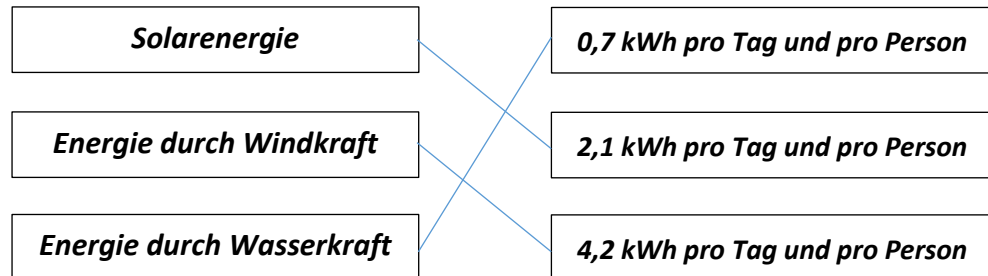


Wieviel el. Energie kann man in Deutschland durch Wasserkraft maximal bereitstellen? – *Lösungen*

Seite 1 – Vorüberlegung 1



Aufgabe 1

Siehe nächste Seite

Aufgabe 2

Nenne zwei Gründe, warum die in Aufgabe 1 berechnete Energie nicht vollständig genutzt werden kann.

- *Nicht jeder Regentropfen sammelt sich in Flüssen, viele versickern im Erdreich.*
- *Nicht die gesamte Lageenergie wird in elektrische Energie umgewandelt (z. B. durch Reibungsverluste beim Fließen).*

Aufgabe 3

Schätze mit Hilfe des Ergebnisses aus Aufgabe 1 ab, wie viel Energie pro Person und pro Tag man tatsächlich nutzen könnte.

- 7,0 kWh 3,5 kWh 1 kWh 0,1 kWh

Deutschland braucht 94 kWh pro Tag pro Person. Davon sind maximal 7 kWh pro Person und Tag durch Wasserkraft zu erwirtschaften – wenn man jeden Regentropfen mit einem Wirkungsgrad von 100 % nutzen könnte. Wenn man die Reibungsverluste berücksichtigt und deshalb von einem Wirkungsgrad von 50 % ausgeht, könnte man eine Energie von 3,5 kWh pro Person und Tag aus Wasserkraft gewinnen.

Untersuchungen haben ergeben, dass z. B. aufgrund der Gewährleistung von Schifffahrtswegen eine Energie von maximal 1 kWh pro Tag und Person realisierbar wäre.

Lösungen als Kopiervorlage mit Schnittmarken

<p>Schritt 1</p> <p>Jedes Wasser, das genutzt werden kann, um Energie zu erzeugen, muss als Regen vom Himmel fallen. Um Energie durch Wasserkraft zu gewinnen, muss dieses Wasser von höheren Lagen in tieferer Lagen gelangen.</p> <p>a) Benenne die Energieform, die vorliegt, wenn das Wasser sich auf der höheren Lage befindet.</p> <p>b) Gib die Formel zur Berechnung dieser Energieform an.</p>	<p><i>Lageenergie oder potenzielle Energie</i></p> $E_{pot} = m \cdot g \cdot h$
<p>Schritt 2</p> <p>a) Recherchiere die durchschnittliche Niederschlagsmenge in Deutschland pro m².</p> <p>b) Wie groß ist Deutschlands ungefähr (in m²).</p> <p>c) Berechne aus diesen Daten die gesamte Masse des Niederschlags in einem Jahr. (1 km² = 10⁶ m²)</p>	<p><i>Niederschlagsmenge ≈ 800 l pro m²</i> <i>Tipp: 1 Liter Wasser entspricht 1 kg</i></p> <p><i>Fläche von Deutschland:</i></p> <p><i>357 581 km² bzw. 36 · 10¹⁰ m²</i></p> $m_{Regen} = 36 \cdot 10^{10} \text{ m}^2 \cdot 800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ $= 2,88 \cdot 10^{14} \text{ kg}$
<p>Schritt 3</p> <p>Recherchiere die durchschnittliche Höhe des Geländes in Deutschland.</p>	$h = 263 \text{ m}$
<p>Schritt 4</p> <p>Berechne mit den recherchierten bzw. berechneten Größen die gesamte Energie, die durch Wasserkraft bereitgestellt werden kann.</p>	$E_{pot} = 2,88 \cdot 10^{14} \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 263 \text{ m}$ $= 7,43 \cdot 10^{17} \text{ J}$
<p>Schritt 5</p> <p>Rechne die Energie in <i>kWh</i> um!</p>	$E_{pot} = 7,43 \cdot 10^{17} \text{ Js}$ $= 7,43 \cdot 10^{14} \text{ kWs}$ $= 7,43 \cdot 10^{14} \text{ kW} \cdot \frac{1}{60 \cdot 60} \text{ h}$ $= 2,1 \cdot 10^{11} \text{ kWh}$
<p>Schritt 6</p> <p>Rechne die Energie in kWh pro Tag und pro Person um und vergleiche den Wert mit dem Gesamtenergiebedarf von 94 kWh pro Tag und Person!</p>	$E_{pot} \text{ pro Pers pro Tag} =$ $= 2,1 \cdot 10^{11} \text{ kWh} : 84\,700\,000 : 365$ $= \mathbf{6,8 \text{ kWh}}$

Ausblicke und Experimente zur Wasserkraft

Mit dieser Wasserturbine, etwas Basteltalent, einer aufgeschnittenen PET-Flasche und Schlauchmaterial aus dem Baumarkt können verschiedene Versuche zur Spannungserzeugung mit Wasser durchgeführt werden.

Video vom Zusammenbau: youtube.com/shorts/tYK3Ik25I4E (t=40 s)

Luftblasen im Schlauch behindern das Drehen der Turbine, deshalb ist es am besten, das Wasser schwallartig und schnell einzufüllen.

Versuch 1: Mit fallendem Wasser eine LED zum Leuchten bringen

Eine LED mit Vorwiderstand wird angeschlossen und durch das fallende Wasser zum Leuchten gebracht:

youtube.com/shorts/C15yBcxem64?feature=share (t = 10 s)

Durch Heben und Senken des Wasserzuflusses kann man zeigen, dass die Helligkeit der LED von der Fallhöhe abhängt.

Versuch 2: Spannung (Leistung) in Abhängigkeit von der Höhe messen

Indem man ein Spannungsmessgerät (entweder direkt oder über einen 1-k Ω -Widerstand) anschließt, kann man zeigen, dass sich die Spannung (bzw. die Leistung) mit der Höhe ändert. youtube.com/shorts/yukXNsk_a2A (Zeit: 10 s)

Bei vorhandener Ausstattung (z. B. digitale Sensoren) kann man auch Leistung bzw. Energie direkt messen und versuchen, z. B. 1 mWh zu erzeugen.

Versuch 3: Betrieb am Wasserhahn

In den meisten Physikräumen kann man die Turbine auch direkt an den Wasserhahn am Pult anschließen. Dazu wechselt man dort den Hahnaufsatz. Dann kann man problemlos ein Glühbirnchen zum Leuchten bringen und auf diese Weise ein Kraftwerk mit mehreren hundert Metern Höhenunterschied veranschaulichen.

Weitere Ideen befinden sich im Experimentierzirkel:

https://klimawandel-schule.de/sites/default/files/2023-06/energien_experimentierzirkel.pdf

Videolinks und Simulationen

- Sendung mit der Maus vom Pumpspeicherwerk (Zeit: 10:17 min):
<https://kinder.wdr.de/tv/die-sendung-mit-der-maus/av/video-wie-funktioniert-ein-pumpspeicherwerk-100.html>
Leider sind einige Fehler in der Fachsprache („Kraft“ bzw. „Wucht“ statt „Energie“)
- Der folgende ScienceSlam erklärt Energieerhaltung bzw. Energieentwertung u. a. am Wasserkraftwerk. Leider mit sehr starkem Fokus auf Energie (Zeit: 9:23 min):
www.youtube.com/watch?v=qRMnpV5E5J8
- Mit der phet-Simulation https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_de.html kann man die Umwandlungen visualisieren. Man kommt aber den realen Zusammenhängen nur begrenzt nahe.

