

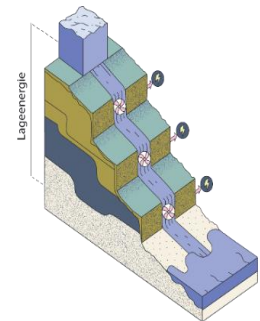
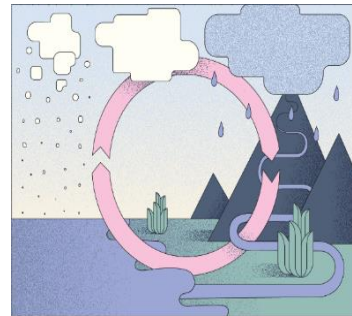
# Wieviel el. Energie kann man in Deutschland durch Wasserkraft maximal bereitstellen?

Österreich produziert ca. 11 % der benötigten Energie durch Wasserkraft. Ist das bei uns auch möglich?

In der folgenden Aufgabe soll das für Deutschland grob 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: Schätze ab, wieviel Energie **im Jahr 2022** durch Solarenergie, durch Wind- und durch Wasserkraft bereitgestellt wurde. Verbinde die folgenden Kästchen paarweise miteinander. <sup>1</sup>

**Solarenergie**

**0,55 kWh pro Tag und pro Person**

**Energie durch Windkraft**

**2,1 kWh pro Tag und pro Person**

**Energie durch Wasserkraft**

**4,2 kWh pro Tag und pro Person**

Vorüberlegung 2: Gib eine Schätzung ab, wie viel Energie in kWh wir in Deutschland **maximal** pro Tag und pro Person durch Wasserkraft erzeugen könnten. Denke daran, dass wir pro Tag und pro Person insgesamt 120 kWh benötigen.

kWh

1) Schätze mit Hilfe des durchschnittlichen Niederschlags und der durchschnittlichen Höhe von Deutschland ab, wie viel Energie durch Wasserkraft maximal zur Verfügung stehen kann.



<sup>1</sup>: Quelle: [www.destatis.de](http://www.destatis.de) Statistisches Bundesamt 10/2023

## Lösungen

## Antworten

<p><b>Schritt 1</b></p> <p>Jedes Wasser, das genutzt werden kann, um Energie zu erzeugen, muss als <b>Regen</b> vom Himmel fallen. Um Energie durch Wasserkraft zu gewinnen, muss dieses Wasser von <b>höheren Lagen</b> in <b>tieferen Lagen</b> 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><b>Schritt 2</b></p> <p>a) Recherchiere die durchschnittliche Niederschlagsmenge in Deutschland pro <math>m^2</math>.</p> <p>b) Wie groß ist Deutschlands ungefähr (in <math>m^2</math>).</p> <p>c) Berechne aus diesen Daten die gesamte <b>Masse</b> des Niederschlags in einem Jahr. (<math>1 km^2 = 10^6 m^2</math>)</p>	
<p><b>Schritt 3</b></p> <p>Recherchiere die durchschnittliche Höhe des Geländes in Deutschland.</p>	
<p><b>Schritt 4</b></p> <p>Berechne mit den recherchierten bzw. berechneten Größen die gesamte Energie, die durch Wasserkraft bereitgestellt werden kann.</p>	
<p><b>Schritt 5</b></p> <p>Rechne die Energie in <i>kWh</i> um!</p>	
<p><b>Schritt 6</b></p> <p>Rechne die Energie in kWh pro Tag und pro Person um und vergleiche den Wert mit dem Gesamtenergiebedarf von 120 kWh pro Tag und Person!</p>	



**Zitat aus der Studie:**

„Das geringe zusätzliche Potential 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:**

- Nutzung der Flüsse für die Schifffahrt.
- Der Regen, der direkt im Grundwasser versickert, steht nicht mehr zur Nutzung zur Verfügung.

**Internationale Nutzung:**

Im globalen Vergleich (2012) stammen die höchsten Strommengen aus Wasserkraft aus

- China (864 TWh = 29,6 kWh pro Person (in D) und Tag),
- Brasilien (441 TWh = 15,1 kWh pro Person (in D) und Tag),
- Kanada (376 TWh = 12,9 kWh pro Person (in D) und Tag),
- USA (277 TWh = 9,5 kWh pro Person (in D) und Tag),
- Russland 155 (TWh = 5,3 kWh pro Person (in D) und Tag),
- Norwegen (143 TWh = 4,9 kWh pro Person (in D) und Tag) und
- Indien (116 TWh = 4,0 kWh pro Person (in D) und Tag).

**Länder, in denen über 50 Prozent des erzeugten Stroms aus der Wasserkraft stammen:**

- Italien
- Luxemburg
- Österreich
- Schweiz
- Schweden

**Wasserkraft und Klimawandel**

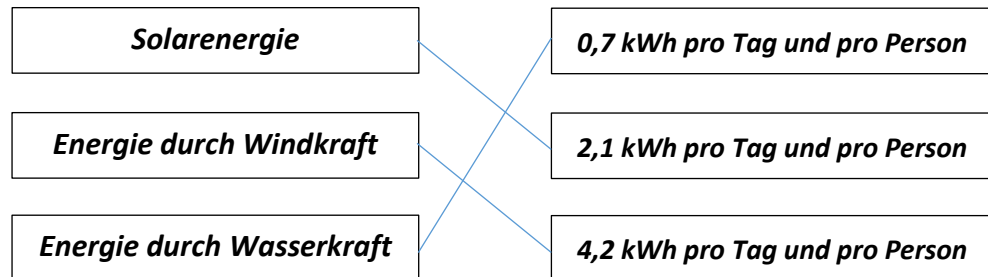
Die Höhe der Wassermenge in einem Fluss wird durch viele Faktoren bestimmt, wobei Niederschlag und Verdunstung einen wesentlichen Einfluss haben. Da diese Einflussgrößen vor allem klimatisch gesteuert sind, hat das Umweltbundesamt die möglichen Effekte des Klimawandels auf die Ertragsituation der Wasserkraft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

**Fazit**

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.

# 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 120 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><b>Schritt 1</b></p> <p>Jedes Wasser, das genutzt werden kann, um Energie zu erzeugen, muss als <b>Regen</b> vom Himmel fallen. Um Energie durch Wasserkraft zu gewinnen, muss dieses Wasser von <b>höheren Lagen</b> in <b>tieferer Lagen</b> 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><b>Schritt 2</b></p> <p>a) Recherchiere die durchschnittliche Niederschlagsmenge in Deutschland pro m<sup>2</sup>.</p> <p>b) Wie groß ist Deutschlands ungefähr (in m<sup>2</sup>).</p> <p>c) Berechne aus diesen Daten die gesamte <b>Masse</b> des Niederschlags in einem Jahr. (1 km<sup>2</sup> = 10<sup>6</sup> m<sup>2</sup>)</p>	<p><i>Niederschlagsmenge ≈ 800 l pro m<sup>2</sup></i> <i>Tipp: 1 Liter Wasser entspricht 1 kg</i></p> <p><i>Fläche von Deutschland:</i></p> $357\,581\text{ km}^2 \text{ bzw. } 36 \cdot 10^{10}\text{ m}^2$ $m_{\text{Regen}} = 36 \cdot 10^{10}\text{ m}^2 \cdot 800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ $= 2,88 \cdot 10^{14}\text{ kg}$
<p><b>Schritt 3</b></p> <p>Recherchiere die durchschnittliche Höhe des Geländes in Deutschland.</p>	$h = 263\text{ m}$
<p><b>Schritt 4</b></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><b>Schritt 5</b></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><b>Schritt 6</b></p> <p>Rechne die Energie in kWh pro Tag und pro Person um und vergleiche den Wert mit dem Gesamtenergiebedarf von 120 kWh pro Tag und Person!</p>	$E_{pot\text{ pro Pers pro Tag}} =$ $= 2,1 \cdot 10^{11}\text{ kWh} : 80\,000\,000 : 365$ $= \mathbf{7,1\text{ kWh}}$