

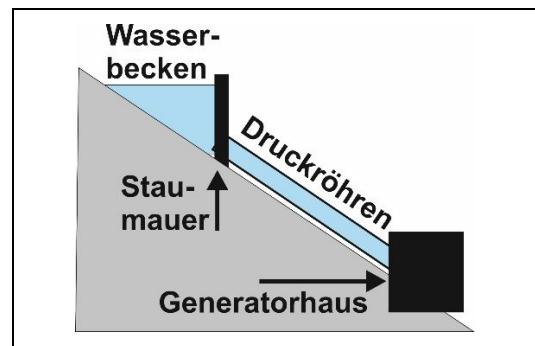
Aufgabe 04-13

000

Wirkungsgrad: **Pumpspeicherwerk**

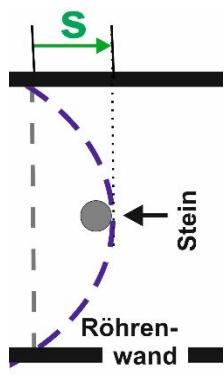
- 1.0** Der Wasserspeicher eines Wasserkraftwerkes liegt 900 m oberhalb des Generatorhauses. Pro Sekunde strömen 25 m^3 Wasser durch die Druckröhren zu Tal und treiben dort im Generatorhaus drei Turbinen an. Der Wirkungsgrad der Druckröhren beträgt 95% , der Wirkungsgrad der gesamten Anlage 80% .

- 1.1** Berechnen Sie die Nutzleistung des Kraftwerkes.



- 1.2** Berechnen Sie unter Berücksichtigung des Wirkungsgrades der Druckröhren den Betrag v_E der Eintrittsgeschwindigkeit des Wassers in die Turbinen.

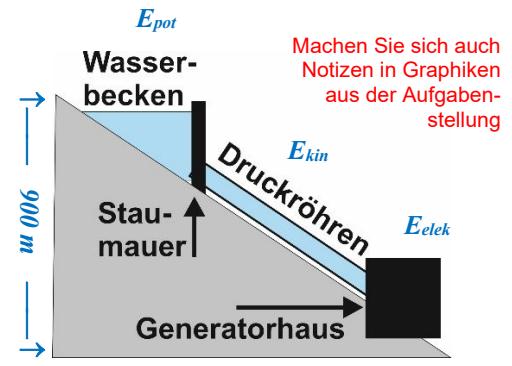
- 1.3** Im Wasser befindet sich ein Stein der Masse $m_S = 50\text{ g}$. Unmittelbar vor der Turbine befindet sich ein, auf den der Stein mit der Geschwindigkeit des Wassers (siehe Teilaufgabe 2.2) auftrifft. Dieses Gitter ist so ausgelegt, dass es bei einer Kraft des Betrages $F_0 = 10^4\text{ N}$ um eine Strecke von $s = s_0 = 1,0\text{ cm}$ eingedrückt wird. Auffanggitter (Gitter ohne Stein: - - - ; Gitter mit Stein: - - - -). Die Beziehung zwischen einer auf dieses Gitter wirkenden Kraft des Betrages F_{Gitter} und der durch diese Kraft verursachte Tiefe $s = s_{Gitter}$ der Eindrückung des Gitters wird als proportional angenommen. Berechnen Sie die Strecke s_{Gitter} , um die der aufprallende Stein das Gitter eindrückt.



Musterlösung zu 04-13

- 1.0** Der Wasserspeicher eines Wasserkraftwerkes liegt **900 m** oberhalb des Generatorhauses. **Pro Sekunde** strömen **25 m³** Wasser durch die Druckröhren zu Tal und treiben dort im Generatorhaus drei Turbinen an. Der Wirkungsgrad der Druckröhren beträgt **95%**, der Wirkungsgrad der gesamten Anlage **80%**.

- 1.1** Berechnen Sie die Nutzleistung des Kraftwerkes.



Machen Sie sich auch Notizen in Graphiken aus der Aufgabenstellung

$$\text{Geg.: } h = 900 \text{ m} \quad \eta_D = 95\% \quad \eta_{ges} = 95\% \quad v = 25 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \quad r = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$E_{pot} = m \cdot g \cdot h = V \cdot \rho \cdot g \cdot h = v \cdot \Delta t \cdot \rho \cdot g \cdot h \quad (01)$$

$$P_{zu} = \frac{E_{pot}}{\Delta t} \quad \text{und} \quad P_{nutz} = P_{zu} \cdot \eta_{ges} \rightarrow P_{nutz} = v \cdot \rho \cdot g \cdot h \cdot \eta_{ges} \quad (02)$$

$$P_{nutz} = 3,924 \cdot 10^8 \text{ W} = \boxed{39 \text{ MW}}$$

- 1.2** Berechnen Sie unter Berücksichtigung des Wirkungsgrades der Druckröhren den Betrag **ve** der **Eintrittsgeschwindigkeit** des Wassers in die Turbinen.

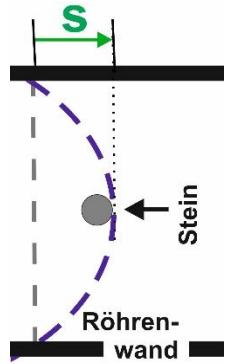
$$E_{kin,E} = \frac{1}{2} m \cdot v_E^2 = \frac{1}{2} v \cdot \Delta t \cdot \rho \cdot v_E^2 \rightarrow \quad (03)$$

$$E_{kin,E} = \eta_D \cdot E_{pot} \quad (04)$$

$$\frac{1}{2} v \cdot \Delta t \cdot \rho \cdot v_E^2 = v \cdot \Delta t \cdot \rho \cdot g \cdot h \cdot \eta_D \rightarrow$$

$$v_E = \sqrt{2 \cdot g \cdot h \cdot \eta_D} = 61,056 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \boxed{61 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 220 \frac{\text{km}}{\text{h}} \quad (05)$$

- 1.3** Im Wasser befindet sich ein Stein der Masse **$m_S = 50 \text{ g}$** . Unmittelbar vor der Turbine befindet sich ein, auf den der Stein mit der Geschwindigkeit des Wassers (siehe Teilaufgabe 2.2) auftrifft. Dieses Gitter ist so ausgelegt, dass es bei einer Kraft des Betrages **$F_0 = 10^4 \text{ N}$** um eine Strecke von **$s = s_0 = 1,0 \text{ cm}$** eingedrückt wird. Auffanggitter (Gitter **ohne** Stein: **---**; Gitter **mit** Stein: **- - -**). Die Beziehung zwischen einer auf dieses Gitter wirkenden Kraft des Betrages **F_{Gitter}** und der durch diese Kraft verursachte Tiefe **$s = s_{Gitter}$** der Eindrückung des Gitters wird als proportional angenommen. Berechnen Sie die Strecke **s_{Gitter}** , um die der aufprallende Stein das Gitter eindrückt.



$$\text{Geg.: } F_0 = 10^4 \text{ N} \quad s_0 = 0,010 \text{ m} \quad m_S = 0,050 \text{ kg}$$

$$D = \frac{F_0}{s_0} = 1,0 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}} \quad D: \text{Härte des Gitters} \quad (06)$$

$$E_{kin,S} = \frac{1}{2} m_S \cdot v_E^2 \quad \rightarrow \frac{1}{2} m_S \cdot v_E^2 = \frac{1}{2} D \cdot s_{Gitter}^2 \rightarrow s_{Gitter} = \sqrt{\frac{m_S \cdot s_0}{F_0}} \cdot v_E \quad (07)$$

$$E_{kin,Gitter} = \frac{1}{2} D \cdot s_{Gitter}^2$$

$$\rightarrow s_{Gitter} = \sqrt{\frac{0,050 \text{ kg} \cdot 0,010 \text{ m}}{10^4 \text{ N}}} \cdot 61 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 0,013652 \text{ m} = \boxed{0,014 \text{ m} = 1,4 \text{ cm}}$$