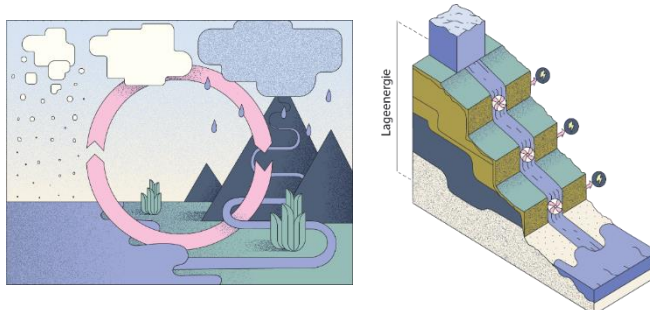


## Abschätzung der maximalen Energieerzeugung an Wasserkraft

Welchen Beitrag kann Wasserkraft zu erneuerbaren Energien beitragen?

Wie viel Energie können wir maximal in Deutschland aus der uns zur Verfügung stehenden Wassermenge und dessen Höhenlage gewinnen?

Österreich produziert beispielsweise mehr als 60% des Stroms durch Wasserkraft. Ist das bei uns auch möglich? In der folgenden Aufgabe soll dieses Potential grob für Deutschland abgeschätzt werden.



Jedes Wasser, das genutzt werden kann, muss als Regen vom Himmel fallen. Um Energie durch Wasserkraft zu gewinnen, muss dieses Wasser von höheren Lagen in tiefere Lagen gelangen.

### Vorüberlegung 1:

Was meinst du? Welche Energien werden momentan durch Solar-, Wind- bzw. Wasserkraft erzeugt? Ordne den Werten die Energiearten zu!

- |                 |                          |                                |
|-----------------|--------------------------|--------------------------------|
| A Solarenergie  | <input type="checkbox"/> | 0,7 kWh pro Tag und pro Person |
| B Windenergie   | <input type="checkbox"/> | 1,7 kWh pro Tag und pro Person |
| C Wasserenergie | <input type="checkbox"/> | 4,2 kWh pro Tag und pro Person |

### Vorüberlegung 2:

Wie oben erwähnt produziert Österreich mehr als 60% des Strombedarfs durch Wasserkraft. Gib eine Schätzung ab, wie viel Energie in kWh wir in Deutschland maximal pro Tag und pro Person durch Wasserkraft erzeugen können. Denke daran, dass wir pro Tag und pro Person 120 kWh benötigen.

kWh

### Aufgabe:

Eine u.a. durch den Physiker E. Fermi berühmt gewordene Methode der Physik ist es, sinnvolle Abschätzungen zu machen. Anstelle mit gegebenen Werten zu rechnen, sollt ihr fundierte Werte im Internet recherchieren und damit eure Abschätzung berechnen.

Die Kärtchen führen euch Schritt für Schritt durch die Aufgabe.

**Schätze mit Hilfe des durchschnittlichen Niederschlags und der durchschnittlichen von Deutschland ab, wie viel Energie durch Wasserkraft maximal zur Verfügung stehen kann!**

**Sammle außerdem mindestens zwei Gründe, warum dieses Potential nicht voll genutzt werden kann!**

Schätze dann mit Hilfe deines Ergebnisses und unter Berücksichtigung der obigen Gründe ab, wie viel Energie pro Person und Tag man nutzen könnte!

## Hilfekarten und Lösung

<p><b>Schritt 1</b> Überlege, in welcher Art Energie die Wasserenergie bereitgestellt wird! Gib an, wie man diese berechnen kann!</p>	
<p><b>Schritt 2</b> Recherchiere die durchschnittliche Niederschlagsmenge in Deutschland pro <math>m^2</math> und die Fläche Deutschlands. Berechne aus diesen Daten die gesamte <b>Masse</b> des Niederschlags in einem Jahr.</p>	<p><b>Antwort 1</b> Höhenenergie <math>E_{\text{Höhe}} = m \cdot g \cdot h</math></p>
<p><b>Schritt 3</b> Recherchiere die durchschnittliche Höhe des Geländes in Deutschland</p>	<p><b>Antwort 2</b> Ca. 800l pro <math>m^2</math> <b>Tipp: 1l Wasser entspricht 1kg</b> Fläche Deutschland 357 581 <math>km^2</math> bzw. <math>358 \cdot 10^9 m^2</math> <math>m = 358 \cdot 10^9 m^2 \cdot 800kg/m^2 = 2,86 \cdot 10^{14} kg</math></p>
<p><b>Schritt 4</b> Berechne mit den recherchierten bzw. berechneten Größen die gesamte Energie, die durch Wasserkraft bereitgestellt werden kann.</p>	<p><b>Antwort 3</b> <math>h = 263m</math></p>
<p><b>Schritt 5</b> Rechne die Energie in <i>kWh</i> um!</p>	<p><b>Antwort 4</b> <math>E_{\text{Höhe}} = 2,86 \cdot 10^{14} kg \cdot 9,81 m/s^2 \cdot 263m</math> <math>= 7,38 \cdot 10^{17} J</math></p>
<p><b>Schritt 6</b> Rechne die Energie in kWh pro Tag und Person um und vergleiche den Wert mit dem Gesamtenergiebedarf von 125 kWh pro Tag und Person!</p>	<p><b>Antwort 5</b> <math>E_{\text{Höhe}} = (7,38 \cdot 10^{17}) : 360\,000 kWh =</math> <math>= 2,1 \cdot 10^{11} kWh</math></p>
<p><b>Gründe</b>, warum die Abschätzung zu großzügig ist:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nicht jeder Regentropfen sammelt sich in Flüssen</li> <li>• Nicht die gesamte Energie wird in elektrische Energie umgesetzt</li> </ul>	<p><b>Antwort 6</b> <math>E_{\text{Höhe\_Gesamt}} = 2,1 \cdot 10^{11} kWh</math> <math>E_{\text{Höhe\_proPers\_proTag}} = (2,1 \cdot 10^{11} kWh) : 365 : 80\,000</math> <math>= 7,0 kWh</math> <math>\frac{7}{125} \approx 5,6\%</math> Realistisch ca. 1kWh pro Person und Tag</p>

## Hinweise und Quellen:

### **Potential der Wasserkraft in Deutschland**

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/fluesse/nutzung-belastungen/nutzung-von-fluessen-wasserkraft#wasserkraft-und-klimawandel>

Nach einer Studie des Bundesministeriums für Umwelt aus dem Jahr 2010

- liegt das theoretische Potenzial bei 92,6 TWh pro Jahr das entspricht 3,2kWh pro Person und Tag.
- davon sind 1,4kWh pro Tag und pro Person technisch nutzbar
- Aktuell nutzt Deutschland 0,6 – 0,8kWh pro Person pro Tag

Die Gesamtzahl aller Wasserkraftanlagen in Deutschland beträgt etwa 7.600. Davon sind 31 Pumpspeicherkraftwerke, von denen elf über einen natürlichen Zufluss verfügen, also auch erneuerbare Energie produzieren.

Siehe auch Karte

[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/bilder/dateien/wasserkraftwerke\\_deutschland\\_bestand\\_0.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/bilder/dateien/wasserkraftwerke_deutschland_bestand_0.pdf)

Zitat aus der Studie:

*Das geringe zusätzliche Potenzial rührt aus der langen Tradition der Wasserkraftnutzung in Deutschland und zeigt, dass die vorhandenen Möglichkeiten im Wesentlichen genutzt und erschlossen wurden.*

Gründe, die gegen eine intensivere Nutzung und einen weiteren Ausbau sprechen

→ für die Nutzung als Wasserkraftwerk konkurriert mit der Nutzung für Schifffahrt und ist nur Landschaften mit viel Niederschlag und ausgeprägten Gefälleunterschieden sind prädestiniert für die Wasserkraftnutzung. Deswegen können die norddeutschen Flüsse kaum genutzt werden.

→ aller Regen, der direkt im Grundwasser versickert steht auch nicht zur Nutzung zur Verfügung.

### **Internationale Nutzung:**

Im globalen Vergleich (2012) stammen die höchsten Strommengen aus Wasserkraft aus China (864 TWh), Brasilien (441 TWh), Kanada (376 TWh), USA (277 TWh), Russland 155 (TWH), Norwegen (143 TWh) und Indien (116 TWh). In Luxemburg, Österreich, Italien, Schweiz und Schweden stammen über 50 Prozent des erzeugten Stroms aus dieser erneuerbaren Energiequelle.

### **Wasserkraft und Klimawandel**

Die Höhe der Wassermenge in einem Fluss wird durch viele Faktoren bestimmt, wobei Niederschlag und Verdunstung einen wesentlichen Einfluss haben. Da diese Einflussgrößen vor allem klimatisch gesteuert sind, hat das Umweltbundesamt die möglichen Effekte des Klimawandels auf die Ertragsituation der Wasserkraft untersuchen lassen und kam zu dem Schluss, das mit fortschreitendem Klimawandel der Ertrag durch Wasserkraft sich verringert wird.

<b>Fazit:</b>
---------------

Wasserkraft ist ein wichtiger aber sehr kleiner Baustein der Energiewende. Insbesondere der Einsatz als Pumpspeicher wird sehr nützlich sein. Aber der notwendige Ausbau der erneuerbaren Energie ist mit Wasserkraft schlicht nicht möglich, da das Potential sehr gering und nahezu komplett ausgeschöpft ist.