

Nationale Eigenversorgung und Bedarf an internationalem Energiebezug

Autorinnen und Autoren

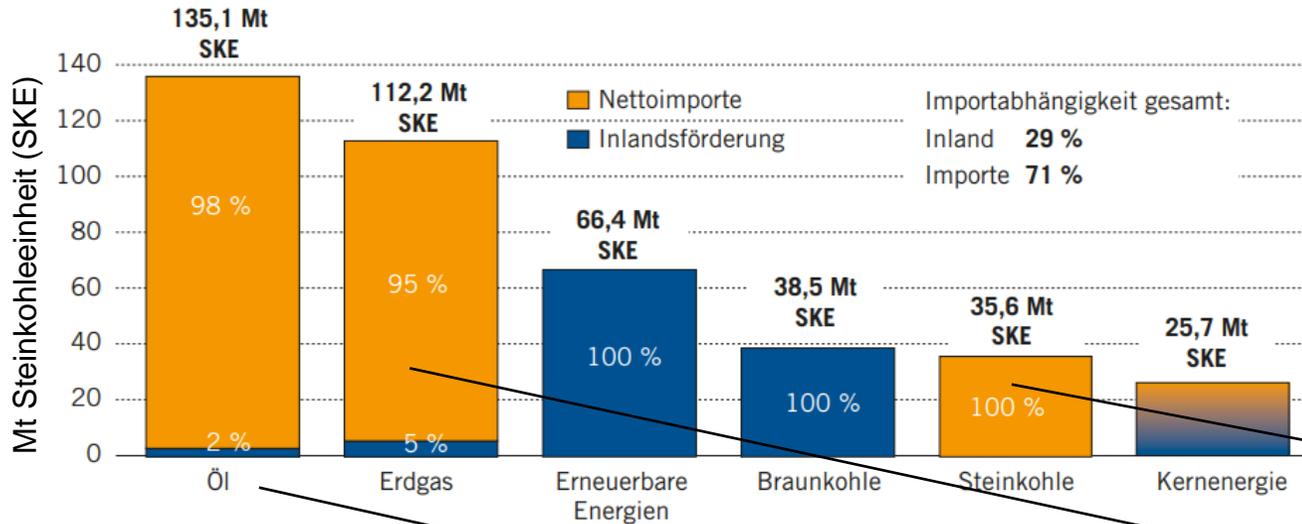
DLR Nicole Neumann, Juan Pablo Rincon Duarte, Martina Neises-von Puttkamer,
Thomas Pregger, Niklas Wulff, Dirk Krüger

DBFZ Kathleen Meisel

Fraunhofer ISE Christoph Kost, Christoph Hank

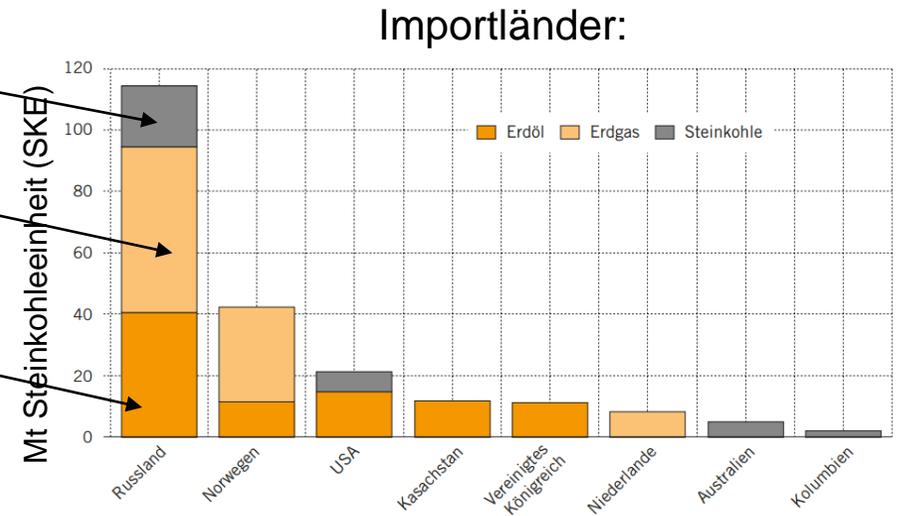
UFZ Matthias Jordan

Herkunft der deutschen Primärenergie 2021



Im Jahr 2021 hohe Abhängigkeit von Rohstoffen aus Russland

Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V., Stand: 03/2022 (Prozentzahlen als Anteile der Inlandsförderung am jeweiligen Primärenergieverbrauch errechnet); einschließlich Sonstiger Energien, wie o. a. Außenhandelsaldo Strom, von 5,0 Mio. t SKE ergibt sich der gesamte Primärenergieverbrauch von 418,5 Mio. t SKE



Quelle: Weltenergieat – Deutschland e.V., Energie für Deutschland, Mai 2022

Quellen: Prof. Dr. Schiffer, Hans-Wilhelm; Datenquellen: Rohöl: Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA); Erdgas: Bruegel; Steinkohle: Statistisches Bundesamt

Home > Wirtschaft > Leserdiskussion > Erdgas aus Katar: Wird Deutschland so unabhängig?

Leserdiskussion

Erdgas aus Katar: Der richtige Weg zur Unabhängigkeit?

20. Mai 2022, 15:32 Uhr | 298 Kommentare



Startseite > Politik > Energie: Frieren per Gesetz? Deutschland hat zu wenig Gas für den Winter

ENERGIE

18.06.2022

Frieren per Gesetz? Deutschland hat zu wenig Gas für den Winter

ENERGIESICHERHEIT

So abhängig ist Deutschland von russischem Gas

VON JAN HAUSER - AKTUALISIERT AM 24.02.2022 - 14:30



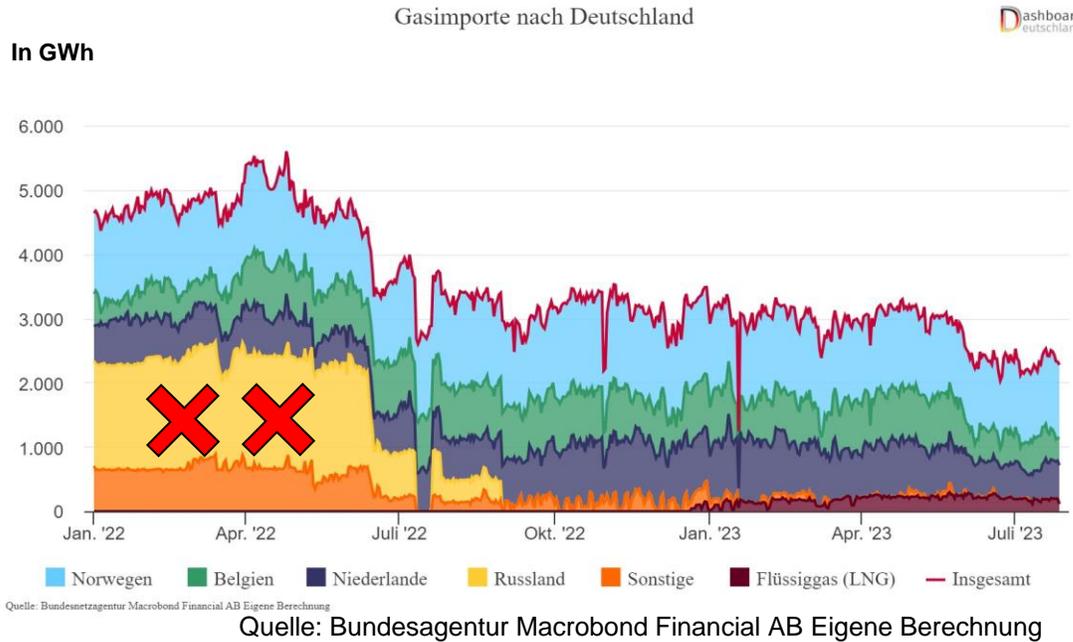
Energieabhängigkeit von Russland

Ein heikler Entzug

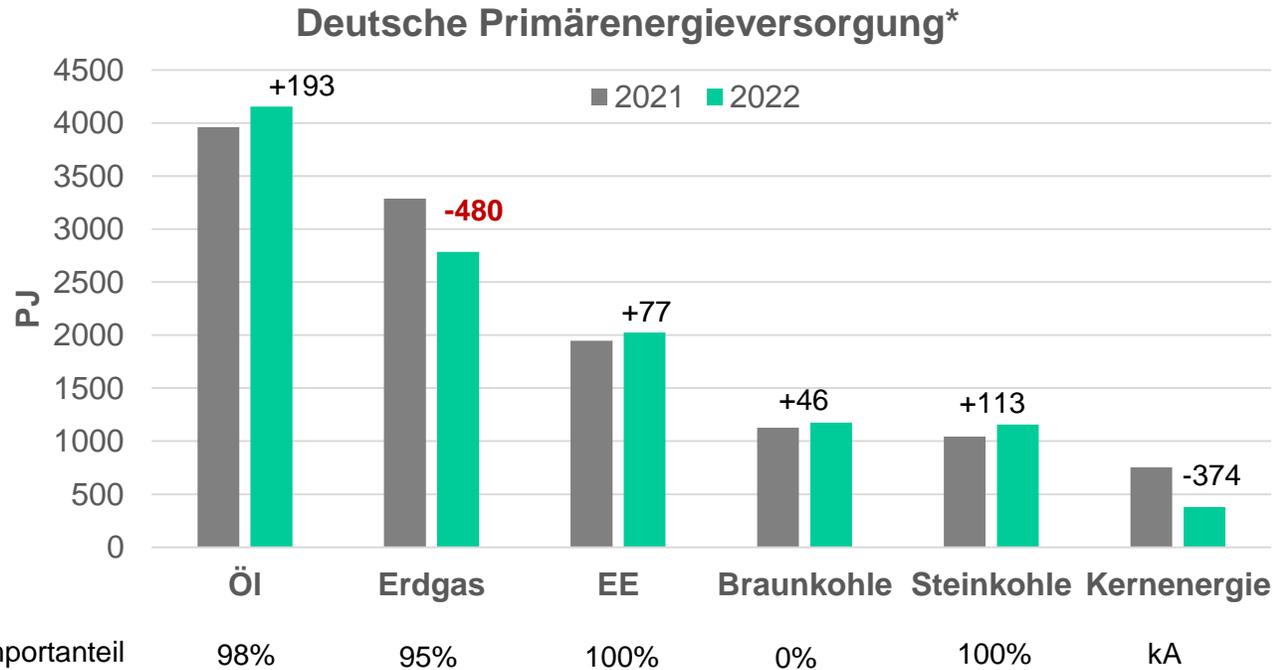
Deutschland kommt sehr bald ohne russisches Öl aus, sagt Robert Habeck. Doch die Energieabhängigkeit bleibt groß – vor allem beim Gas, wie die Daten zeigen.

29. April 2022, 5:15 Uhr / 241 Kommentare

Primärenergieversorgung in Deutschland 2021 → 2022



Dashboard
deutschland



→ Gasverbrauch in Deutschland um 15% gesunken

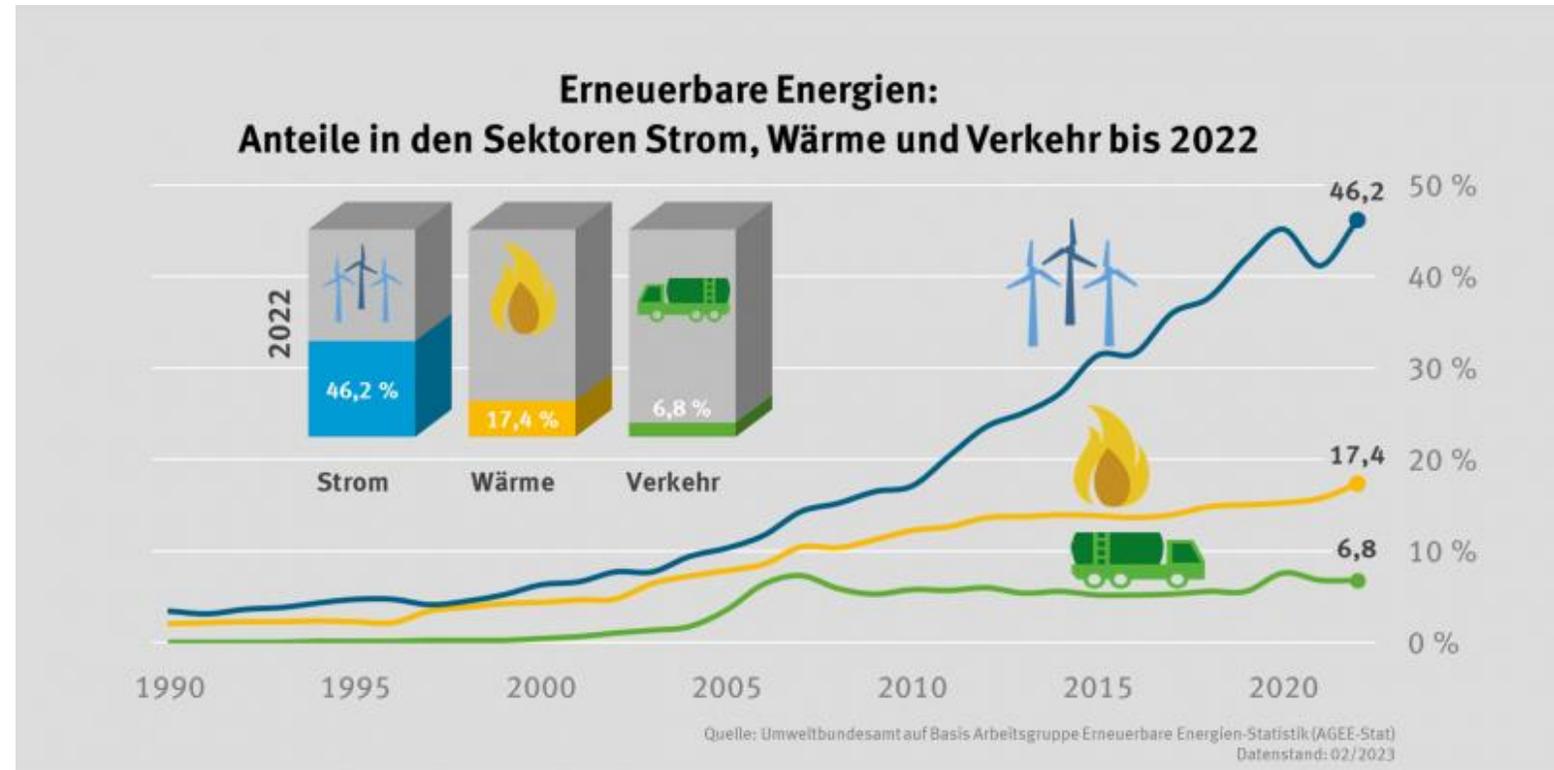
Ist unser Energiesystem resilient?

* Berechnung basiert auf Angaben der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. 05/2022 und 04/2023

Auf dem Weg zur Energiewende

Ziele der Energiewende:

- Bis 2030: 80% Anteil EE am Stromverbrauch
- Bis 2045: Treibhausgasneutralität



Kernfrage

Wie könnte sich der Primärenergiebedarf von Deutschland in den nächsten Jahrzehnten entwickeln um zu einer klimaneutralen Wirtschaft und Gesellschaft zu gelangen und gleichzeitig die Resilienz zu stärken?

1. Transformationspfade Deutschlands zu einem klimaneutralen Energiesystem
2. Perspektive für erneuerbare Technologien in Deutschland
 1. PV und Wind
 2. Energiepflanzen
 3. Solarthermie
3. Mögliche Energieimporte eines klimaneutralen Deutschlands

Transformationspfade zu einem klimaneutralen Energiesystem

Direkte Elektrifizierung des Endenergieverbrauchs

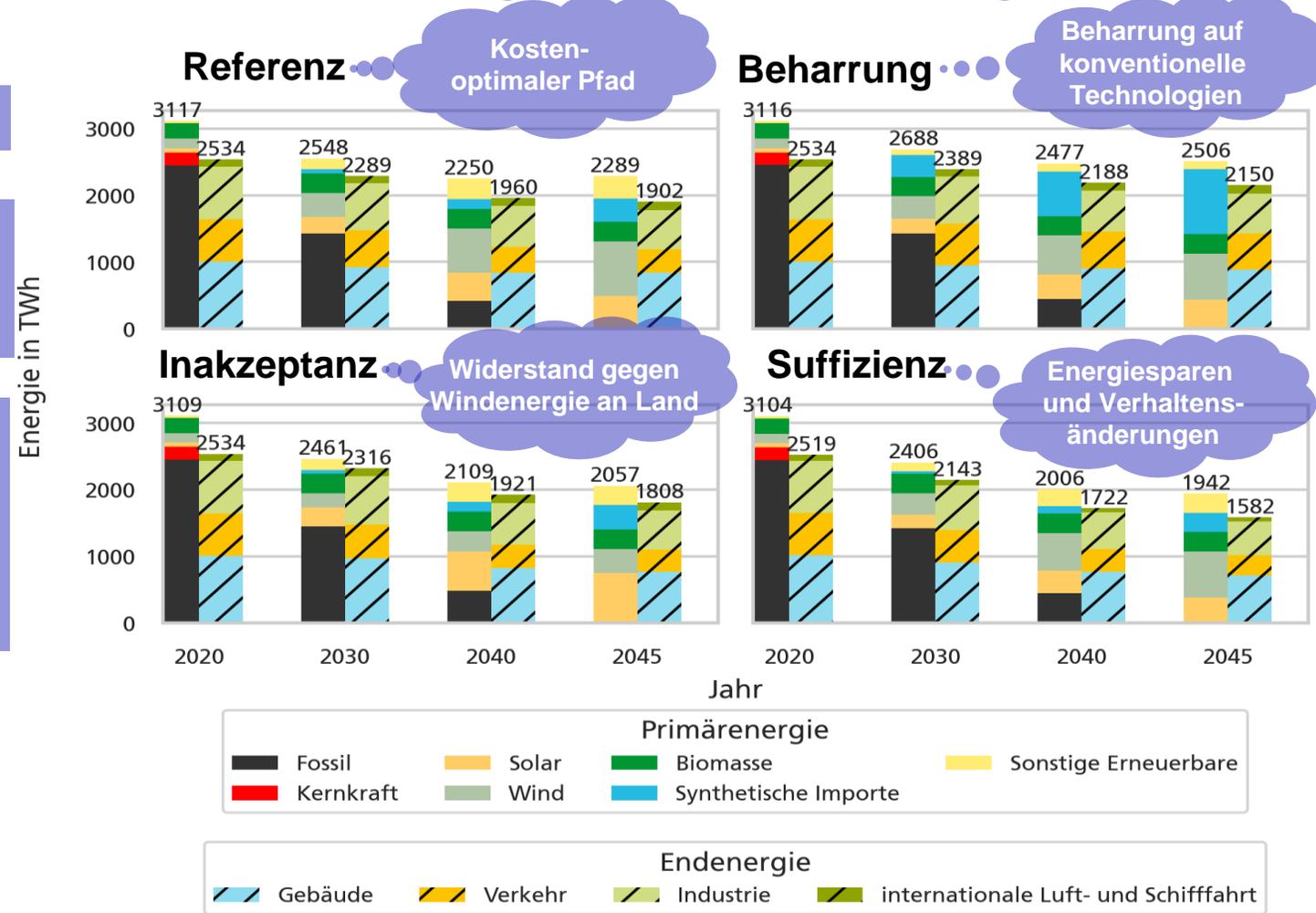
Steigerung der Energieeffizienz führt zu einem Rückgang des Endenergieverbrauchs in allen Sektoren

Zentrale Energieträger:

- Erneuerbarer Strom (Wind + Solar ca. 1300 TWh)
- Grüner Wasserstoff
- Grüne E-Fuels
- Nachhaltig erzeugte Biomasse



Entwicklung von Primär- und Endenergie



Quelle: <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/wege-zu-einem-klimaneutralen-energiesystem.html>

Infrastruktur-Anforderungen durch die Energienachfrage im deutschen Transportsektor

Ergebnisse der BEniVer-Szenarien; Begleitforschung Energiewende im Verkehr (BMWK FKZ 03EIV241)

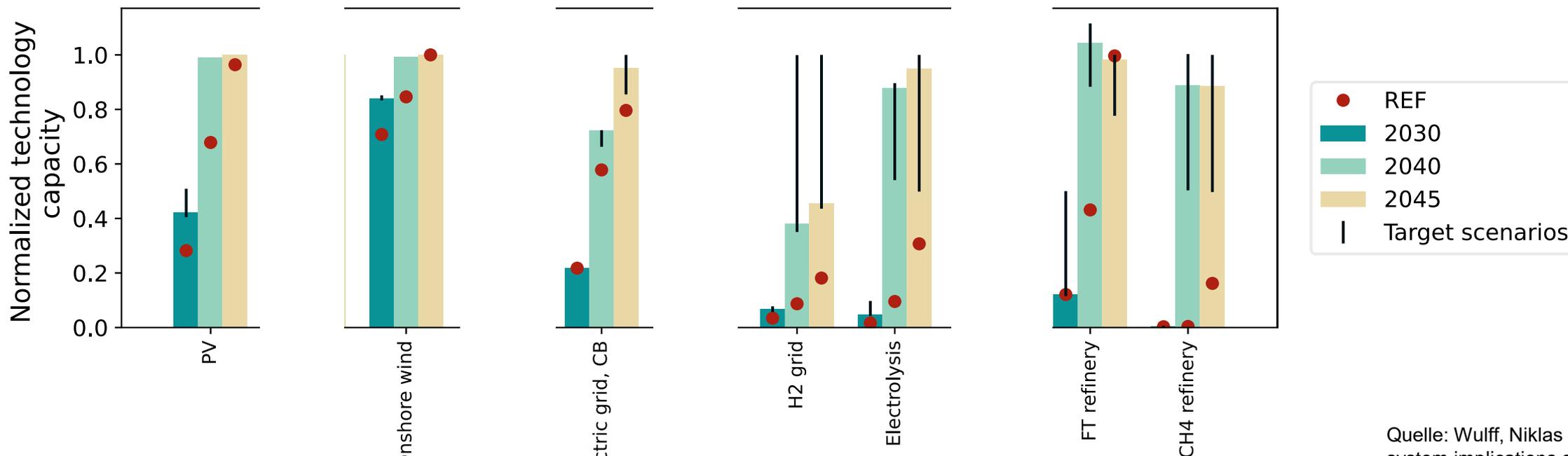


BEniVer
Begleitforschung Energiewende im Verkehr

Hohe Ausbau-Gradienten bei PV und Wind bis 2040

Starke Erhöhung der crossborder-Netzkapazitäten

Synfuel-Produktionskapazitäten in allen Szenarien kostenoptimal. 2045 ca. 25-30% der Nachfrage in DE hergestellt, Rest importiert



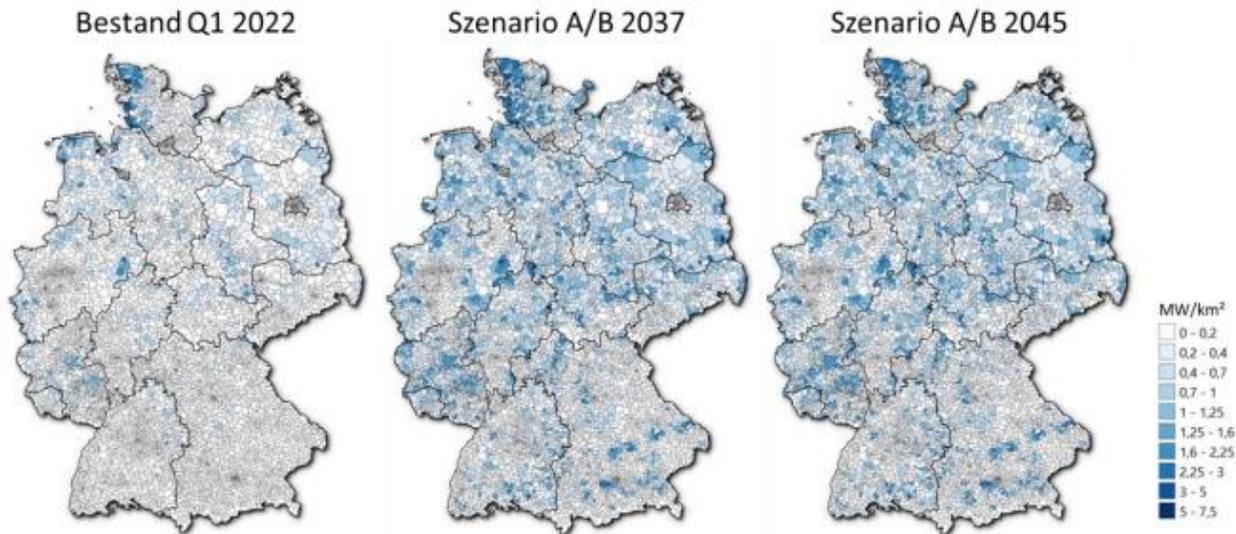
H₂-Infrastruktur in allen Szenarien benötigt, aber unterschiedlich stark

Quelle: Wulff, Niklas et al. „Energy system implications of different demand scenarios and supply strategies for clean transportation fuels“ (in Vorbereitung)

Deutsches Energieschöpfungspotenzial aus erneuerbaren Energien: Wind

Regionalisierung des Ausbaus von Windenergie an Land

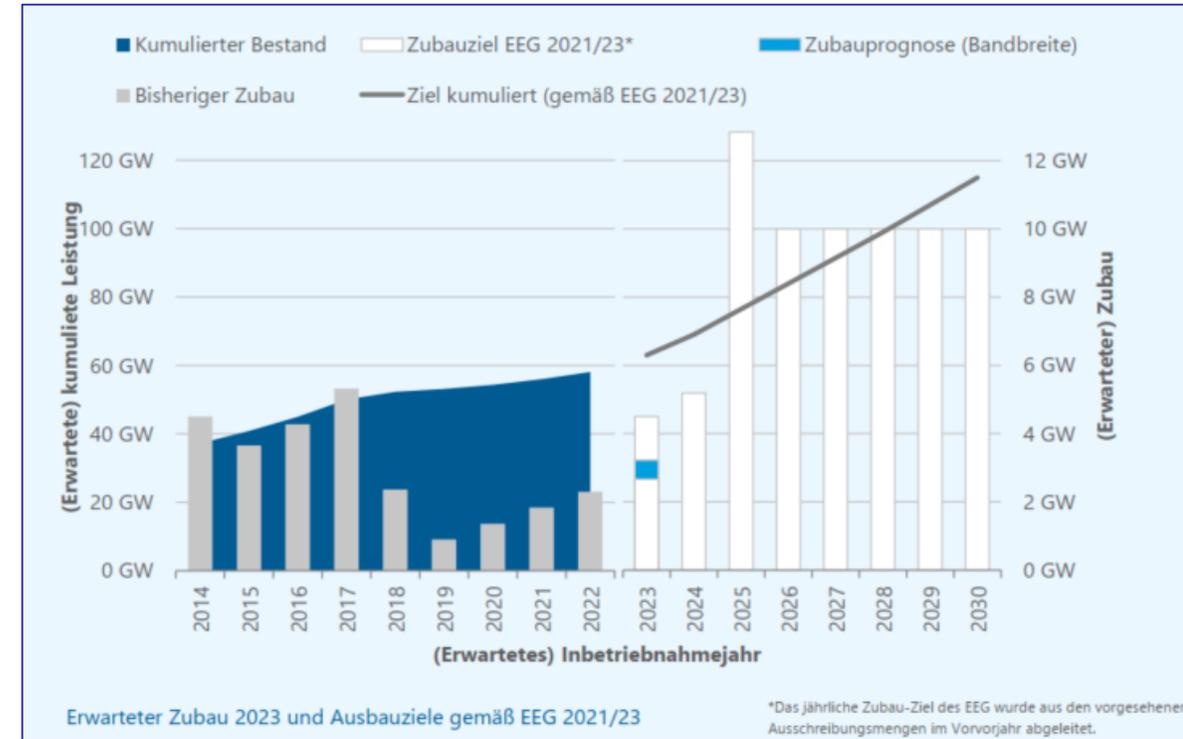
Windenergie an Land [1]



56 GW



160 GW



WindBG 2023: Bis 2032 2% der Bundesfläche für Wind ausgewiesen

Quelle: C. Pape und D. Geiger, „Regionalisierung des Ausbaus der erneuerbaren Energien“, 2023, Fraunhofer IEE

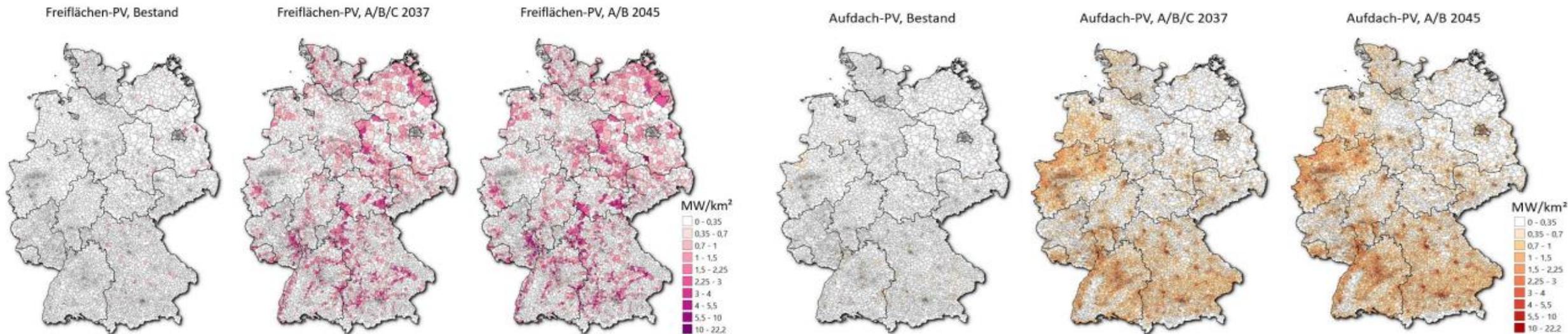
Quelle: Deutsche Windguard, Status des Windenergieausbaus an Land in Deutschland, 2022

Deutsches Energieschöpfungspotenzial aus erneuerbaren Energien: PV

Regionalisierung des Ausbaus von PV

Freiflächen PV [1]

Aufdach-PV [1]



59 GW



400 GW total

Quelle: [2] Fraunhofer ISE, Solaroffensive Für Deutschland: <https://www.greenpeace.de/publikationen/20210806-greenpeace-kurzstudie-solaroffensive.pdf>

Quelle: [1] C. Pape und D. Geiger, „Regionalisierung des Ausbaus der erneuerbaren Energien“, 2023, Fraunhofer IEE

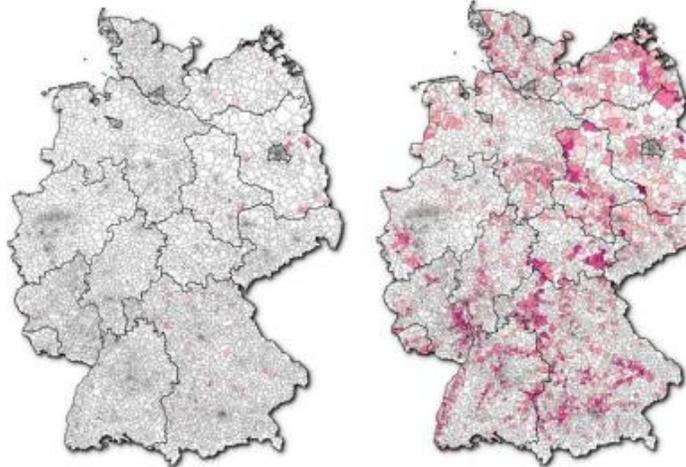
Deutsches Energieschöpfungspotenzial aus erneuerbaren Energien: PV

Regionalisierung des Ausbaus von PV

Freiflächen PV [1]

Freiflächen-PV, Bestand

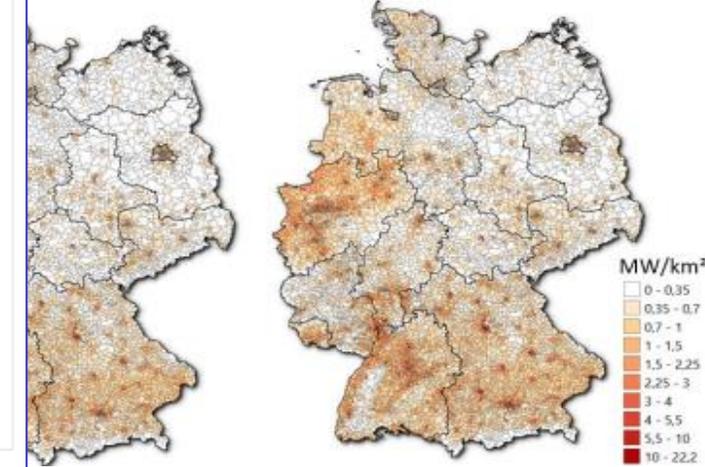
Freiflächen-PV, A/B/C 2037



Aufdach-PV [1]

PV, A/B/C 2037

Aufdach-PV, A/B 2045



59 GW



400 GW total

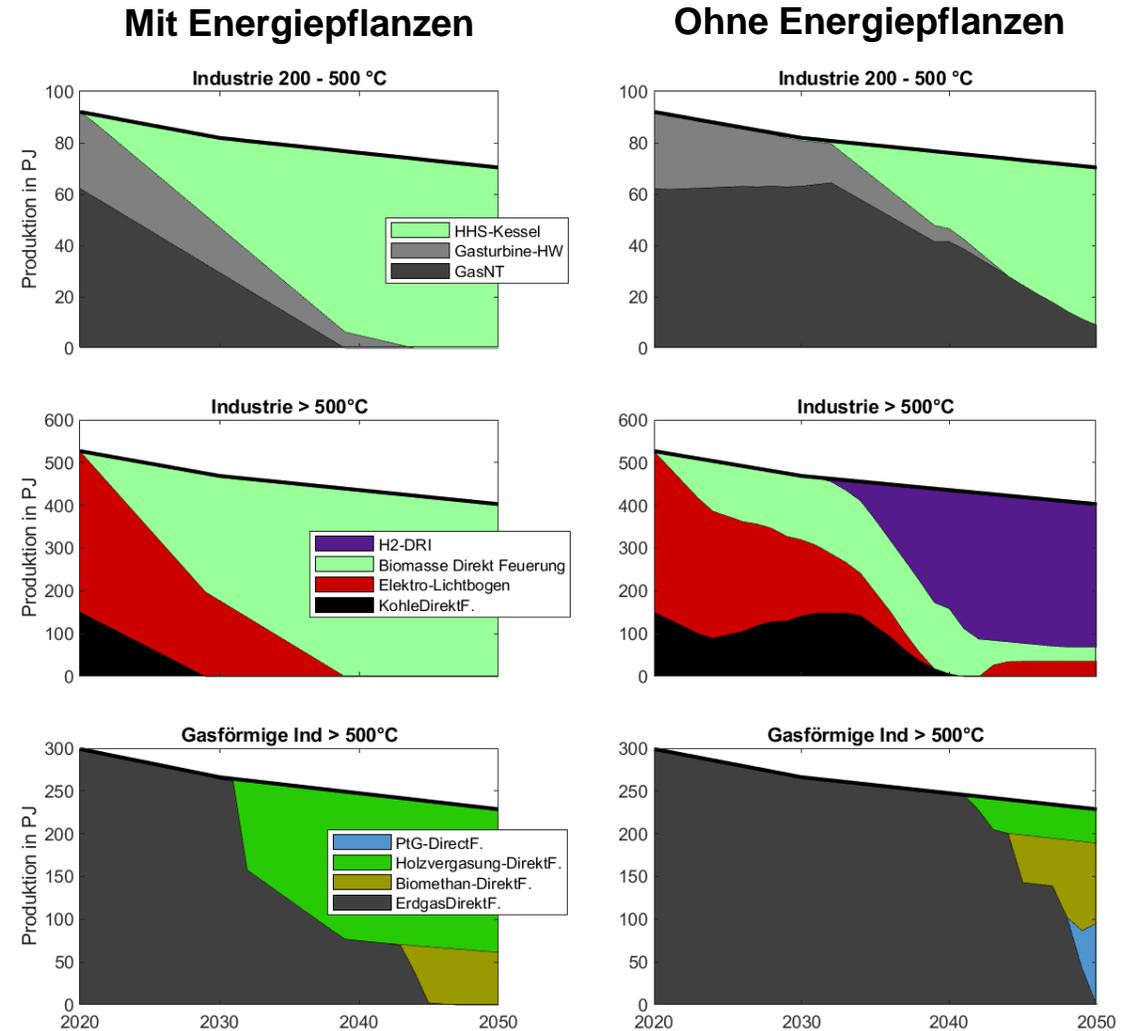
Quelle: [2] Fraunhofer ISE, Solaroffensive Für Deutschland: <https://www.greenpeace.de/publikationen/20210806-greenpeace-kurzstudie-solaroffensive.pdf>

Quelle: [1] C. Pape und D. Geiger, „Regionalisierung des Ausbaus der erneuerbaren Energien“, 2023, Fraunhofer IEE

Brauchen wir Energiepflanzen in einem zukünftigen, resilienten Energiesystem in Deutschland?

Modellierung von Energieszenarien mit (2,3 Mio ha) und ohne (0 Mio ha ab 2030) Energiepflanzen mit dem BioENERgieOPTimierungs- Modell (BENOPT)

- 2.3 Mio ha entsprechen ca. 6.4% der Bundesfläche
- Die Nutzung von Energiepflanzen beeinflusst die zukünftige Industrietransformation (Bedarfsdeckung vs. Brückentechnologie)
- Ohne Energiepflanzen verbleiben fossile Energieträger länger im Industriewärmesystem
- Verzicht führt zu:
 - Minderung des Flächendrucks in Deutschland
 - Höherer Abhängigkeit von Importen und Kosten durch Import
 - Verlagerung negativer Landnutzungseffekten



Quelle: UFZ, DBFZ; Jordan et al 2023, The Controversial Role of Energy Crops in the Future German Energy System: The Trade Offs of a Phase-Out and Allocation Priorities of the Remaining Biomass Residues. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4449059>

Energieschöpfungspotenzial aus erneuerbaren Energien

Solarthermie in Deutschland?

- Konzentrierende Solartechnik ist gut geeignet für die thermische Speicherung und damit zur Erzielung hoher Deckungsgrade
- Geringere Wärmegestehungskosten als PV/Elektroheizer
- Hohes Potenzial an Dekarbonisierung in Wärmesystemen

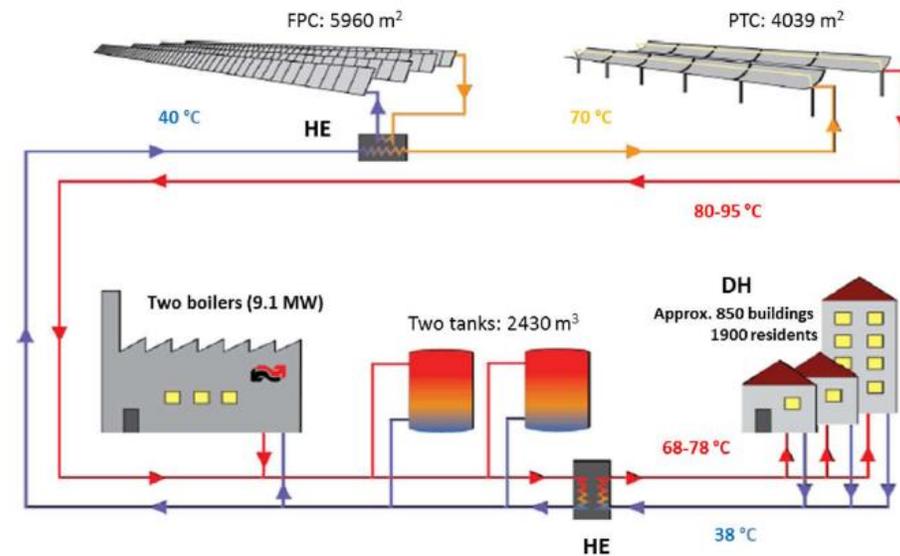
Anwendungsgebiete für konzentrierende solarthermische Anlagen

- Kommunale oder industrielle Wärmenetze
- Industrielle Abnehmer bis Temperatur ca. 350°C z.B. in Chemiebranchen, Lebensmittel, Textil

Bisher gibt es noch keine kommerziellen Anlagen für die Industrie in Deutschland, Kollektorhersteller bereiten jedoch große Projekte vor

Beispiel: Solare Nahwärme

Nahwärmenetz Taars, Dänemark



Aalborg CSP Kollektoren und Flachkollektoren. Aufteilung Solarfelder: 5960 m² Flachkollektor (40°C → 70 °C); 4039 m² Parabolrinnenkollektor (70°C → 98 °C)

Wie könnte der Energieimport eines klimaneutralen Deutschlands aussehen?

Entwicklung des zukünftigen Bedarfs an importierten PtX-Energieträgern bis 2050

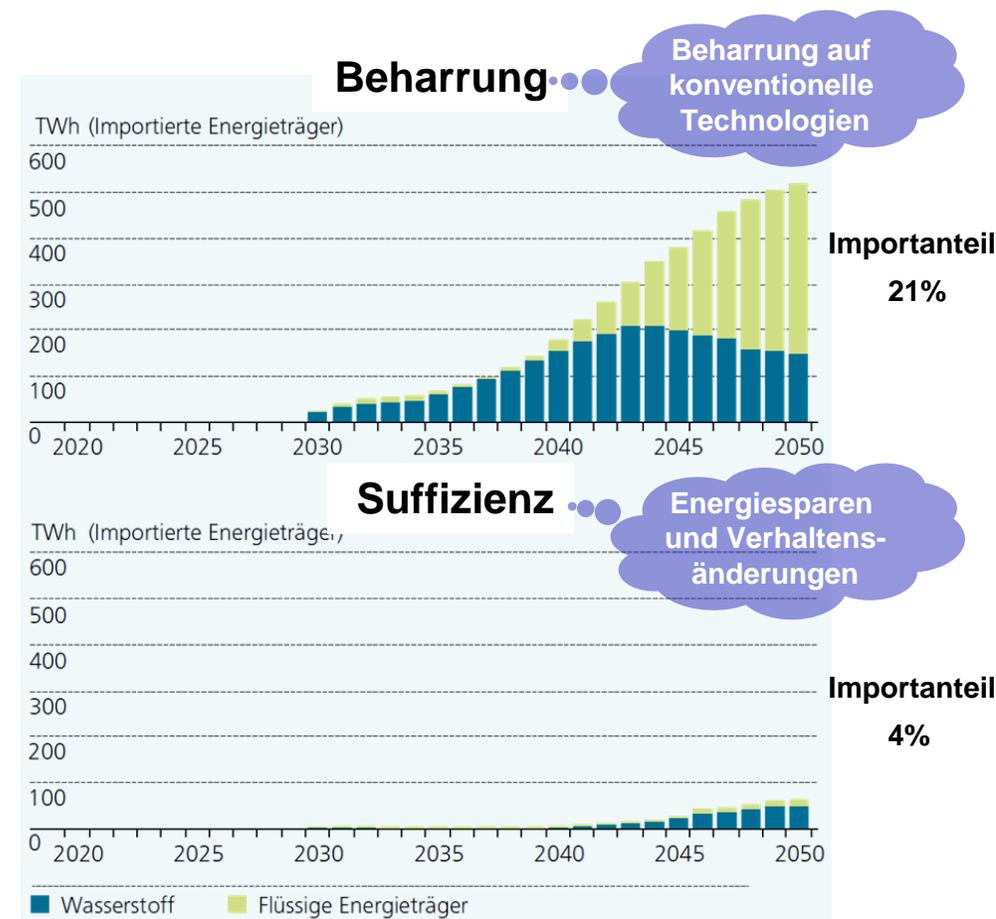
- PtX-Importmenge stark abhängig von Hintergrundannahmen:
 - Effizienzmaßnahmen
 - Elektrifizierungsgrad
 - Endenergiebedarf

• „Beharren“ auf gegenwertige Gewohnheiten
→ signifikanter PtX-Importbedarf

• Anpassung der Verbrauchsgewohnheiten
→ deutliche Reduktion an PtX-Importbedarf

• Klare „no-regret-Optionen“: Einsatz von Wasserstoff und dessen Derivaten u.a. für Schiff- und Luftfahrt, Stahlindustrie, Chemiesektor

→ Innerdeutsche Wasserstoffherzeugungs- und Verteilstruktur unverzichtbar



Quelle: Wege zu einem klimaneutralen Energiesystem. Die deutsche Energiewende im Kontext gesellschaftlicher Verhaltensweisen, Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme ISE, Freiburg, 2020.
<https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/wege-zu-einem-klimaneutralen-energiesystem.html>

Zusammenfassung und Fazit

Wie könnte sich der Primärenergiebedarf von Deutschland in den nächsten Jahrzehnten entwickeln um zu einer klimaneutralen Wirtschaft und Gesellschaft zu gelangen und gleichzeitig die Resilienz zu stärken?

- Klimaneutralität bis 2045 aus technologischer und systemischer Sicht machbar!
- Wind und PV werden wichtigste Primärenergiequellen und tragen zur Importunabhängigkeit bei. → Zubauraten müssen signifikant ansteigen.
- Energiepflanzen und konz. Solarthermie können den Umbau des Wärmesektors unterstützen.
- Benötigte Importe (H₂, syn. Energieträger) hängen stark von den Rahmenbedingungen ab, aber ein klimaneutrales Energiesystem führt zu einer geringeren Importabhängigkeit.

Wie viel Energieimport wollen wir noch und aus welchen Ländern?

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Deutsches Zentrum
DLR für Luft- und Raumfahrt

Nicole Carina Neumann

DLR-Institut für Future Fuels

Nicole.Neumann@dlr.de

www.dlr.de/ff

Vielen Dank an alle Koautor*innen:

DBFZ ● Kathleen Meisel

DLR ● Juan Pablo Rincon Duarte, Martina Neises-von Puttkamer,
Thomas Pregger, Niklas Wulff, Dirk Krüger

ISE ● Christoph Kost, Christoph Hank

UFZ ● Matthias Jordan

Literatur

- Weltenergierat – Deutschland e.V., Energie für Deutschland, Mai 2022
- Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. 05/2022 und 04/2023
- Bundesagentur Macrobond Financial AB Eigene Berechnung
- *Wege zu einem klimaneutralen Energiesystem. Die deutsche Energiewende im Kontext gesellschaftlicher Verhaltensweisen*, Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme ISE, Freiburg, 2020.
<https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/wege-zu-einem-klimaneutralen-energiesystem.html>
- Ariadne Report 2021, <https://ariadneprojekt.de/publikation/deutschland-auf-dem-weg-zur-klimaneutralitat-2045-szenarienreport/>
- Wulff, Niklas et al. „Energy system implications of different demand scenarios and supply strategies for clean transportation fuels” (in Vorbereitung)
- C. Pape und D. Geiger, „Regionalisierung des Ausbaus der erneuerbaren Energien“, 2023, Fraunhofer IEE
- Jordan et al 2023, The Controversial Role of Energy Crops in the Future German Energy System: The Trade Offs of a Phase-Out and Allocation Priorities of the Remaining Biomass Residues. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4449059>
- Deutsche Windguard, Status des Windenergieausbaus an Land in Deutschland, 2022
- Fraunhofer ISE, Solaroffensive Für Deutschland: <https://www.greenpeace.de/publikationen/20210806-greenpeace-kurzstudie-solaroffensive.pdf>