

Wind, Solar, Speicher und Co: Wie erneuerbare Energien echte Wertschöpfung unserer Region schaffen



Prof. Dr.-Ing. Michael Sterner



Schulzentrum Haßfurt

18.10.2024

ZIELE FÜR NACHHALTIGE ENTWICKLUNG

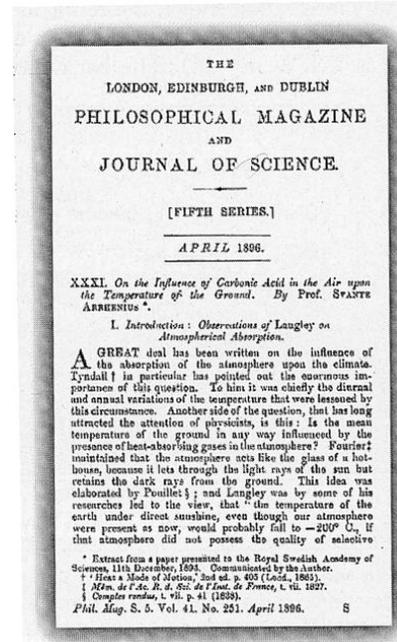
Hochwasser 2024



Trockenheit 2023 → Flächenbrand

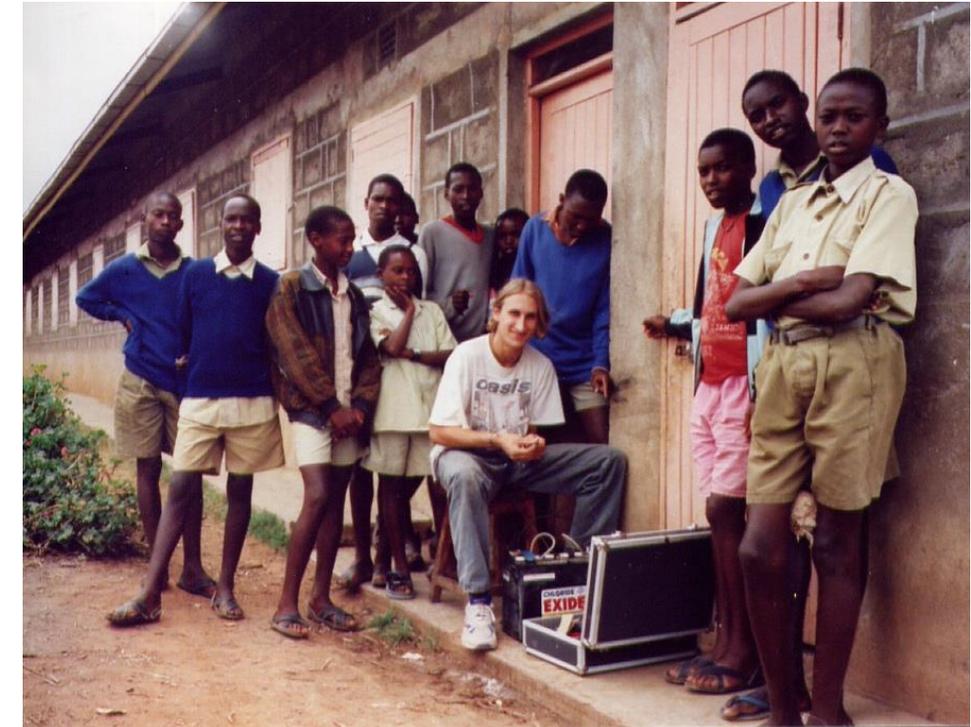
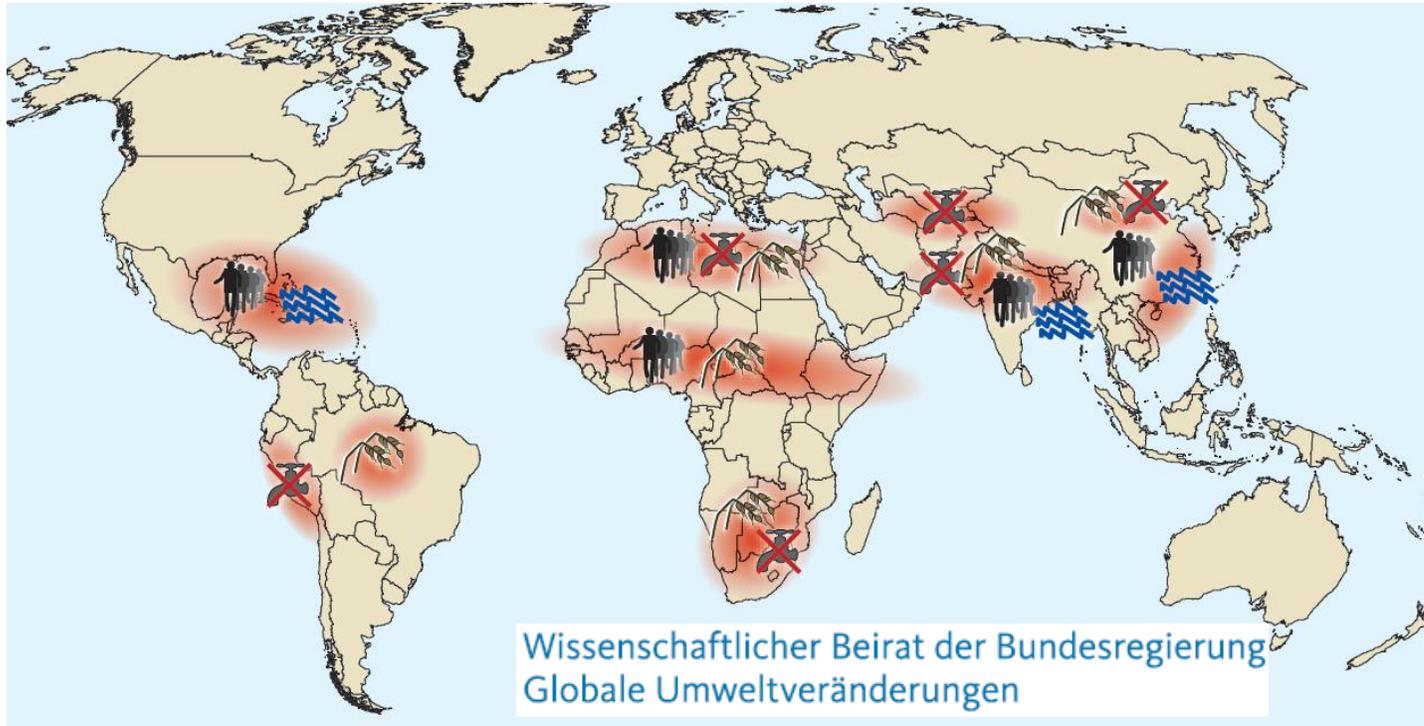


Treibhausgaseffekt: ein lang bekanntes Naturgesetz



Naturgesetze
sind nicht verhandelbar

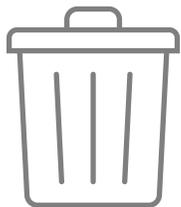
Klimaschutz = Sicherung von Frieden, Stabilität und Wirtschaft



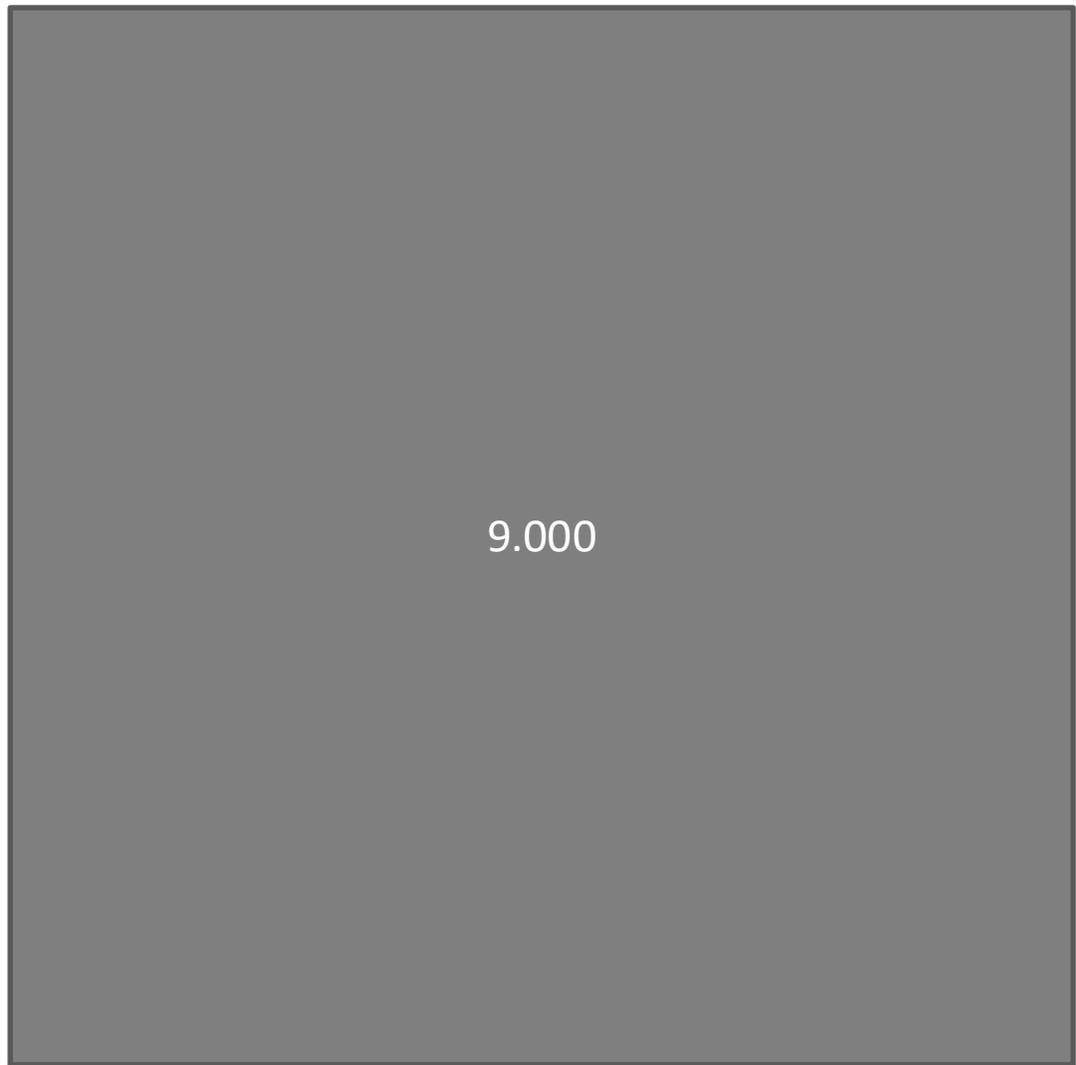
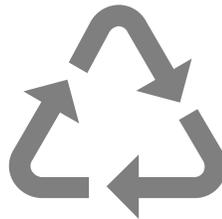
→ **Kein Klimaschutz ist wesentlich teurer als jede Energiewende**

Müll pro Person und Jahr in Deutschland

187



177

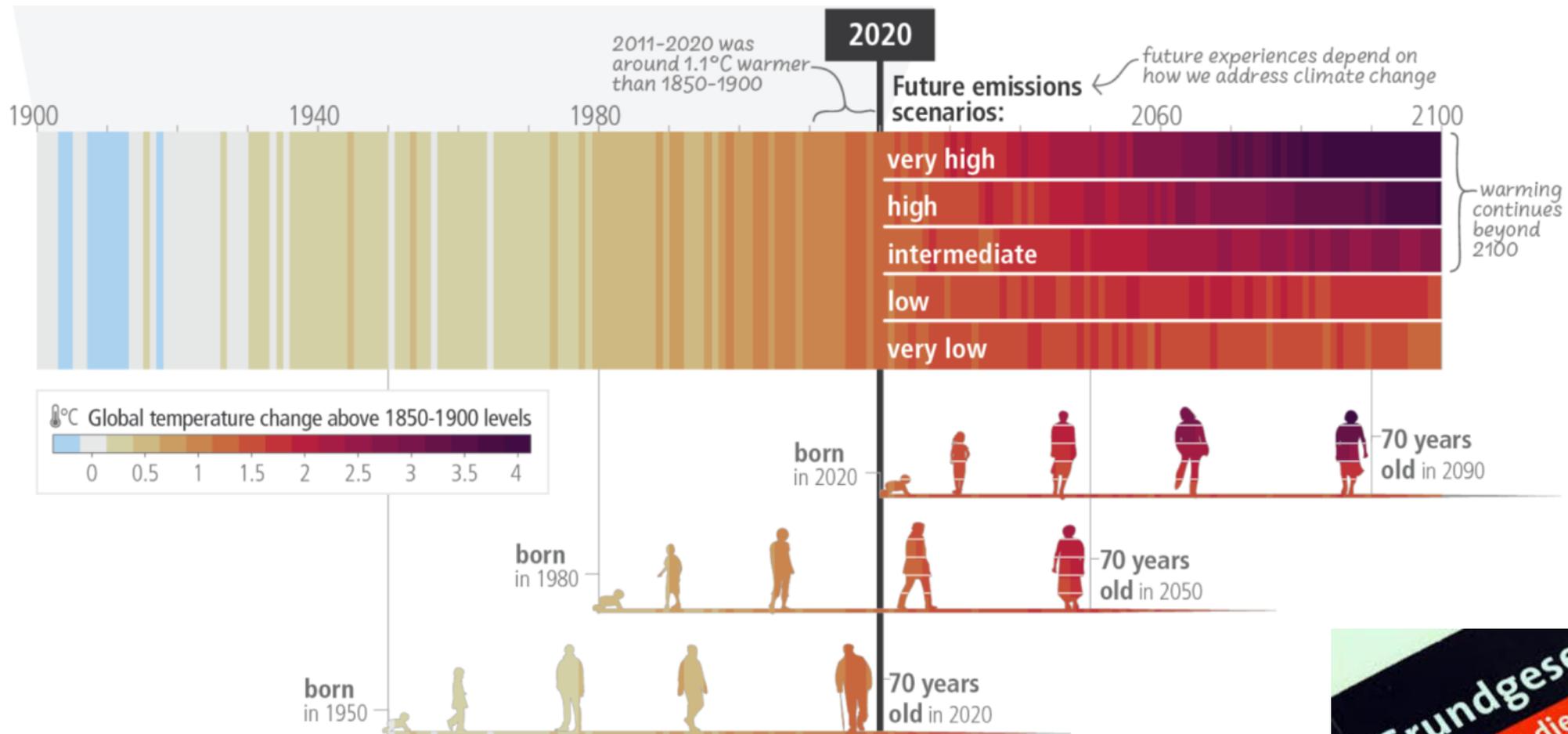


9.000





Klimaschutz – eine Generationenfrage und –aufgabe!



MICHAEL STERNER



SPIEGEL
Bestseller

SO RETTEN WIR DAS KLIMA

Wie wir uns unabhängig von
Kohle, Öl und Gas machen

KOMPLETTMEDIA

“—
| *Jedes Kind soll beim Schulabschluss wissen, was es zum
Schutz des Klimas und der Erde beitragen kann!*

Michael Sterner

Mit Unterstützung von:



www.protect-the-planet.de

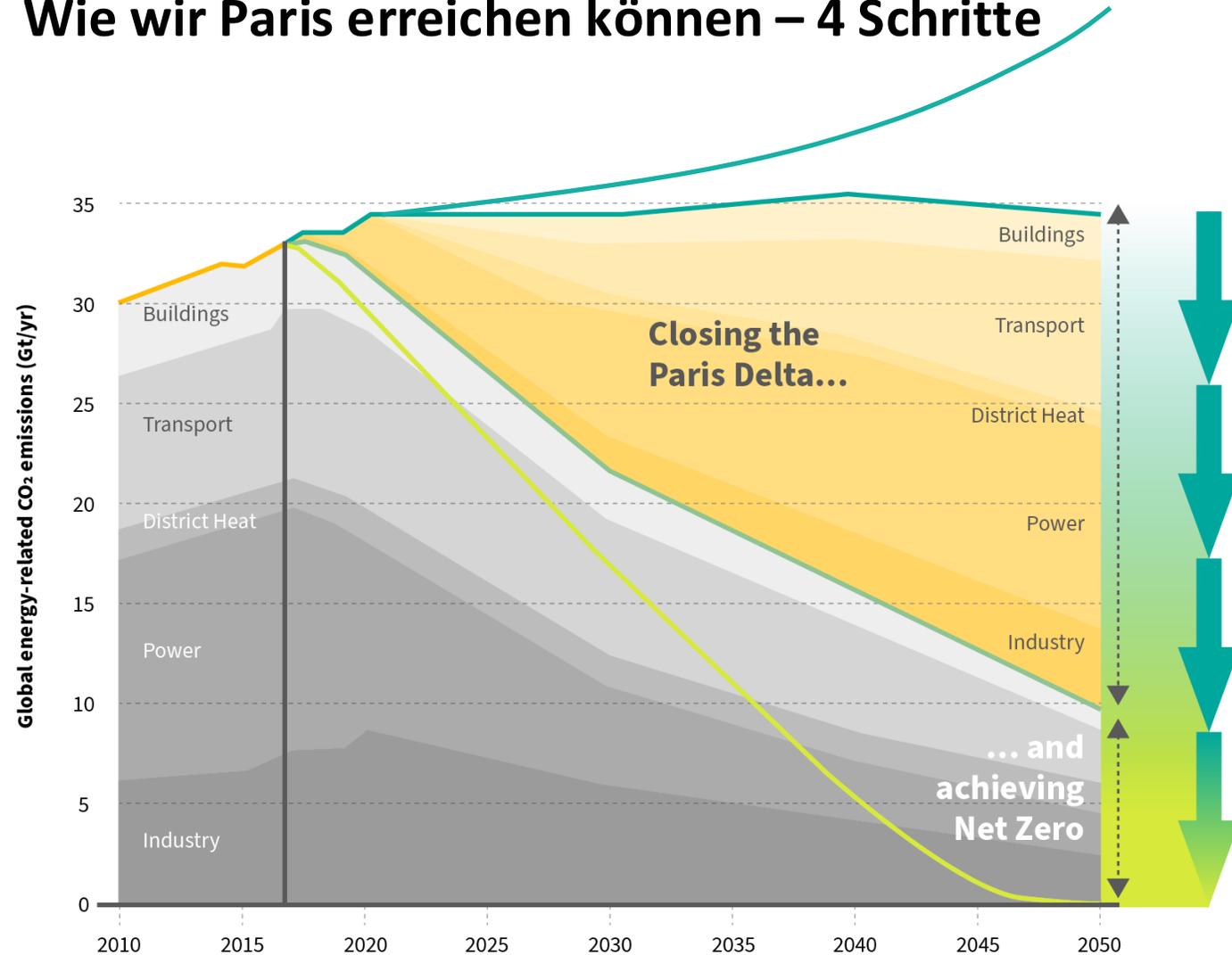
Jeder Betrieb, jede
Schule, jedes Haus
kann
klimaneutral
werden!



Energiewende = Wertschöpfung im Dorf / im Land halten



Wie wir Paris erreichen können – 4 Schritte



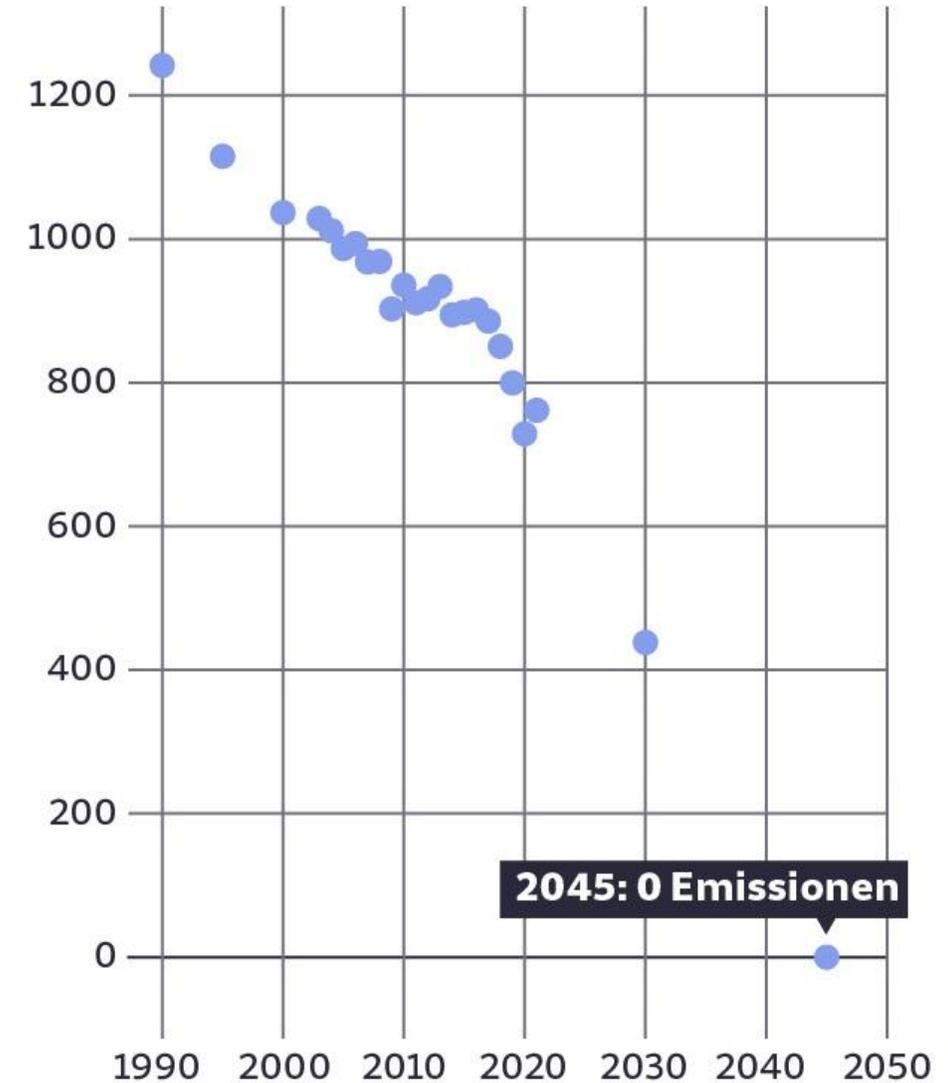
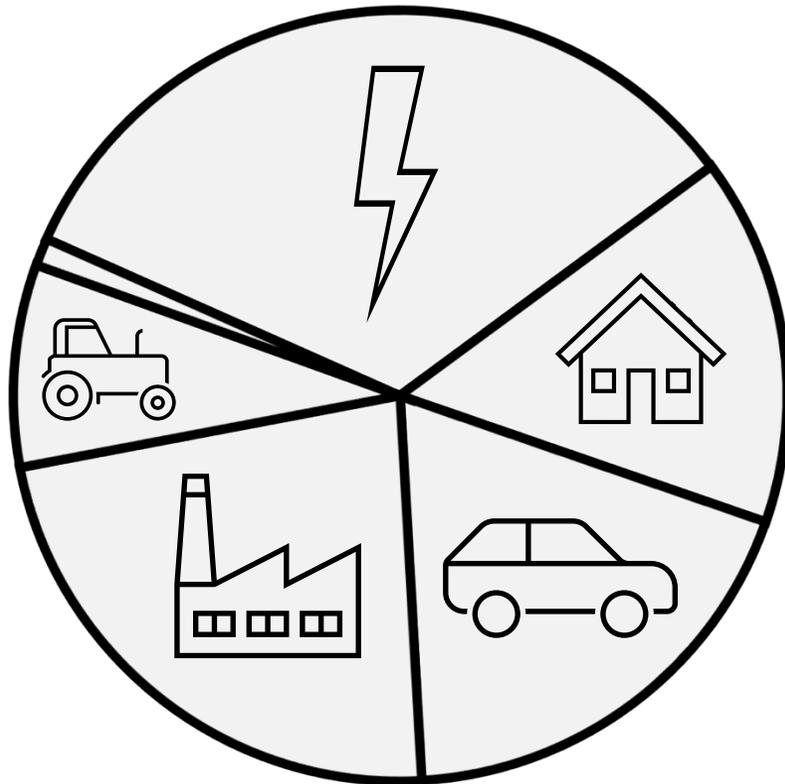
- 1 **Energieeffizienz** in allen Sektoren verbessern
- 2 **100 % erneuerbarer Strom**
- 3 **Elektrifizierung aller Sektoren** wie Wärme, Verkehr, Industrie soweit möglich
- 4 **Power-to-X** (Wasserstoff) bzw. auch Biomasse für alle verbleibenden – icht-elektrifizierbaren Bereiche (v. a. Industrie, Schwerlast- und Langstreckenverkehr, Stromspeicher)

10 Source: (adapted) International Renewable Energy Agency Hydrogen From Renewable Power Technology Outlook For The Energy Transition, 2018, p.10/1.

**Globale Verantwortung
beginnt bei uns**

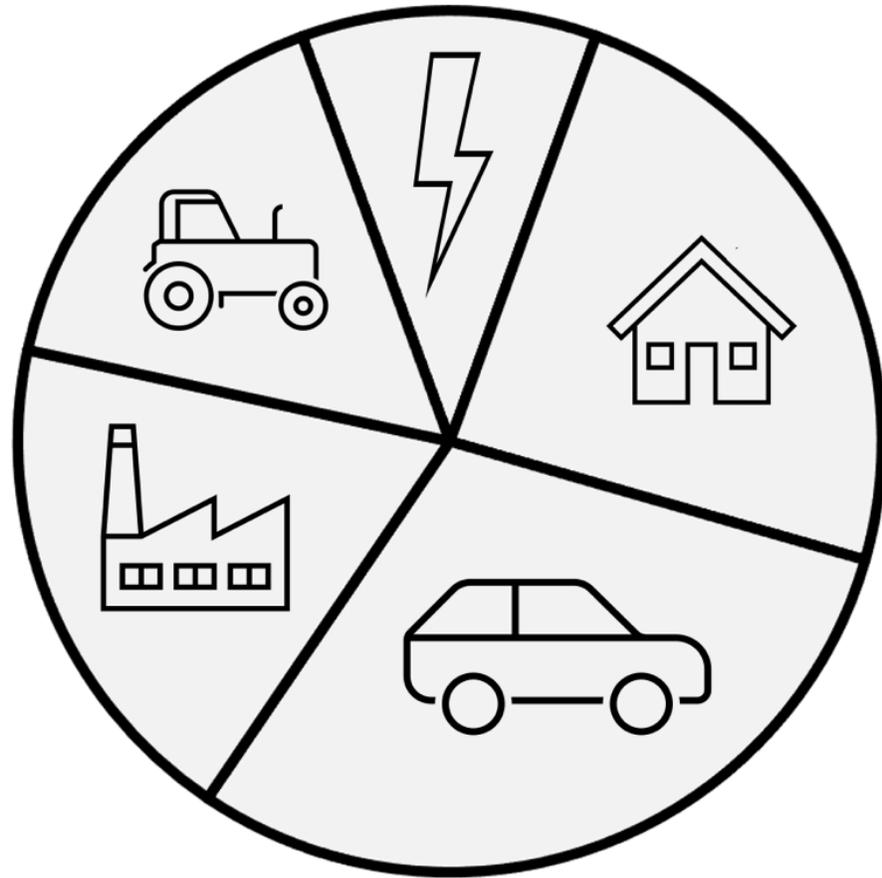
CO₂-äq. in Deutschland:

90 % aus Kohle, Öl und Gas

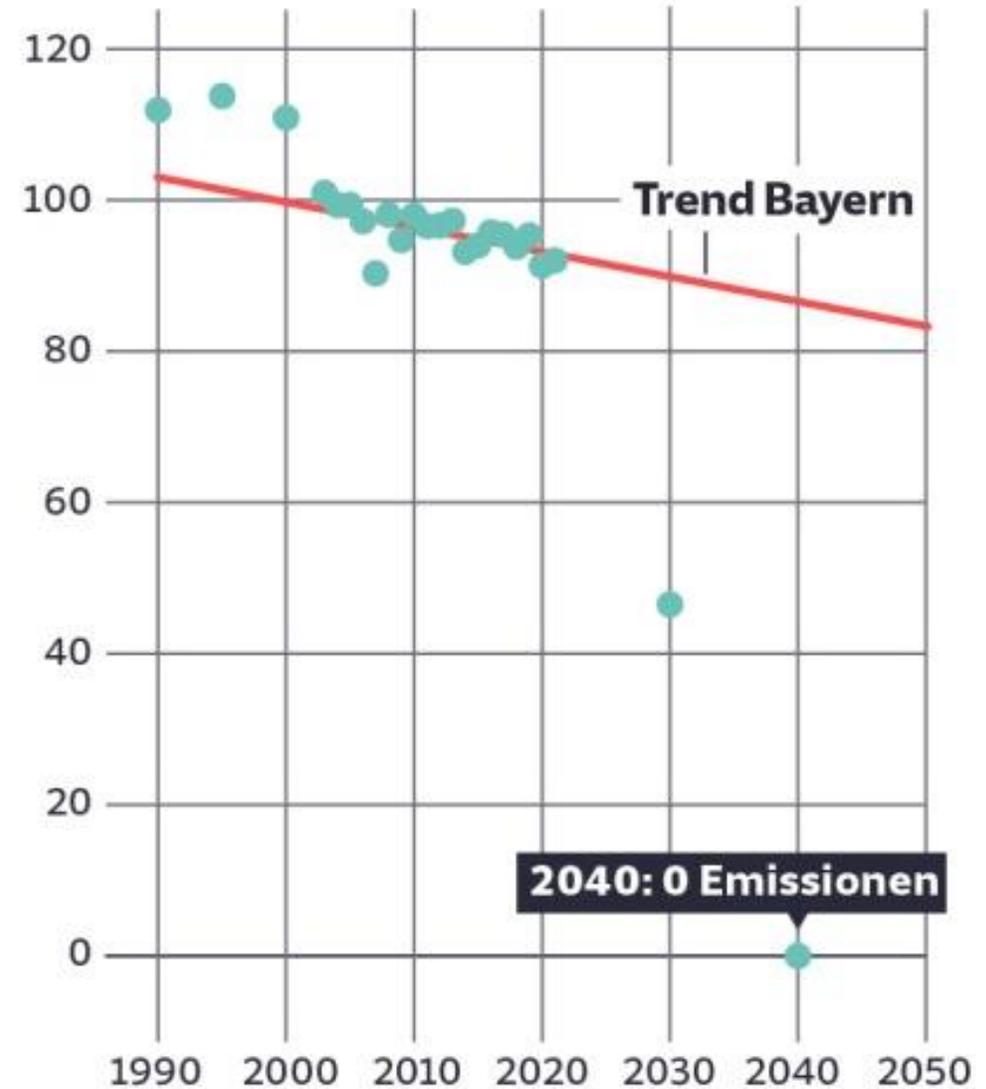


Klimaschutz = Energiewende (zu 90 %)

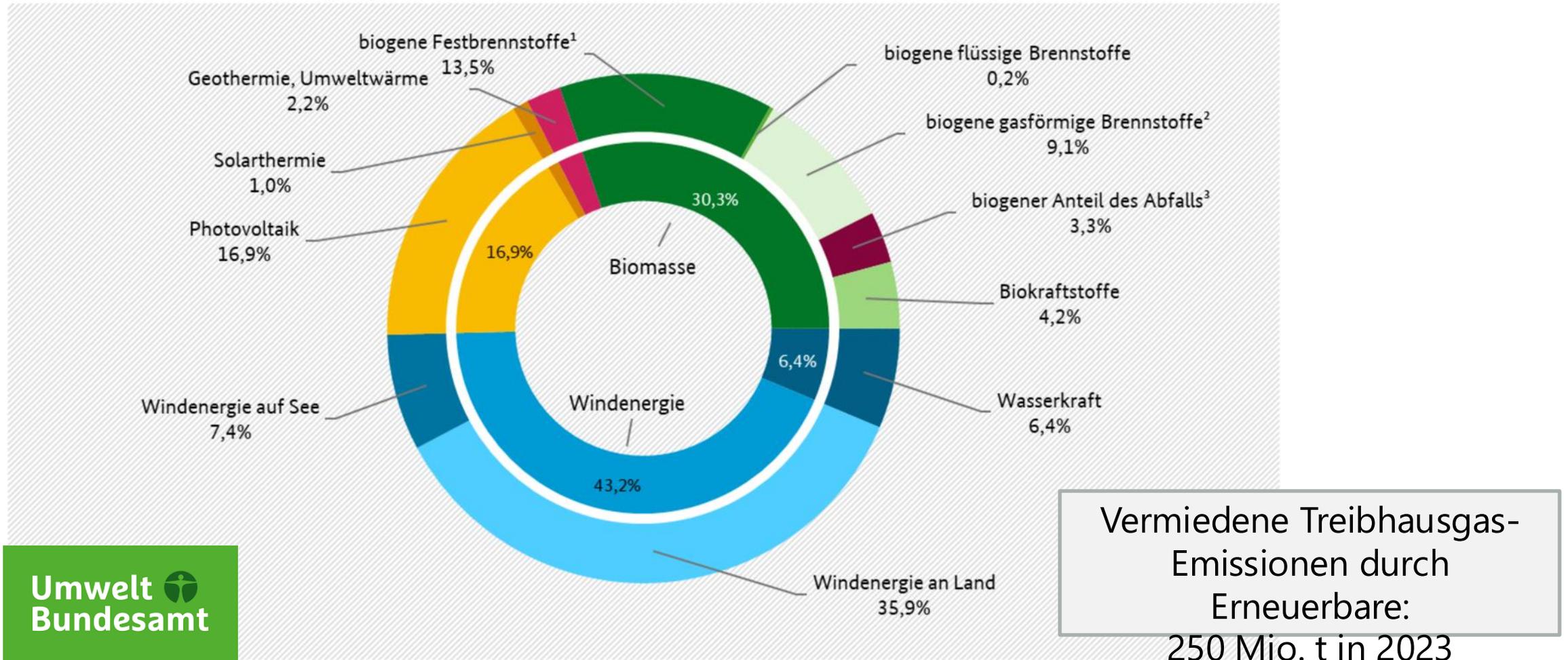
CO₂-äq. in Bayern



Trend: Klimaneutral in **230 Jahren**



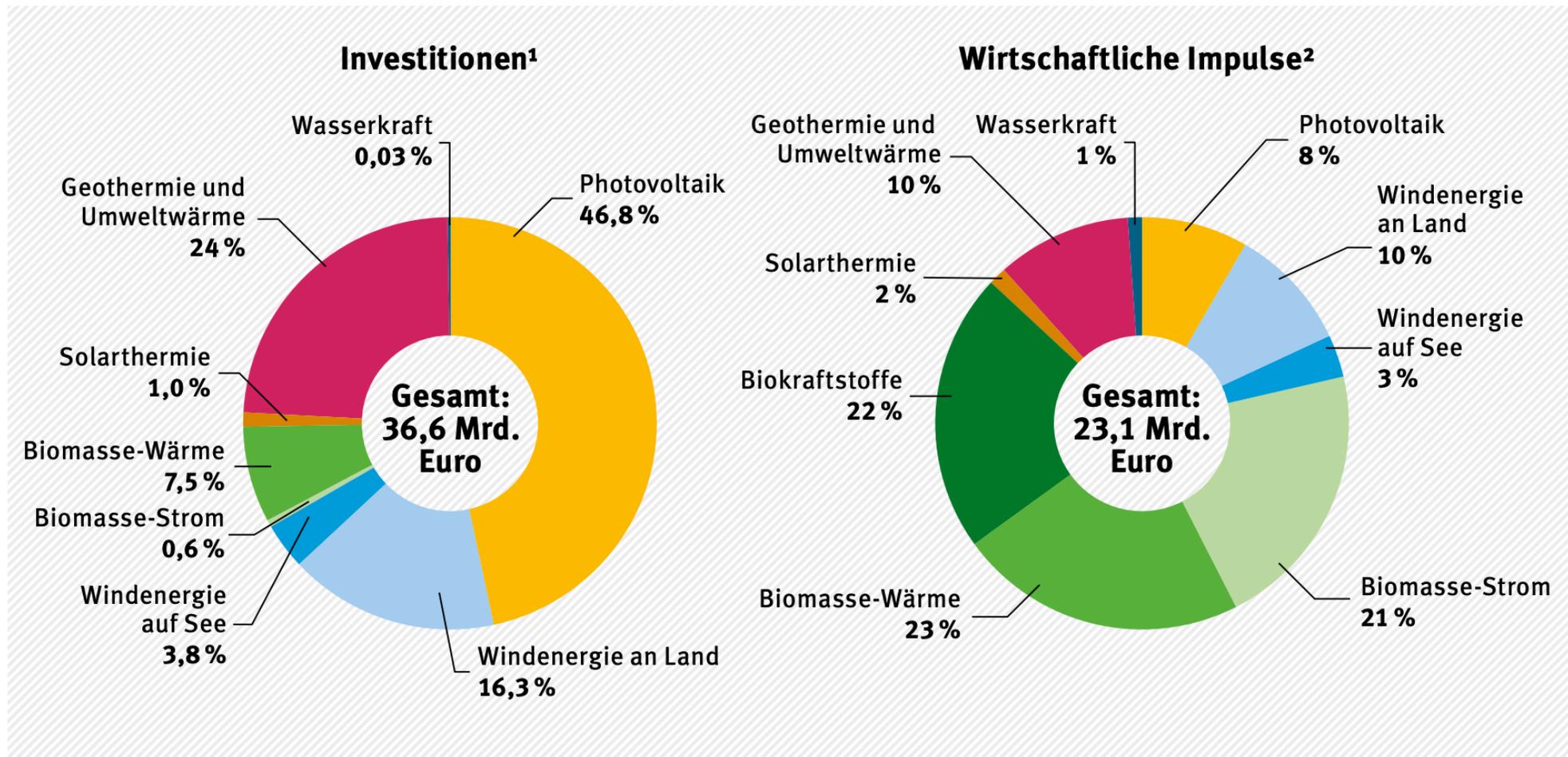
Klimaschutz durch Energiewende: Windkraft, Solar, Biomasse



¹ inkl. Klärschlamm, ohne Holzkohle; ² Biogas, Biomethan, Klär- und Deponiegas; ³ biogener Anteil des Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 % angesetzt

Quelle: AGEE-Stat unter Verwendung von Daten des Umweltbundesamtes; Stand: Februar 2024

Elektronen schaffen Investitionen – Moleküle mehr Beschäftigung



¹ Investitionen: hauptsächlich Investitionen in den Neubau, zu einem geringen Teil auch um die Erweiterung oder Ertüchtigung von Anlagen wie z. B. die Reaktivierung alter Wasserkraftwerke. Neben den Investitionen der Energieversorgungsunternehmen sind auch die Investitionen aus Industrie, Gewerbe, Handel und privaten Haushalten enthalten.

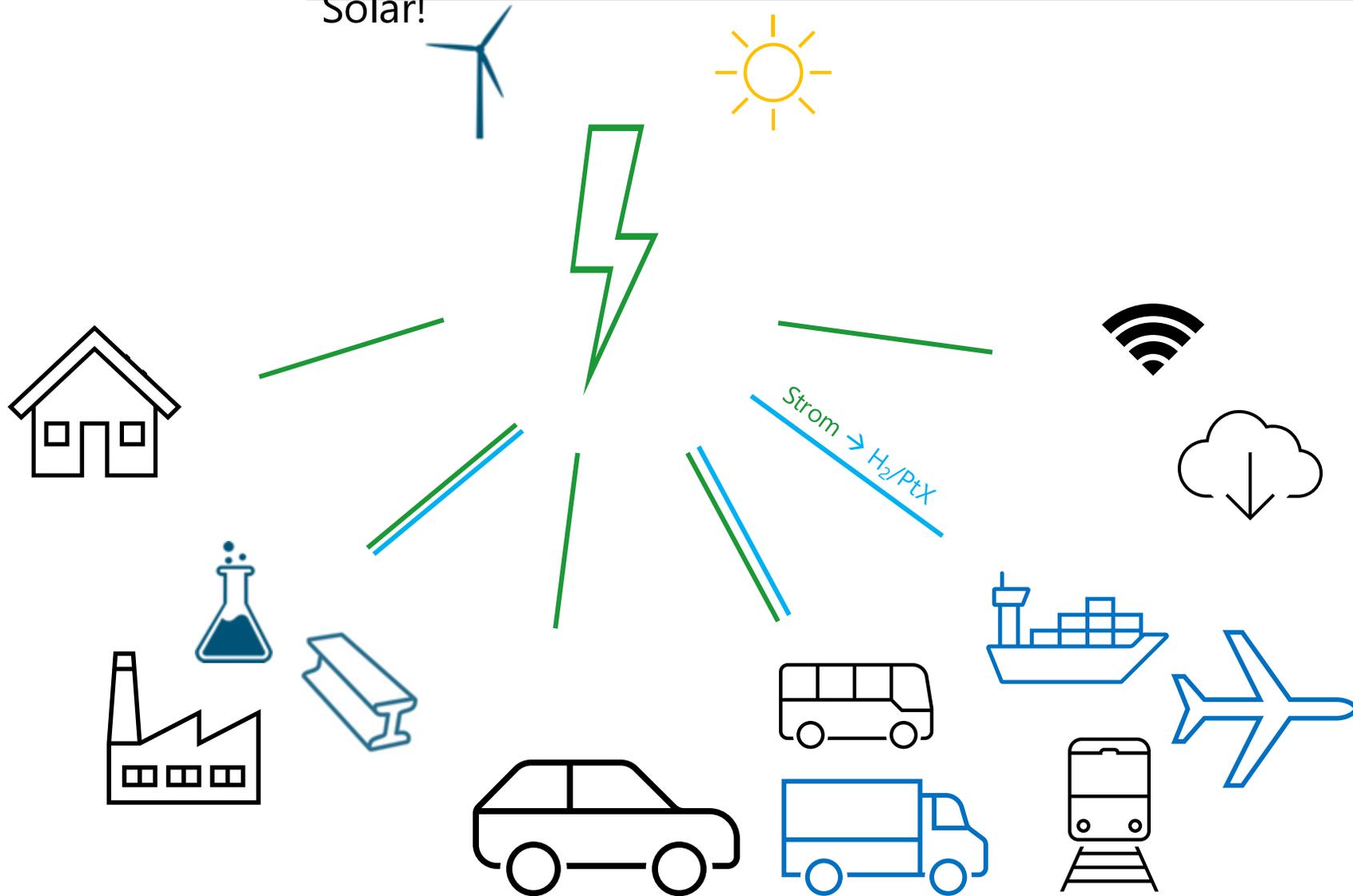
² Wirtschaftliche Impulse aus dem Anlagenbetrieb umfassen im wesentlichen Aufwendungen für Betrieb und Wartung der Anlagen (einschl. Brennstoffe) sowie Umsätze aus dem Absatz von Biokraftstoffen.

Quelle: Berechnung des Zentrums für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)

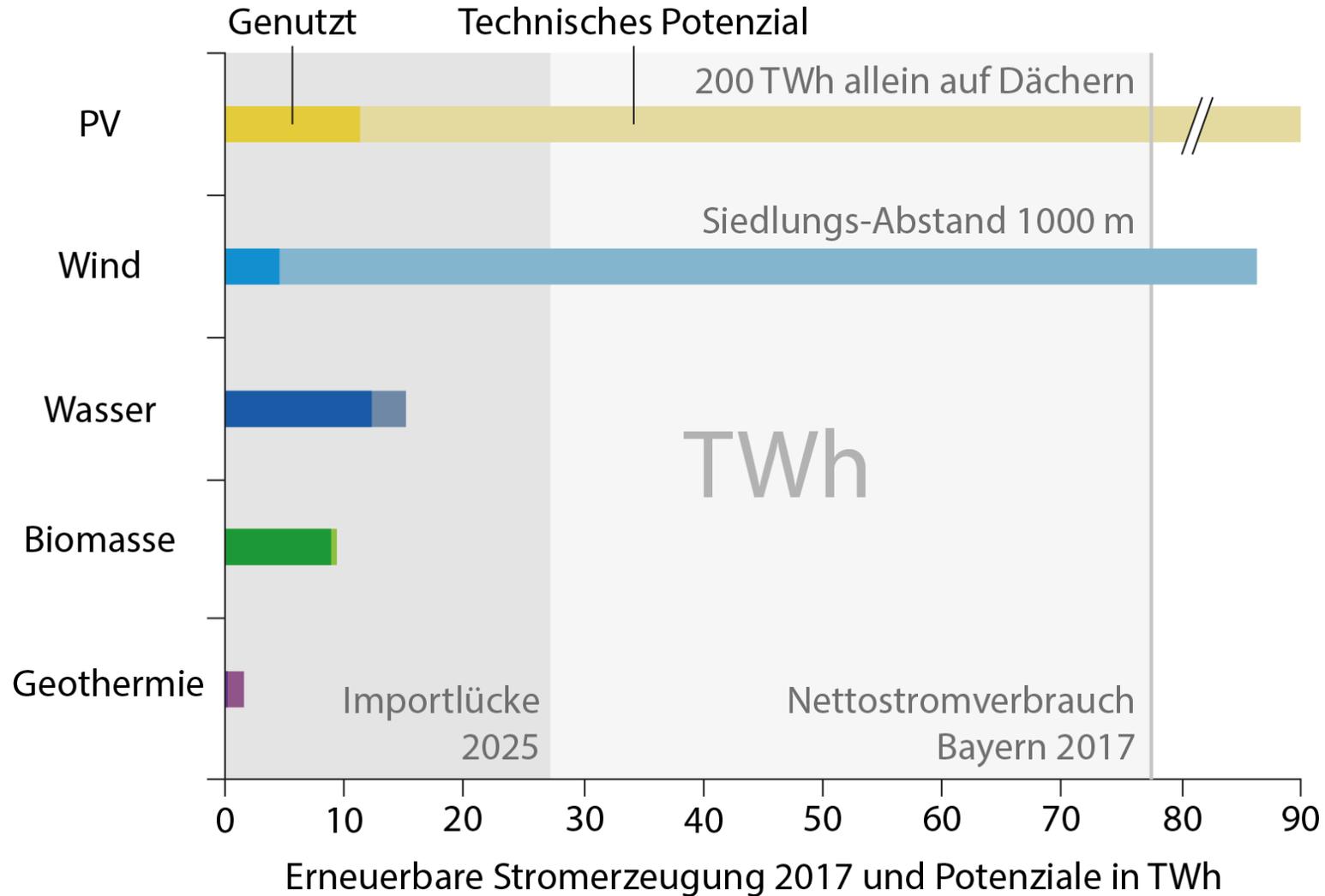
**Erneuerbare Energien =
Wertschöpfung vor Ort**

Alles hängt am **Strom!**

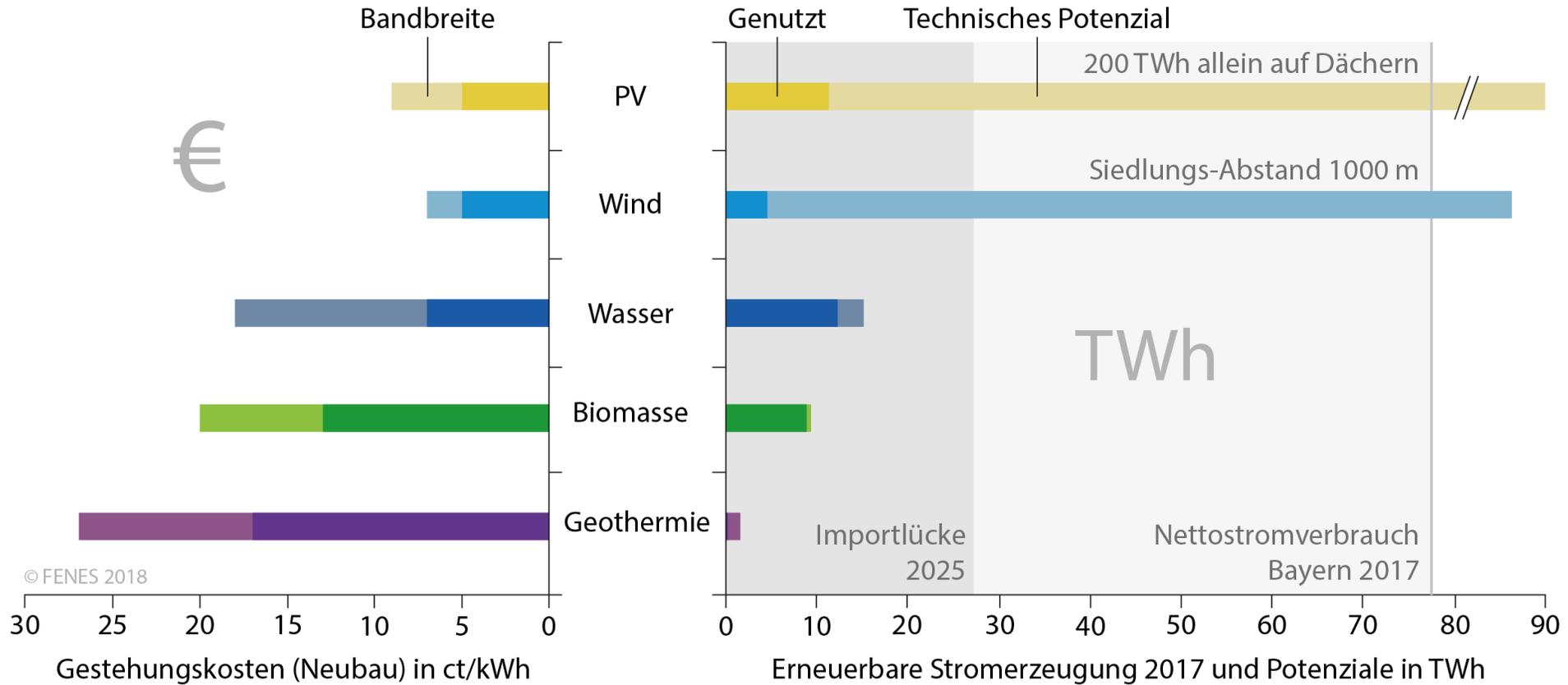
Klimaschutz steht und fällt mit dem Ausbau von Wind + Solar!



Erneuerbare Energien in Bayern Potenzial

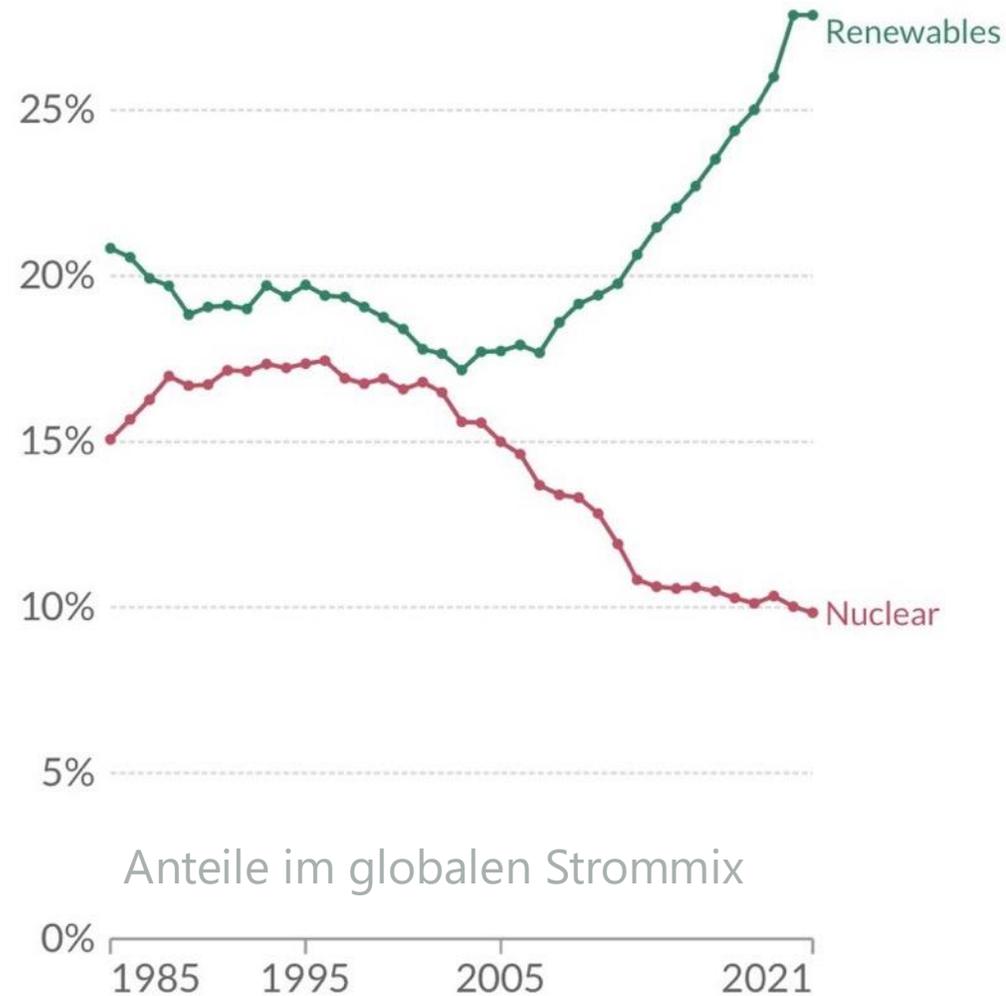
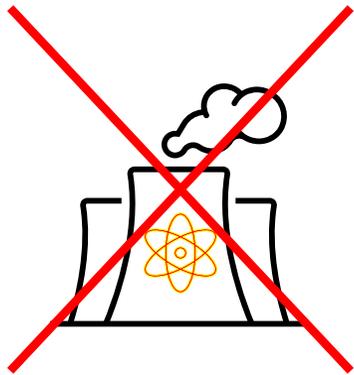


Erneuerbare Energien in Bayern Kosten vs. Potenzial

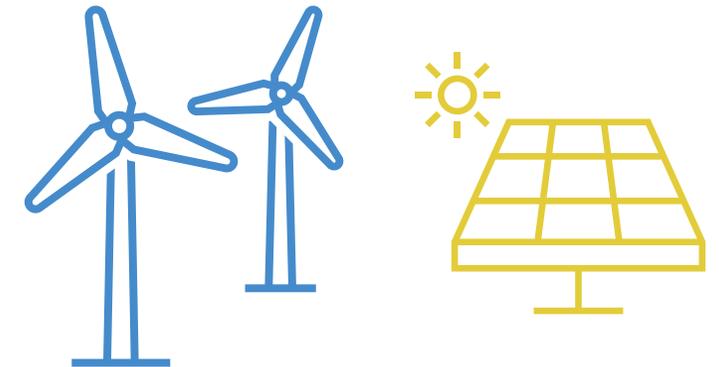


Zum Vergleich: Kosten neuer Atom- / Kohle- / Gaskraft: 20-30 €-ct/kWh
 → **4-8 x so teuer** wie Wind und Solarstrom

Atomkraft global auf dem Abstieg – Wind und Solar vorne

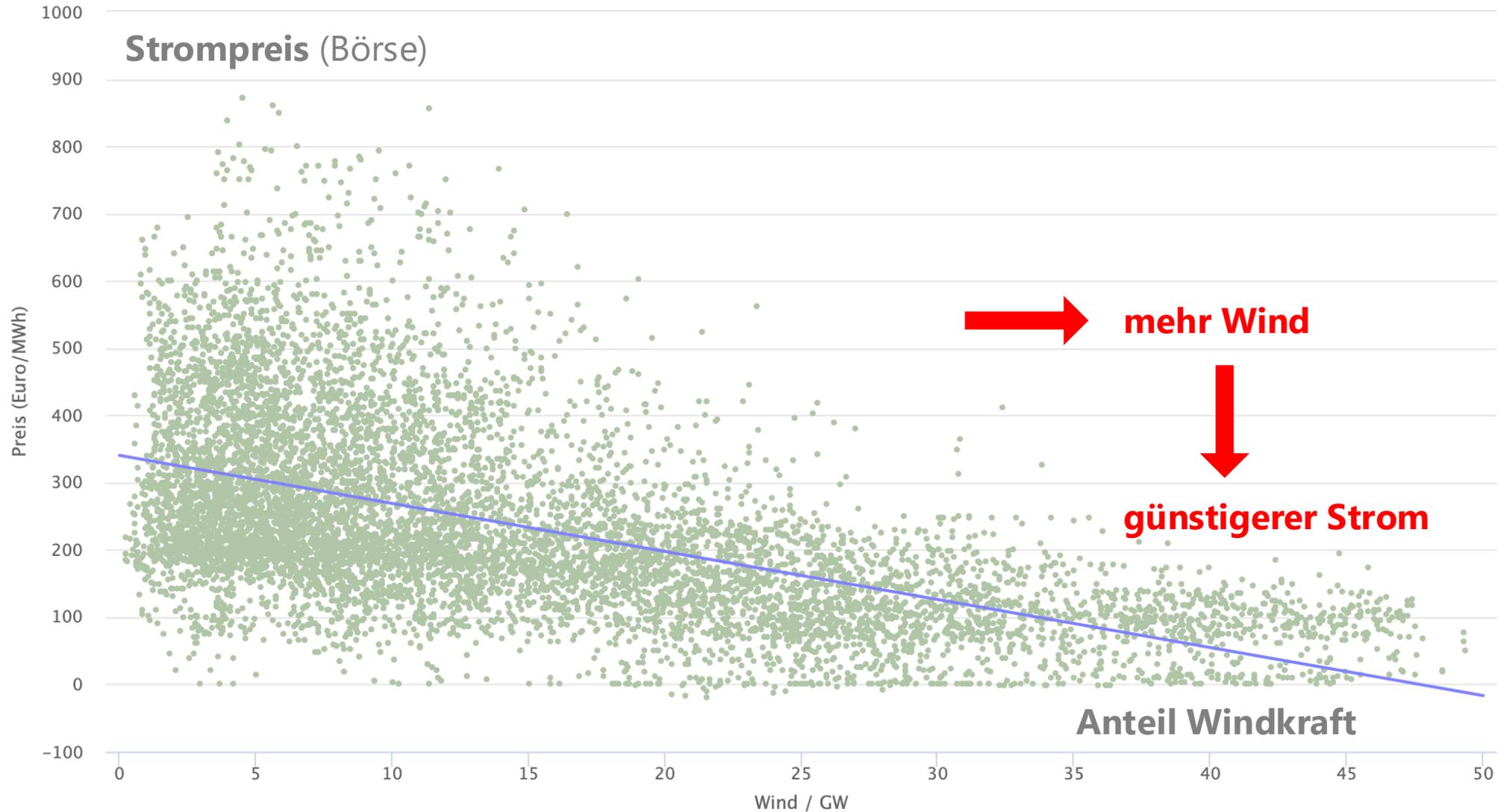


→ 90 % aller Invests
in Wind + Solar



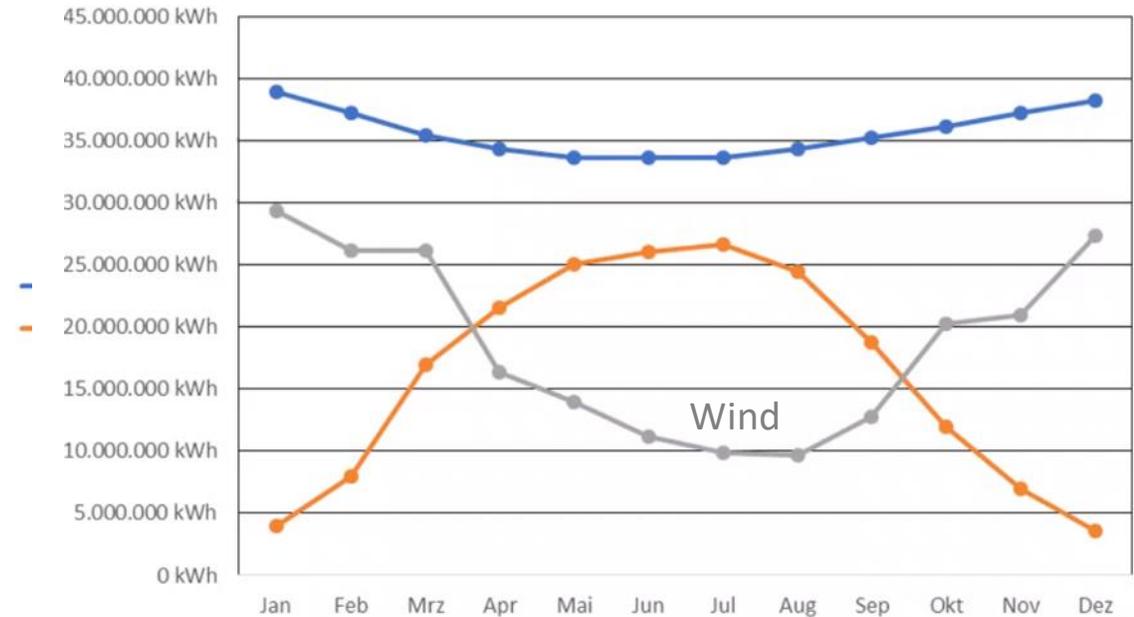
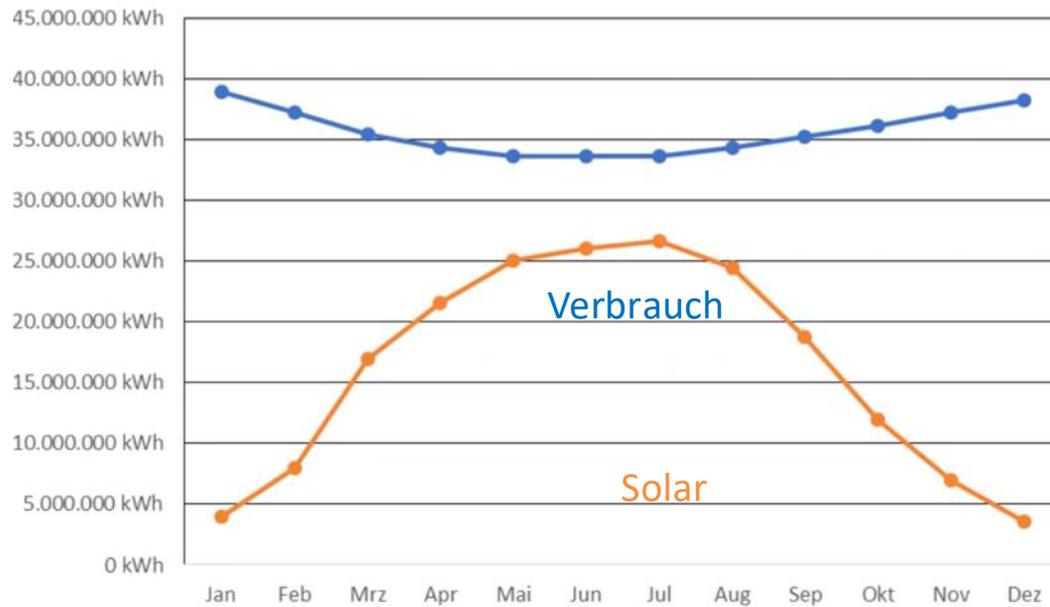
Source: BP Statistical Review of World Energy & Ember
OurWorldInData.org/energy • CC BY

Größter Vorteil: Bezahlbarer Strom nur mit Windkraft



Wind ergänzt Solar!

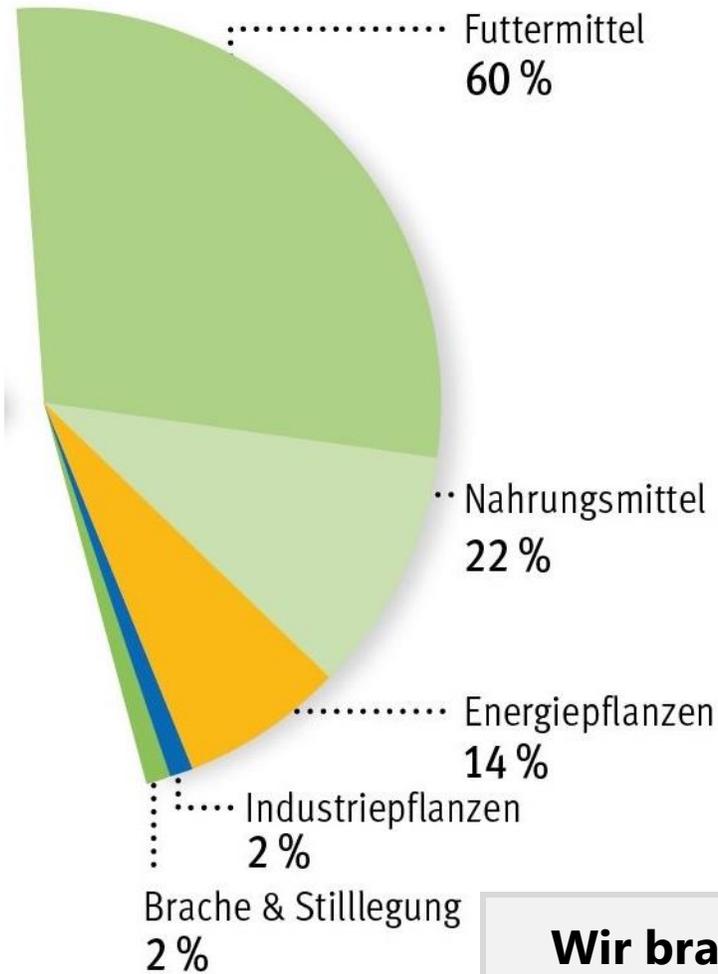
Energiewende Landkreis Haßberge (Strom)



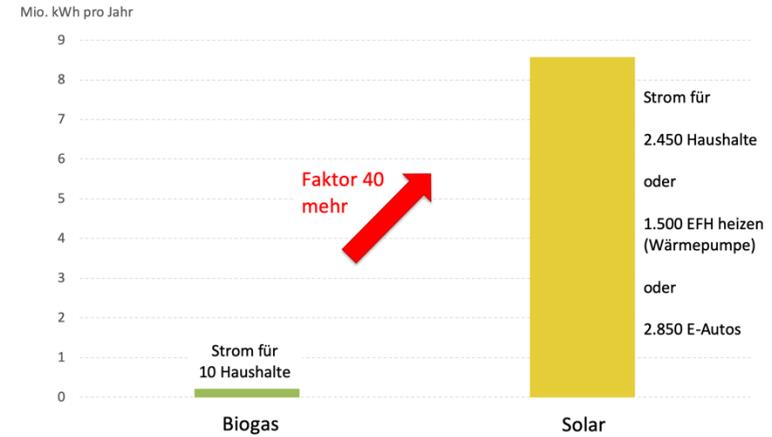
→ Windkraft wird v. a. im Winter gebraucht: Wärmepumpe, E-Autos

→ Wichtig für Versorgungssicherheit

Mythen von Solar widerlegt: Amortisation, Flächen, Effizienz



Wir brauchen zukünftig nicht mehr Fläche für Energie als heute (6 %)



1 ha Solarpark ersetzt 40 ha Biogasmals!





Solarpark-Biotop bei Landshut: kein Spritzen, kein Düngen → besser für Artenvielfalt, Wasser



Solar-Freifläche: was es braucht

1. Fläche, ideal landwirt. benachteiligtes Gebiet

2. Einspeisepunkt – kurze Wege!

3. Aufstellungsbeschluss – Gemeinderat



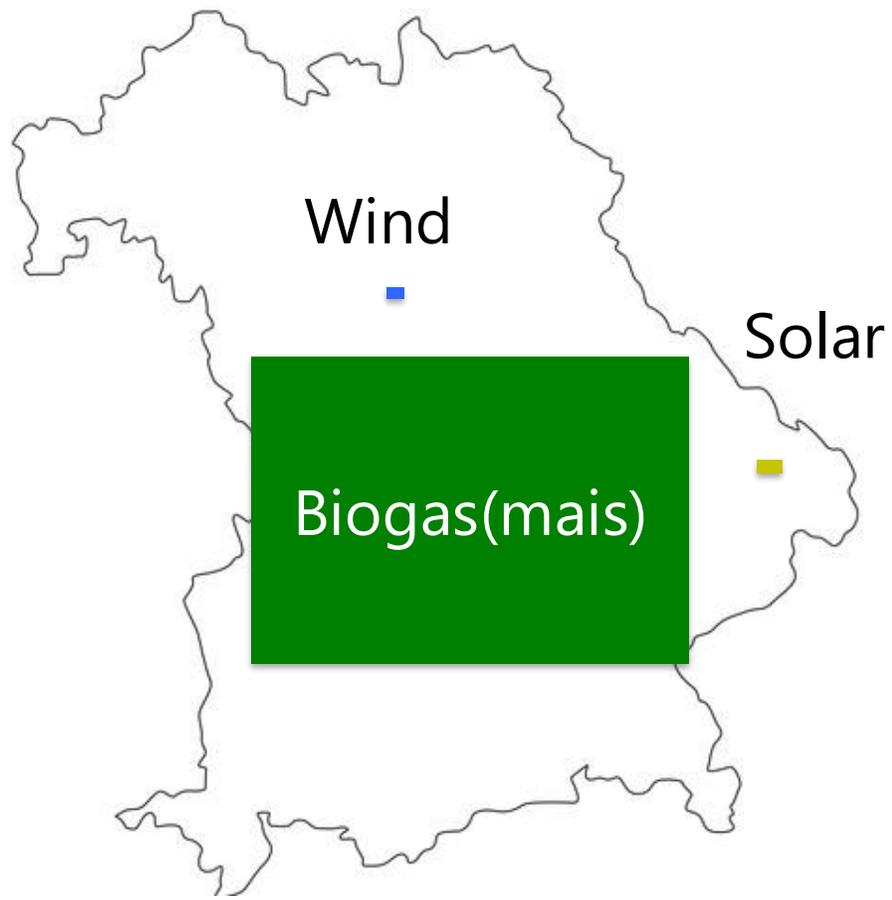


= Energiequellen mit

- **größten Potenzial**
- **geringsten Kosten**
- **geringsten Flächenverbrauch**

→ **Bezahlbarkeit**

→ **Standortsicherung für Industrie
enorm wichtig + entscheidend!**



Flächenbedarf exemplarisch, Nicht maßstabsgetreu

Flächenbedarf Ersatz Atomkraft

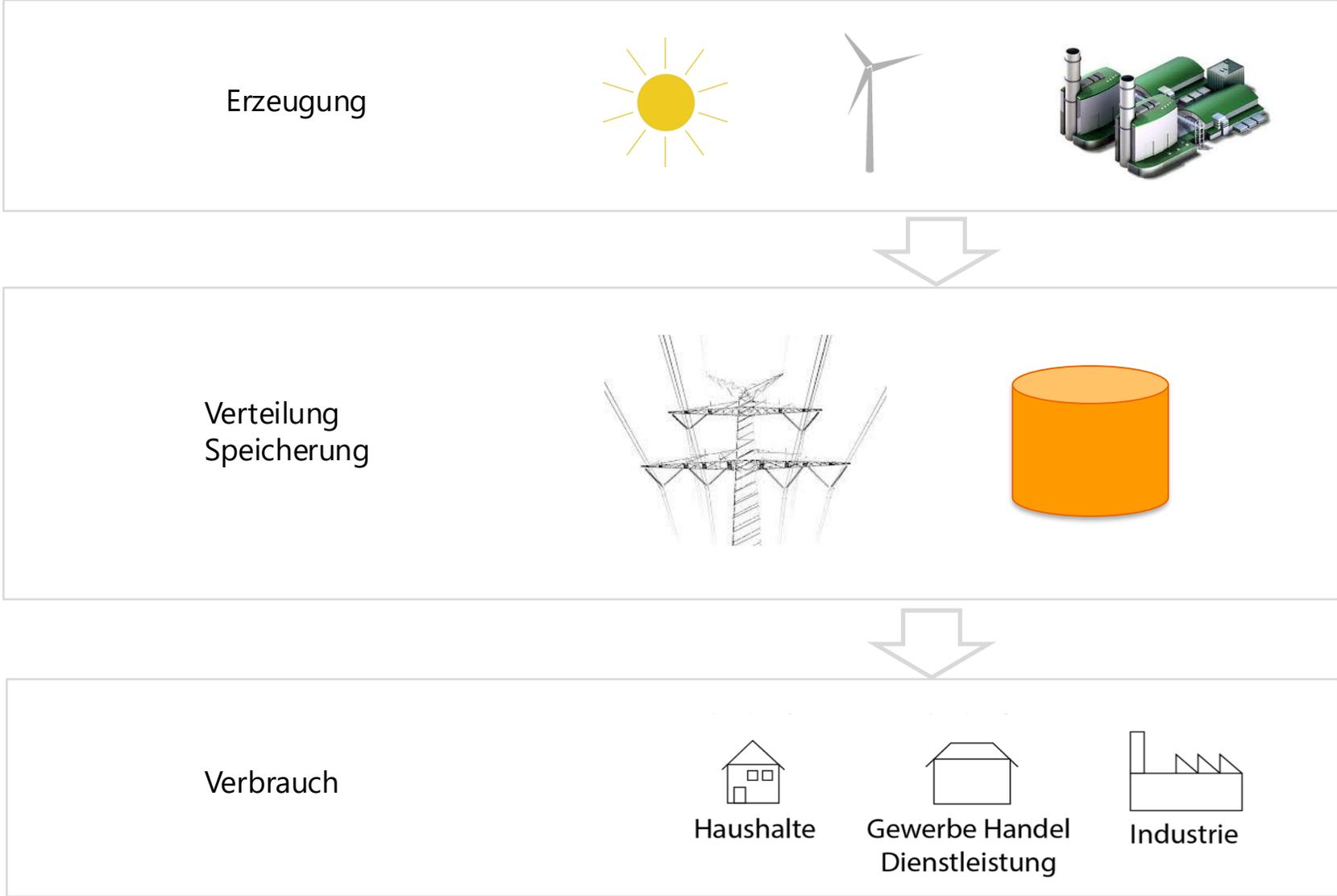
Wer profitiert?

von verhinderten
Wind- und Solarparks

Grüner Strom = gut für die Heimat = gehört Euch vor Ort!

**Wir brauchen
Netze + Speicher**

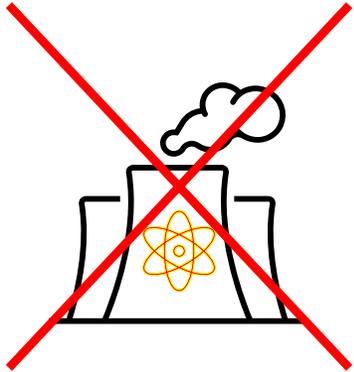
Wir brauchen Netze und Speicher



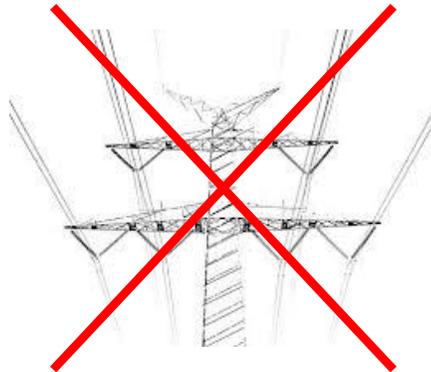
Durchschnittspreis heute: 24 cent
Preise inkl. Steuern



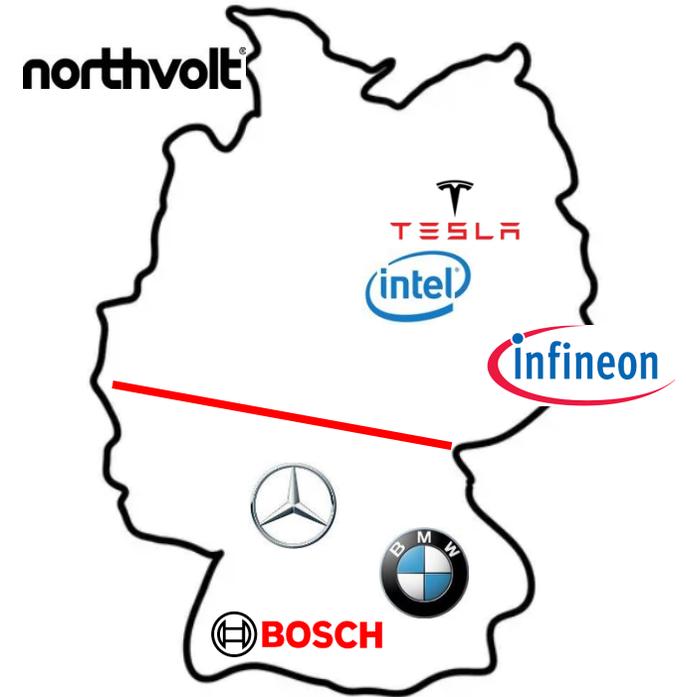
2011



2014/15



2023



+ 15 Mrd. €

Alle Speichertechnologien sind in Marktreife vorhanden

Grobe Einordnung



Kurzzeitspeicher



Stunden, Tage

Pumpspeicher, Batterien (BKZ nötig?)



1 Mio. Heimspeicher

13 GWh @ 3 GW

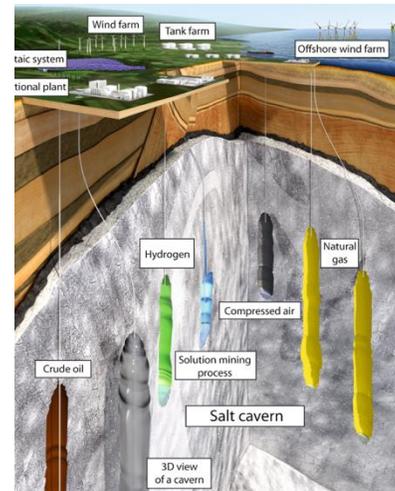


Langzeitspeicher



Wochen, Monate

Power-to-Gas, Wasserstoff, Gasspeicher



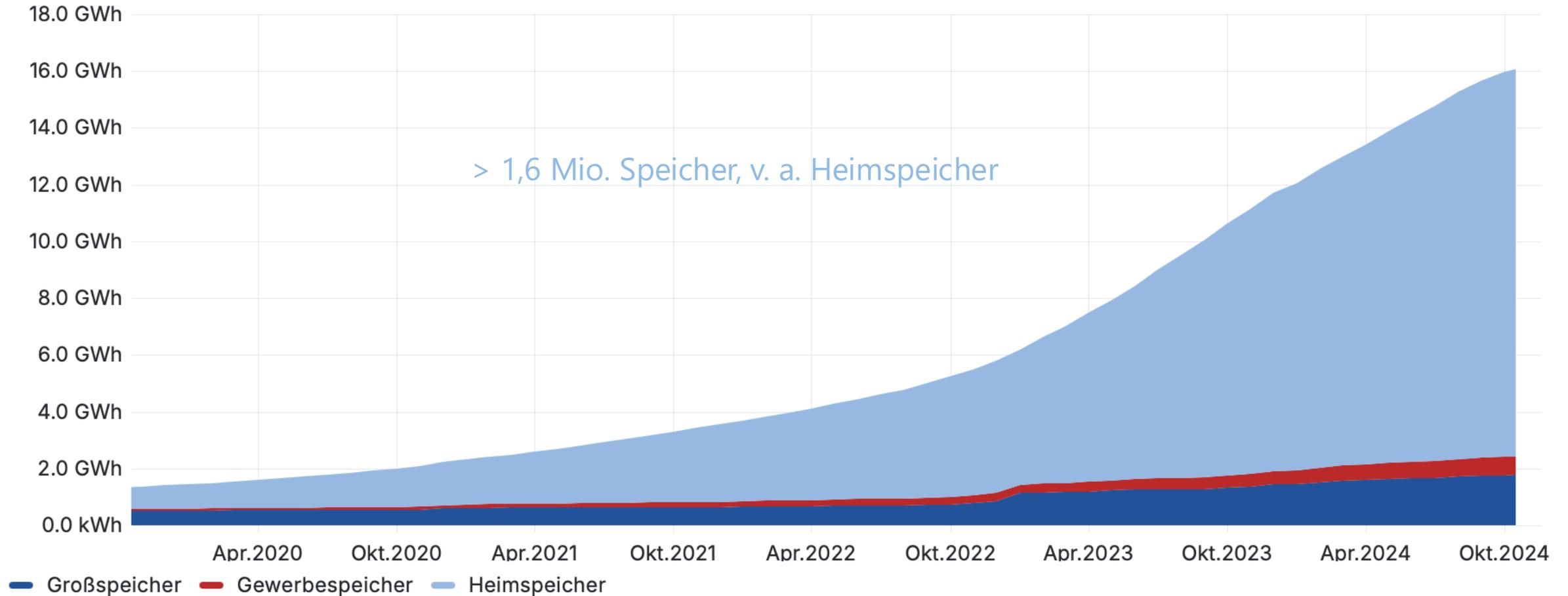
x00 Gasspeicher

250.000 GWh

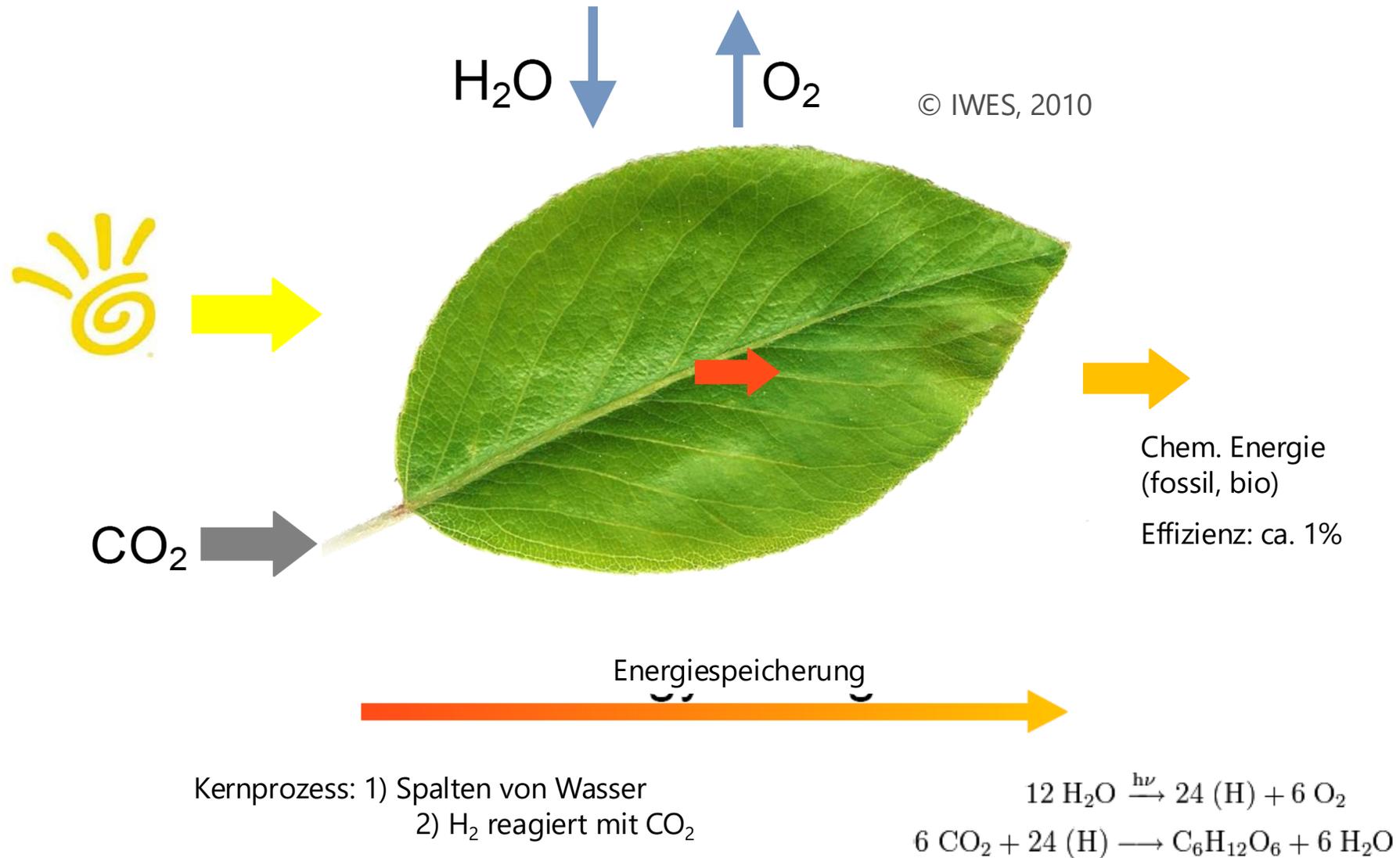
**Faktor 20.000
mehr!**

Batteriespeicher boomen!

Batteriekapazität in Deutschland (Alle Batterietechnologien, MaStR)

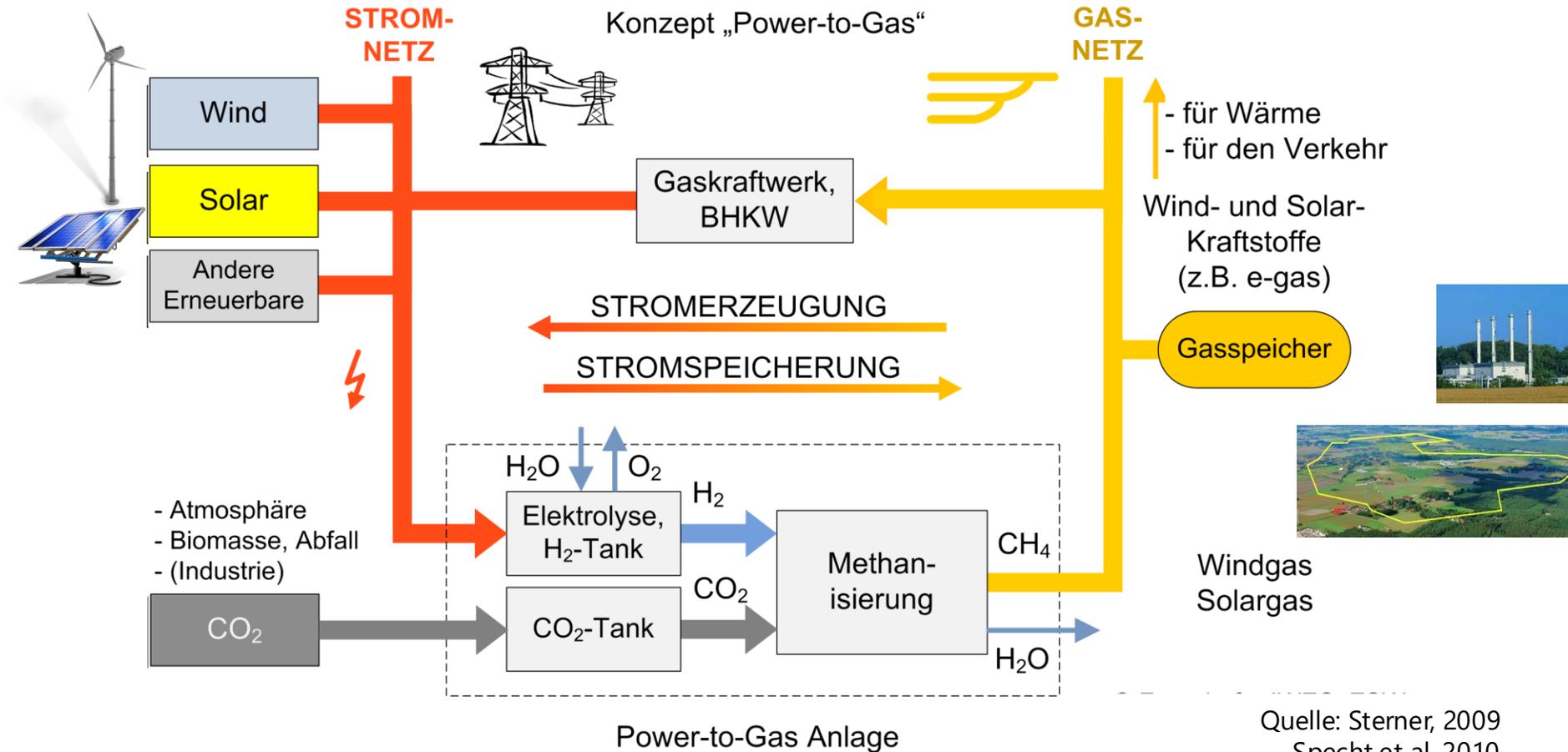


Wie speichert die Natur Energie über lange Zeiträume?



Power-to-Gas Das Original

Energiespeicherung durch Kopplung von Strom- und Gasnetz

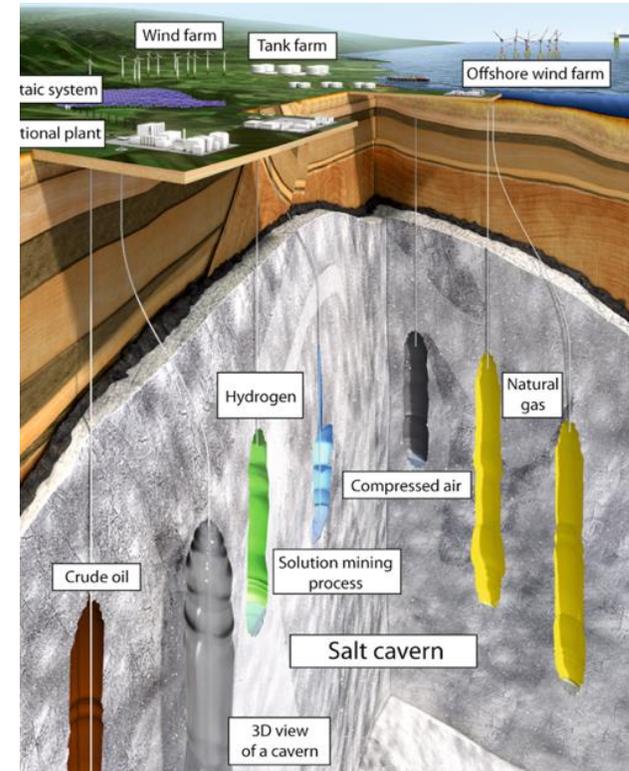
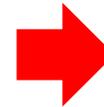


Sterner, M. (2009): Bioenergy and renewable power methane in integrated 100% renewable energy systems. Limiting global warming by transforming energy systems. Kassel University, Dissertation.
<http://www.upress.uni-kassel.de/publi/abstract.php?978-3-89958-798-2>

Kohle/Atom**aus**stieg



Speicher**e**instieg

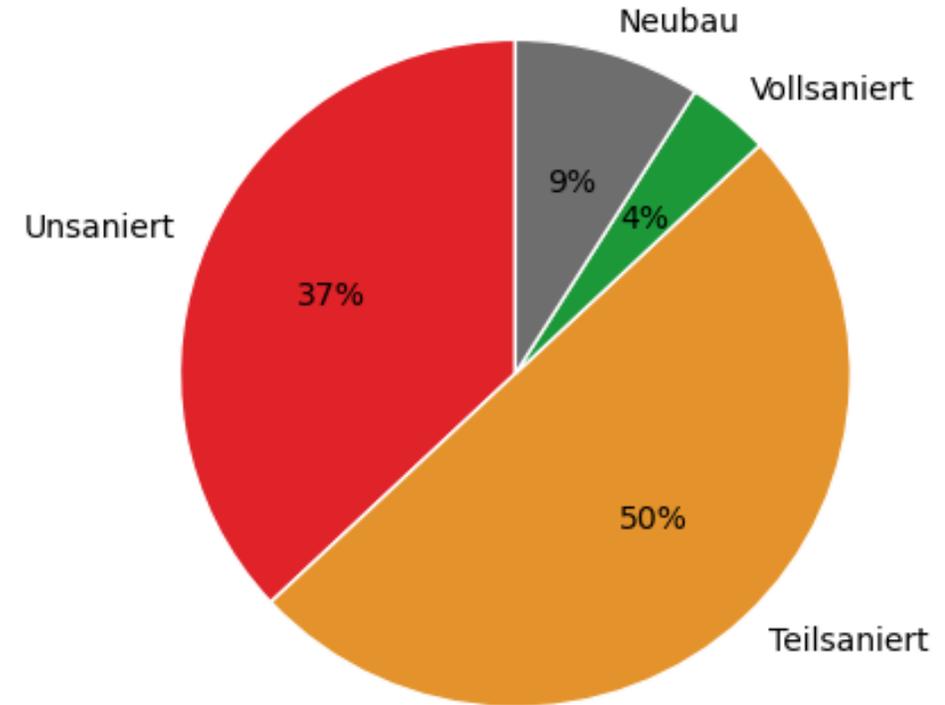
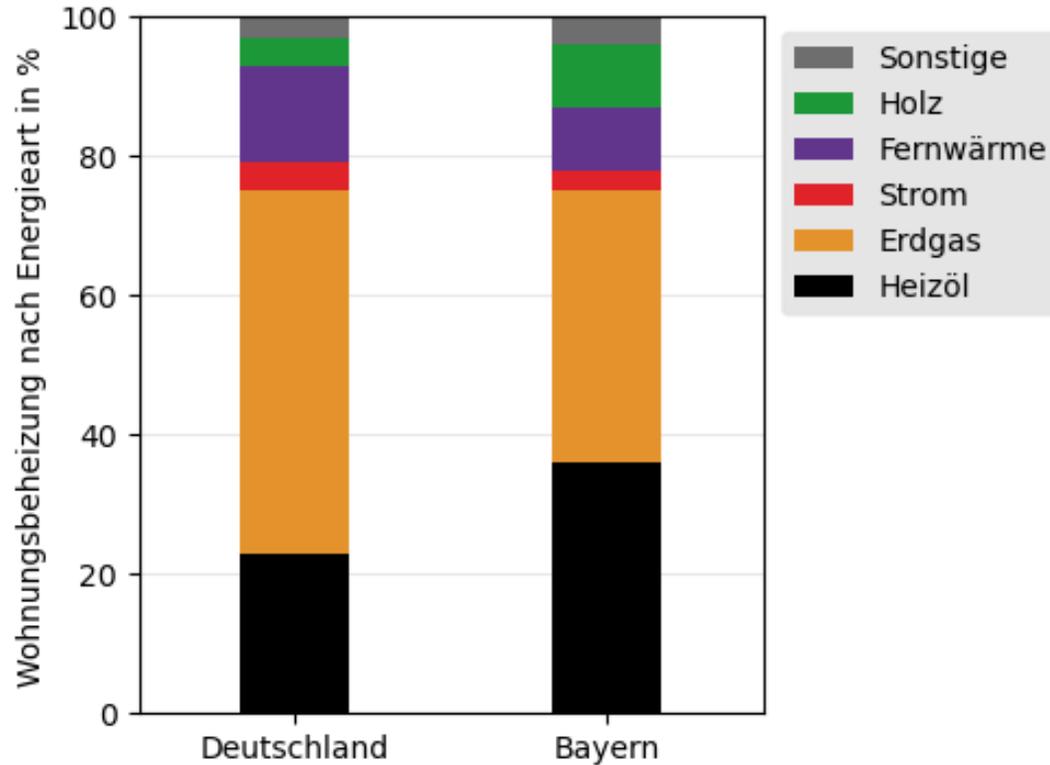


→ **Absicherung für alles mit Strom:**
Digitalisierung, Wärmepumpen, E-Mobilität, Industrie, kritische Infrastruktur

Wärme

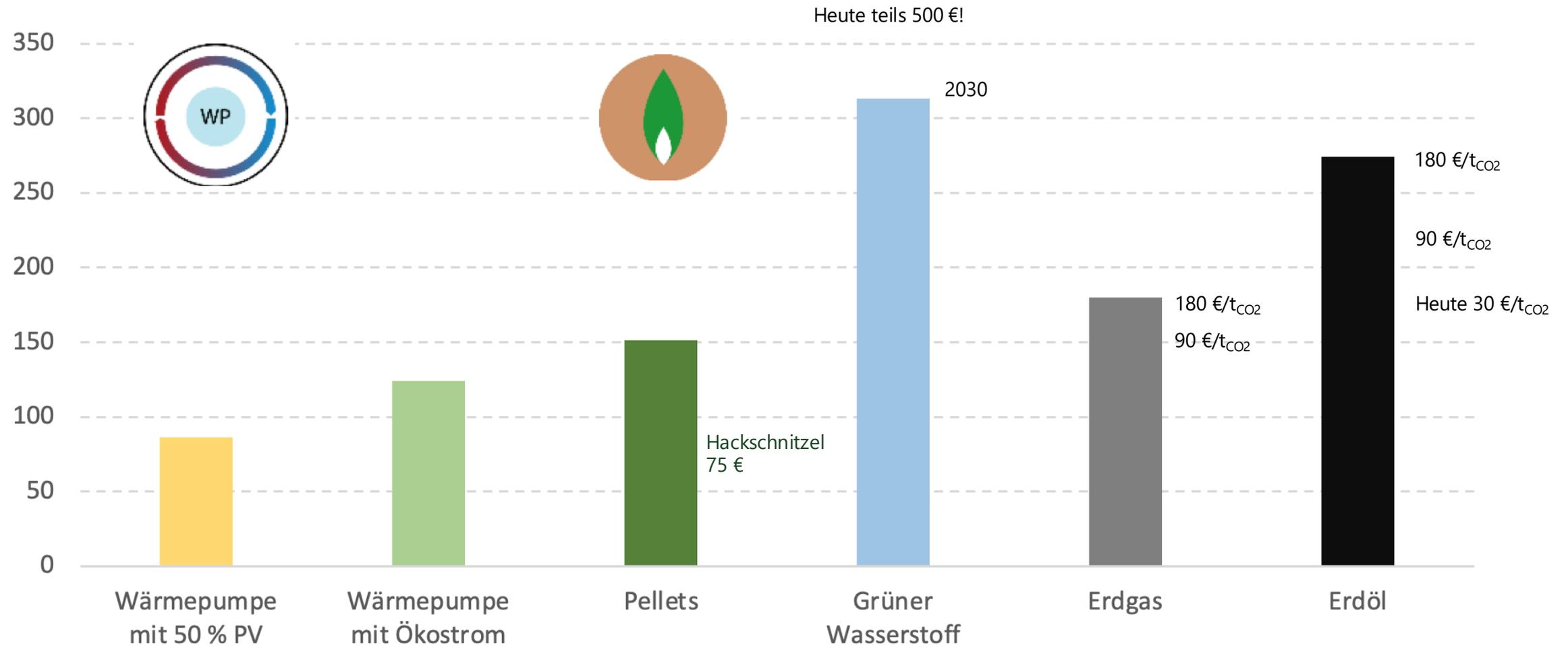
Bayern heizt mit Öl, Gas und Holz

... in schlecht sanierten Gebäuden



**Bauordnungen / B-Pläne etc.
auf Klimaneutralität ausrichten**

Monatliche Betriebskosten verschiedener Heizarten



Welchen Wald wollen wir sehen?



www.aicha-wald.de

Nutzen von waldgerechter Jagd → natürlichem Wald

1

Mehr Holz

Mehr Ertrag =
mehr Bau -und Industrieholz
mehr Brennholz

Überlappung von Jung- und Altbestand
= Zeitgewinn um 20-30 Jahre!

Zudem ist die [Holzqualität](#) höher.

2

Mehr kostenlosen Klimaschutz

Wachsen weniger Bäume auf natürliche
Weise nach, kann der Wald weniger
CO₂ speichern.

3

Mehr kostenlosen Hochwasserschutz

Besserer Wasserrückhalt, weniger
Erosion.

7

Besserer Schutz für Tiere

Ein dichter Wald bietet mehr
Unterschlupf und Schutz für zahlreiche,
unterschiedlichste Tierarten.

8

Weniger Wildunfälle, mehr Sicherheit

Geringere Personen- und Sachschäden
durch einen vorschriftsgemäßen
Wildbestand: das Rehwild hat mehr
Platz und geringeren Druck, Straßen zu
queren. Das Unfallrisiko sinkt. Die
Sicherheit steigt.

9

Geringere Kosten

Für die Waldbesitzer: keine
Anpflanzungen, Zäune, Ausgrasen
Für die [Allgemeinheit](#): geringere KFZ-
Versicherung, mehr Klima- und
Hochwasserschutz, bessere Böden,
etc.

4

Robustere Wälder

[Natürlich verjüngte Mischwälder](#) haben
stabilere Wurzeln und sind robuster &
widerstandsfähiger:
gegen Stürme und Dürren
gegen Schädlinge etc.

5

Mehr Artenvielfalt, besseres Wachstum

Die Biodiversität wird durch die
Naturverjüngung größer. Und die
Jungbäume wachsen durch den
Altbestand vor Hitze, Frost und
Trockenheit geschützt besser auf als

6

Gesündere Böden

Die Naturverjüngung verhindert die
Auswaschung von Nährstoffen wie
Nitrat, bindet diese im Gegensatz zur
kahlen Fläche und kann mehr Humus
aufbauen. Dadurch wird die
Bodenerosion gemindert.

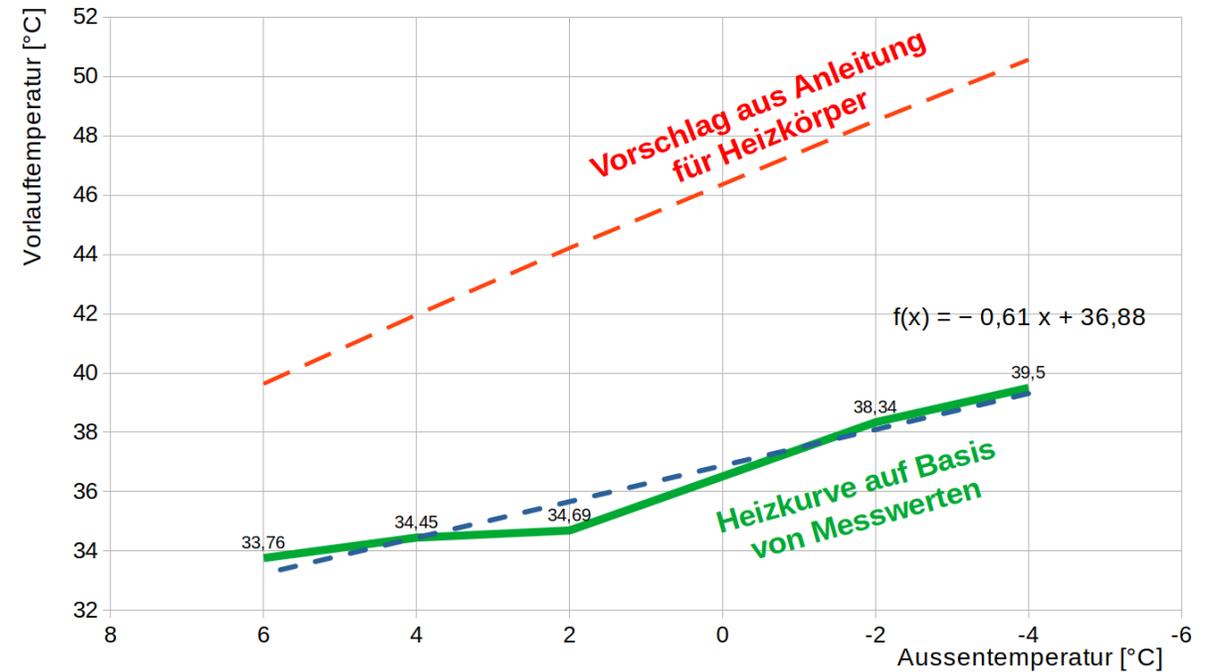
1200 € Prämie pro Hektar

Eine gelungene **Naturverjüngung** prämiiert der Staat unter
bestimmten Voraussetzung einmalig mit 1200 € pro Hektar
(unter 20 ha sogar mit 1320 €/ha). Das zeigt, wie wichtig dem
Freistaat ein gesunder Wald ist. Die Jagdpacht bringt im
Vergleich dazu jährlich nur 3 € pro Hektar.

Wärmepumpe im Altbau funktioniert

Wärmepumpe richtig eingestellt, 1 kW Strom im Mittel → COP 4,3

Vergleich Heizkurven



Kostenvergleich:

Gas: 13650 kWh¹⁾ * 0,14 € → 1911 €

Strom: 2983 kWh * 0,33 € → 984 €

¹⁾Wirkungsgrad Gasheizung: 93%



1970er Haus, 36,5er Mauer, unisoliert
190 qm, Heizkörper mit hydr. Abgleich

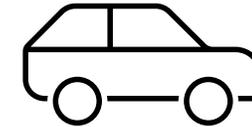
Unser Haushalt: hohe Unabhängigkeit, guter Klimaschutz + Geld sparen!



13.000 kWh



3.200 kWh



17.300 km

Gas: 1.800 €
2,9 t CO₂

Netz: 1.400 €
3,2 t CO₂

Diesel: 1.600 € (920 l)
2,4 t CO₂

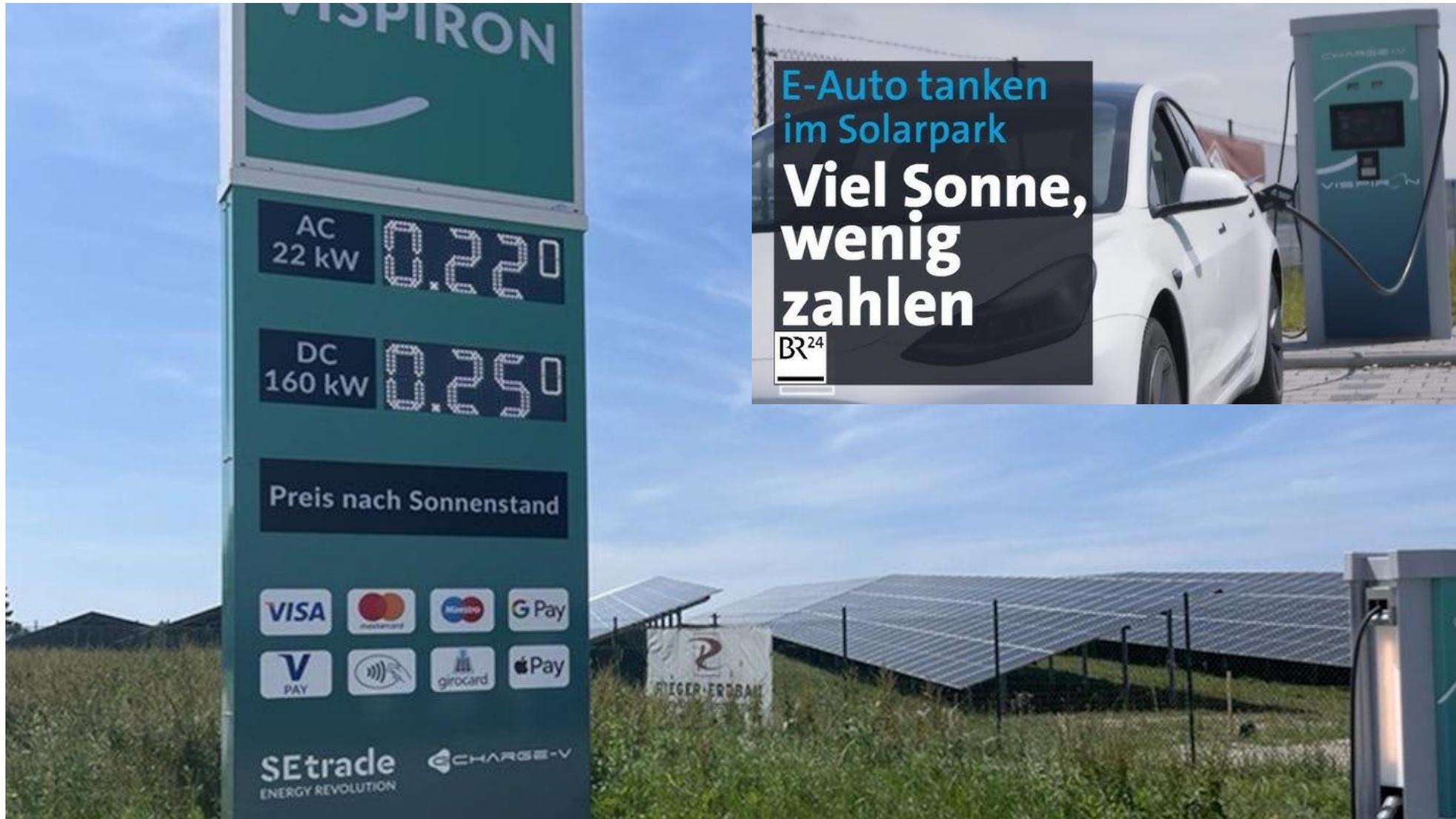


→ ca. 5.000 € und 8,5 t CO₂ gespart, 1.700 € verdient!

**Wertschöpfung
konkret vor Ort**

„Preis nach Sonnenstand“: Bürger-Solar-Speicherpark mit Ladesäule

Egling, Oberbayern



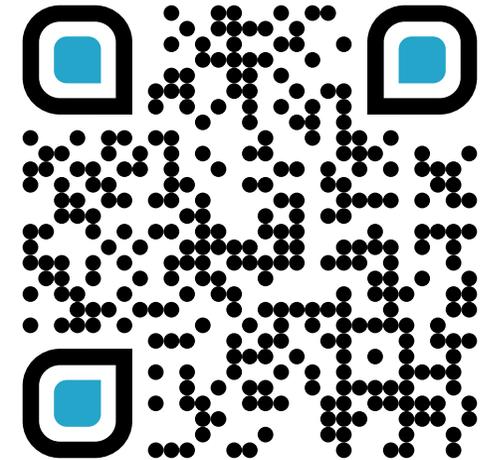
Wasserstoffatlas.de: Bestand finden, Potenziale erkennen, Chancen nutzen Tool für Kommunen, Planer, Neugierige



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

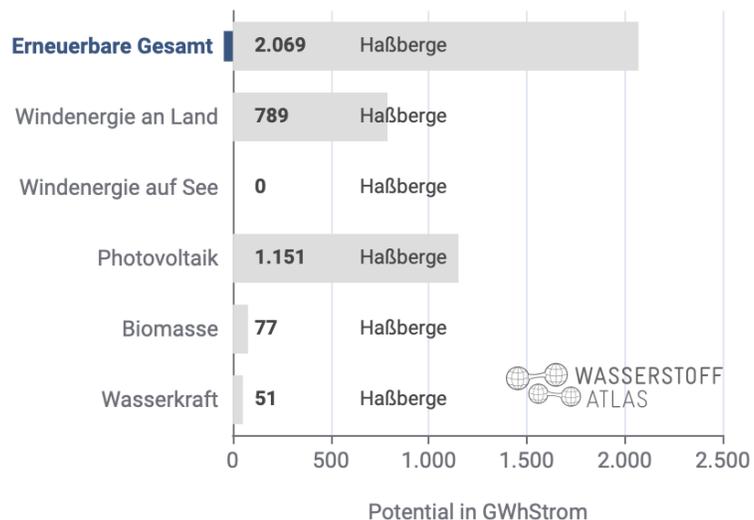


Potenziale im LK Haßberge sind vorhanden

Wasserstoffatlas: 2,1 TWh gesamt, 1,5 TWh nur Überschuss

Erzeugungspotential je Stromquelle

Beim Erzeugungspotential je Stromquelle wird die Energiemenge in Abhängigkeit vom Technologiepfad des ausgewählten Energieträgers dargestellt.



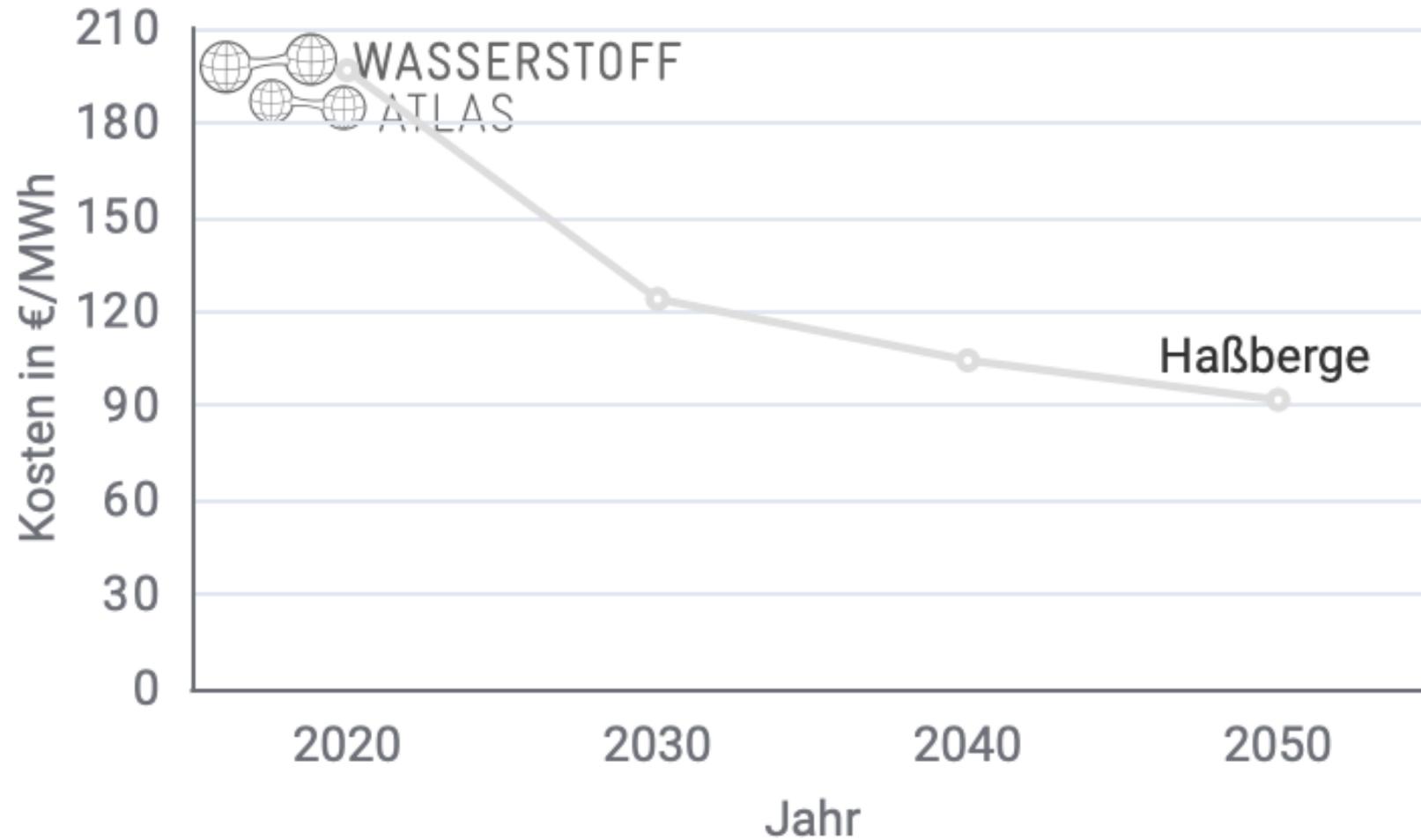
CO₂-Einsparung

Durch den Einsatz von **Strom** aus Erneuerbaren Quellen (Erneuerbare Gesamt) können **380.85 t CO₂/GWh** bis **498 t CO₂/GWh** im Vergleich zu dem Produkt aus fossilen Quellen eingespart werden.



Kosten für Wasserstoff im LKH für direkte Nutzung

Perspektivisch unter 100 €/MWh bzw. 3 €/kg – v. a. durch PV

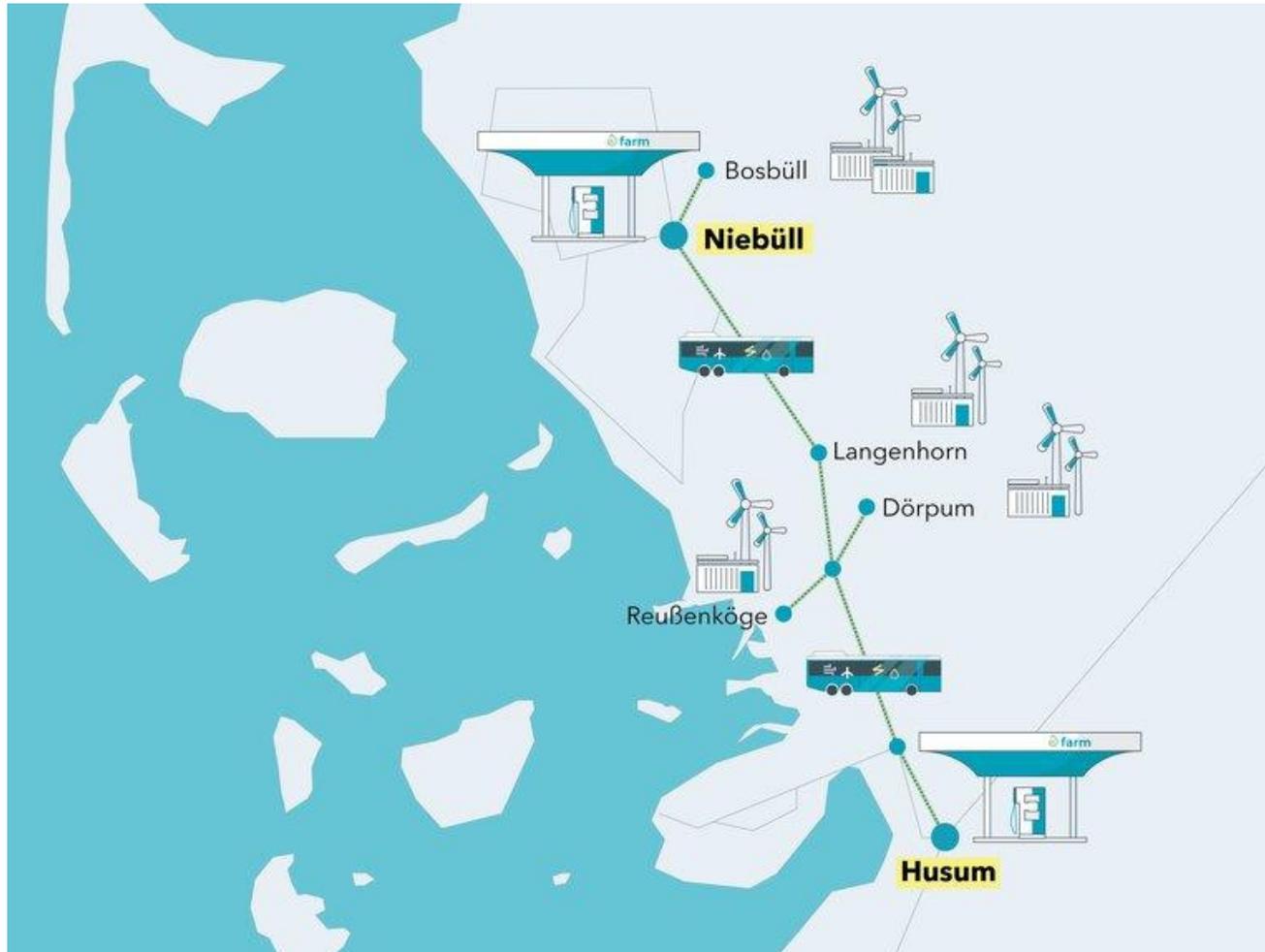


Beispiele: Wasserstoffwerk Pilsach (OWW)



GP JOULE E-Farm (Schlewsig-Holstein)

Wind / Solar / Speicher / Wasserstofftankstellen und -busse



- 10 **2 Brennstoffzellenbusse** – 15 Jahre garantiert durch Kommune betrieben
- 10 **Selbstversorgung!** Jedes Eigenheim, jede Region kann zum Selbstversorger werden, wie in der Landwirtschaft!

GP JOULE Windpark und H₂-Ökosystem Kreuther Forst (R Nord-Ost)

Wind / Solar / Speicher / Wasserstoffpionier aus Bayern / SH

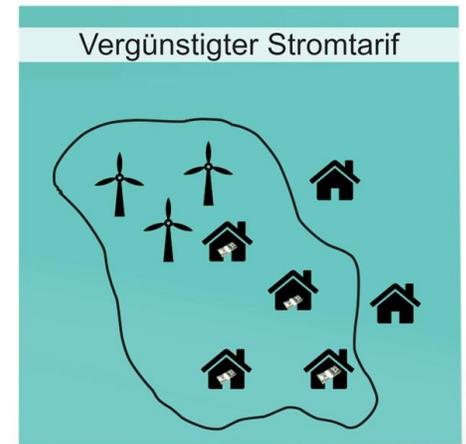


- 10 **19 Windkraftanlagen** geplant
- 10 bis zu **235.000 MWh / a** Ökostrom
- 10 **Grüner Strom (PPA)** und **grüner Wasserstoff** für regionale Industrie / Gewerbe



Wertschöpfung vor Ort sicherstellen!

LK Haßberge ist Vorbild!



Teilhabe schafft Akzeptanz + Erfolge feiern

Wind-Erntedank im Allgäu



Klimaschutz + Versorgungssicherheit = Energiewende sind ...



1. technisch möglich – alle Lösungen sind da

2. wirtschaftlich sinnvoll – Klimafolgekosten wesentlich höher

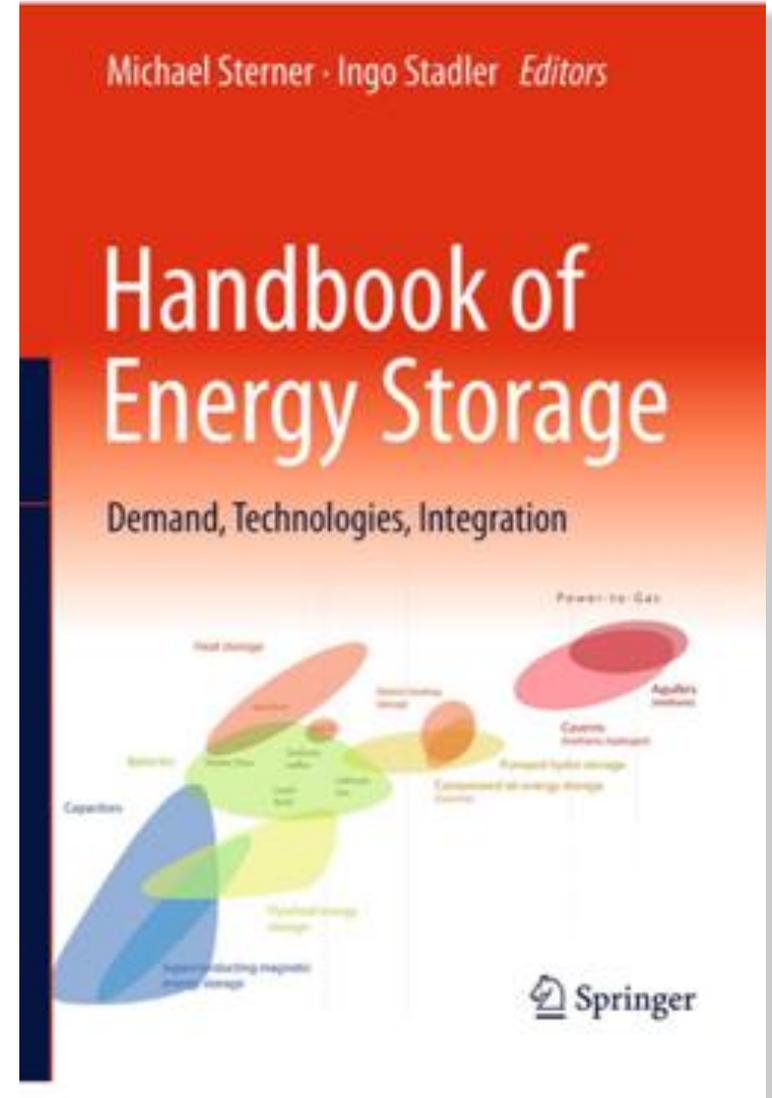
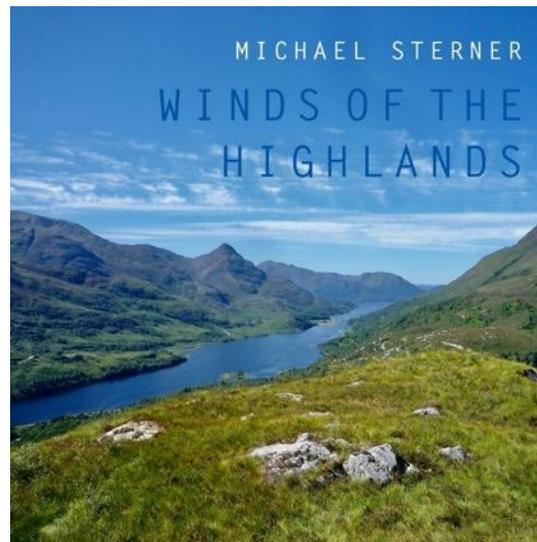
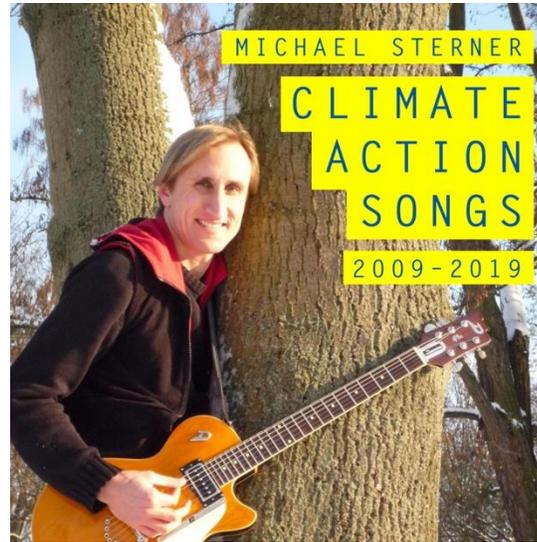
3. ökologisch absolut notwendig – Existenzgrundlage

**Jeder Beitrag zählt
auch Ihrer!**

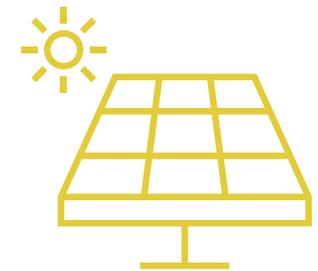
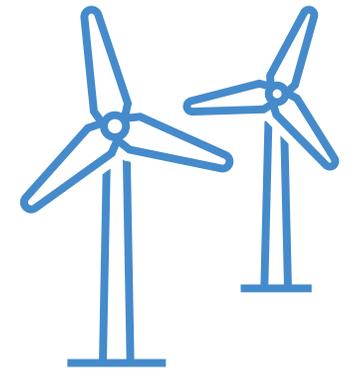
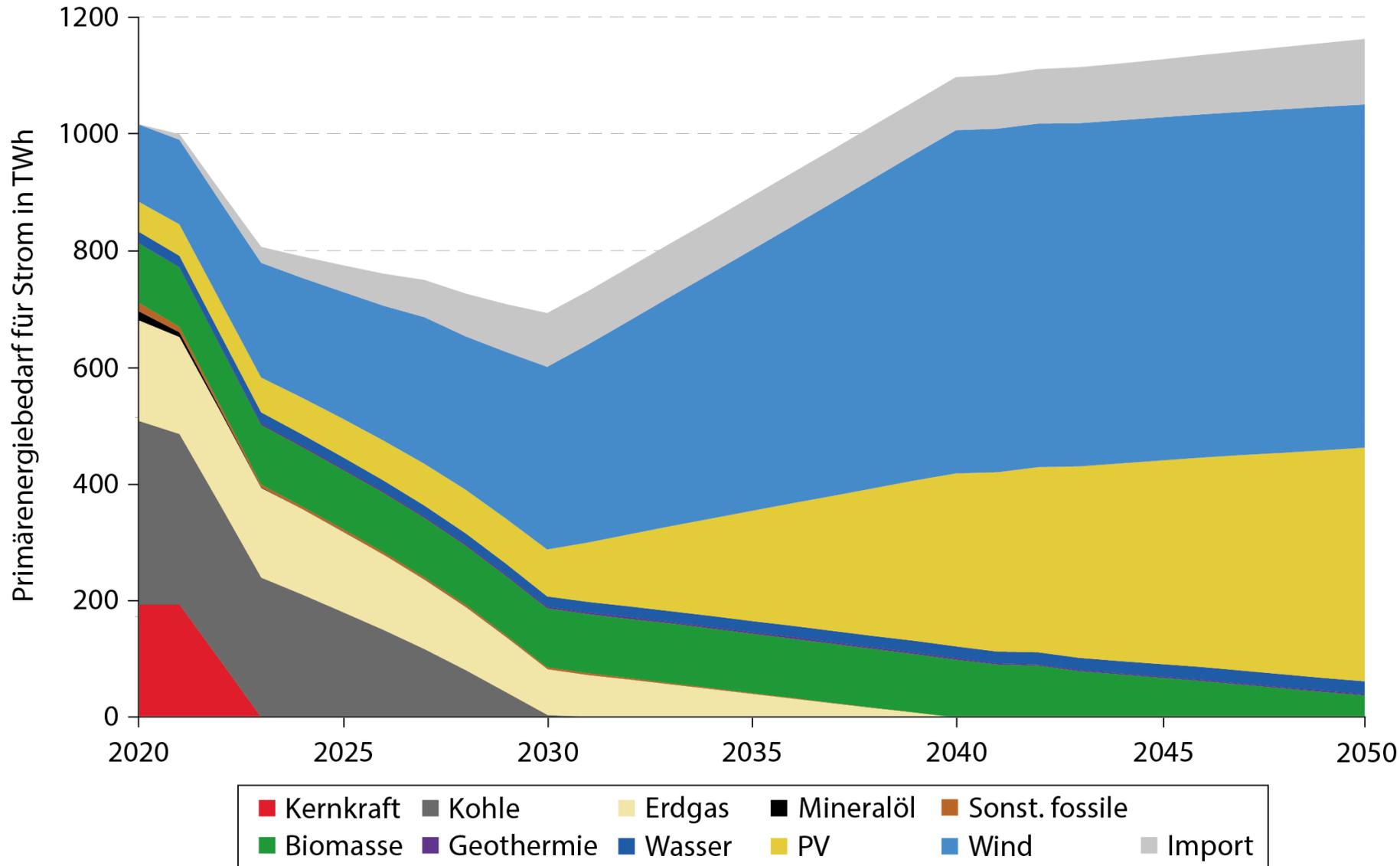
Fürchtet Euch nicht!



Jetzt vernetzen!



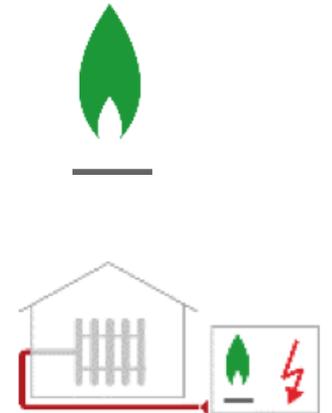
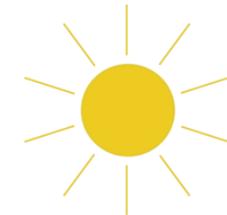
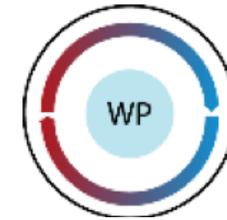
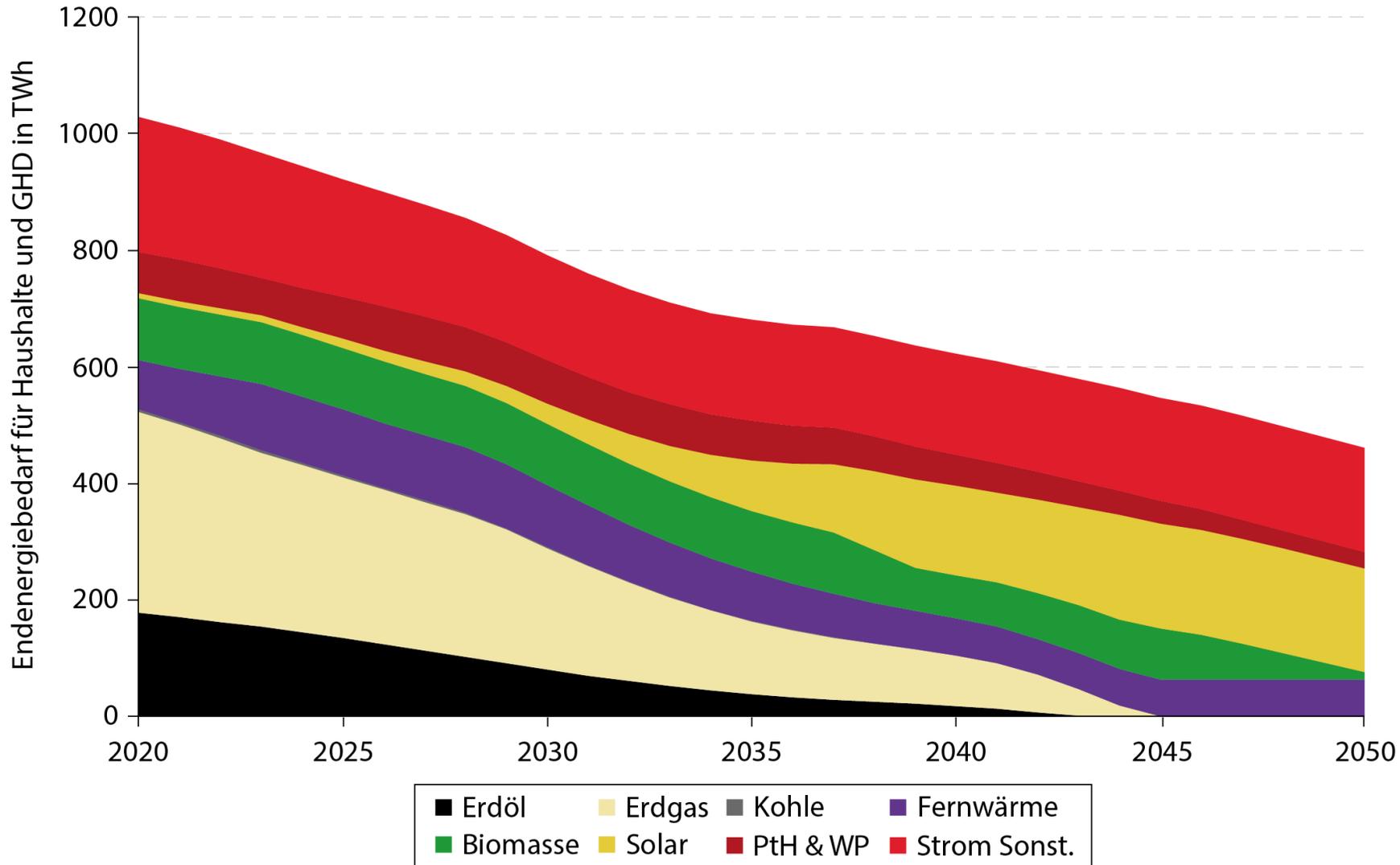
Verdoppelung Strombedarf durch Elektrifizierung und H₂



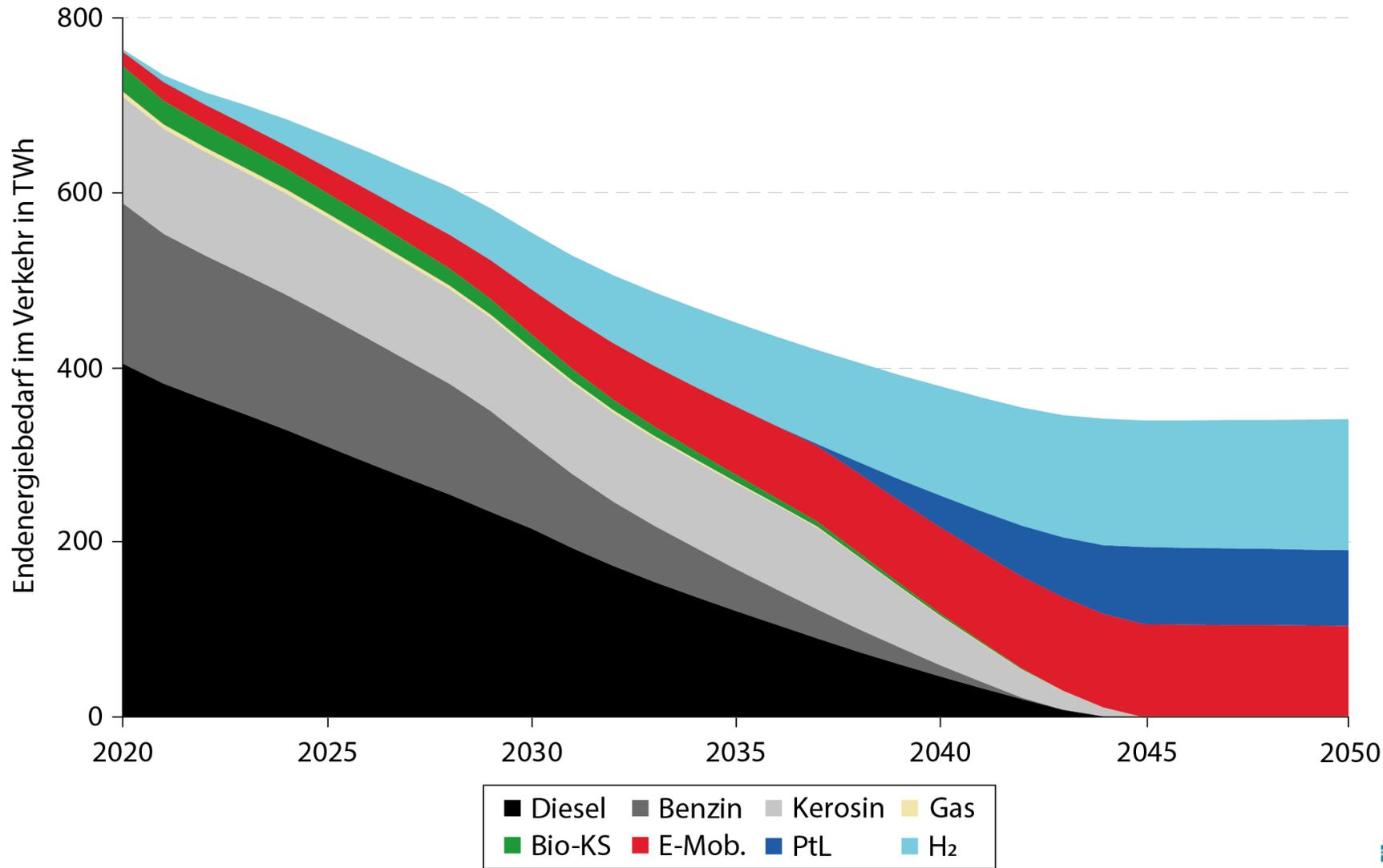
KOPERNIKUS
P2X **PROJEKTE**
Die Zukunft unserer Energie

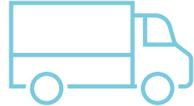
GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Effiziente Wärme = Einsparung + viele Alternativen – H₂ nur über KWK + Wärmenetze

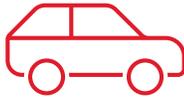
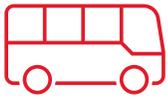
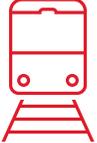


Verkehr: Klarer Wandel zur E-Mobilität & Wasserstoff und E-Fuels



H₂ für LKW 

E-Fuels für Flug & Schiff 


Strom für PKW, LKW, Bahn 



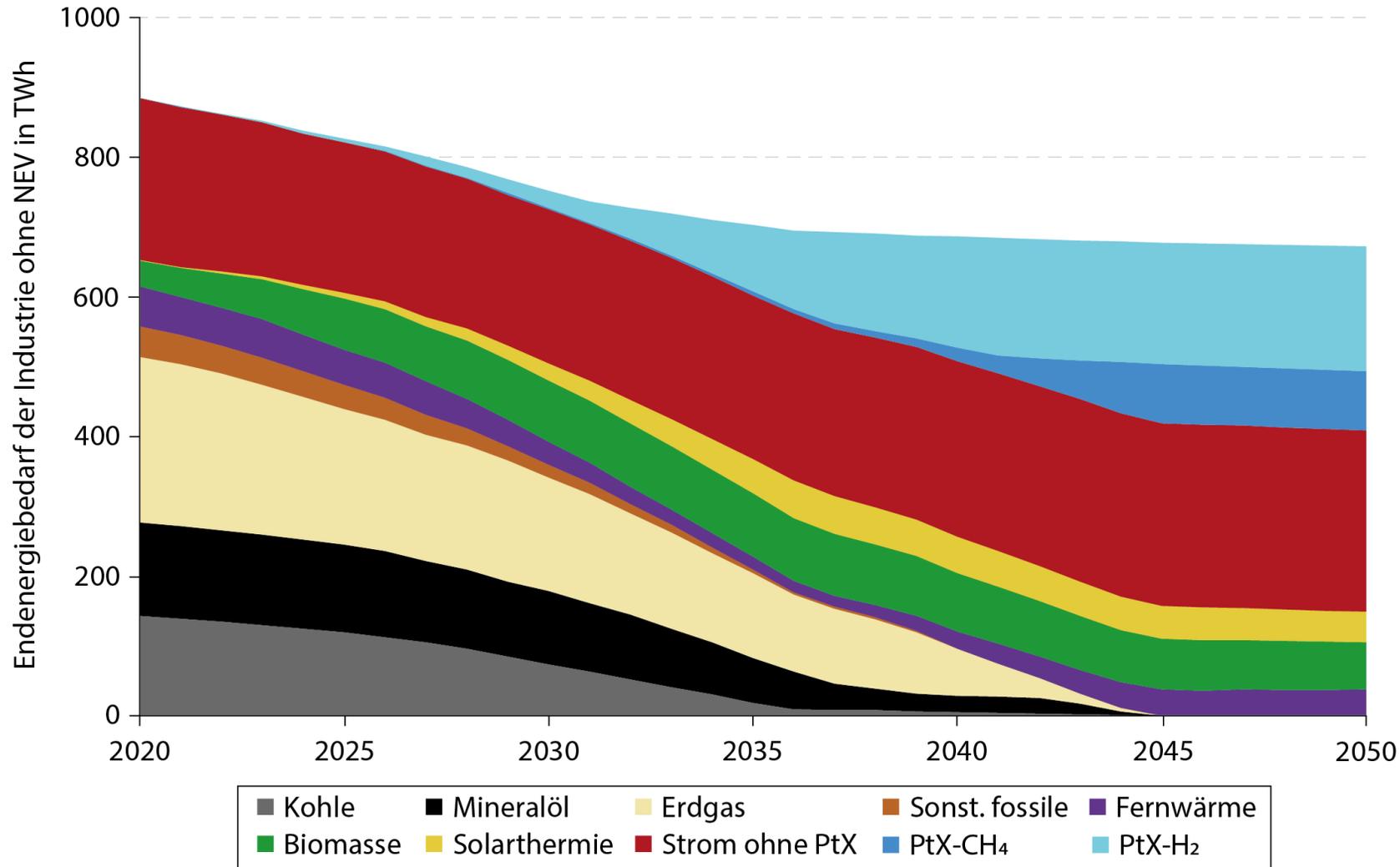
KOPERNIKUS
PROJEKTE
Die Zukunft unserer Energie

GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Zukunftsfähige Industrie auf erneuerbarer Basis

→ CO₂-neutrale Produkte durch grünen Strom + PtX



PtX/H₂ für Chemie/Stahl etc.

Power-to-Gas für Prozesswärme

Strom für Stahl/Glas/Rest

Biomasse: Papier/Zement