

Lösung

Aufgabe 1:

$$W_K = \frac{1}{2} * m * v^2 \quad - \quad \text{kinetische Energie}$$

$$W_P = m * g * h \quad - \quad \text{potentielle Energie}$$

$$\text{Bed.: } W_K = W_P$$

$$W_K = \frac{1}{2} * m * v^2 = W_P = m * g * h$$

$$h = \frac{\frac{1}{2} * m * v^2}{m * g}$$

$$h = \frac{v^2}{2 * g}$$

$$h = \frac{\left(27,78 \frac{m}{s}\right)^2}{2 * 9,81 \frac{m}{s^2}}$$

$$h = 39,33 \text{ m}$$

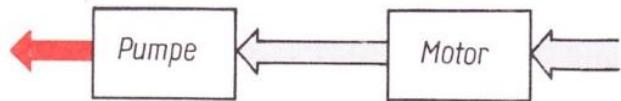
Einheitengleichung:

$$[h] = \frac{\frac{m^2}{s^2}}{\frac{m}{s^2}} = \frac{m^2 * s^2}{s^2 * m}$$

Aufgabe 2:

Pumpenbetrieb

$$P_{abP.} \quad P_{zuP.} = P_{abM.} \quad P_{zuM.}$$



$$P_{zuM} = 40 * 10^6 W$$

$$P_{abM} = P_{zuP} = 38,7 * 10^6 W$$

$$P_{abP} = \frac{m * g * h}{t} = \frac{\rho * V * g * h}{t}$$

$$P_{abP} = \frac{1 * 10^3 \frac{kg}{m^3} * 10,4 m^3 * 9,81 \frac{m}{s^2} * 319 m}{1 s}$$

$$P_{abP} = 32,55 * 10^6 W$$

Einheitengleichung:

$$[P_{abP}] = \frac{\frac{kg}{m^3} * m^3 * \frac{m}{s^2} * m}{s} = \frac{\frac{kg * m}{s^2} * m}{s} = \frac{Nm}{s} = \frac{J}{s} = W$$

Wirkungsgrad Motor

$$\eta_M = \frac{P_{abM}}{P_{zuM}} = \frac{38,7 * 10^6 \text{ W}}{40 * 10^6 \text{ W}} = 0,97 = 97 \text{ %}$$

Wirkungsgrad Pumpe

$$\eta_P = \frac{P_{abP}}{P_{zuP}} = \frac{32,55 * 10^6 \text{ W}}{38,7 * 10^6 \text{ W}} = 0,84 = 84 \text{ %}$$

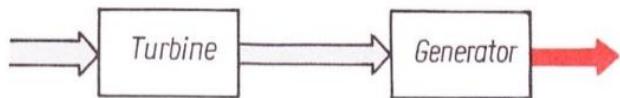
Gesamtwirkungsgrad der Anlage im Pumpenbetrieb:

$$\eta_{GP} = \eta_M * \eta_P = 0,97 * 0,84 = 0,8148 = 81,5 \text{ %}$$

Turbinenbetrieb

Die Leistungsaufnahme der Turbine ergibt sich aus der Abnahme der potentiellen Energie des Wassers

$$P_{zuT.} \quad P_{abT.} = P_{zuG.} \quad P_{abG.}$$



$$P_{abG} = 40 * 10^6 W$$

$$P_{abT} = P_{zuG} = 42 * 10^6 W$$

$$P_{zuT} = \frac{m * g * h}{t} = \frac{\rho * V * g * h}{t}$$

$$P_{zuT} = \frac{1 * 10^3 \frac{kg}{m^3} * 15,5 m^3 * 9,81 \frac{m}{s^2} * 302 m}{1 s}$$

$$P_{zuT} = 45,92 * 10^6 W$$

Wirkungsgrad Turbine

$$\eta_T = \frac{P_{abT}}{P_{zuT}} = \frac{42 * 10^6 W}{45,92 * 10^6 W} = 0,92 = 92 \%$$

Wirkungsgrad Generator

$$\eta_G = \frac{P_{abG}}{P_{zuG}} = \frac{40 * 10^6 W}{42 * 10^6 W} = 0,95 = 95 \%$$

Gesamtwirkungsgrad der Anlage im Turbinenbetrieb:

$$\eta_{GT} = \eta_T * \eta_G = 0,92 * 0,95 = 0,876 = 87,6 \%$$

Die Speicherung von Elektroenergie in den Nachtstunden als potentielle Energie des Wassers im Oberbecken und deren Rückgewinnung in den Spitzenbelastungszeiten entsprechend der Tageslastkurve erfolgt insgesamt mit einem Wirkungsgrad von:

$$\eta_{Ges.} = \eta_{GP} * \eta_{GT} = 0,81 * 0,87 = 0,7 = 70 \%$$

