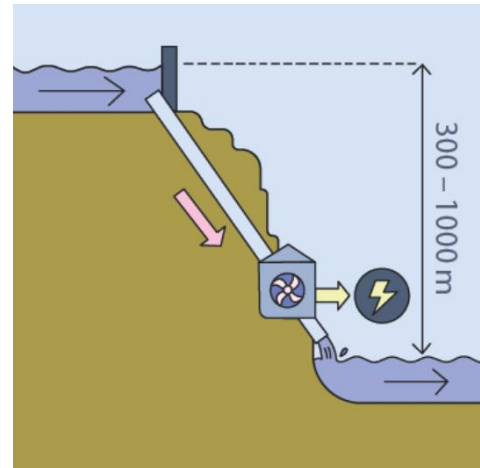


Energiegewinnung mit einem Wasserkraftwerk

Aufgabe 1:

Hier siehst du die schematische Abbildung eines Wasserkraftwerks.

Formuliere die Funktionsweise eines solchen Kraftwerks und berücksichtige dabei die Energieumwandlungen.



Aufgabe 2:

Im Walchensee befinden sich ca. $1299 \cdot 10^6 m^3$ Wasser. Von dort rauschen pro Tag max. $7,3 \cdot 10^6 m^3$ durch die Turbine in die $184 \cdot 10^6 m^3$ Wasser des Kochelsees.

Beurteile die Relevanz der Größen, um die Energiemenge abzuschätzen, die das Walchenseekraftwerk theoretisch produzieren könnte.

Erkläre, warum die Angaben nicht ausreichen, um die Energiemenge abzuschätzen.



"Dieses Foto" von Unbekannter Autor ist lizenziert gemäß [CC](#)

Aufgabe 3:

Berechne die maximale elektrische Energie, die das Walchenseekraftwerk pro Tag liefern kann. Gehe davon aus, dass $\frac{1}{4}$ der Energie bei der Turbine in Wärme umgewandelt wird. Die Masse eines m^3 Wasser und die Umrechnung von J zu kWh findest du auf der Hilfekarte 2.

Aufgabe 4 (optional):

Vergleiche den in Aufgabe 3 berechneten Wert mit dem tatsächlichen Wert, den das Kraftwerk pro Jahr produziert. Beurteile die Relevanz eines Wirkungsgrades in der Abschätzung.

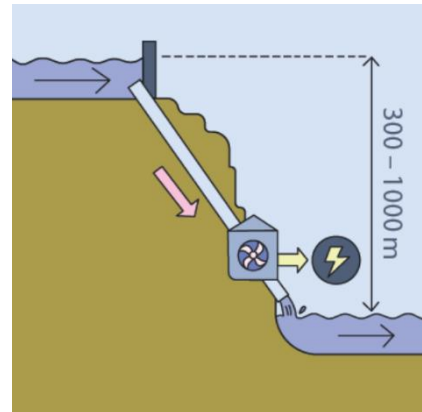
Die jährlich produzierte Energiemenge findest du auf Hilfekarte 3.

Energiegewinnung mit einem Wasserkraftwerk (geführte Version)

Aufgabe 1:

Hier siehst du die schematische Abbildung eines Wasserkraftwerks.
Welche Energieformumwandlungen erkennst du?

Notiere hier möglichst präzise das Ziel eines solchen Kraftwerks.

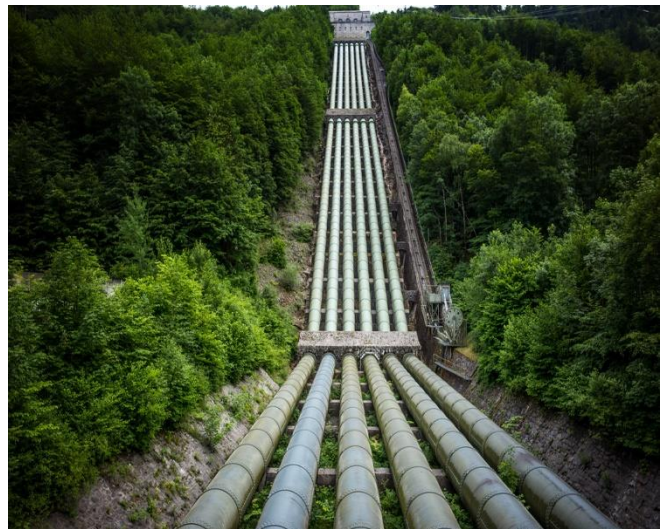


Aufgabe 2:

Im Walchensee befinden sich ca. $1299 \cdot 10^6 m^3$ Wasser. Von dort rauschen pro Tag max. $7,3 \cdot 10^6 m^3$ durch die Turbine in die $184 \cdot 10^6 m^3$ Wasser des Kochelsees.

Wähle aus, welche dieser Angabe relevant ist, um die Energiemenge abzuschätzen, die das Wasserkraftwerk theoretisch produzieren könnte?

Welche Größe fehlt in der Angabe? Vergleiche mit der Hilfekarte 1.



"Dieses Foto" von Unbekannter Autor ist lizenziert gemäß [CC](#)

Aufgabe 3:

Berechne mit Hilfe der Angabe von Hilfekarte 1 die maximale elektrische Energie, die das Walchenseekraftwerk pro Tag liefern kann. Die Masse eines m^3 Wasser und die Umrechnung von J zu kWh findest du auf der Hilfekarte 2.

Aufgabe 4 (optional):

Welche Energie produziert das Kraftwerk mit der Abschätzung aus Aufgabe 3 im Jahr?

Die tatsächlich jährlich produzierte Energiemenge findest du auf Hilfekarte 3. Woher kommt dieser Unterschied?

Hilfekarte 1:

Der Höhenunterschied der Seen beträgt ca. 200m. Auf Wikipedia findet man die Angabe, dass die Rohre 430m lang sind. Überlege dir, welche der Angaben die relevante ist.

Hilfekarte 2:

$$1J = 2,78 \cdot 10^{-7} kWh$$

$$\text{Masse von Wasser: } 1m^3 = 1 \cdot 10^3 kg$$

Hilfekarte 3:

Die jährlich produzierte Energiemenge des Walchenseekraftwerks beträgt ca. $300 \cdot 10^6 kWh$.

Lösungen

Aufgabe 1: Das Ziel eines Wasserkraftwerks ist es Energie in elektrischer Energieform bereitzustellen.

Dies geschieht durch die Umwandlung von Lageenergie (des Wassers auf einem höher gelegenen Niveau) in kinetische Energie des Wassers in den Fallröhren und anschließend durch Umwandlung zu elektrischer Energie in den Turbinen.

Aufgabe 2: Die Angaben der Wassermengen in den Seen hat keine Relevanz. Wichtig ist die Wassermenge, die durch die Turbinen fließt (Masse des Wassers). Es fehlt jedoch der Höhenunterschied zwischen den Seen $\rightarrow E_{pot} = m \cdot g \cdot h$.

Hinweise zu den Quellen siehe unten.

Aufgabe 3:

Geg.: $m_{Wasser} = 7,3 \cdot 10^9 kg$; $h = 200m$

$$E_{pot} = m \cdot g \cdot h$$

$$E_{pot} = 7,3 \cdot 10^9 kg \cdot 200 m \cdot 9,81 \frac{m}{s^2}$$

$$E_{pot} = 1,4 \cdot 10^{13} J \approx 3,9 \cdot 10^6 kWh$$

$$\text{Alt. mit } \eta: \Rightarrow E_{el} = 0,75 \cdot E_{pot} = 0,75 \cdot 3,9 \cdot 10^6 kWh \approx 3 \cdot 10^6 kWh$$

Aufgabe 4:

Jährlicher maximaler Energieertrag nach Aufgabe 3: $E_{pot,jährl} = 3,9 \cdot 10^6 kWh \cdot 365 = 1,42 \cdot 10^9 kWh$

Alt. mit η : $E_{pot,jährl} = 3 \cdot 10^6 kWh \cdot 365 = 1,1 \cdot 10^9 kWh$

Ertrag laut Hersteller: $300 \cdot 10^6 kWh = 0,3 \cdot 10^9 kWh$

Der jährliche Ertrag ist ca. um den Faktor 5 (*alt.*: ~ 4) geringer als der maximal mögliche Ertrag. Das Wasserkraftwerk ist ein Bedarfskraftwerk und arbeitet nicht das ganze Jahr unter voller Last. Die Wassermenge, die durch die Turbinen fließt, ist zudem beschränkt, um das Ökosystem nicht zu beeinträchtigen, s.u.

Der Wirkungsgrad des Kraftwerks hat keine wirkliche Relevanz, da das Kraftwerk als Bedarfskraftwerk weniger elektrische Energie liefert, als maximal möglich wäre.

Hinweise zu den Quellen und Abschätzungen:

Die Wassermenge von Walchensee und Kochelsee sind für die Aufgabe irrelevant.

Die Volumenangaben der Seen sind diesem Dokument entnommen [Dokumentation von Zustand und Entwicklung der wichtigsten Seen Deutschlands: Teil 11 Bayern](#)

- Maximale Durchflussmenge $84 \frac{m^3}{s} = 84 \cdot 24 \cdot 3600 \frac{m^3}{d} = 7,3 \cdot 10^6 \frac{m^3}{d} = 7,3 \cdot 10^9 \frac{l^3}{d}$
Diese Angabe findet sich in der [Broschüre](#) des Energieversorgers Uniper, die sehr schöne Bilder für den Unterricht liefert.
- Die Ertragsmenge entstammt auch der Betreiberbroschüre.
- Die Höhenangabe und die Rohrlänge von Wikipedia.

Das Kraftwerk wird kritisiert, weil es den natürlichen Lauf der Isar verhindert. Dadurch werden Tiere und Pflanzen verdrängt und die Isar erhält einen niedrigeren Wasserstand. Man sieht so, dass auch Wasserkraft ökologische Folgen hat.