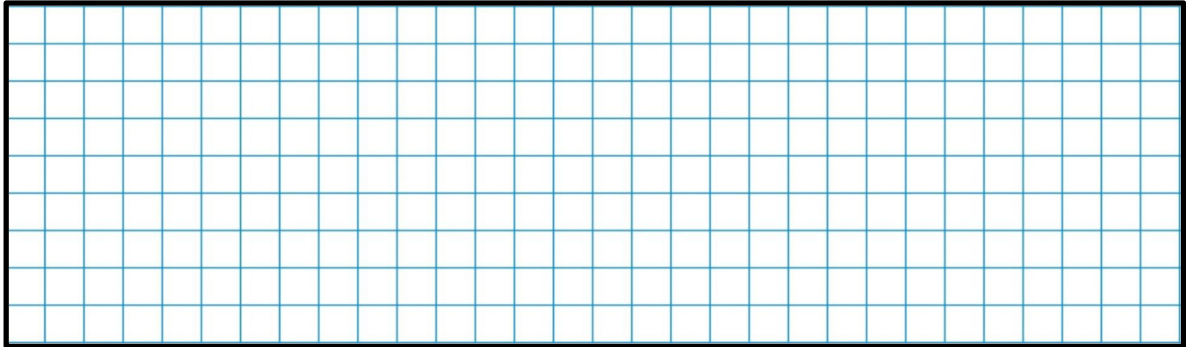
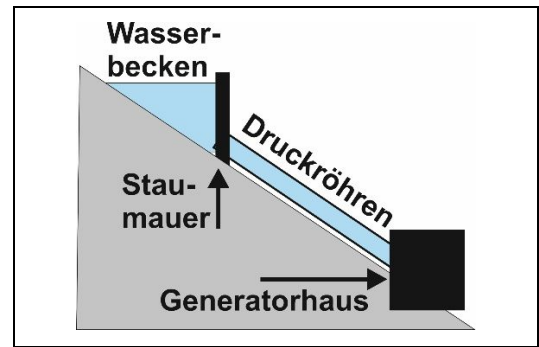
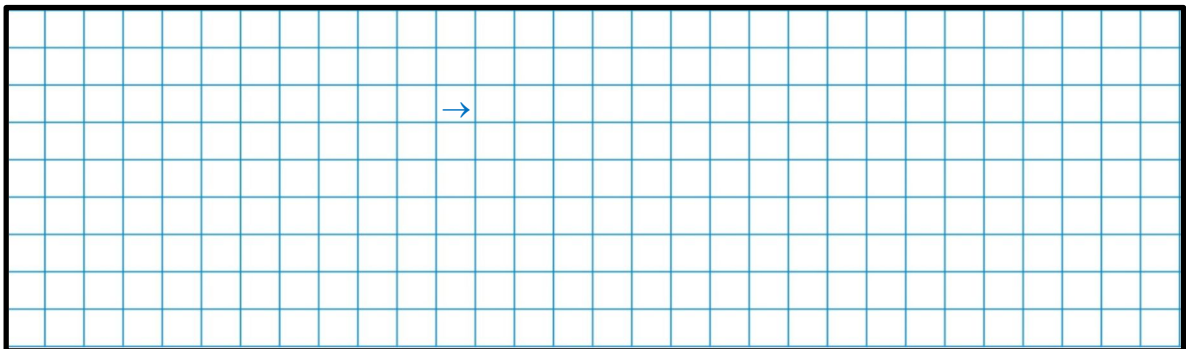


- 1.0 Der Wasserspeicher eines Wasserkraftwerkes liegt  $900\text{ m}$  oberhalb des Generatorhauses. Pro Sekunde strömen  $25\text{ m}^3$  Wasser durch die Druckröhren zu Tal und treiben dort im Generatorhaus drei Turbinen an. Der Wirkungsgrad der Druckröhren beträgt  $95\%$ , der Wirkungsgrad der gesamten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

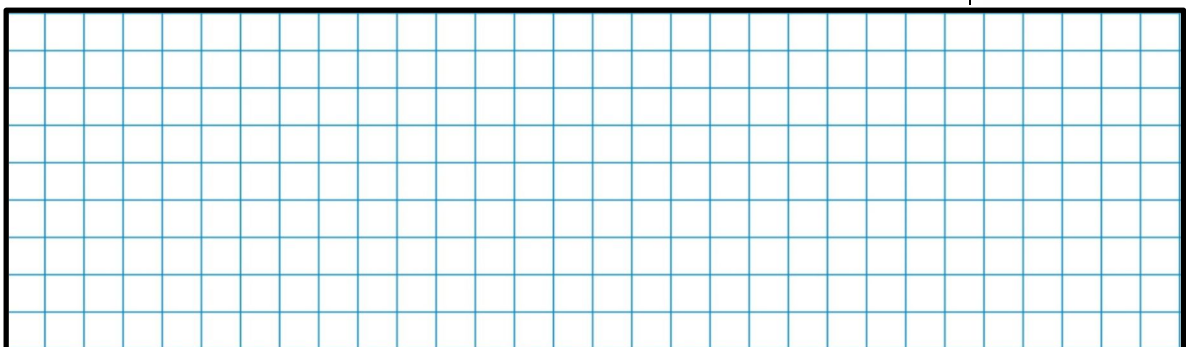
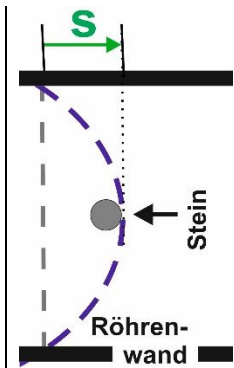
- 1.1 Berechnen Sie die Nutzleistung des Kraftwerkes.



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



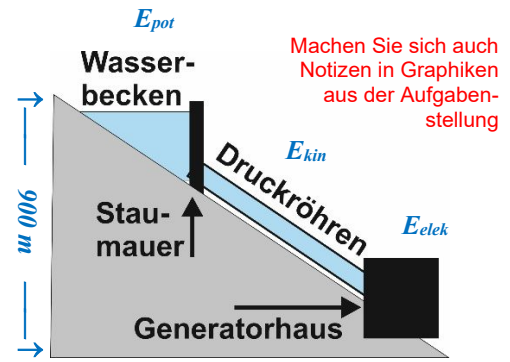
- 1.3 Im Wasser befindet sich ein Stein der Masse  $m_S = 50\text{ g}$ . Unmittelbar vor der Turbine befindet sich ein, auf den der Stein mit der Geschwindigkeit des Wassers (siehe Teilaufgabe 2.2) auftrifft. Dieses Gitter ist so ausgelegt, dass es bei einer Kraft des Betrages  $F_0 = 10^4\text{ N}$  um eine Strecke von  $s = s_0 = 1,0\text{ cm}$  eingedrückt wird. Auffanggitter (Gitter ohne Stein:  $\text{---}$ ; Gitter mit Stein:  $\text{---}$ ). Die Beziehung zwischen einer auf dieses Gitter wirkenden Kraft des Betrages  $F_{\text{Gitter}}$  und der durch diese Kraft verursachte Tiefe  $s = s_{\text{Gitter}}$  der Eindrückung des Gitters wird als proportional angenommen. Berechnen Sie die Strecke  $s_{\text{Gitter}}$ , 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 m<sup>3</sup>** 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.



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

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

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

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

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

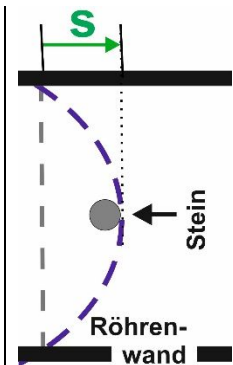
$$E_{kin,E} = \frac{1}{2} m v_E^2 = \frac{1}{2} v \Delta t \rho v_E^2 \rightarrow \quad (03)$$

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

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

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

- 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.



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

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

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

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