

# Pumpspeicherkraftwerk



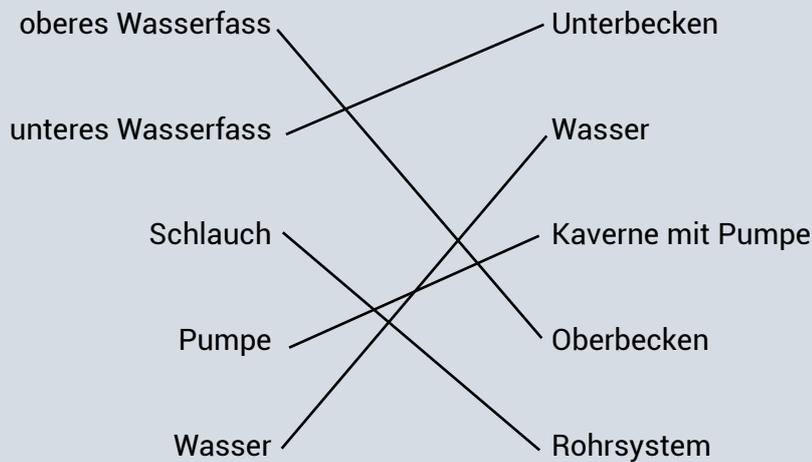
Willkommen zum Modellversuch des Pumpspeicherkraftwerks!  
Ich bin *Bobby* und werde Sie durch das Experiment führen. In unseren Kraftwerken wird die elektrische Energie mit Hilfe von Wasser gespeichert.  
Wie das genau funktioniert, werden Sie im Experiment erfahren.



Schauen Sie sich bitte das Video zum Experiment an.



Ordnen Sie die Versuchsgegenstände (links) den realen Bestandteilen (rechts) zu.



Kreuzen Sie an!

Beim Hochpumpen...

- nimmt die kinetische Energie des Wassers zu.
- nimmt die potenzielle Energie des Wassers zu.
- wird mechanische Energie in elektrische umgewandelt.
- wird elektrische in mechanische Energie umgewandelt.

Beim Herunterfließen...

- nimmt die kinetische Energie des Wassers zu.
- nimmt die potenzielle Energie des Wassers zu.
- wird mechanische Energie in elektrische umgewandelt.
- wird elektrische in mechanische Energie umgewandelt.



**Schätzen** Sie, wie hoch das Wasser im Versuch gepumpt wurde.

- 1,5 m
- 3,5 m
- 5,5 m
- 7,5 m

Über das Volumen des Wassers kann man nun berechnen, wie viel potenzielle Energie das Wasser besitzt, wenn es in das obere Fass gepumpt wurde. Im Experiment wurden ungefähr 200 l Wasser nach oben gepumpt.



**Berechnen** Sie, wie viel potenzielle Energie dadurch gespeichert werden konnte!

$$V = 200 \text{ l} \rightarrow \rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho \cdot V$$
$$m = 997 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,2 \text{ m}^3 = 199,4 \text{ kg}$$
$$E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h$$
$$E_{\text{pot}} = 199,4 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 3,5 \text{ m}$$
$$E_{\text{pot}} = 6846,4 \text{ J}$$

Denk daran, dass das Volumen des Wassers nicht direkt dessen Masse darstellt.



**Schauen** Sie sich das *Video* noch einmal an.



**Notieren** Sie, welche Arbeit von der Pumpe verrichtet wurde!  
(Dies zeigt die dritte Zeile des Leistungsmessgerätes in kWh an.)

verrichtete Arbeit:  $W_{\text{Pumpe}} = \underline{0,044} \text{ kWh} = \underline{158\ 400} \text{ J}$

Die benötigte Energie entspricht der verrichteten Arbeit, diese Größen besitzen deshalb auch die gleichen Einheiten.

$$1 \text{ kWh} = 1\ 000 \text{ Wh} = 60\ 000 \text{ Wmin} = 3\ 600\ 000 \text{ Ws} = 3\ 600\ 000 \text{ J}$$

Die Arbeit kann man aus der Leistung mal der benötigten Zeit berechnen.





**Berechnen** Sie nun noch den Wirkungsgrad, der mit dem Modell-Pumpspeicherkraftwerk erreicht werden kann!

$$E_{\text{pot}} = 6846,4 \text{ J}$$

$$W_{\text{pumpe}} = 158400 \text{ J}$$

$$\eta = \frac{E_{\text{nutz}}}{E_{\text{auf}}} = \frac{E_{\text{pot}}}{W_{\text{pumpe}}}$$

$$\eta = \frac{6846,4 \text{ J}}{158400 \text{ J}}$$

$$\eta = 0,043 = 4,3\%$$

Den Wirkungsgrad  $\eta$  berechnet man, indem man die gespeicherte Energie  $E_{\text{pot}}$  durch die von der Pumpe verrichtete Arbeit  $W_{\text{pumpe}}$  teilt.



Man muss bedenken, dass es sich hierbei nur um ein Modell handelt. Aufgrund von Reibungsverlusten und der nicht optimalen Wasserpumpe ist der Wirkungsgrad hier im Modell deutlich geringer als in realen Pumpspeicherkraftwerken. In diesen kann durchaus ein Vielfaches von diesem Wert erreicht werden.



### Gedankenexperiment:

Es wird angenommen, dass die Modellanordnung perfekt funktioniert und einen Wirkungsgrad von 100% erreicht. D.h. die gesamte gespeicherte potenzielle Energie kann zum Betrieb eines Gaming-PCs genutzt werden.



**Berechnen** Sie zum Abschluss, wie lange man an einem Computer mit einer Leistung von 100 Watt spielen könnte! Würde sich der Aufbau für Ihr Zimmer lohnen?

$$P_{\text{PC}} = 100 \text{ W}$$

$$E_{\text{pot}} = 6846,4 \text{ J} \xrightarrow{1 \text{ J} = 1 \text{ Ws}} = 6846,4 \text{ Ws}$$

$$P = \frac{E}{t} \rightarrow t = \frac{E}{P}$$

$$t = \frac{E_{\text{pot}}}{P_{\text{PC}}} = \frac{6846,4 \text{ Ws}}{100 \text{ W}}$$

$$t = 68,5 \text{ s}$$

Der Aufbau des Modells lohnt sich nicht für mein Zimmer.