

Leitfaden: Energiebilanz und Flächenbilanz der erneuerbaren Energien

Im Unterrichtsverlauf wirst du mehrere regenerative Energiequellen kennenlernen. Jede Energiequelle kann einen Beitrag dazu leisten, dass der Energiebedarf Deutschlands prinzipiell zu 100% durch erneuerbare Energien gedeckt wird, die auf dem Staatsgebiet Deutschlands (Land- und Seeflächen) erzeugt werden.

Ergänze das Arbeitsblatt während der Unterrichtsstunden und trage die benötigten Flächen in der vereinfachten Deutschlandkarte ein (Rückseite), in dem du eine passende Anzahl an Kästchen ausmalst sowie den Beitrag jeder Energie zur „**Energiebilanz der Zukunft**“ auf der Rückseite einträgst.

1. Der Energiebedarf Deutschlands heute (s. *Energieverbrauch und Energieflussdiagramme*)

- Ergänze die Größe des heutigen Primärenergiebedarfs pro Person und Tag (s. Rückseite).
- Stelle die bisherige Aufteilung dieser Energie auf die unterschiedlichen Energieformen dar, indem du sie mit verschiedenen Farben im Balkendiagramm einträgst

2. Mögliche Beiträge erneuerbarer Energien in der Zukunft

Trage den im Unterricht erarbeiteten möglichen Beitrag der einzelnen erneuerbaren Energien zum Energiebedarf Deutschlands sowie die benötigte Fläche in km² ein (auf 1000 km² runden).

a. Solarenergie (s. *Abschätzung Potential Solarenergie*)

mögliche Endenergie: _____ kWh pro Person und Tag

benötigte Fläche: _____ km²

b. Wasserkraft (s. *Abschätzung maximale Energieerzeugung aus Wasserkraft*)

mögliche Endenergie: _____ kWh pro Person und Tag

benötigte Fläche: _____ km²

c. Windenergie (s. *Wind of change*)

Berechne die für einen Windpark benötigte Fläche (20.000 Windräder offshore / 40.000 offshore), wenn alle Windräder mit 160m Durchmesser modernisiert werden und den 5-fachene Rotorabstand zueinander einhalten. (Tipp: Mit Rotordurchmesser in km rechnen)

mögliche Endenergie: _____ kWh pro Person und Tag

benötigte Fläche: _____ km² (onshore)

_____ km² (offshore)

d. Biomasse (s. *Abschätzung Potential aus Biomasse*)

mögliche Endenergie: _____ kWh pro Person und Tag

benötigte Fläche: _____ km²

e. Geothermie (s. *Geothermie und Wärmepumpen-Potential*)

mögliche Endenergie: _____ kWh pro Person und Tag

benötigte Fläche: _____ km²

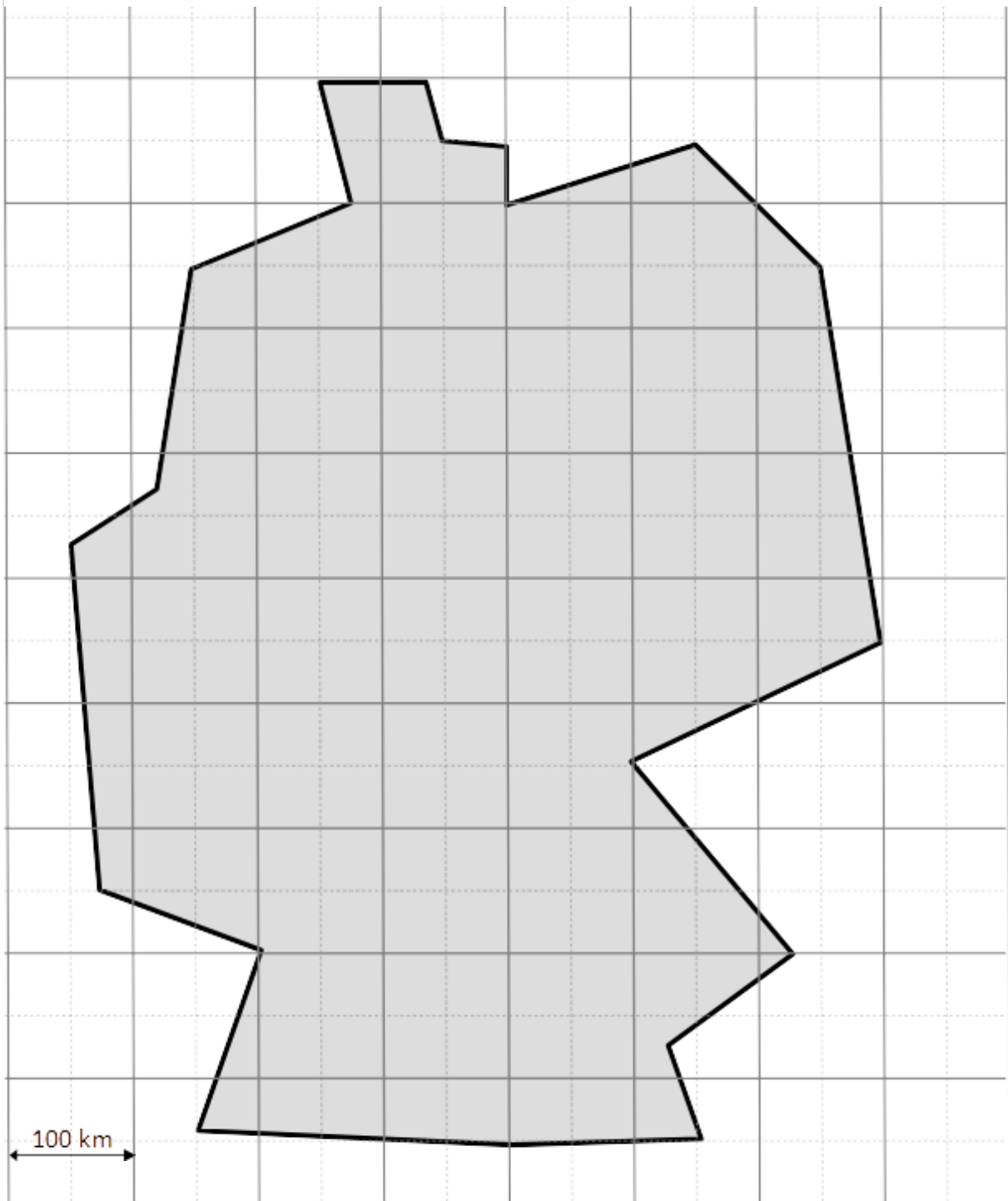
f. Weitere Energieformen (optional)

a) Recherchiere welche weiteren Formen an erneuerbarer Energie es gibt und gib Gründe an, wieso diese keinen nennenswerten Beitrag zur Energiewende liefern.

b) Recherchiere ob Kernfusion eine realistische Energiequelle zur Lösung der Energiekrise innerhalb der nächsten 10-20 Jahre darstellt.

großes Rasterfeld: Kantenlänge 100km / Fläche 10.00 km²

kleines Rasterfeld: 50km/2500 km²



Energiebedarf und Energiemix heute:



0 10 50 Endenergiebedarf 100

_____ kWh pro Person und Tag

möglicher Energiemix der Zukunft:



0 10 50 100

_____ kWh pro Person und Tag

Leitfaden: Energiebilanz und Flächenbilanz der erneuerbaren Energien

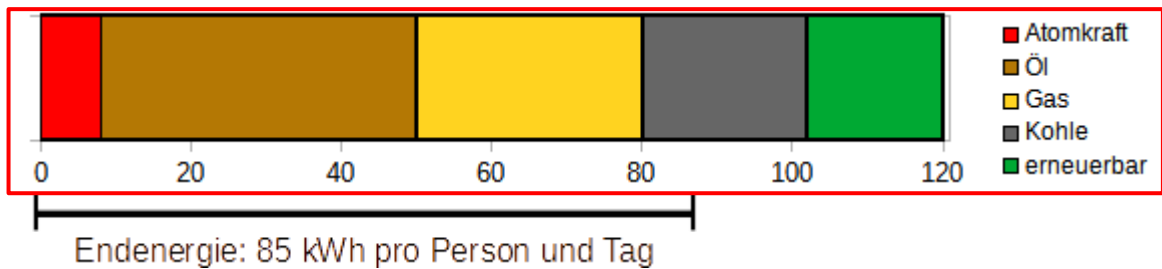
Lösungsvorschläge

ACHTUNG: Ausdruck in 100% Größe, sonst Verzerrung der Maßstäbe!

1. Der Energiebedarf Deutschlands heute

1cm entspricht 10 kWh pro Person und Tag

Primärenergiebedarf Deutschland: 120 kWh pro Person und Tag



2. Erneuerbare Energien

a. Solarenergie

mögliche Endenergie: **28 kWh pro Person und Tag**

benötigte Fläche: **5.000 km²**

b. Windenergie

mögliche Endenergie: **40 kWh pro Person und Tag**

benötigte Fläche: **26.000 km² onshore / 13.000 km² offshore**

5facher Rotordurchmesser (160m) Abstand, 40.000 Windräder onshore, 20.000 offshore

onshore $(0,16\text{km} \cdot 5)^2 \cdot 40.000 = 25.600 \text{ km}^2$, offshore analog 12.800 km²

c. Wasserkraft

mögliche Endenergie: **1 kWh pro Person und Tag**

benötigte Fläche: **vernachlässigbar, da nur Fließgewässer (1 kleines Kästchen)**
3500 km² nach statistischem Bundesamt (www.destatis.de)

d. Biomasse (Abschätzung per Wirkungsgrad / Abschätzung per Waldfläche)

mögliche Endenergie: **12 kWh / 9,2 kWh pro Person und Tag**

benötigte Fläche: **95.000 km² / 107.000 km²**

50% der Waldfläche = $0,5 \cdot 0,33 \cdot 357.000 \text{ km}^2 = 58.905 \text{ km}^2$

20% der LNF = $0,2 \cdot 0,5 \cdot 357.000 \text{ km}^2 = 35.700 \text{ km}^2$

e. Geothermie

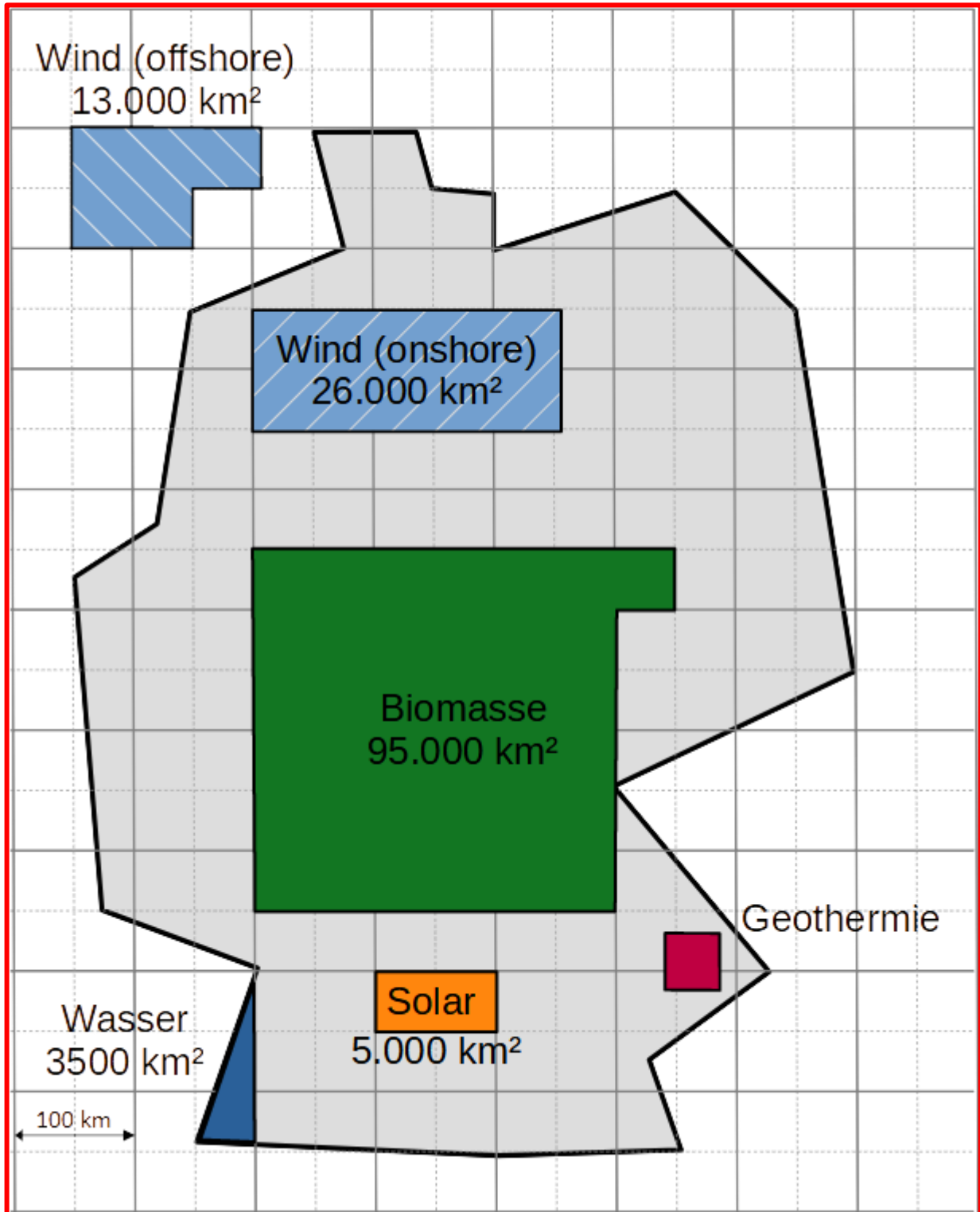
mögliche Endenergie: **8 kWh pro Person und Tag**

benötigte Fläche: **vernachlässigbar (1 kleines Kästchen)**

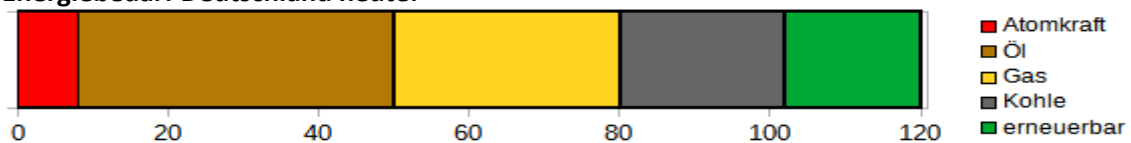
Wellenkraftwerke: geringes Potential (1-2 kWh pro Person und Tag), zu hoher technischer Aufwand, massivste Eingriffe in Ökosystem Meer, Folgen kaum abschätzbar

Gezeitenkraftwerke: hoher Tidenhub nötig, daher geringe Anzahl an geeigneten Standorten, insgesamt geringes Potential (lokal evtl. ausreichend), gravierender Eingriff in Ökosystem Flussdelta

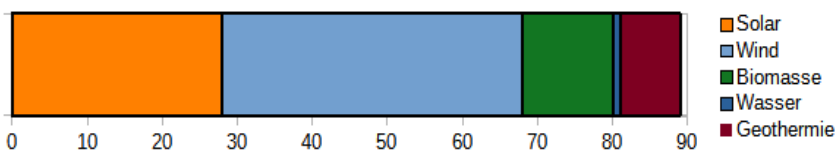
Kernfusion: bisher nur Versuchsreaktoren, positive Energiebilanz der Fusion (nicht des Gesamtsystems) bisher nur knapp erreicht, kein Dauerbetrieb möglich, marktreife Reaktoren noch in weiter Ferne, Bauzeit Großkraftwerke selbst dann mehrere Jahre bis Jahrzehnte



Energiebedarf Deutschland heute:



möglicher Energiemix der Zukunft:



Hinweise zu den Quellen und weitere Informationen

Die Beiträge von Sonnenenergie sowie Windenergie im Rahmen der Energiewende sind prinzipiell skalierbar, d.h. man kann ihre Anteile auch durch die SchülerInnen variieren lassen und somit einen verschiedenen „Mix der erneuerbaren Energieträger“ herstellen. Auch die Biomasse lässt sich so „skalieren“, wobei hier auf die gewählte Abschätzung zu achten ist.

Dies bietet auch einen sehr guten Anknüpfungspunkt, um die grobe physikalische Abschätzung auf ein höheres Niveau zu heben, in dem man auf die Eigenheiten der Energieträger abzielt, insbesondere im Hinblick auf Erzeugung und Verbrauch von elektrischer Energie sowie der Unterscheidung zwischen Grundlast und Regelenergie im Stromnetz. Letzteres ist neben der Bereitstellung von Kohlenstoffbasierten Edukten für die chemische Industrie [zur Legitimation des Biomasseanteils \(v.a. S.62-73\)](#) nötig.

Weitere Möglichkeiten auch zur fächerübergreifenden Diskussion bieten das europäische Verbundnetz, [Ausbau der Stromtrassen z.B. nach Norwegen](#) sowie [Konzepte zur internationalen Zusammenarbeit](#), die derzeit teilweise bereits vereinbart sind. Auch die im Rahmen der Energiewende oft missverständene [Rolle des Wasserstoffs als Energieträger](#) sowie seiner Bedeutung kann eingegangen werden.

