

Abschätzung des Beitrags der Biomasse zur Energiewende (verfügbare Holzmasse)

- Wann ist die Nutzung von Biomasse CO₂ neutral?
- Welchen Beitrag kann die Holzmasse aus Wäldern zu erneuerbaren Energien beitragen?
- Welche Fläche ist zum Anbau der Biomasse nötig?

Aufgabe 1:

Erkläre mit Hilfe von Grafik ► 1, inwieweit man Biomasse als CO₂-neutral und regenerativ betrachten kann. Überlege dir auch ob es hierbei Grenzen/Kritikpunkte gibt.

Aufgabe 2:

In einem gesunden Wald wachsen im Schnitt Bäume mit einem Volumen von ca. 336 m³ pro Hektar (Bundeswaldinventur 2012). Bestimme hiermit und mit Grafik ► 2 das nutzbare Gesamtvolumen an Biomasse in Deutschlands Wäldern.

Aufgabe 3:

Der Wald in Deutschland produziert jedes Jahr einen Holzzuwachs von 11,6 m³ pro Hektar. Schätze mit dieser Größe die Zeit ab, die man für eine nachhaltige Nutzung des Waldes in Deutschland im Schnitt mindestens veranschlagen muss.

Aufgabe 4:

Berechne mit den Ergebnissen die Energiemenge, die die Wälder Deutschlands pro Tag und Person liefern können, wenn Holz einen Brennwert von etwa 2500 kWh pro m³ (Holzvolumen) aufweist.

Aufgabe 5:

Lege auch mit Hilfe von ► 1 und ► 2 Probleme dar, die bei der ausschließlichen Nutzung der Wälder als Biomasselieferant zur Energieversorgung entstehen

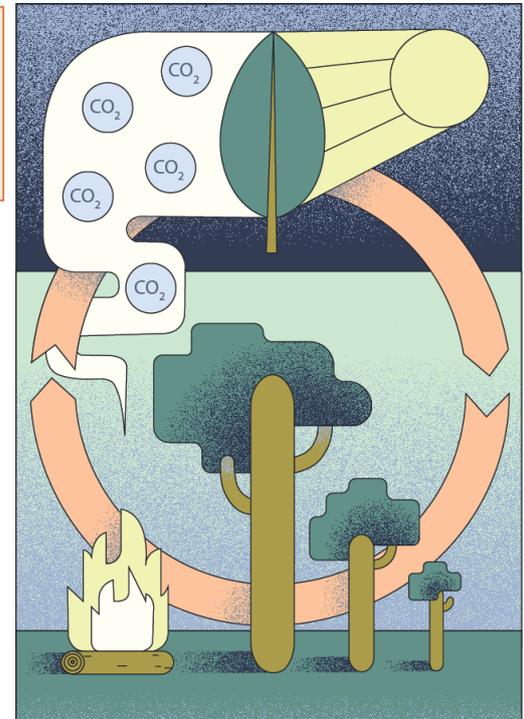
Optionale Aufgaben:

Aufgabe 6:

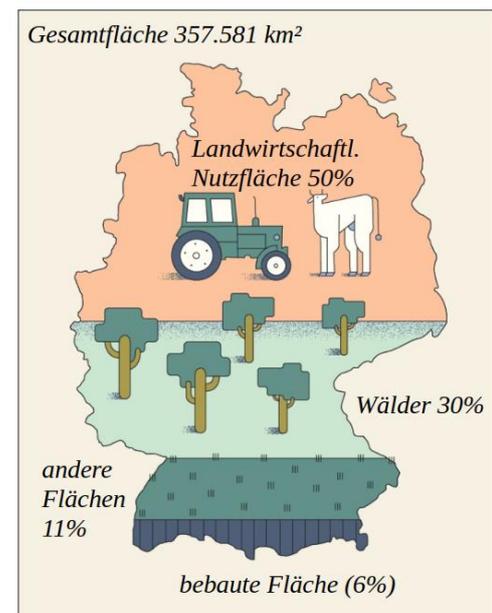
Ergänze die per Biomasse erzeugbare Energiemenge pro Tag und Person in der Energiebilanz der Zukunft und markiere den benötigten Flächenanteil für Biomasse in deiner Deutschlandkarte.

Aufgabe 7:

Die Biomasse wird durch die Photosynthese des einstrahlenden Lichts (ca. 2,5 kWh pro m² pro Tag) erzeugt. Bestimme die pro Person und Tag zur Verfügung stehende Gesamtenergie an Licht und schätze damit den Wirkungsgrad der Photosynthese zur Holzerzeugung ab.



► 1 Kohlenstoffkreislauf



► 2 Flächennutzung in Deutschland

<p>Hilfe 1</p> <p>Biomasse ist in den in M1 dargestellten Kohlenstoffkreislauf eingebunden. Woher bezieht die Biomasse den zur Nutzung notwendigen Kohlenstoff?</p>	<p>Antwort 1:</p> <p>Das bei der Verbrennung freigesetzte CO₂ entspricht dem zuvor aus der Atmosphäre entzogenem CO₂, welches über Kohlenstoffverbindungen (z.B. Zucker, Zellulose) in die Biomasse eingebaut wird. Biomasse kann bei der Verbrennung also nicht mehr CO₂ freisetzen als es zuvor aus der Atmosphäre entnommen hat, es ist also CO₂ neutral.</p> <p>Grenzen:</p> <p>Keine Berücksichtigung von notwendiger Energie zum Transport, Verarbeitung sowie dem Betrieb der Feuerstätte (z.B. Elektronik)</p>
<p>Hilfe 2</p> <p>Verwende den in M2 dargestellten Flächenanteil um die insgesamt nutzbare Biomasse in Form von Holz zu berechnen.</p> <p>1 ha = 100m · 100m = 10⁴ m² → 1 km² = 1.000.000 m² = 10⁶ m² = 10² ha</p>	<p>Antwort 2:</p> <p>Berechnung Waldfläche</p> $30\% \text{ von } 357.581 \text{ km}^2 = 107.274 \text{ km}^2 = 1,07 \cdot 10^{11} \text{ m}^2 = 10,7 \cdot 10^6 \text{ ha (10,7 Mio ha)}$ <p>Berechnung Holzvolumen:</p> $336 \frac{\text{m}^3}{\text{ha}} \cdot 10,7 \cdot 10^6 \text{ ha} = 3,60 \cdot 10^9 \text{ m}^3$
<p>Hilfe 3</p> <p>Überlege dir welches Grundprinzip man beim Fällen von Bäumen berücksichtigen muss, wenn man den Wald jahrhundertlang nutzen möchte.</p>	<p>Antwort 3:</p> <p>Es darf jährlich (im Schnitt) nicht mehr Holz gefällt werden als im Wald auf natürliche Weise nachwächst</p> $\text{Nutzungszeit} = \frac{\text{Holzvorrat}}{\text{Zuwachs pro Jahr}} = \frac{336 \text{ m}^3 \text{ pro ha}}{11,6 \text{ m}^3 \text{ pro ha}}$ <p>Die Nutzungszeit muss damit im Schnitt mindestens 29 Jahre betragen, wir rechnen daher mit 30 Jahren.</p>
<p>Hilfe 4</p> <p>Wie hoch ist die im Brennholz insgesamt durch Verbrennung nutzbare Energie?</p> <p>Wieviel Energie steht damit pro Tag und pro Kopf zur Verfügung, wenn das Holz 30 Jahre zum Nachwachsen benötigt?</p> <p>35a = 35 · 365 d = 18250 d</p>	<p>Antwort 4:</p> <p>Durch Verbrennung insgesamt nutzbare Energie:</p> $2500 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3} \cdot 3,60 \cdot 10^9 \text{ m}^3 = 9,00 \cdot 10^{12} \text{ kWh}$ <p>pro Tag verfügbare Energie (35 Jahre Nutzung)</p> $\frac{9,00 \cdot 10^{12} \text{ kWh}}{30 \cdot 365 \text{ d}} = 822 \cdot 10^6 \frac{\text{kWh}}{\text{d}}$ <p>Pro Kopf und Tag verfügbare Energie</p> $\frac{9,00 \cdot 10^{12} \text{ kWh}}{80 \cdot 10^6 \cdot 30 \cdot 365} = 10,3 \text{ kWh} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{d}} \right) \text{ pro Person}$
<p>Hilfe 7</p> <p>Überlege dir wie hoch die Energiemenge ist, die per Sonnenstrahlung auf die Waldfläche scheint, und somit die Biomasse erzeugt. Berücksichtige dabei die nötige Fläche und Zeit!</p>	<p>Antwort 7:</p> <p>Energiemenge der (holzigen) Biomasse in der Waldfläche:</p> $9,00 \cdot 10^{12} \text{ kWh}$ <p>Sonnenenergie pro Tag für gesamten Wald</p> $2,5 \frac{\text{kWh}}{\text{d} \cdot \text{m}^2} \cdot 1,07 \cdot 10^{11} \text{ m}^2 = 2,675 \cdot 10^{11} \frac{\text{kWh}}{\text{d}}$ <p>Sonnenenergie für gesamten Wald während Nutzung:</p> $2,5 \frac{\text{kWh}}{\text{d} \cdot \text{m}^2} \cdot 30 \cdot 365 \text{ d} \cdot 1,07 \cdot 10^{11} \text{ m}^2 = 2,93 \cdot 10^{15} \text{ kWh}$ $\eta = \frac{E_{\text{Nutz}}}{E_{\text{Ges}}} = \frac{9,00 \cdot 10^{12} \cdot \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}}{2,93 \cdot 10^{15} \cdot \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}} = 0,31 \%$

Abschätzung des Beitrags der Biomasse zur Energiewende (verfügbare Holzmasse)

QUELLEN

Abbildung ► 1 und 2 aus Erneuerbare Energien zum Verstehen und Mitreden,
C. Holler, J. Gaukel, H. Lesch, F. Lesch
Mit freundlicher Genehmigung des Bertelsmann Verlags
für die Nutzung in Bildungseinrichtungen

Aufgabe 2

Bundeswaldinventur 2012, <https://www.bundeswaldinventur.de/dritte-bundeswaldinventur-2012/rohstoffquelle-wald-holzvorrat-auf-rekordniveau>

Aufgabe 4

https://www.xeooos.de/fileadmin/daten/downloads/technik/neu/Raumgewichte_und_Sparpotential_Holz.pdf