

Abschätzung des Beitrags der Biomasse zur Energiewende (Wirkungsgrad)

- Wann ist die Nutzung von Biomasse CO₂ neutral?
- Welchen Beitrag können Energiepflanzen/Biomasse bei einem bestimmten Wirkungsgrad zu erneuerbaren Energien beitragen?
- Welche Fläche ist für zum Anbau der Biomasse nötig?

Aufgabe 1:

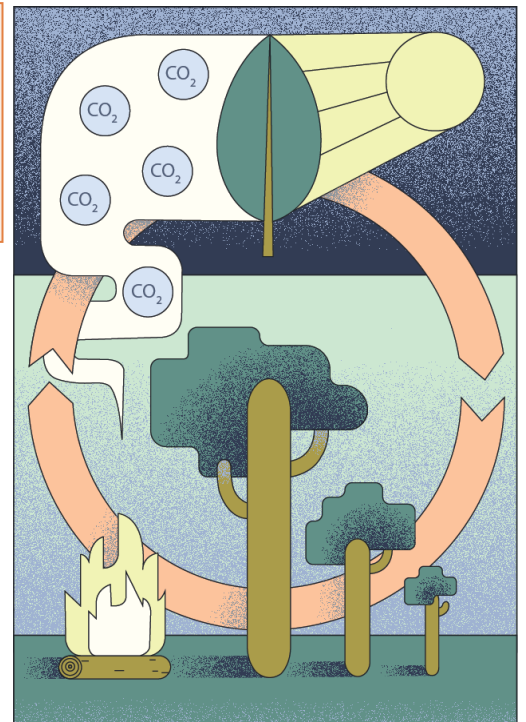
In Grafik ► 1 ist der Kohlenstoffkreislauf dargestellt.

Welche Energieformen sind hier abgebildet?

Beschreibe die vorliegenden Energieumwandlungen!

chemische Energie, Strahlungsenergie, Wärmeenergie, Lichtenergie beim Lagerfeuer

Strahlungsenergie der Sonne => chemische Energie der Pflanzen => Lichtenergie und Wärmeenergie



► 1 Kohlenstoffkreislauf

Aufgabe 2:

Nimm anschließend dazu Stellung, inwieweit man Biomasse als CO₂ neutral beschreiben kann!

CO₂ neutral, wenn der Rohstoff im Vergleich schnell genug nachwächst. Die Nutzung von Urwäldern ist nicht CO₂ neutral, da der Zeitraum in dem das CO₂ eingespeichert wurde viel größer ist als der Zeitraum, in dem es freigesetzt wird.

Aufgabe 3:

Zur Herstellung von Biomasse verwendet man Energiepflanzen wie Mais, Pappel oder Raps. Energiepflanzen haben einen Wirkungsgrad von maximal 0,5%. Die Sonne stellt in Deutschland eine Energie von 1000 kWh pro m² und Jahr zu Verfügung.

a) Bestimme damit die mittlere Energie, die an einem Tag pro m² durch die Sonne zu Verfügung steht.

1000 kWh pro m² und Jahr = 1000 : 365 kWh pro m² und Tag = 2,74 kWh pro m² und Tag

- b) Bestimme anschließend die maximale Energie der Biomasse von Energiepflanzen.

$$2,74 \text{ kWh pro m}^2 \text{ und Tag} \cdot 0,005$$

$$= 0,0137 \text{ kWh pro Person und Tag}$$

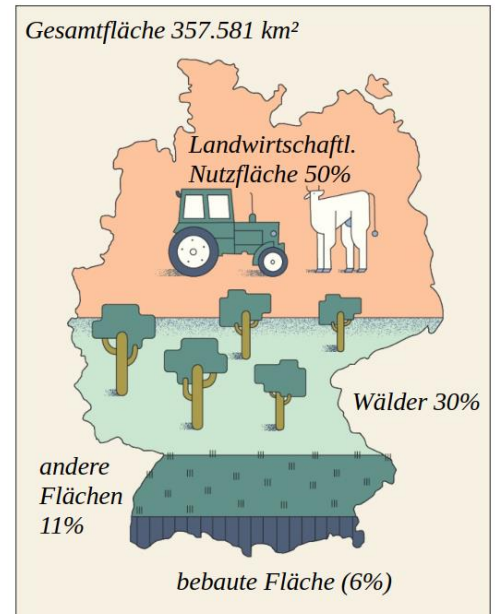
- c) Angenommen 20% der landwirtschaftlichen Fläche könnte zur Energieproduktion genutzt werden (nutze Grafik ► 2), wie viel Energie pro Tag und Person steht in Deutschland zur Verfügung?

$$357.581 \text{ km}^2 \cdot 0,5 \approx 179.000 \text{ km}^2$$

$$\text{Genutzt } 0,20 \cdot 179.000 \text{ km}^2 = 35.800 \text{ km}^2$$

$$\text{Einwohner Deutschlands: ca. } 80 \cdot 10^6$$

$$\text{Energie: } \frac{35,8 \cdot 10^9 \text{ m}^2 \cdot 0,0137 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}}{80 \cdot 10^6} = 6,1 \frac{\text{kWh}}{\text{d}} \text{ und Person}$$



► 2 Flächennutzung in Deutschland

Aufgabe 4:

Der Wald liefert das Holz der Bäume als Biomasse. Dieses hat einen Wirkungsgrad von 0,35%. Die Sonne stellt in Deutschland eine Energie von 1000 kWh pro m² und Jahr zu Verfügung.

- a) Bestimme mit dem Ergebnis von 3a) die Energie, die an einem Tag pro m² durch die Biomasse von Wäldern zu Verfügung steht.

$$2,74 \text{ kWh pro m}^2 \text{ und Tag} \cdot 0,0035$$

$$= 0,00959 \text{ kWh pro Person und Tag}$$

- b) Angenommen 50% der Wälder werden zur Energieproduktion genutzt (nutze Grafik ► 2). Wie viel Energie pro Tag und Person steht in Deutschland durch Wälder zur Verfügung?

$$357.581 \text{ km}^2 \cdot 0,30 = 107.274 \text{ km}^2$$

$$\text{Genutzt } 0,50 \cdot 107.274 \text{ km}^2 = 53.637 \text{ km}^2$$

$$\text{Energie: } \frac{53,637 \cdot 10^9 \text{ m}^2 \cdot 3,5 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}}{80 \cdot 10^6} = 6,4 \frac{\text{kWh}}{\text{d}} \text{ und Person}$$

Aufgabe 5:

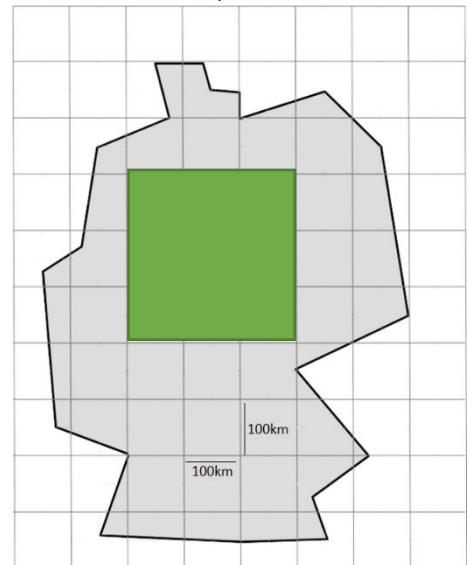
Vergleiche nun das Gesamtergebnis aus Energiepflanzen und Holznutzung mit dem Bedarf an Primärenergie von 120 kWh pro Person pro Tag in Deutschland.

Insgesamt stehen ca. 12,5 kWh zur Verfügung durch Energiepflanzen und Wälder

Aufgabe 6

- a) Welche Fläche müsste bereitgestellt werden, wenn die oben bestimmte maximale Bioenergie in Deutschland ausgeschöpft werden will?
 $A_{\text{Biomasse}} = 55.000 \text{ km}^2 + 38.000 \text{ km}^2 = 93.000 \text{ km}^2$
Dies ist ca. 26 % der Gesamtfläche Deutschlands.
- b) In Grafik ▶ 2 siehst du eine dunkelgrüne Fläche die als „andere Flächen“ gekennzeichnet ist. Diese kann nicht für den Anbau von Energiepflanzen genutzt werden. Warum können diese Flächen nicht für Bioenergie genutzt werden?
- c) Markiere passend Kästchen in der Deutschlandkarte (Grafik ▶ 3) wenn die Bioenergie maximal ausgebaut wäre.

großes Rasterfeld: Kantenlänge 100km / Fläche 10.000 km²
kleines Rasterfeld: 50km / 2500 km²



▶ 3 Deutschlandkarte

Aufgabe 7:

Diskutiere Vor- und Nachteile der Nutzung von Bioenergie.
Notiere deine Ergebnisse in einer Pro- und Contra-Liste

Vorteile:

- Verfügbarkeit
- teilweise ökologisch
- Einsatz nach Bedarf
- Speicherefähig (Gastank, Brennholz)

Nachteile:

- sehr hoher Flächenbedarf
- Dünger
- Pestizide
- Nutzungskonkurrenz (Energie statt Essen bei Energiepflanzen)
- Bauholz bzw. Holz als Ausgangsstoff bei Wäldern)

Abschätzung des Beitrags der Biomasse zur Energiewende (Wirkungsgrad)

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

Abbildung ► 3 und Sketchnotes sind selbsterstellt

Aufgabe 2:

Aufgabe 3 und 4:

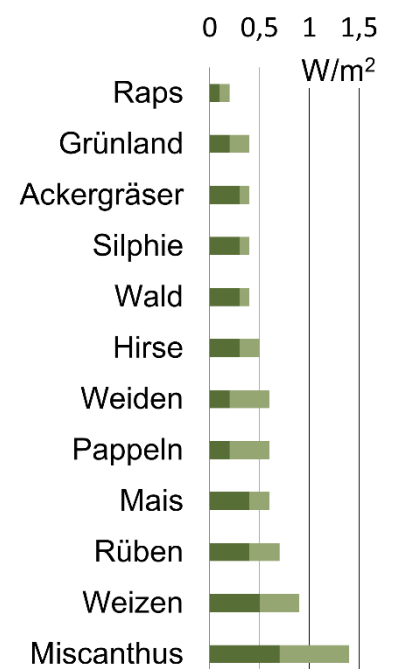
Die Wirkungsgrade wurden aus „Erneuerbare Energie Ohne heiße Luft“ S126 ff. berechnet. Dort wurde aus dem Ertrag je nach Verwendung als Biodiesel, Verstromung etc. zurück gerechnet auf die mittlere Leistung pro m². Dort wird z.B. für Energiepflanzen die nebenstehende Tabelle angegeben 0,3-1 W/m², also im Mittel 0,6 W/m² und Holz 0,4 W/m² angegeben.

Die Sonne liefert ca. 1000kWh pro Jahr und damit $1000\text{kWh}/(24 \cdot 365) = 114\text{ W}$.

Stellt man 0,6W und 0,4W dazu in Relation erhält man

Energiepflanzen : $0,6\text{W}/114\text{W} = 0,005$ also 0,5%

Holz : $0,4\text{W}/114\text{W} = 0,0035$ also 0,35 %

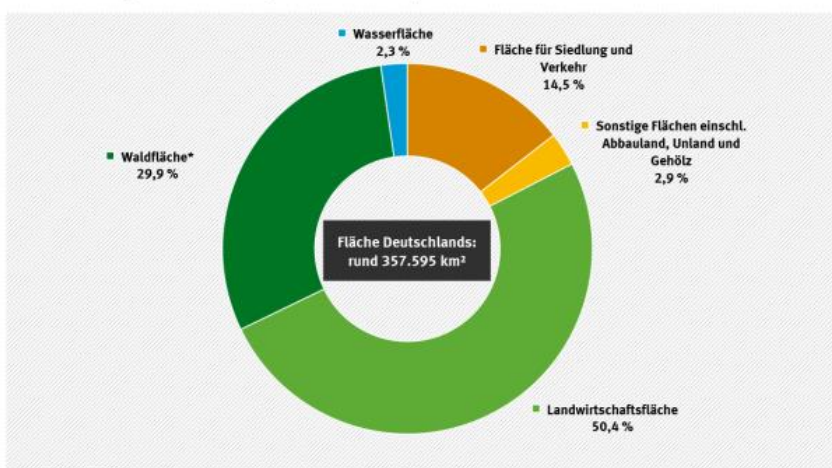


Energiepflanzen im Vergleich

Aufgabe 6:

Die restl. 5% sind übrigens Wasserflächen, Gebirge, Tagebau, Moore,....(Quelle: Umweltbundesamt)

Flächennutzung in Deutschland (Stand 31.12.2022)



* Seit 2016 werden Waldflächen in der Statistik ohne Gehölze ausgewiesen. Gehölz wird getrennt unter "sonstige Flächen" erfasst. Inklusiv Gehölze läge der Anteil der Waldfläche bei 31,0 %.

Quelle: Statistisches Bundesamt 2023, Genesis Datenbank: Bodenfläche (räumliche Nutzung) (abgerufen am 16.11.2023)



