} = 4,415 \frac{\text{kJ}}{\text{s}} =$   
 $= \underline{4,415 \text{ kW}} ;$

$\underline{P_{\text{Motor}}} = P_{\text{zu}} = \frac{P_{\text{ab}}}{\eta} = \frac{4,415 \text{ kW}}{0,7} = \underline{6,31 \text{ kW}} ;$

# 1. Grundbegriffe der Elektrotechnik

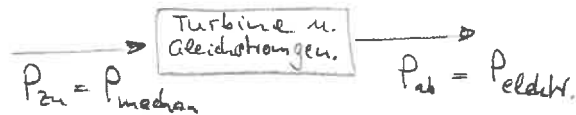
4

1.10) Geg.:  $h = 22 \text{ m}$ ;  $\dot{V} = 0,050 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$ ;  $\eta = 0,7$ ;  $t_M = 6 \text{ Monate}$ ;

Ges.: a)  $P_{\text{elektr.}} = P_{\text{ab}} = ?$

b)  $W_{\text{elektr.}} = ?$

Lös.: a)



$$\eta = \frac{P_{\text{ab}}}{P_{\text{zu}}} = \frac{P_{\text{elektr.}}}{P_{\text{mechan.}}}$$

$$P_{\text{mechan.}} = \frac{W_{\text{pot}}}{t}; \quad W_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h$$

mit  $m = \rho \cdot V$ ;  $W_{\text{pot}} = \rho \cdot V \cdot g \cdot h$

$$\begin{aligned} \rightarrow \underline{P_{\text{mechan.}}} &= \frac{\rho \cdot V \cdot g \cdot h}{t} = \rho \cdot \dot{V} \cdot g \cdot h = \\ &= 1 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,050 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 22 \text{ m} = \\ &= 10,79 \cdot 10^3 \frac{\text{Nm}}{\text{s}} = \underline{10,79 \text{ kW}}; \end{aligned}$$

$$\underline{P_{\text{elektr.}}} = \eta \cdot P_{\text{mechan.}} = 0,7 \cdot 10,79 \text{ kW} = \underline{7,55 \text{ kW}};$$

b)  $\underline{W_{\text{elektr.}}} = P_{\text{elektr.}} \cdot t_M = 7,55 \text{ kW} \cdot 184 \cdot 24 \text{ h} = \underline{33.340 \text{ kWh}}$ ;

# 1. Grundbegriffe der Elektrotechnik

5

1.11) Geg.:  $\dot{V} = 120 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$ ;  $h = 5 \text{ m}$ ;  $\eta_w = 0,8$ ;  $t_z = 365 \text{ Tage}$ ;  
 $H_{\text{kohle}} = 36 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$ ;  $\eta_{th} = 0,35$ ;

Ges.: a)  $P_{ab} = P_{\text{elektr.}} = ?$

b)  $W_{\text{elektr.}} = ?$

c)  $m_{\text{kohle}} = ?$

Lös.: a)  $\eta_w = \frac{P_{\text{elektr.}}}{P_{\text{mechan.}}} \rightarrow P_{\text{elektr.}} = \eta_w \cdot P_{\text{mechan.}}$

$P_{\text{mechan.}} = \frac{m \cdot g \cdot h}{t} = \frac{\rho \cdot \dot{V} \cdot g \cdot h}{t} = \rho \cdot \dot{V} \cdot g \cdot h$

$\rightarrow P_{\text{elektr.}} = \eta_w \cdot \rho \cdot \dot{V} \cdot g \cdot h = 0,8 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 120 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 5 \text{ m} =$   
 $= 4,709 \cdot 10^6 \frac{\text{Nm}}{\text{s}} = \underline{4,709 \text{ MW}}$ ;

b)  $W_{\text{elektr.}} = P_{\text{elektr.}} \cdot t_z = 4,709 \text{ kW} \cdot 365 \cdot 24 \text{ h} = 41,251 \cdot 10^6 \text{ kWh} =$   
 $= \underline{41,25 \text{ GWh}}$ ;

c)  $\eta_{th} = \frac{W_{ab}}{W_{zu}} = \frac{W_{\text{elektr.}}}{W_{th.}} \rightarrow W_{th.} = \frac{W_{\text{elektr.}}}{\eta_{th}} = \frac{41,25 \cdot 10^3 \text{ MWh}}{0,35} =$   
 $= \underline{117,86 \cdot 10^3 \text{ MWh}}$ ;

$W_{th.} = m_{\text{kohle}} \cdot H_{\text{kohle}} \rightarrow m_{\text{kohle}} = \frac{W_{th.}}{H_{\text{kohle}}} = \frac{424,3 \cdot 10^6 \text{ MJ}}{36 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}} =$

$\underline{W_{th.}} = 117,86 \cdot 10^3 \text{ MWh} \cdot 3600 \text{ s} =$   
 $= 424,3 \cdot 10^6 \text{ MJs} = \underline{424,3 \cdot 10^6 \text{ MJ}}$ ;

$= 11,79 \cdot 10^6 \text{ kg} =$

$= \underline{11,786 \text{ t}}$ ;