

## Physik \* Jahrgangsstufe 9 \* Energieübertragung mit Hochspannung

Das **Walchenseekraftwerk** ist eines der größten Speicherkraftwerke in Deutschland, das bei plötzlichem Bedarf von elektrischer Energie in wenigen Minuten seine Leistung von 124 MW an das elektrische Netz abgeben kann. Seit 1924 wird der Höhenunterschied von 200m zwischen Walchen- und Kochelsee zur Stromerzeugung genutzt. Das Wasser aus dem Speicher Walchensee wird über 4 Pelton- und 4 Francis-Turbinen in den Kochelsee geleitet. Der Wirkungsgrad von Wasserkraftwerken liegt in der Regel bei 85 bis 90%.



Für das Walchenseekraftwerk soll im Folgenden mit einem Wirkungsgrad von 90% gerechnet werden.

- a) Wie viele Kubikmeter Wasser müssen pro Sekunde durch die 8 Turbinen fließen, wenn das Kraftwerk seine Spitzenleistung abgeben soll?

Die vom Kraftwerk abgegebene Leistung von 124 MW wird über eine etwa 70 km lange 220 kV- Überlandleitung nach München übertragen. Der elektrische Widerstand pro Kilometer Übertragungsleitung beträgt ca.  $0,10 \Omega$ .

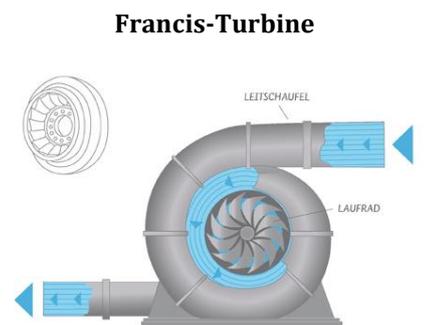
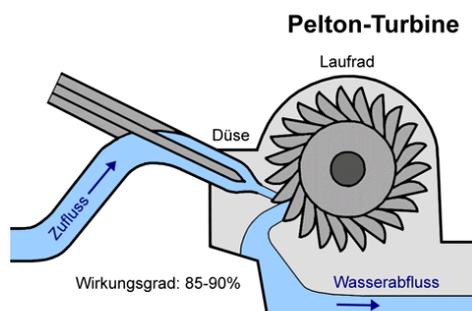
- b) Wie viel Prozent der eingespeisten Leistung verliert man in der Hochspannungsleitung? (Beachte, dass die Fernleitung aus einer Doppelleitung besteht.)

Im Folgenden soll die vom Walchenseekraftwerk abgegebene Leistung mit einer 230 V - Überlandleitung nach München übertragen werden.

- c) Wie groß wäre die Stromstärke in der Leitung?  
d) Welchen Widerstand dürfte die Leitung höchstens haben, wenn der Energieverlust beim Transport maximal 10% betragen soll?

Im Jahr liefert das Walchenseekraftwerk ca. 320 Millionen kWh.

- e) Wie viele Stunden am Tag "arbeitet" das Walchenseekraftwerk durchschnittlich?



## Physik \* Jahrgangsstufe 9 \* Energieübertragung mit Hochspannung \* Lösung

a)  $124 \text{ MW} = \frac{124 \text{ MJ}}{1 \text{ s}}$  also  $90\% \cdot m \cdot g \cdot h = 124 \text{ MJ} \Rightarrow$

$$m = \frac{124 \cdot 10^6 \text{ J}}{0,90 \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 200 \text{ m}} = 70223 \text{ kg} = 70,2 \text{ t} \hat{=} 70,2 \text{ m}^3$$



b)  $P_{\text{el}} = U_{\text{H}} \cdot I_{\text{Leitung}}$  d.h.  $I_{\text{Leitung}} = \frac{P_{\text{el}}}{U_{\text{H}}} = \frac{124 \cdot 10^6 \text{ W}}{220 \cdot 10^3 \text{ V}} = 564 \text{ A}$  und

$$\frac{P_{\text{Verlust}}}{P_{\text{ges}}} = \frac{R_{\text{L}} \cdot I_{\text{L}}^2}{P_{\text{ges}}} = \frac{2 \cdot 70 \cdot 0,10 \Omega \cdot (564 \text{ A})^2}{124 \cdot 10^6 \text{ W}} = \frac{14 \Omega \cdot (564 \text{ A})^2}{124 \cdot 10^6 \text{ W}} = 0,0359... = 3,6\%$$

c)  $I_{\text{Leitung}} = \frac{P_{\text{el}}}{230 \text{ V}} = \frac{124 \cdot 10^6 \text{ W}}{230 \text{ V}} = 539 \text{ kA}$

d)  $P_{\text{Verlust}} = R_{\text{L}} \cdot (I_{\text{L}})^2 \leq 10\% \cdot 124 \text{ MW} \Rightarrow R_{\text{Leitung}} \leq \frac{0,10 \cdot 124 \cdot 10^6 \text{ W}}{(539000 \text{ A})^2} = 0,000043 \Omega$

e)  $320 \cdot 10^6 \text{ kWh} = 365 \cdot x \cdot 124 \text{ MW} \Rightarrow x = \frac{320 \cdot 10^6 \text{ kWh}}{365 \cdot 124000 \text{ kW}} = 7,1 \text{ h}$