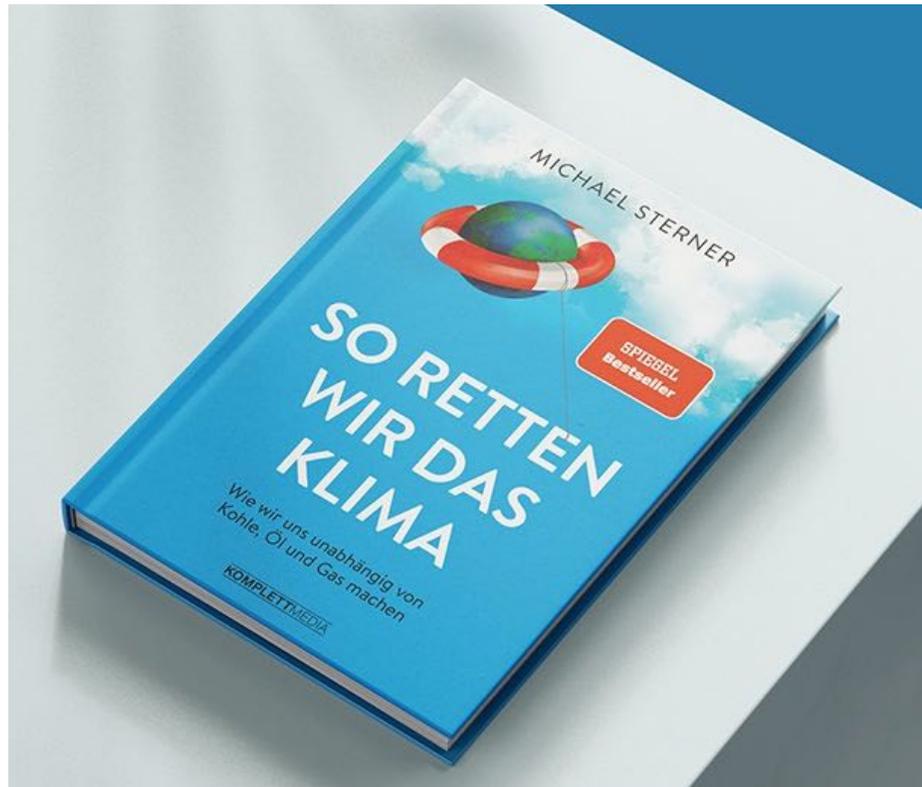


Windkraft: Notwendigkeit, Potenziale, Speicher

Prof. Dr.-Ing. Michael Sterner



Windkraft im Würmtal
Gauting, 3.7.2024



Energiekrise + Versorgungssicherheit



EU-Kommission

**Bericht: 2023 war eines der
schlimmsten Waldbrandjahre in
Europa**



Trockenheit → Flächenbrand

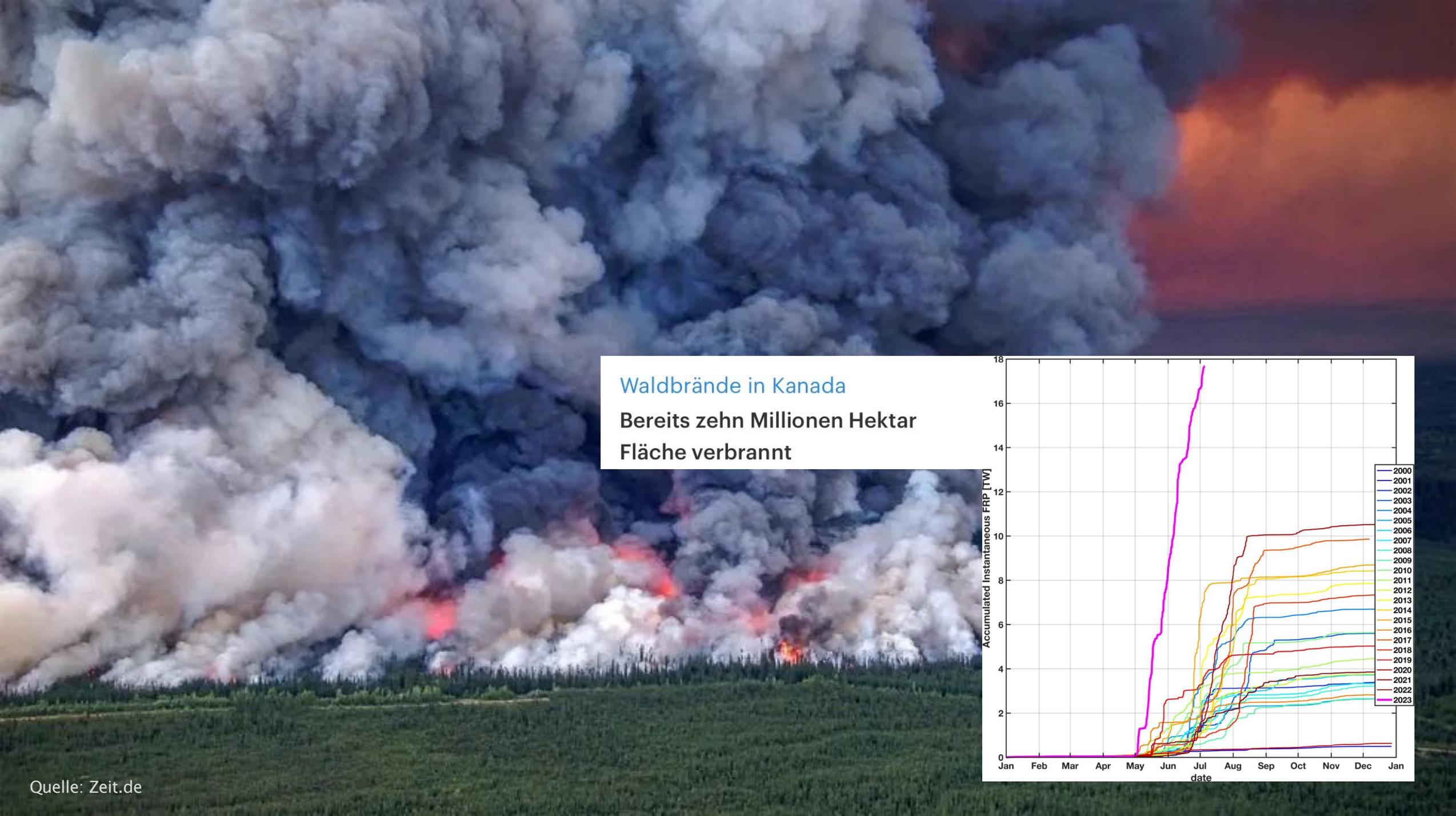


Hochwasser 2024

30 Grad im April
Vermutlich frühester „Hitzetag“
seit Beginn der
Wetteraufzeichnung

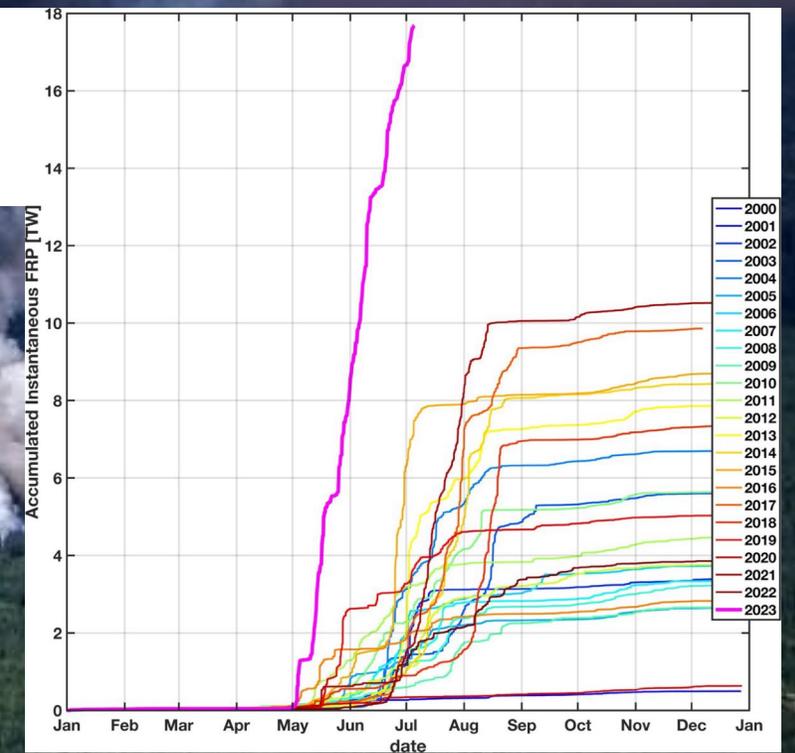


Foto: Stefan Puchner/dpa

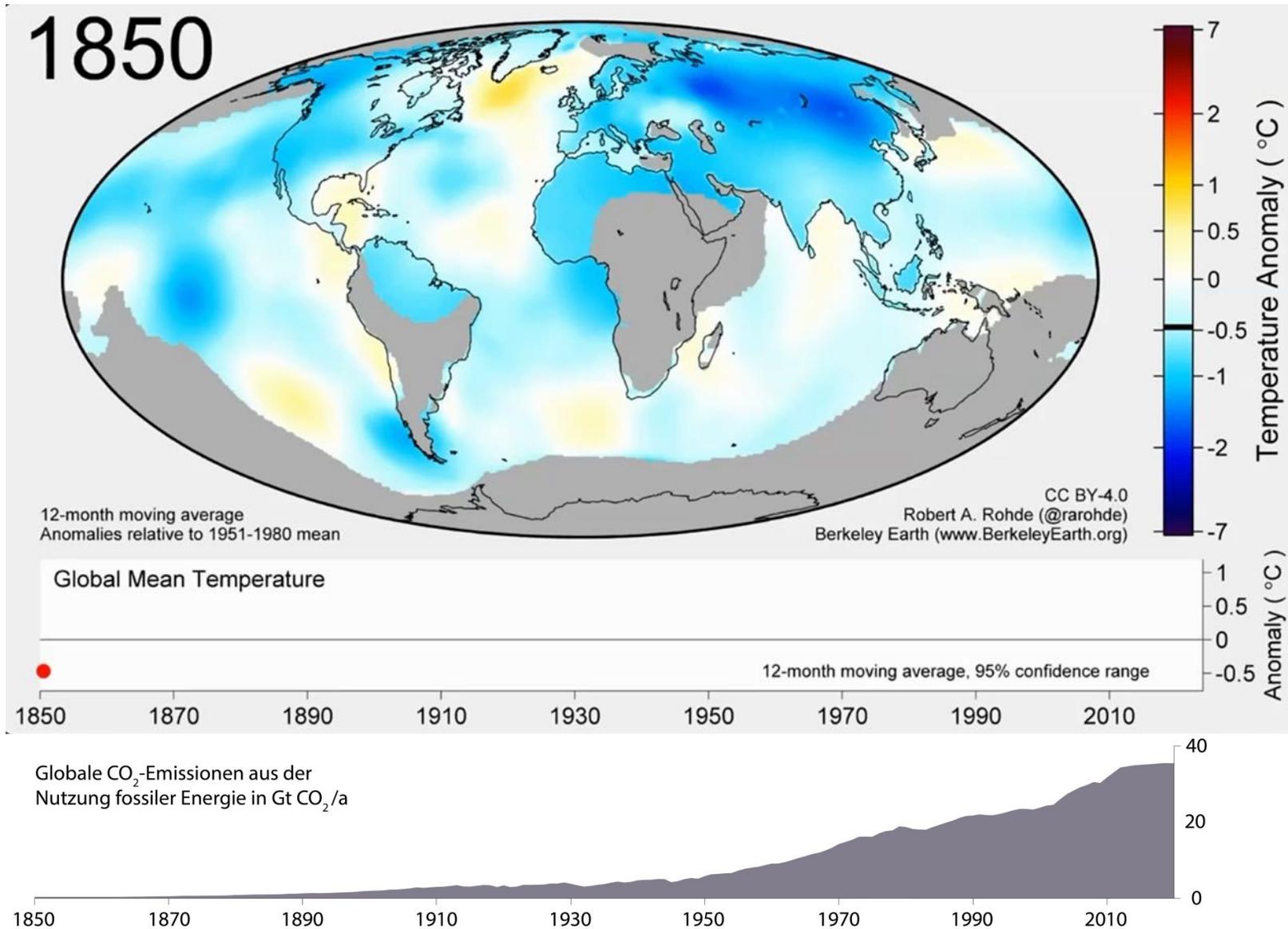


Waldbrände in Kanada

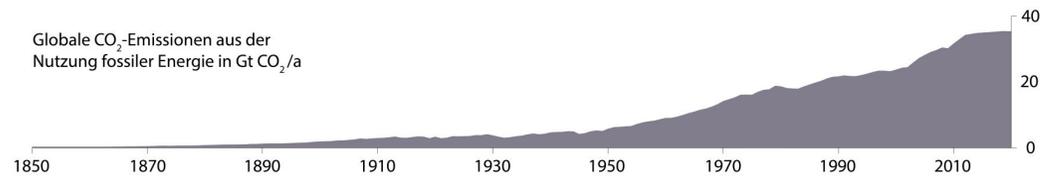
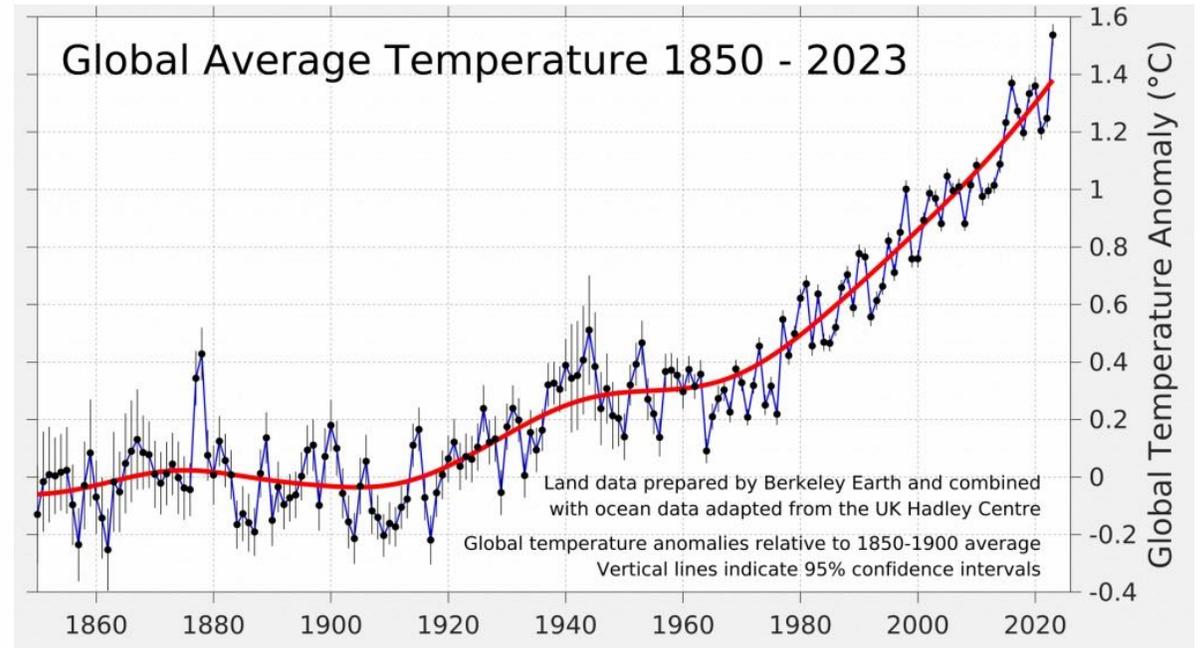
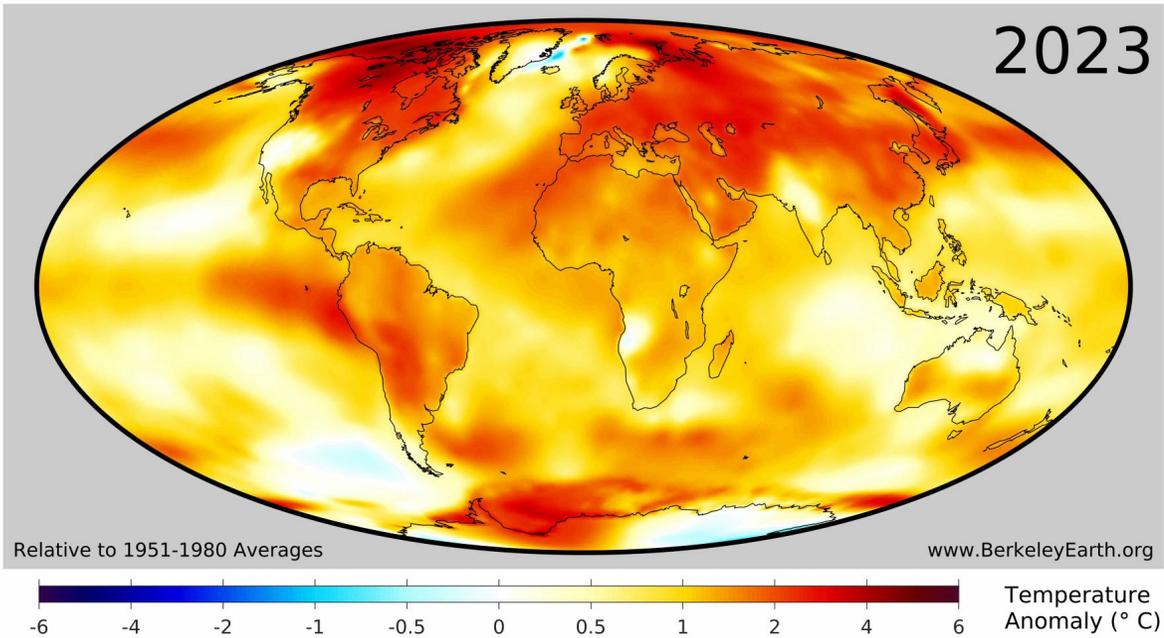
Bereits zehn Millionen Hektar
Fläche verbrannt



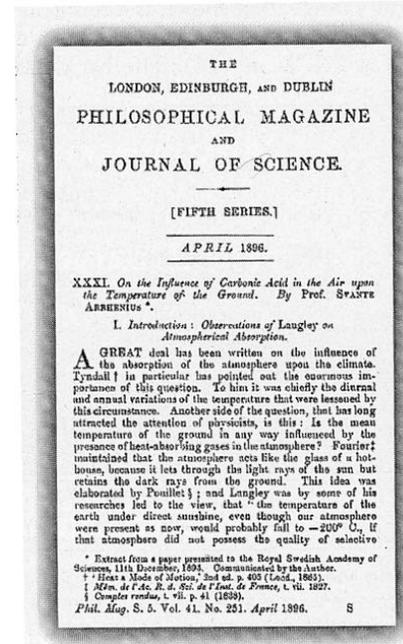
CO₂-Emissionen und Temperatur seit 1850



2023: wärmstes Jahr seit Beginn der Wetteraufzeichnungen

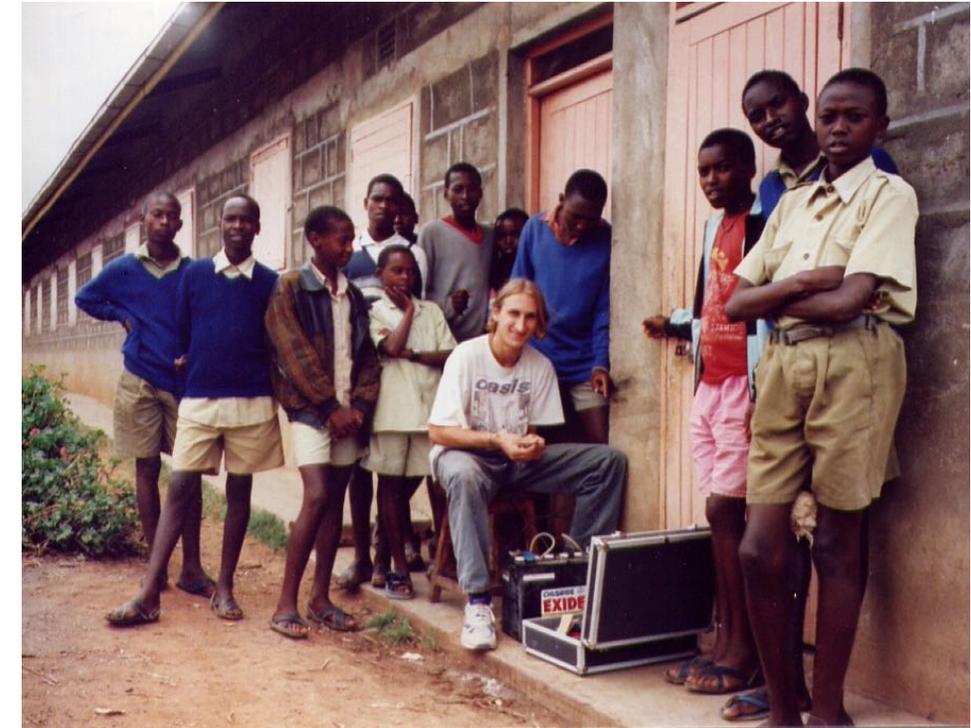
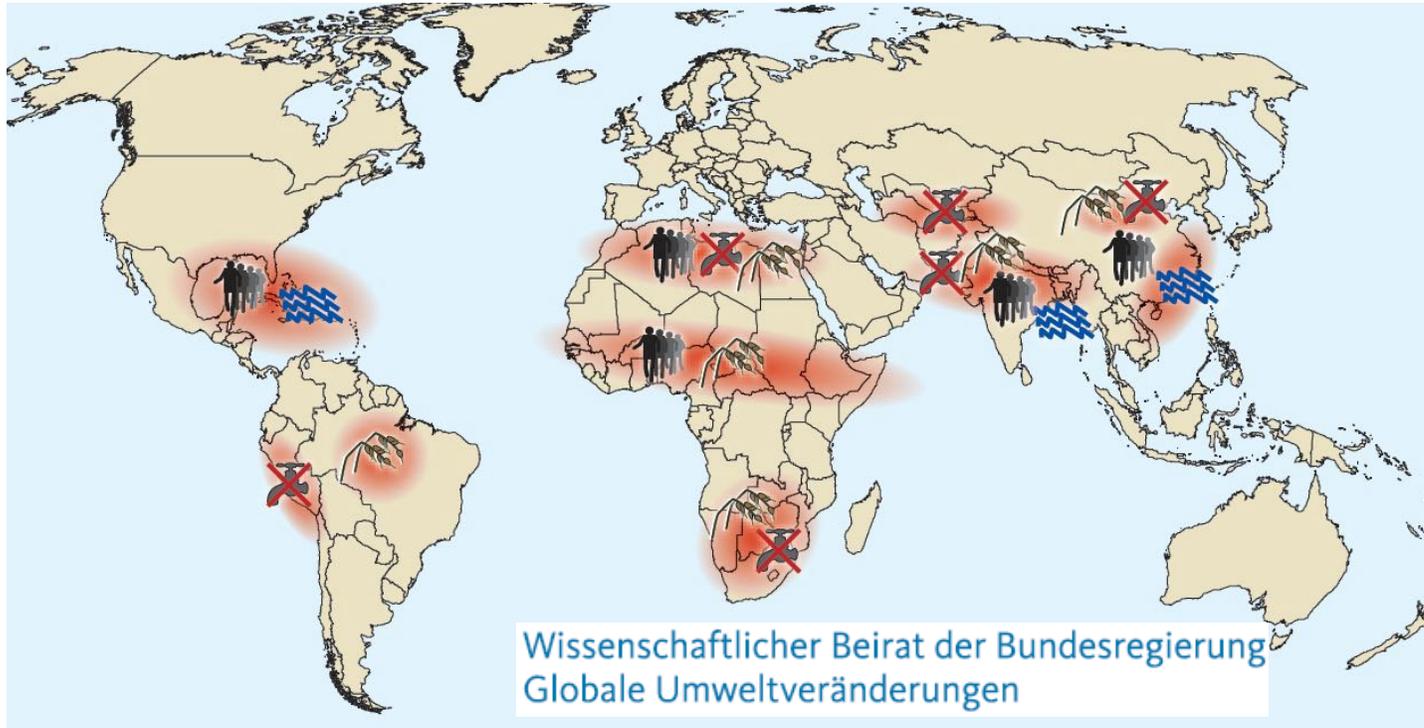


Treibhausgaseffekt: ein lang bekanntes Naturgesetz



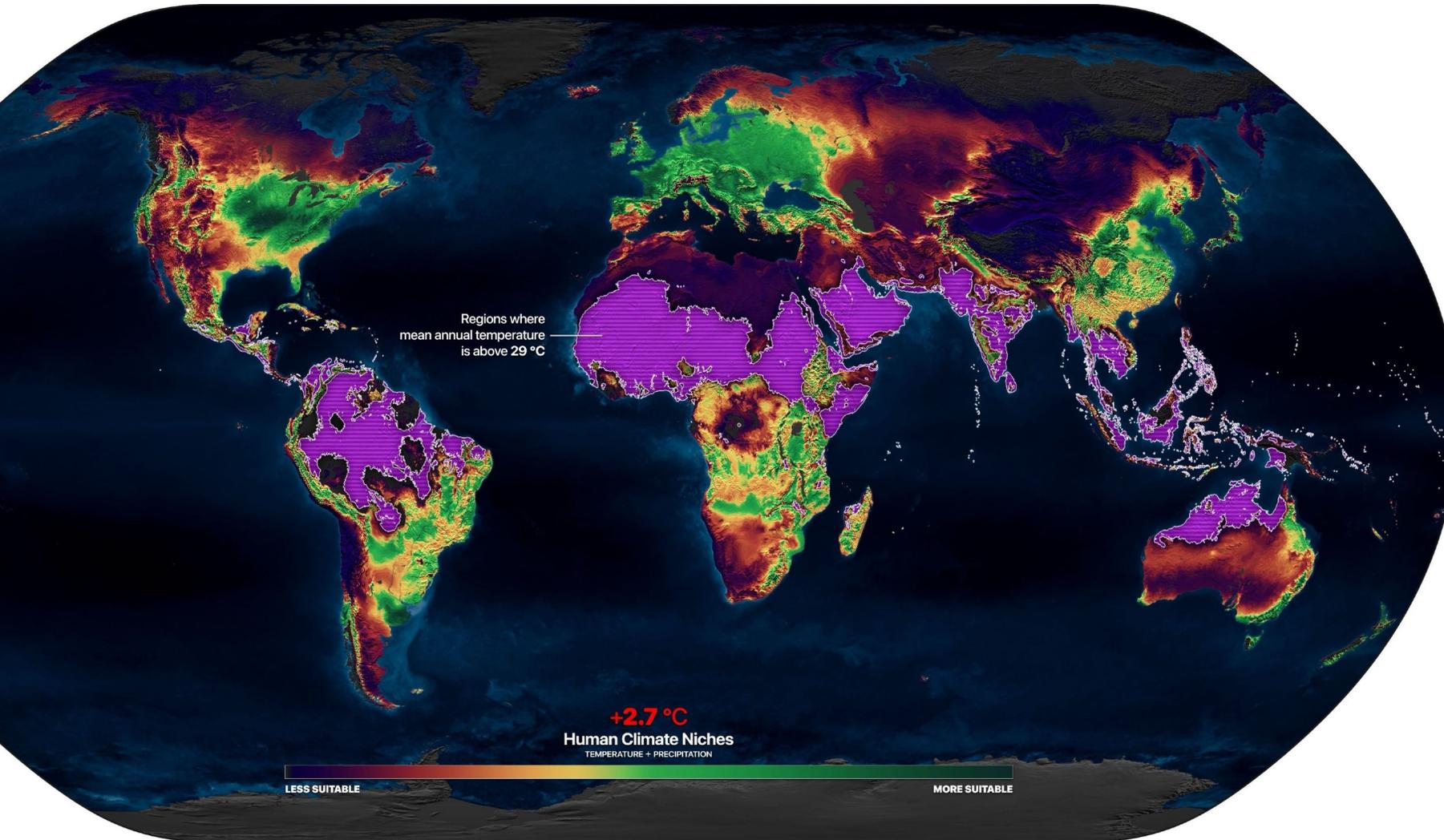
Naturgesetze
sind nicht verhandelbar

Klimaschutz = Sicherung von Frieden, Stabilität und Wirtschaft



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

Unbewohnbare Regionen bei 2,7 °C Erderwärmung



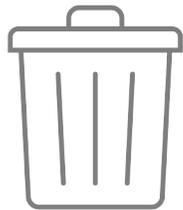
Klimakrise

Unicef: Weltweit rund 43 Millionen Minderjährige auf der Flucht vor Naturkatastrophen

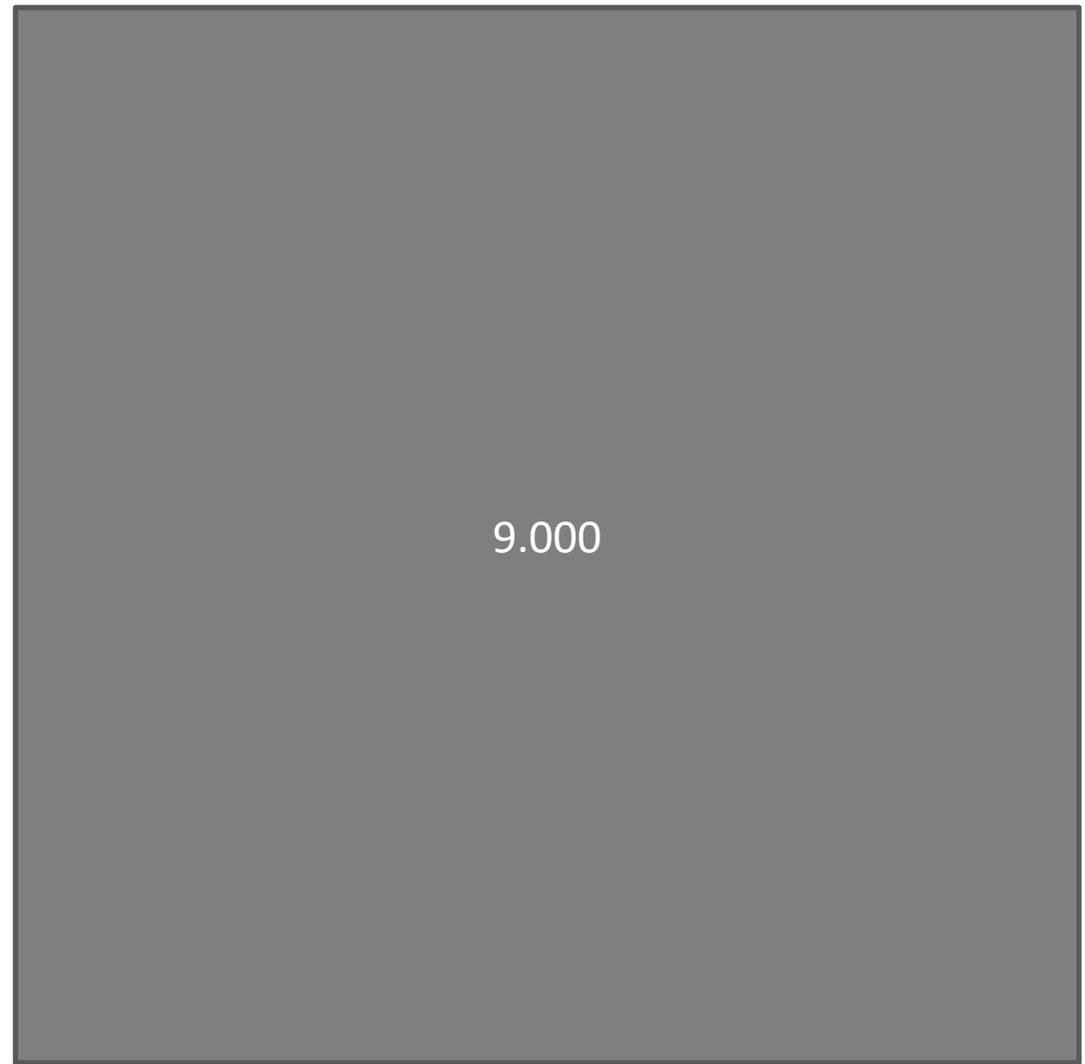
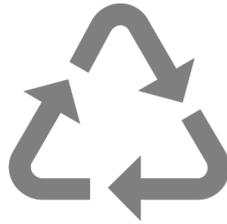


Müll pro Person und Jahr in Deutschland

187



177

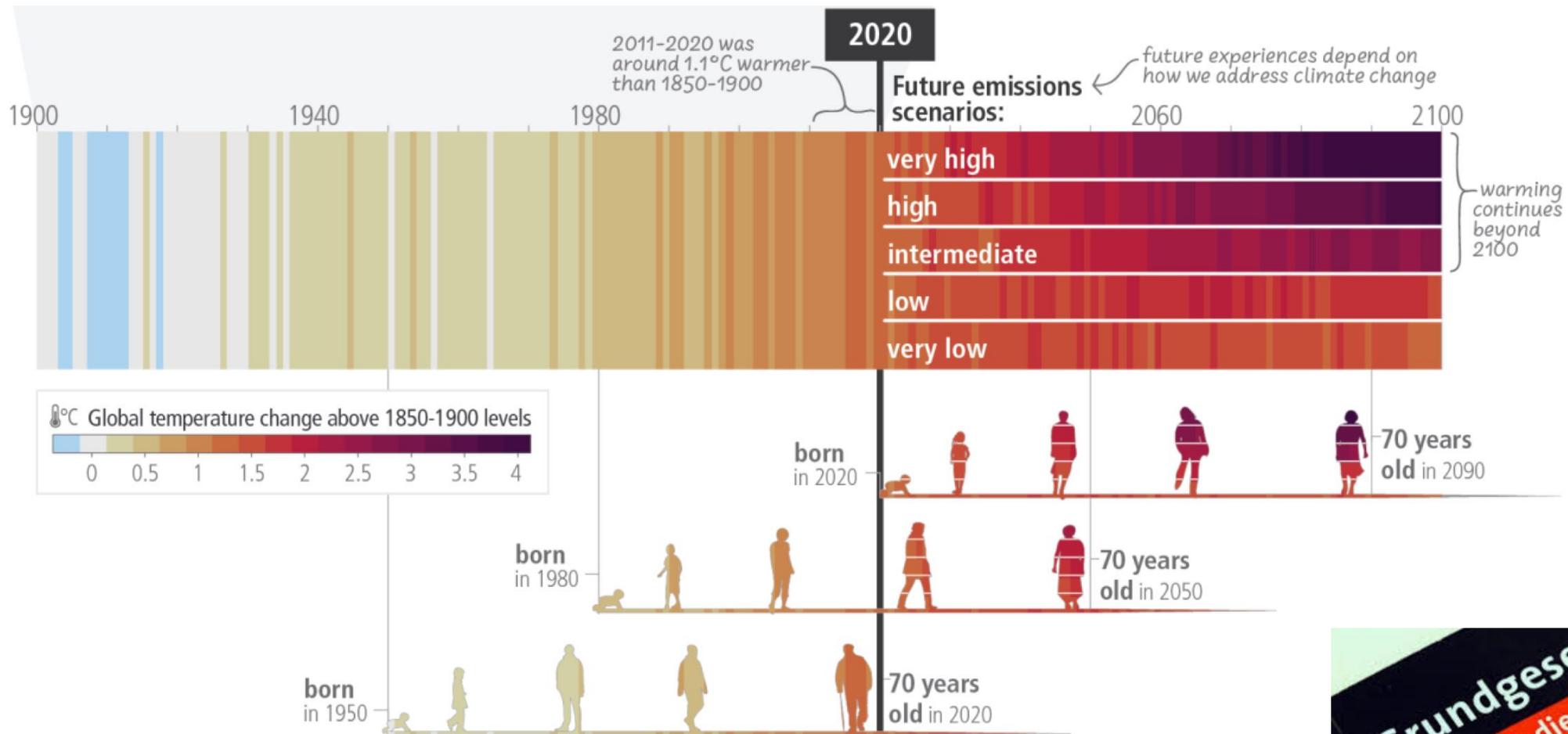


9.000





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:

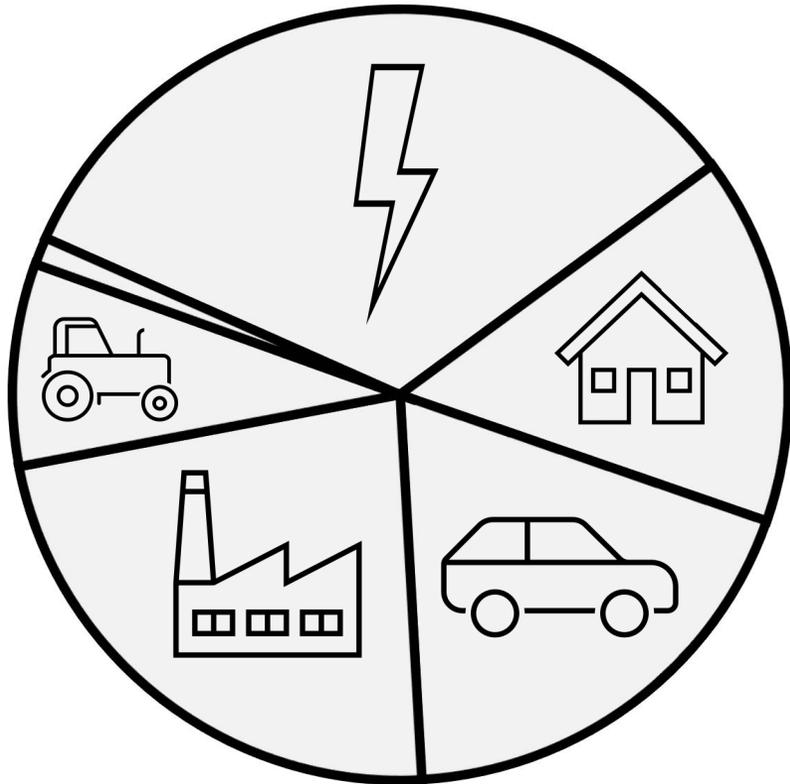


www.protect-the-planet.de

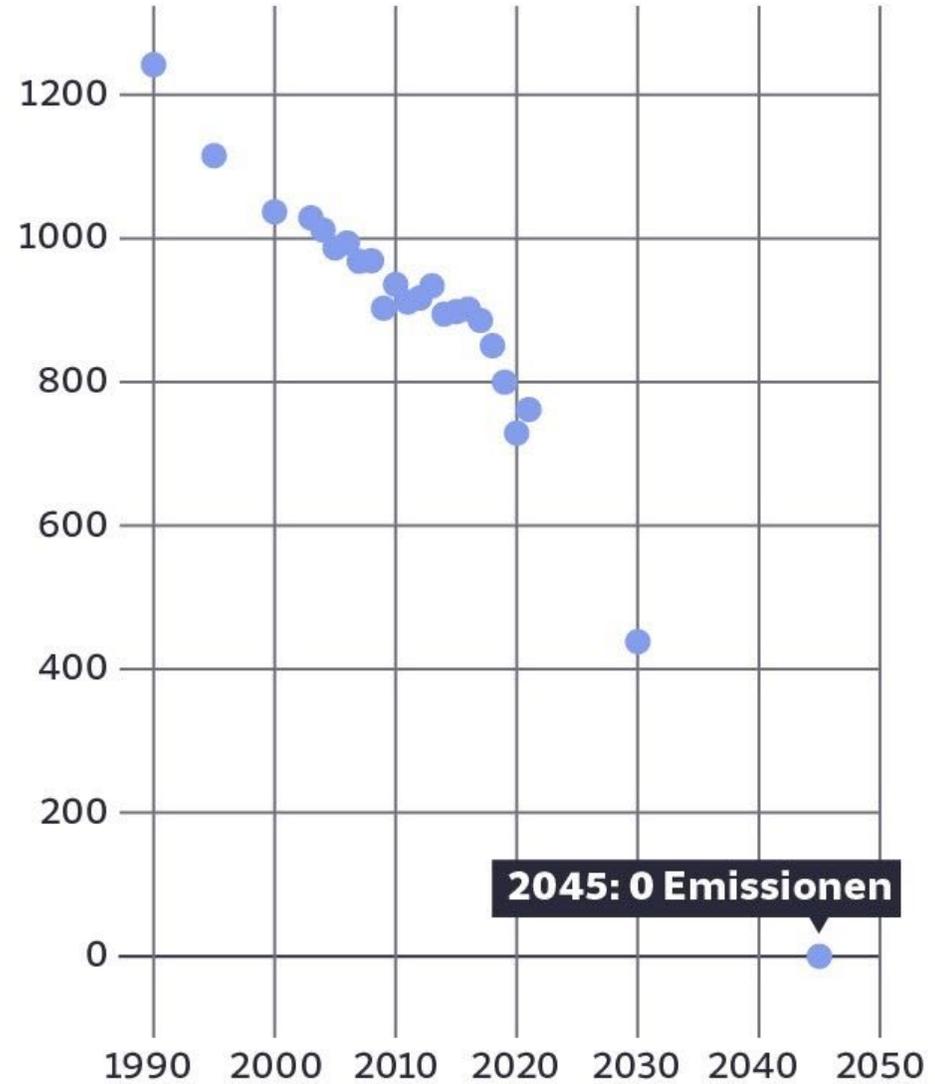
**Globale Verantwortung
beginnt bei uns**

CO₂-äq. in Deutschland:

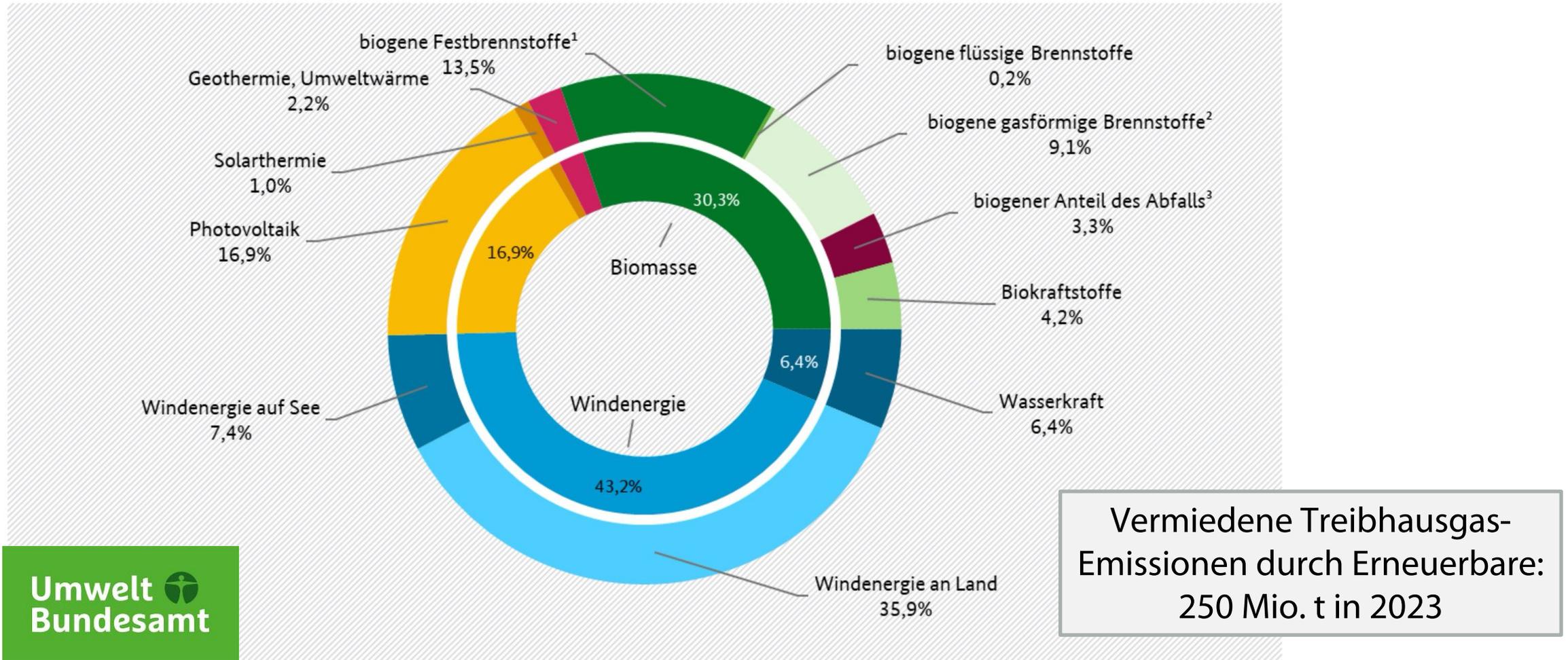
90 % aus Kohle, Öl und Gas



Klimaschutz = Energiewende (zu 90 %)



Klimaschutz durch Energiewende: Windkraft leistet den größten Beitrag

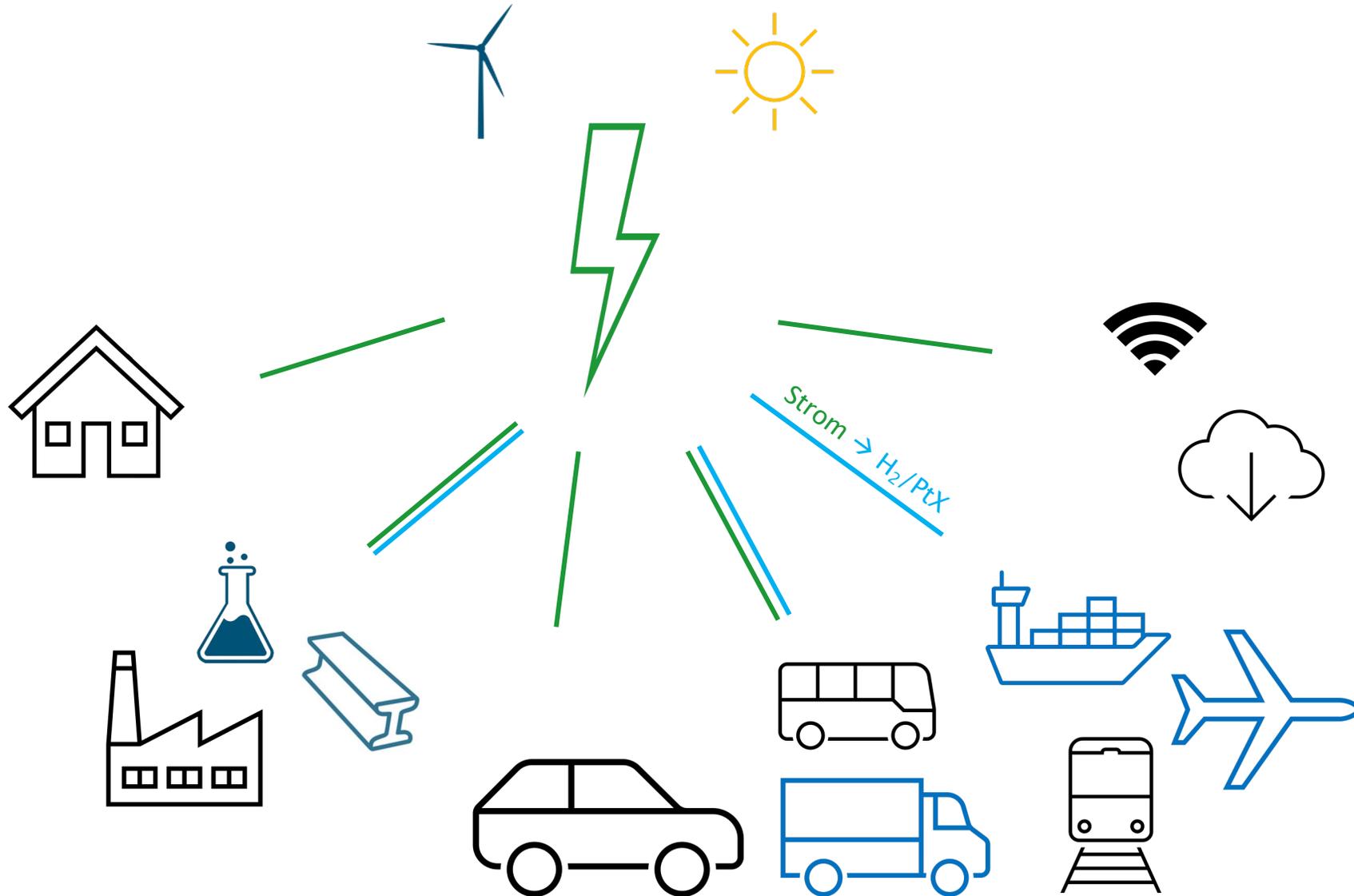


¹ inkl. Klärschlamm, ohne Holzkohle; ² Biogas, Biomethan, Klär- und Deponiegas; ³ biogener Anteil des Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 % angesetzt

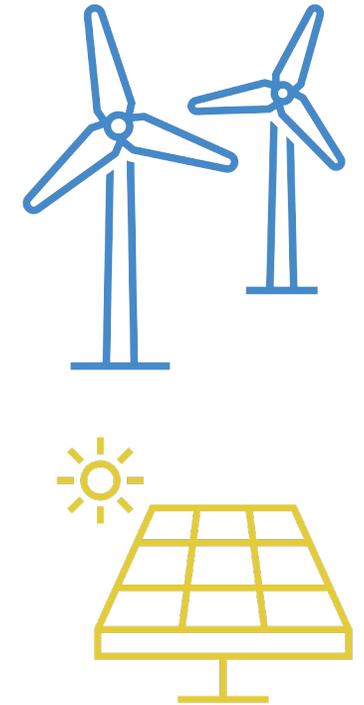
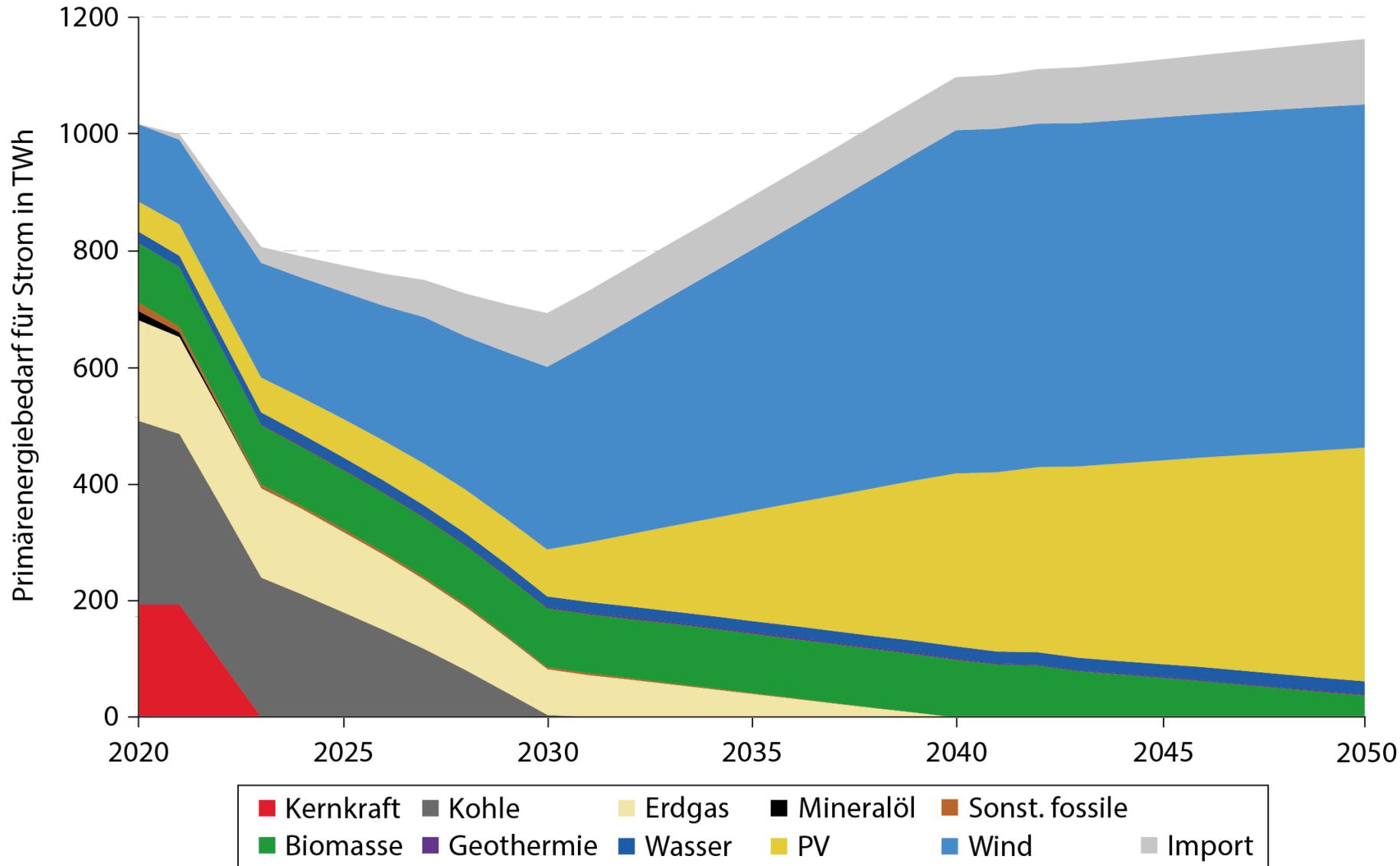
Quelle: AGEE-Stat unter Verwendung von Daten des Umweltbundesamtes; Stand: Februar 2024

Alles hängt am **Strom!**

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



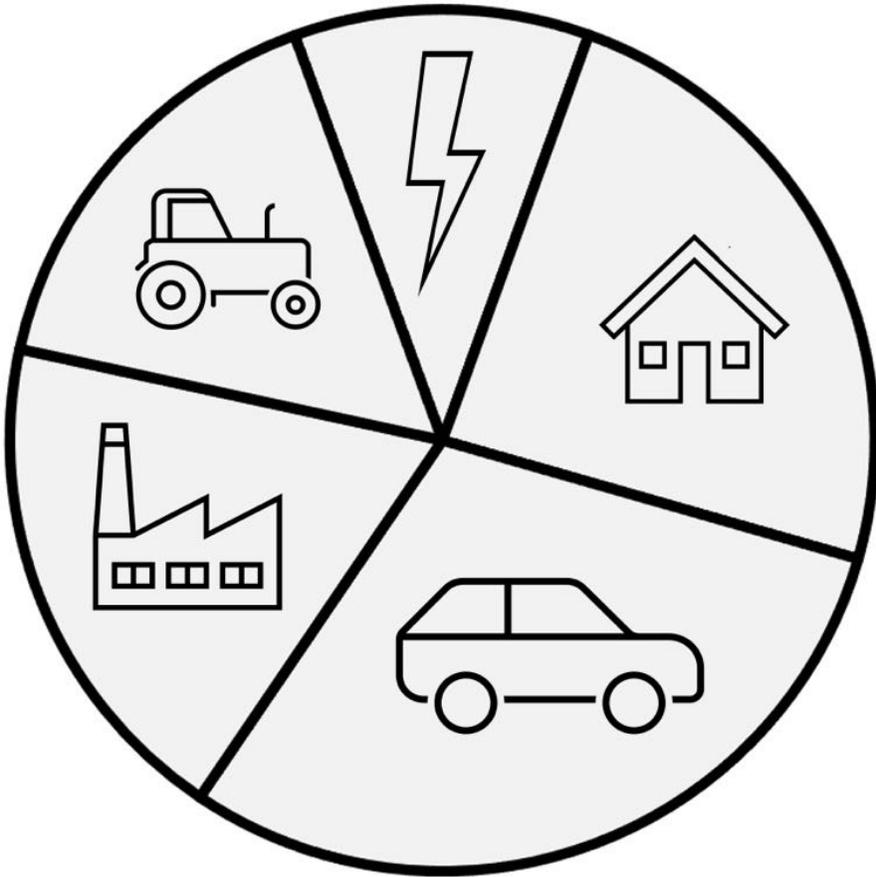
Verdoppelung Strombedarf durch Elektrifizierung und H₂



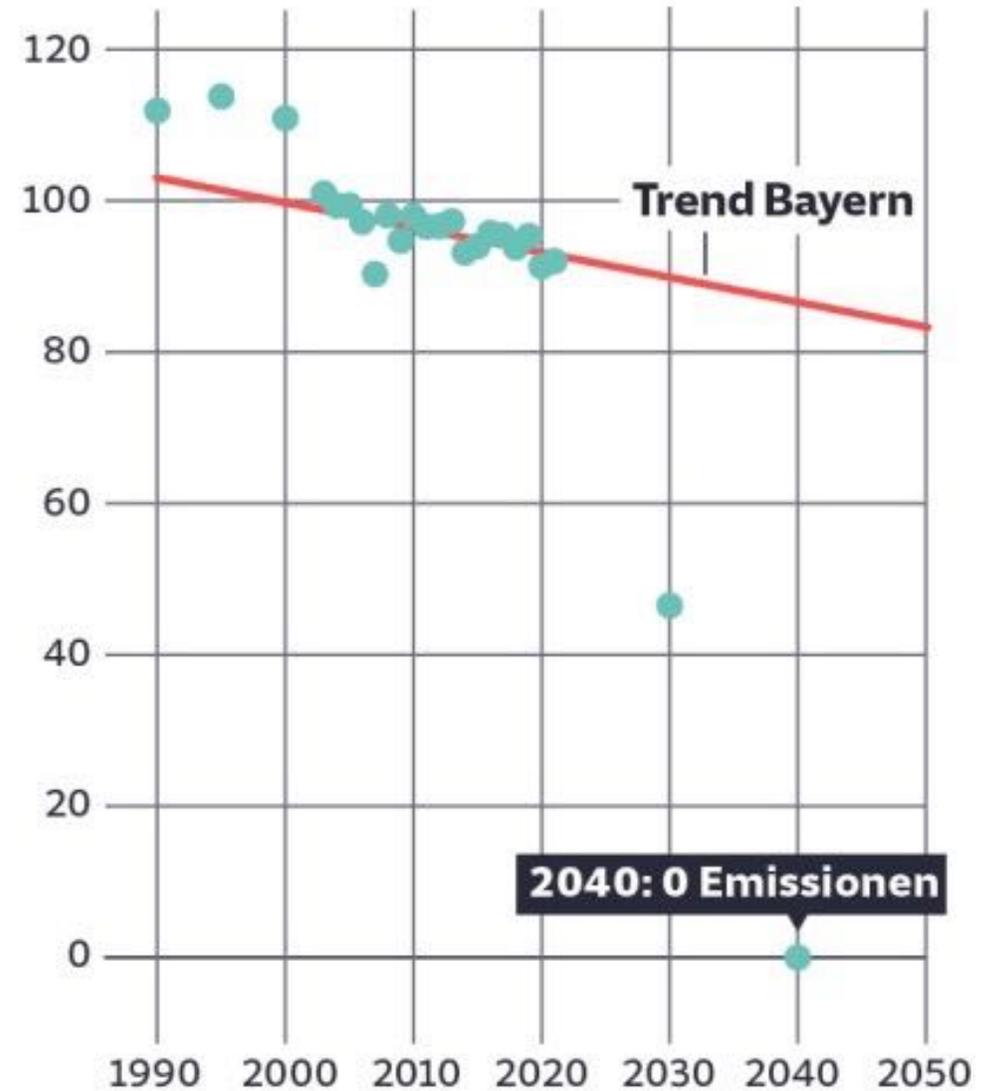
KOPERNIKUS
 P2X **PROJEKTE**
 Die Zukunft unserer Energie

GEFÖRDERT VOM
 Bundesministerium
 für Bildung
 und Forschung

CO₂-äq. in Bayern



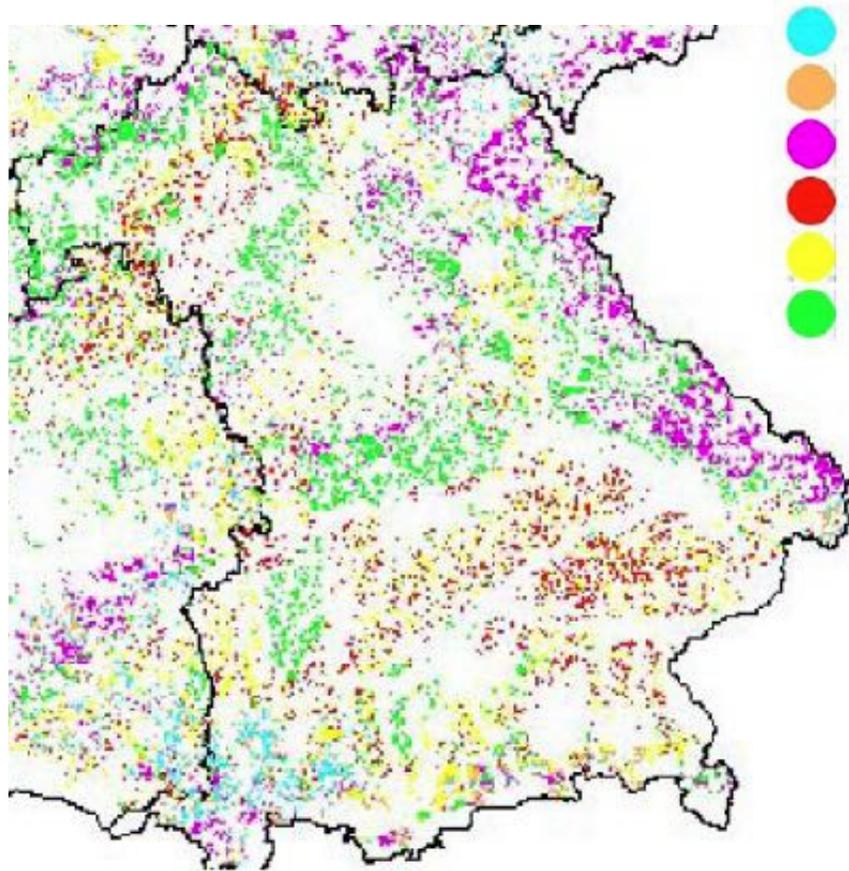
Trend: Klimaneutral in **230 Jahren**



Potenzial

Windkraft-Potenzial in Bayern ist sehr groß

bei 1000 m Abstand reicht 1 % für 50 % des bay. Strombedarfs



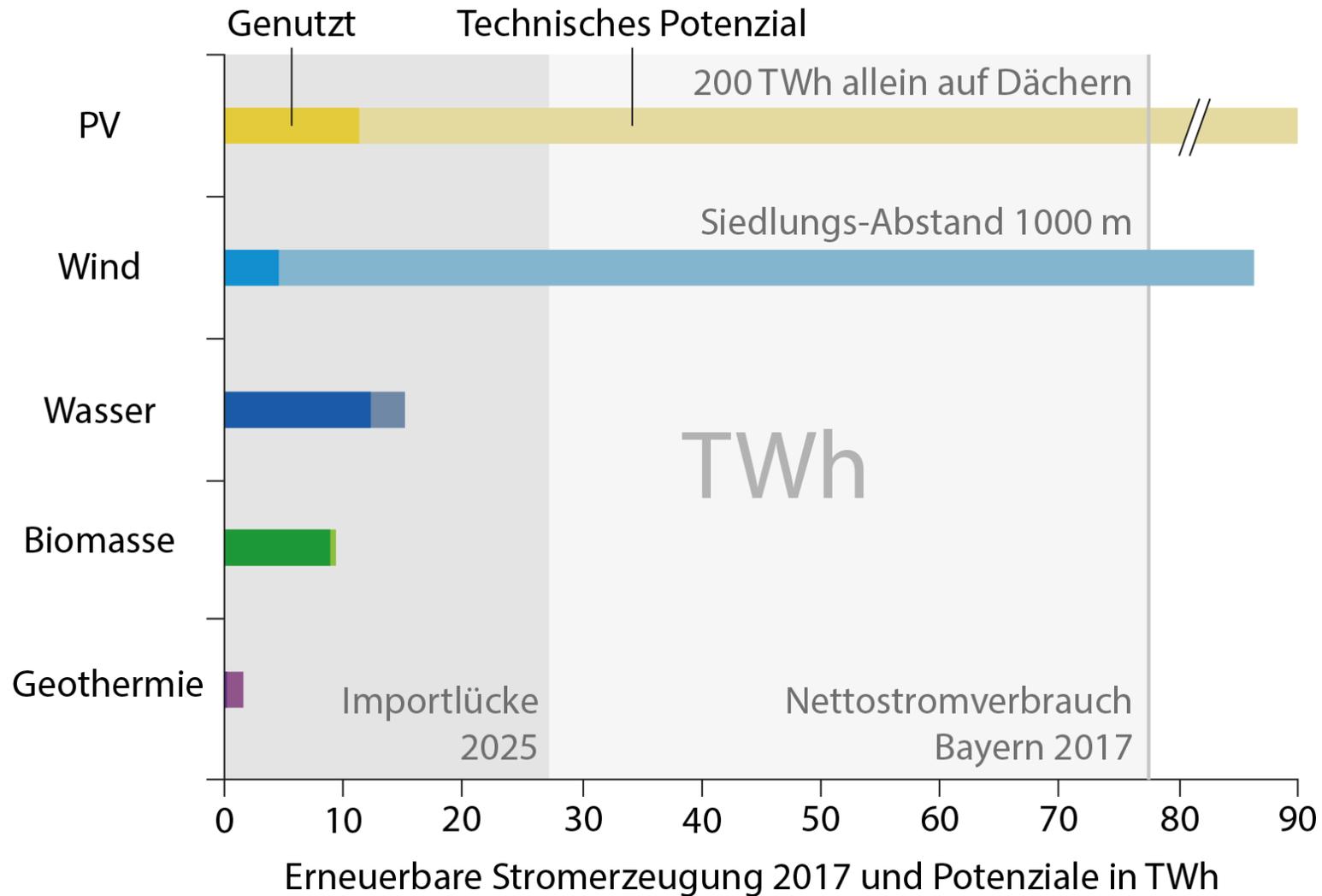
- Ohne Restriktion Anlagen für gute Standorte
- Wald ohne Schutzgebiete Anlagen für gute Standorte
- Schutzgebiete Anlagen für gute Standorte
- Ohne Restriktion Schwachwindanlage
- Wald ohne Schutzgebiete Schwachwindanlage
- Schutzgebiete Schwachwindanlage

auf 22 % der Landesfläche (Abb.) → **316 GW**

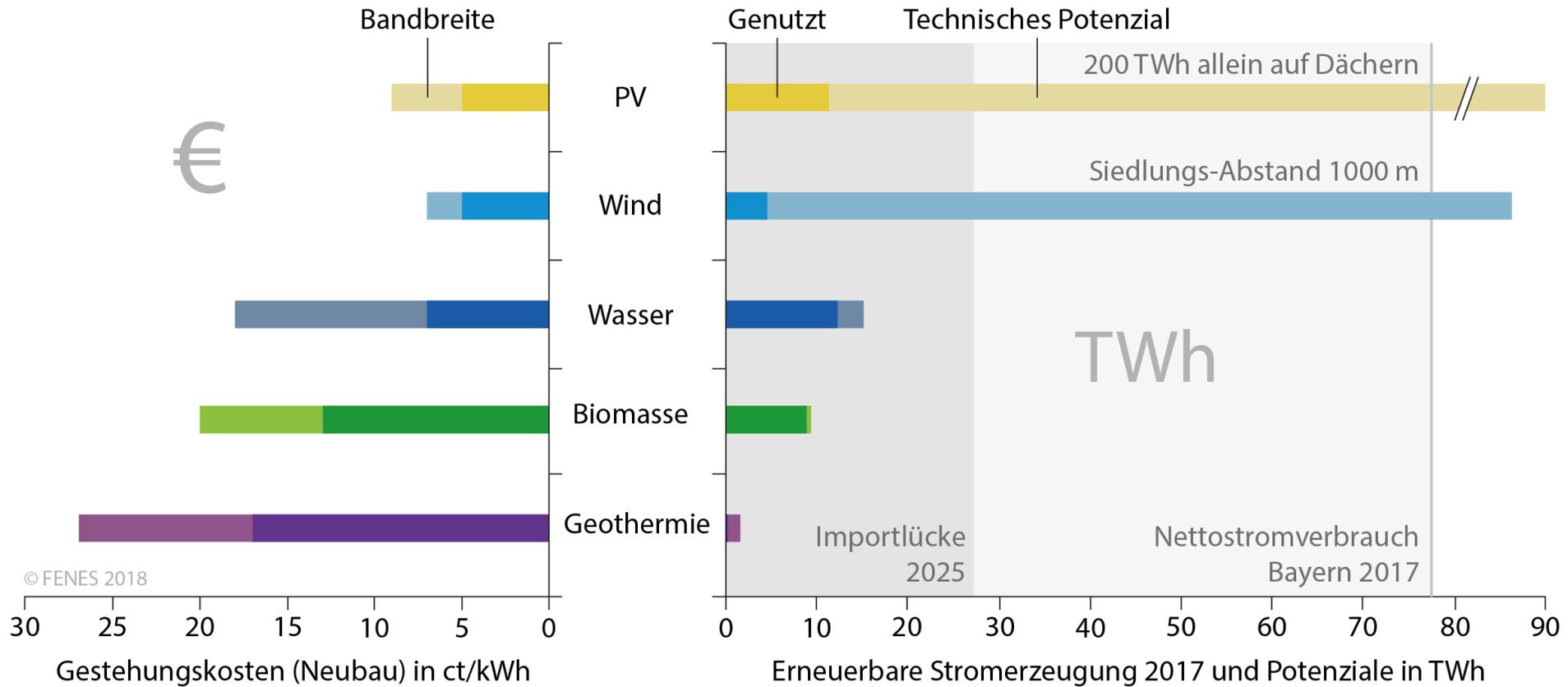
auf 8 % der Landesfläche → **115 GW**

auf 2 % der Landesfläche → **41 GW**

Erneuerbare Energien in Bayern Potenzial

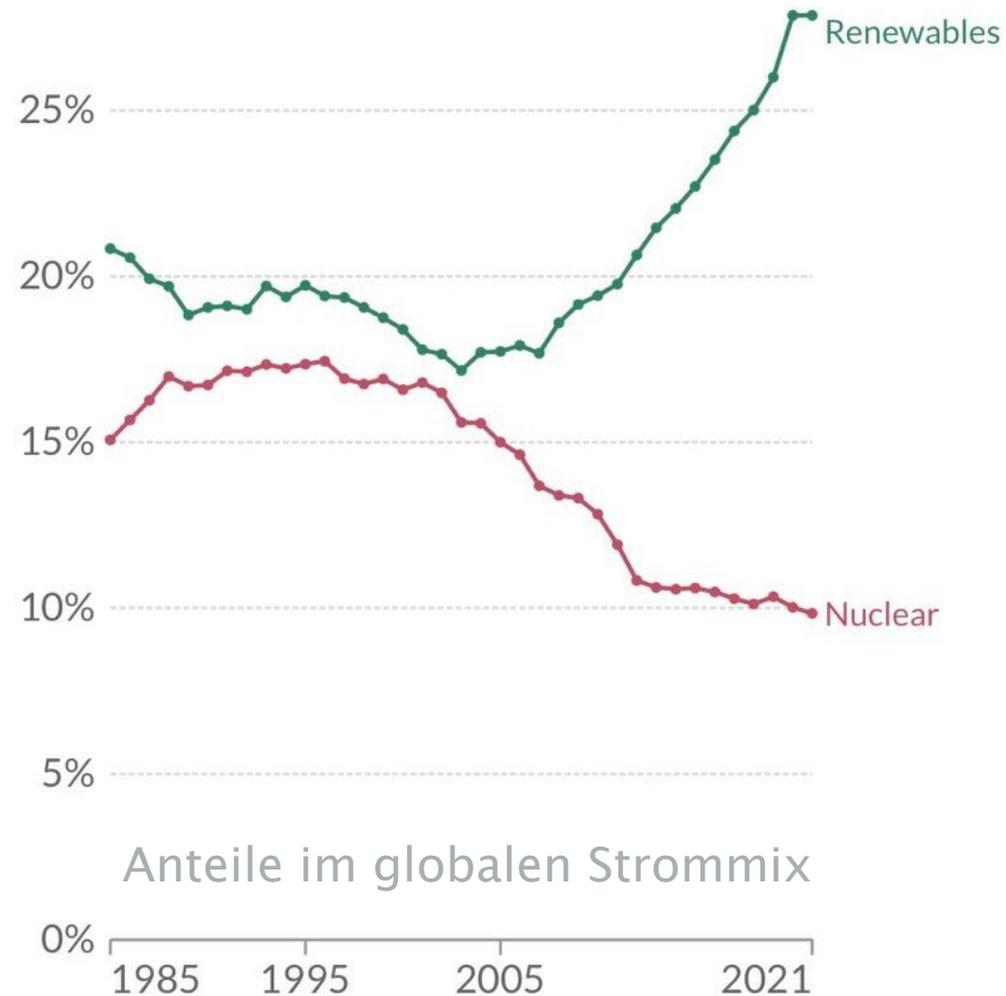
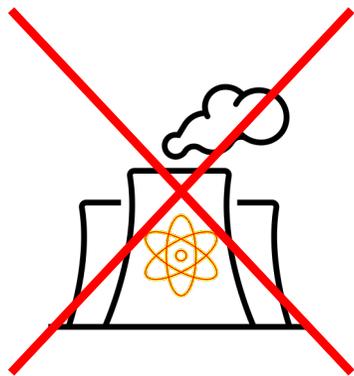


Erneuerbare Energien in Bayern Kosten vs. Potenzial

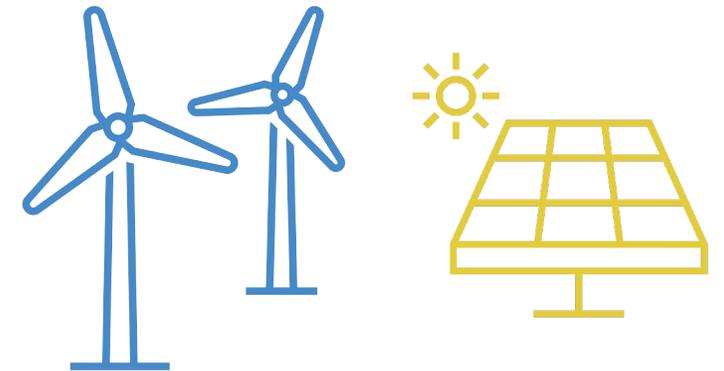


Zum Vergleich: Kosten neuer Atom- / Kohle- / Gaskraft: 20-30 €-ct/kWh
 → **4-8 x so teuer** wie Wind und Solarstrom

Atomkraft global auf dem Abstieg – Wind und Solar vorne

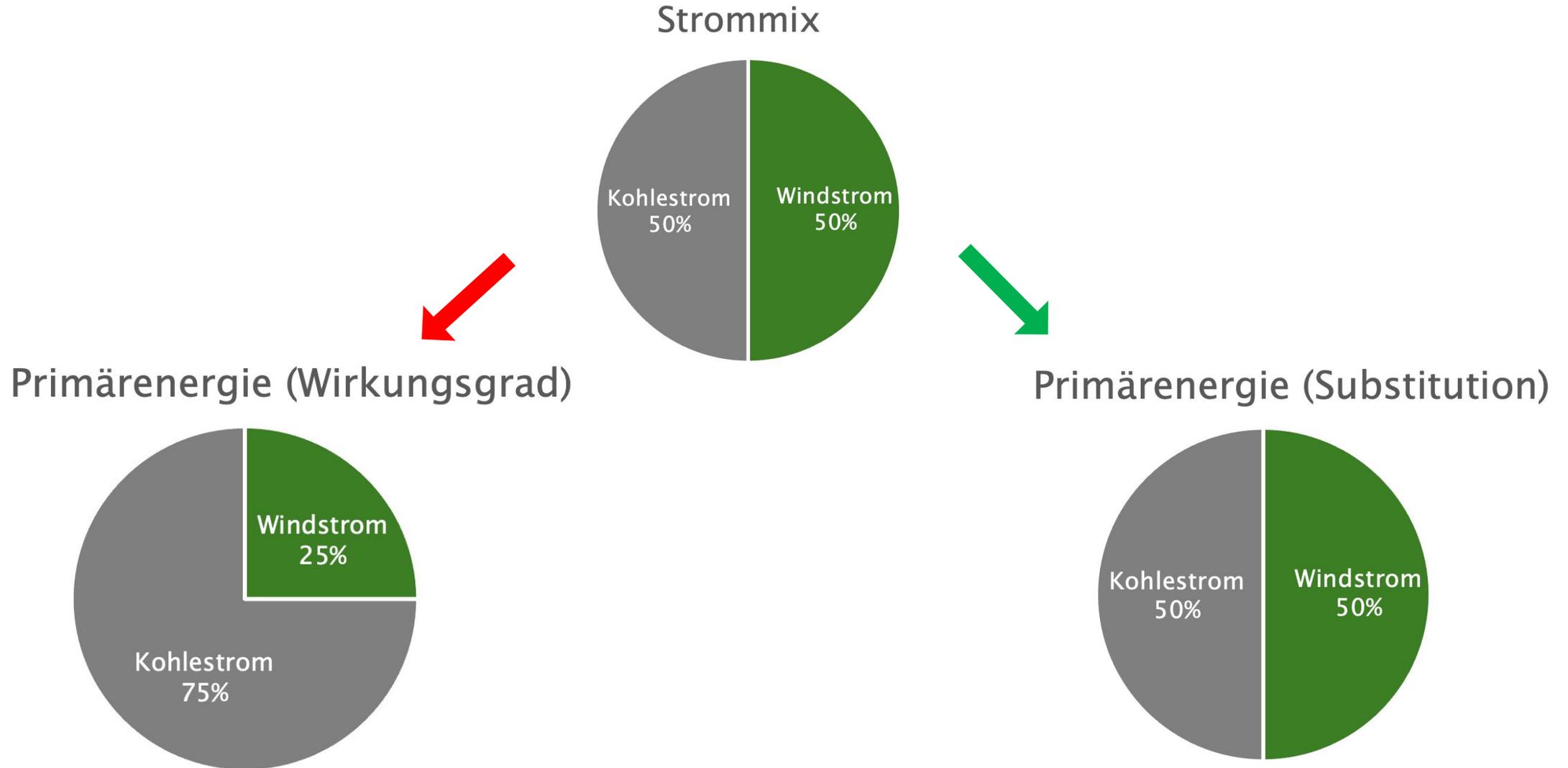


→ 90 % aller Invests in Wind + Solar

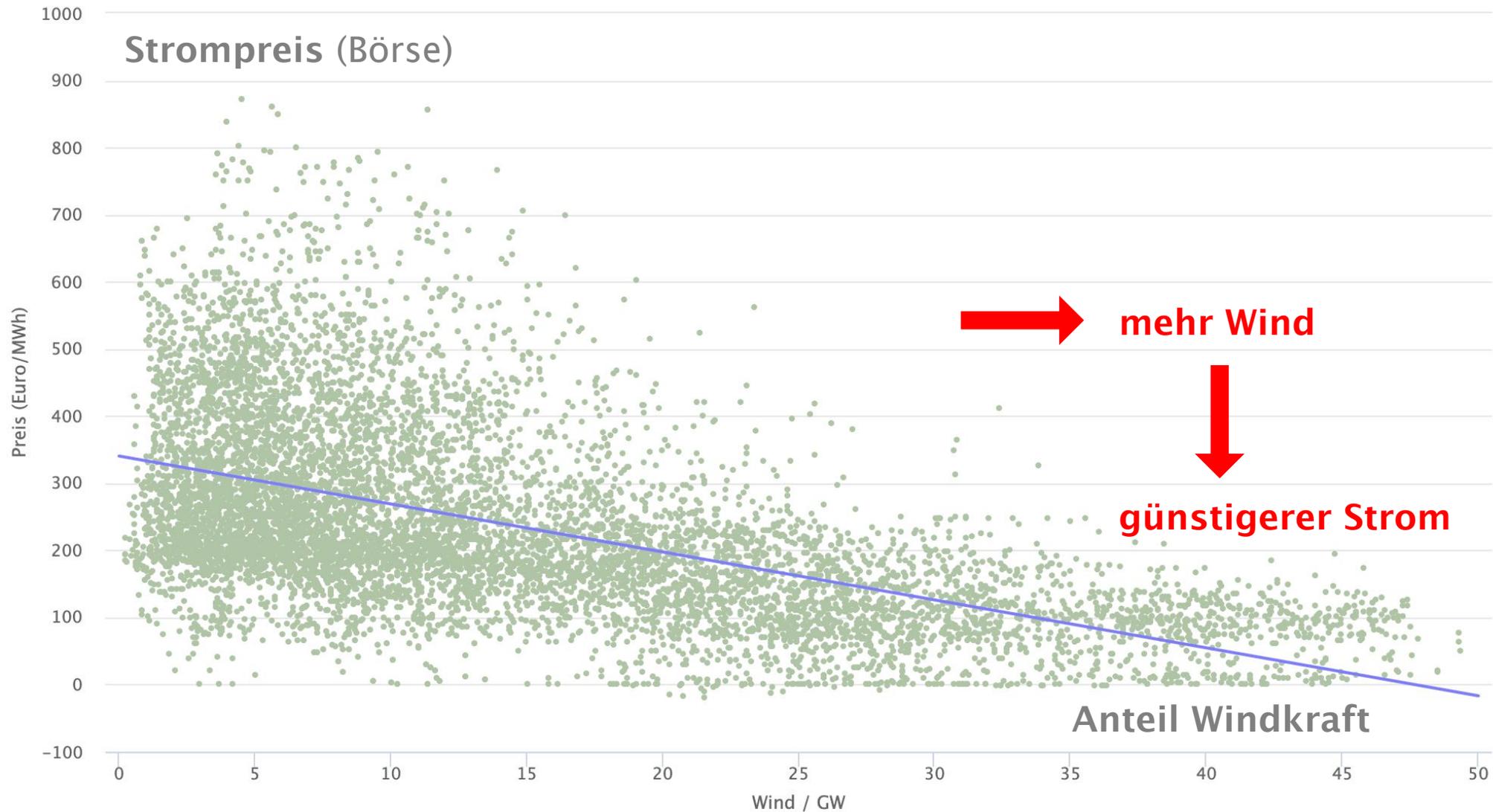


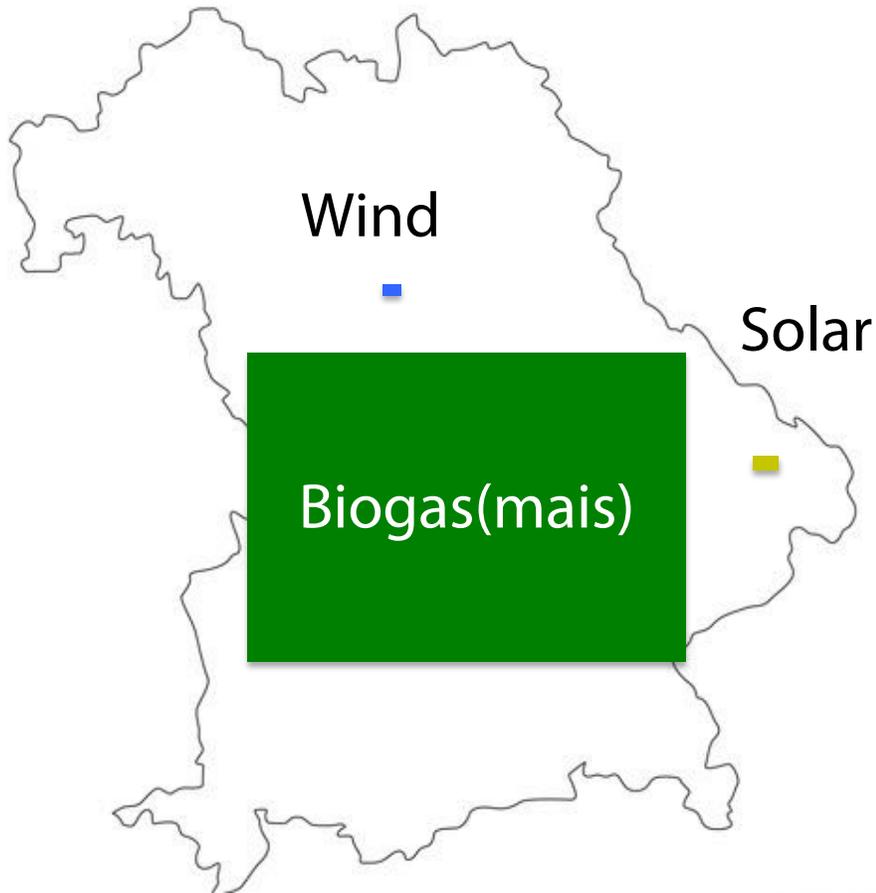
Source: BP Statistical Review of World Energy & Ember
OurWorldInData.org/energy • CC BY

Primärenergiebilanz – Achtung bei statistischer Methode!



Größter Vorteil: Bezahlbarer Strom nur mit Windkraft





Flächenbedarf exemplarisch, Nicht maßstabsgetreu

Flächenbedarf Ersatz Atomkraft



= Energiequellen mit

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

→ **Bezahlbarkeit**

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

Bayerns Wirtschaft steht hinter der Windkraft, Bayerns Politik ebenfalls

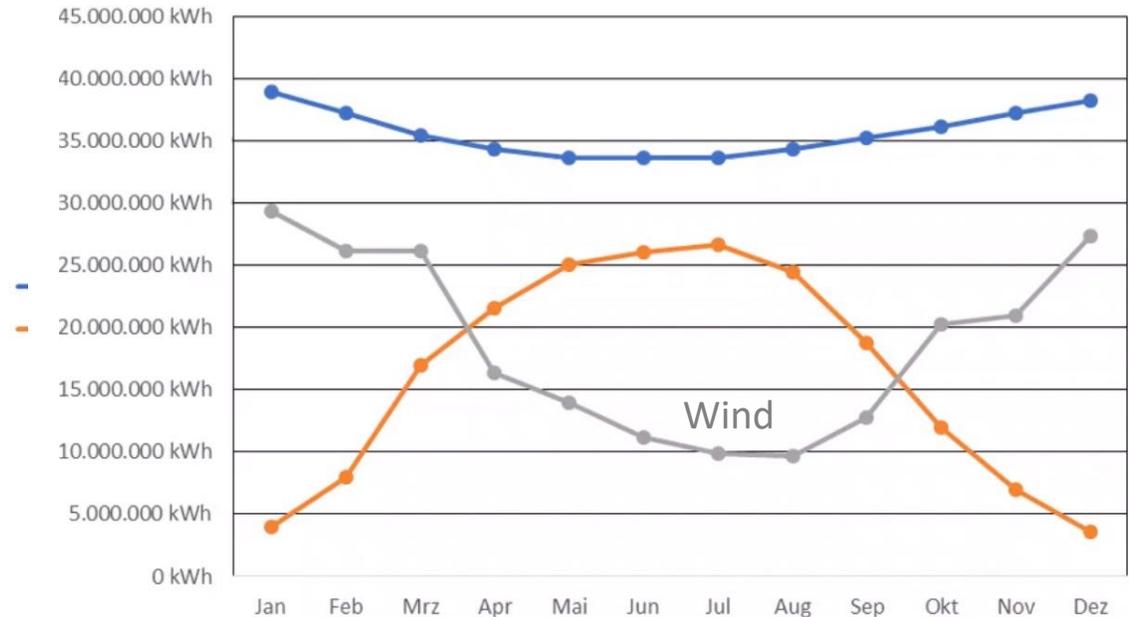
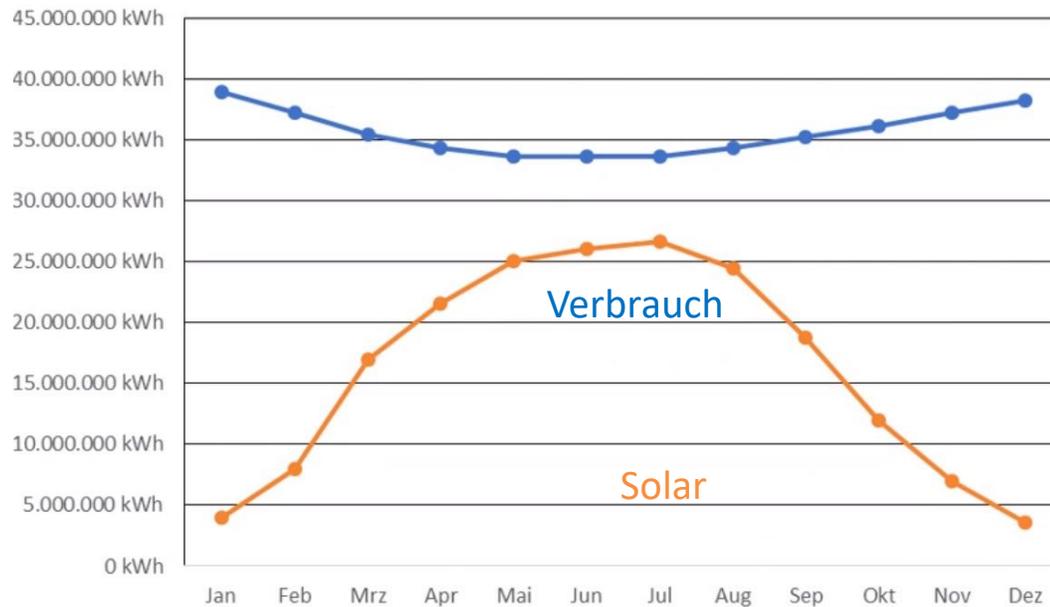
Alle erneuerbaren Energien ausbauen

Alle erneuerbaren Energien in Bayern müssen konsequent ausgebaut werden. Bayern muss sich auch beim **Ausbau der Windkraft an die Spitze setzen**. Photovoltaikanlagen müs-



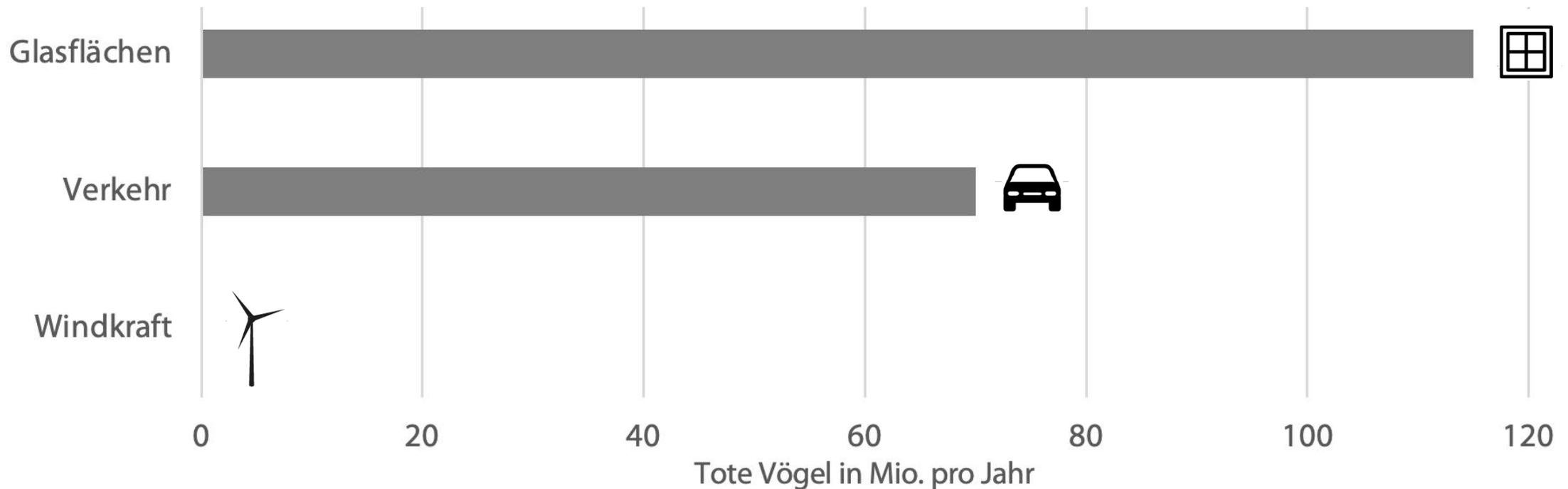
Wind ergänzt Solar!

Energiewende Landkreis Haßberge (Strom)



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

Vogelsterben durch menschlichen Einfluss in Deutschland

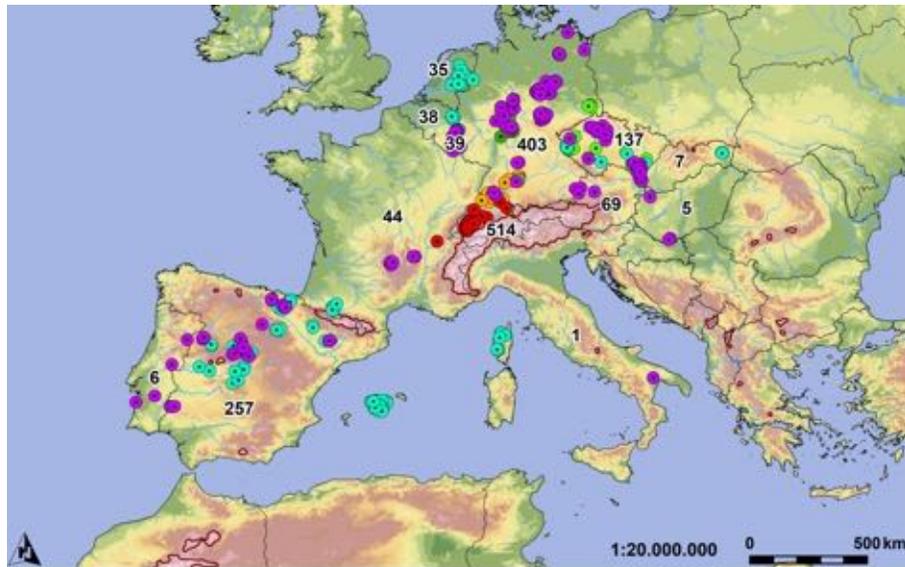


→ Bundesnaturschutzgesetz gewährleistet Artenschutz

→ Technische Möglichkeit: Abschaltung bei Vogelanflug durch KI



Vogelsterben: Windkraft auf dem letzten Platz

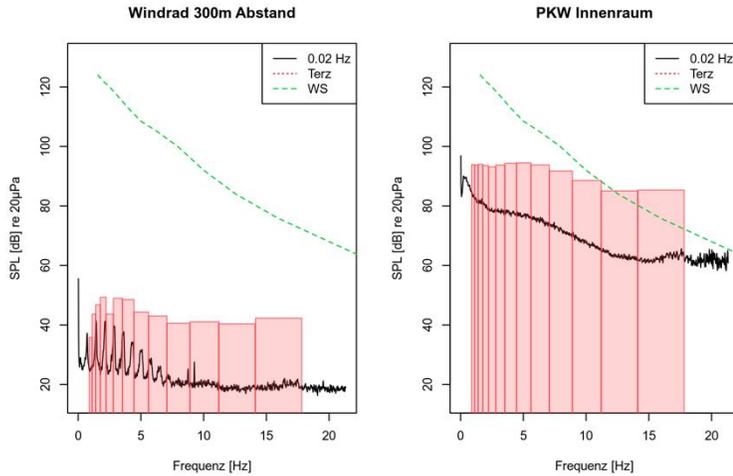


Rotmilan Telemetrie 2013 - 2022: Besenderung Rotmilane (Status: 3/2022)

Häufigste Todesursachen beim Rotmilan:

1. Fressfeinde
2. Vergiftung (z. B. Rattengift)
3. Straßenverkehr
4. Stromleitungen
5. Abschuss
6. Schienenverkehr
7. Windkraft

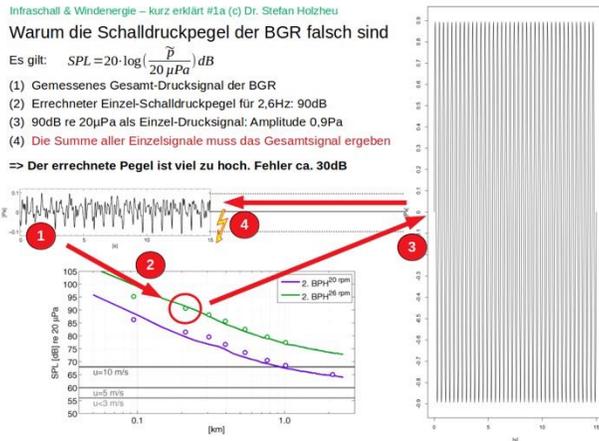
Windkraft-Infraschall ist zu schwach, um Menschen zu schaden



Selbst bei nur 300 m Abstand liegt die **Windkraft deutlich unter dem PKW** bzw. der **Wahrnehmungsschwelle**

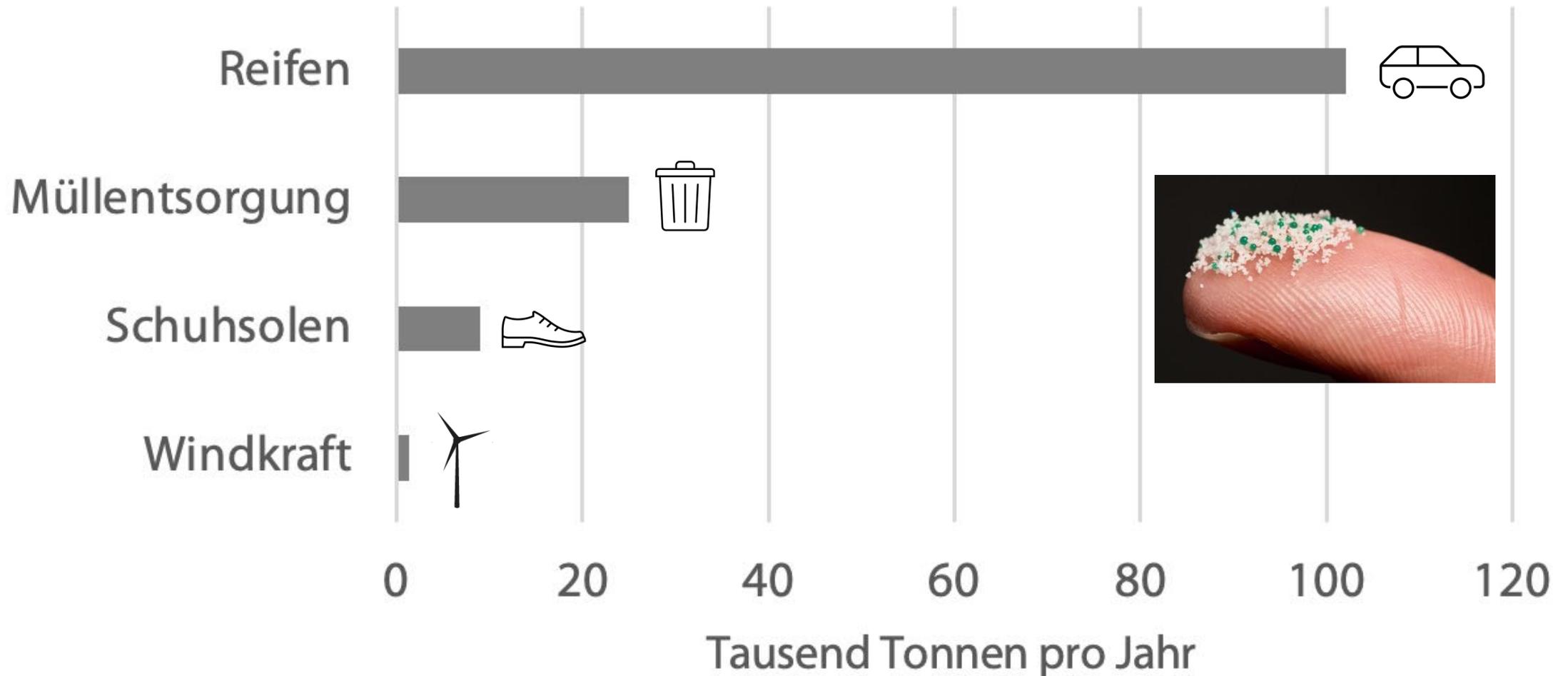
16 Jahre lang Verbreitung von Falschinformationen durch eine staatliche Bundesanstalt (BGR)

Infraschall & Windenergie – kurz erklärt #1a (c) Dr. Stefan Holzheu
 Warum die Schalldruckpegel der BGR falsch sind
 Es gilt: $SPL = 20 \cdot \log\left(\frac{\bar{p}}{20 \mu Pa}\right) dB$
 (1) Gemessenes Gesamt-Drucksignal der BGR
 (2) Errechneter Einzel-Schalldruckpegel für 2,6Hz: 90dB
 (3) 90dB re 20µPa als Einzel-Drucksignal: Amplitude 0,9Pa
 (4) Die Summe aller Einzelsignale muss das Gesamtsignal ergeben
 => Der errechnete Pegel ist viel zu hoch. Fehler ca. 30dB



Rechenfehler 36 dB, entspricht
Schalleistung Faktor 4096 zu hoch!

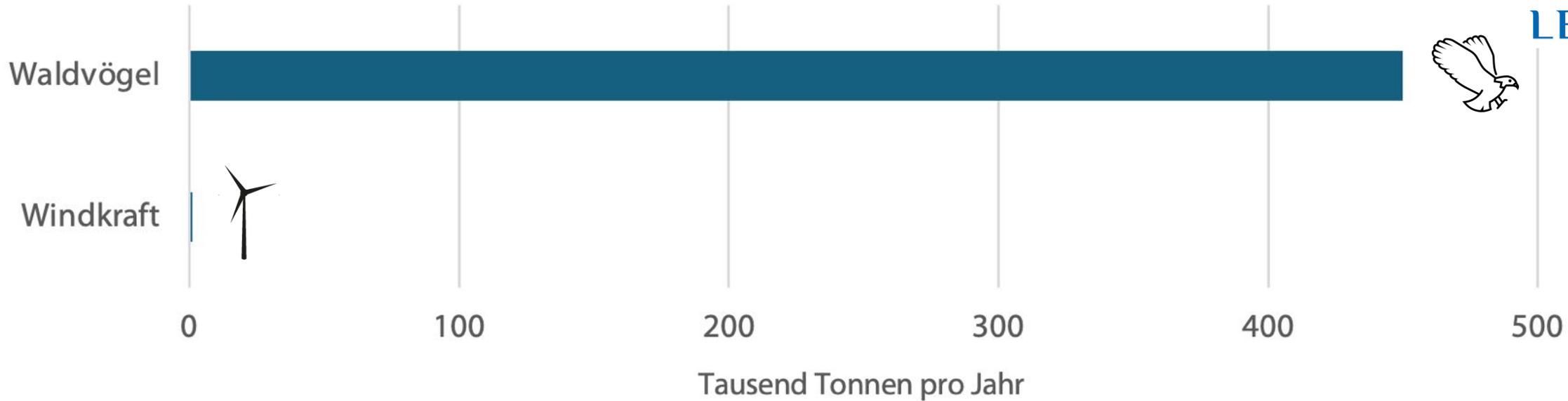
Mikroplastik-Abrieb: Windkraft auf dem letzten Platz



Insektensterben: Windkraft hat kaum Einfluss



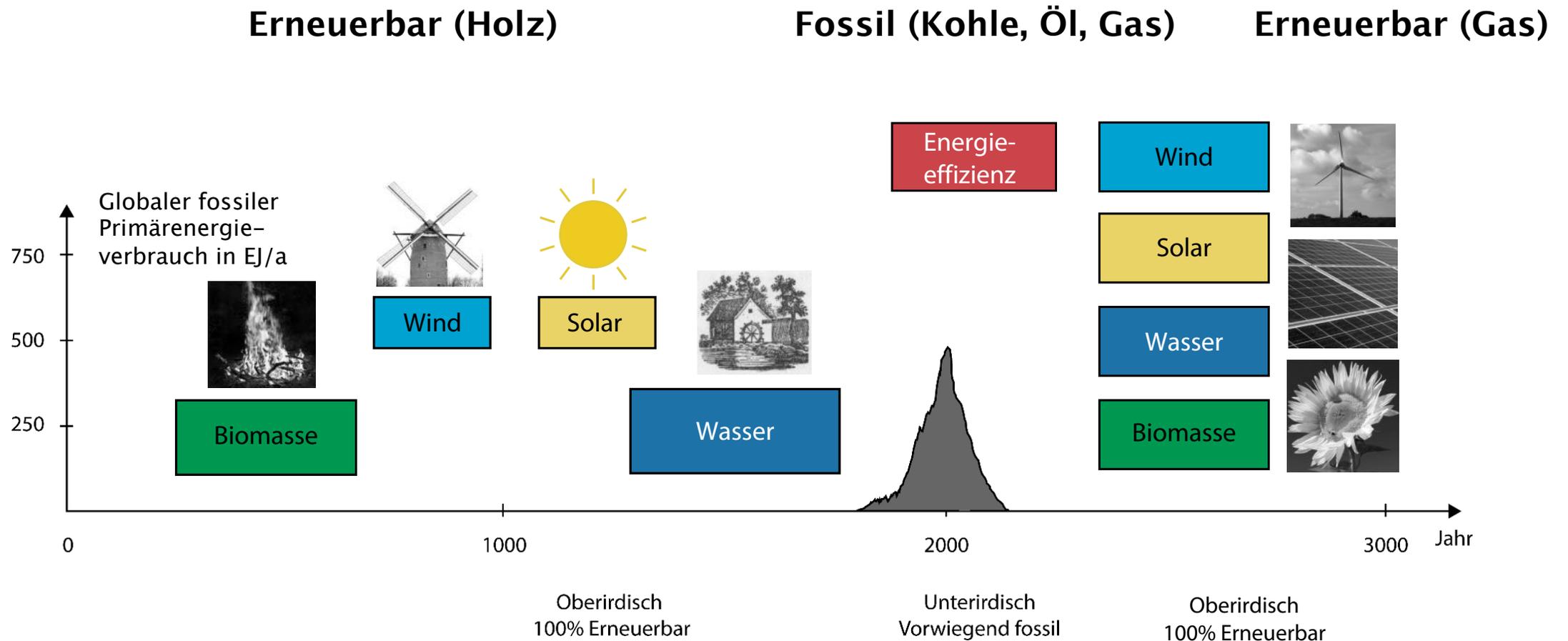
LBV



Wind- und Solarkraft verändert die Optik – Beispiel Wolfsegg, LK Regensburg



Die **Energieversorgung** wird wieder 100 % erneuerbar und **oberirdisch, wie früher**



Windstrom aus dem Würmtal

Beispiel je Anlage



1 Windkraftanlage

11 Mio. kWh je Anlage



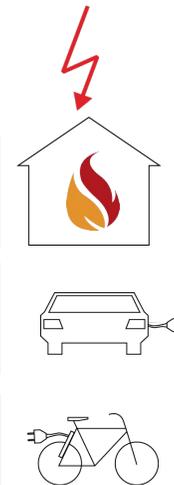
**ca. 1.100 Dachanlagen
mit 10 kW**

→ Strom für 3.100 Haushalte

→ Wärme für 3.300 Haushalte

→ Mobilität für 5.000 E-Autos

oder für 1,6 Mrd. km E-Bike



Annahmen: Stromverbrauch: 3500 kWh/a
Wärmebedarf: 10.000 kWh/a über Wärmepumpe mit COP > 3 gedeckt
Mobilitätsbedarf: 15.000 km mit 15 kWh/100 km (Zoe) bzw. 0,7 kWh/100 km E-Bike

CO₂-Minderung durch Windkraft vs. Wald im Würmtal



Wald „speichert“ ca.	12 t / ha und Jahr
CO ₂ -Emissionen Strommix in Dtl.:	434 g / kWh
CO ₂ -Emissionen Windkraft:	20 g / kWh
Flächenverbrauch Windkraft: (ohne Zuwegung)	0,3 ha / Anlage

Ertrag je Anlage 11 Mio. kWh/a

x 0,415 t / MWh

→ jede Windkraftanlage spart **4.656 t p. a.**

vs. Wald (0,3 ha): **3,6 t pro Jahr**

→ Eine Windkraftanlage spart **über 1.200 x mehr CO₂**
als der Wald auf der Fläche

Unser Wald wird genutzt für ...



Einkommen, Ertrag



Jagd, Hobby, Freizeit



Ökologie

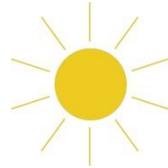
Hitzewelle in Europa

Trockenheit, Waldbrände und
Temperaturen über 40 Grad

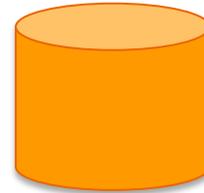
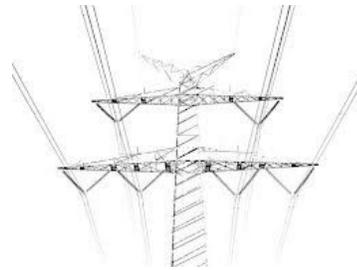
→ Windkraft **tut** dem Wald **gut!**

**Wir brauchen
Netze + Speicher**

Erzeugung



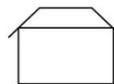
Verteilung
Speicherung



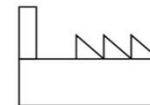
Verbrauch



Haushalte

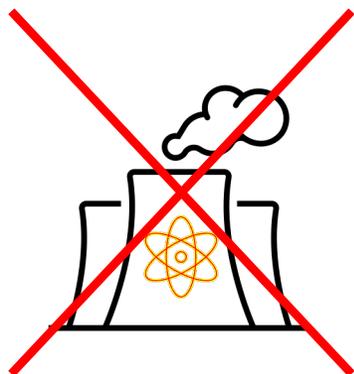


Gewerbe Handel
Dienstleistung



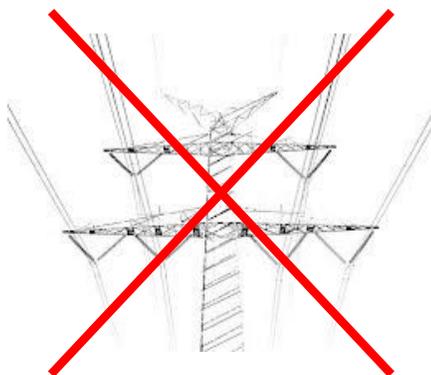
Industrie

2011

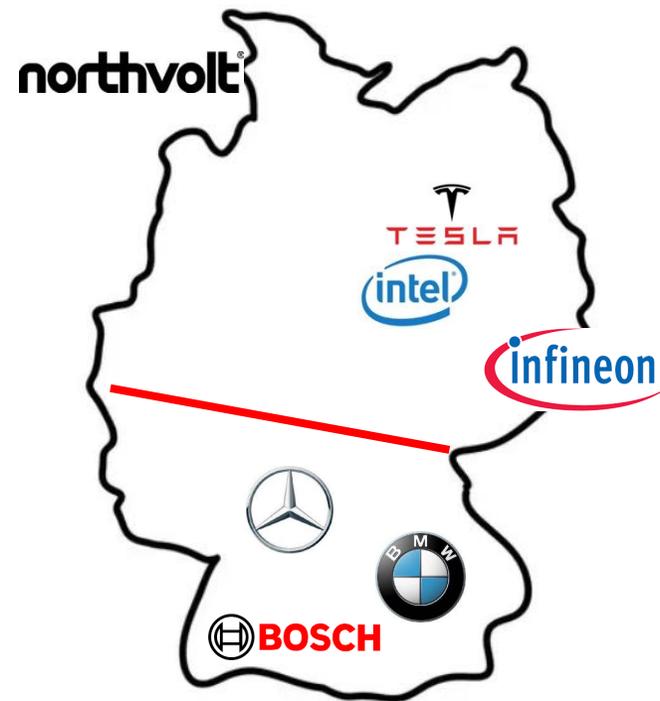


2014/15

10 H

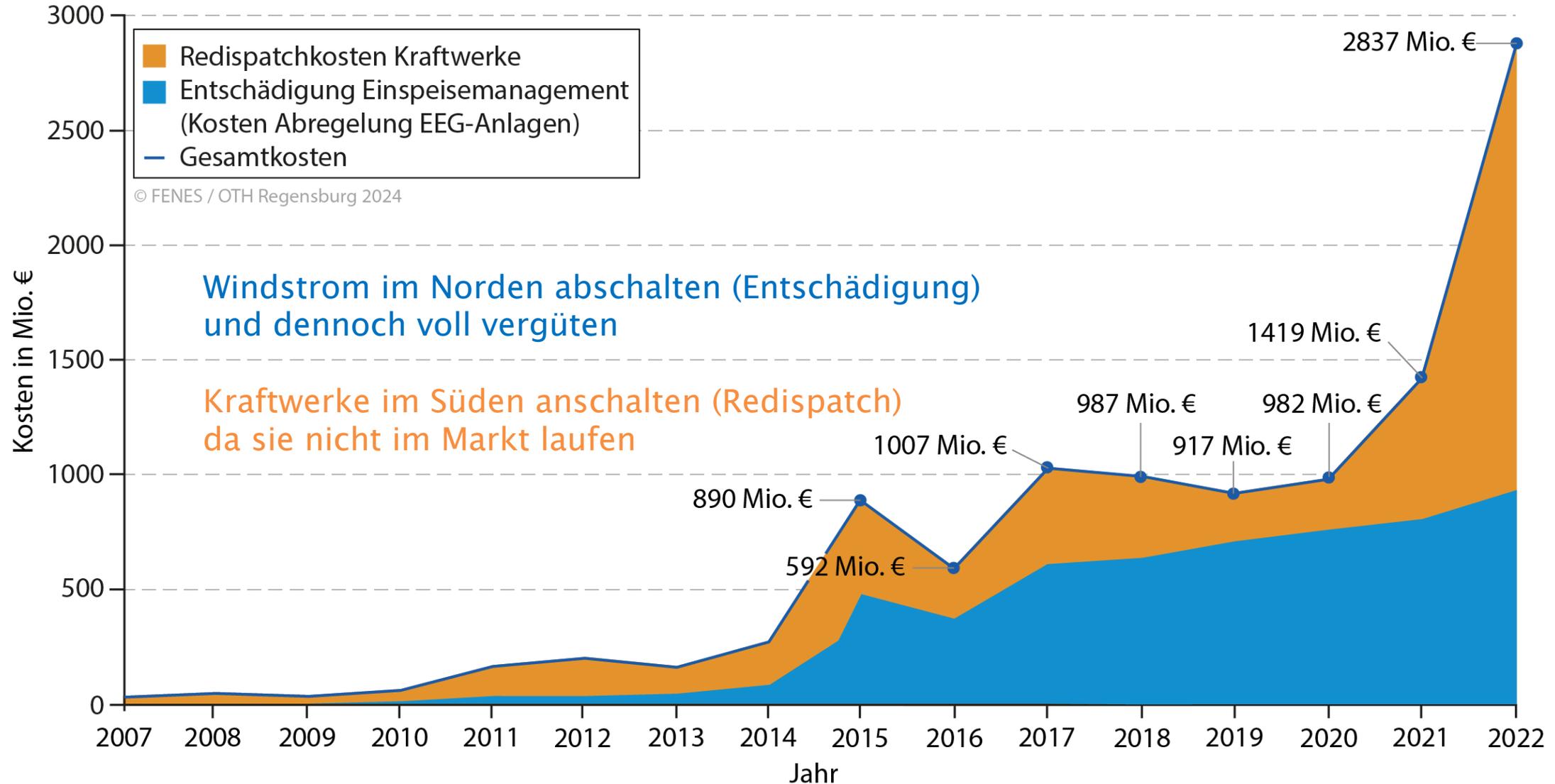


2023



+ 15 Mrd. €

Windkraft "nur im Norden" verursacht unnötige Mrd. Mehrkosten



Welche Speicher haben wir?

Grobe Einordnung



Kurzzeitspeicher
 →
 Stunden, Tage

Pumpspeicher, Batterien

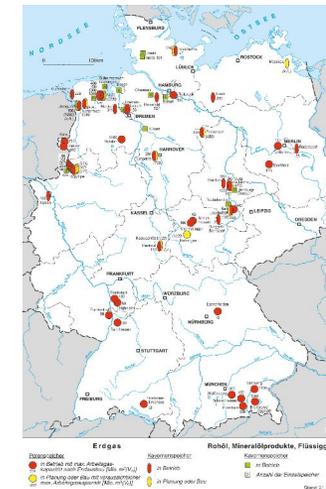
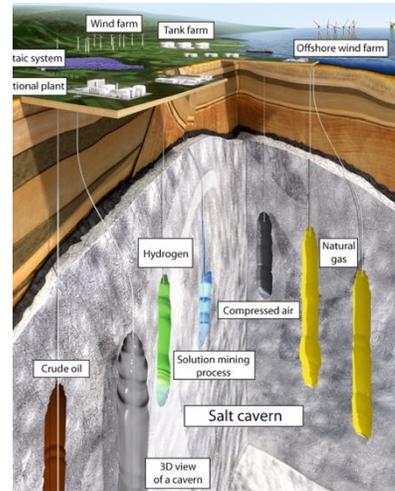


█ Pumpspeicher
 █ Batterien



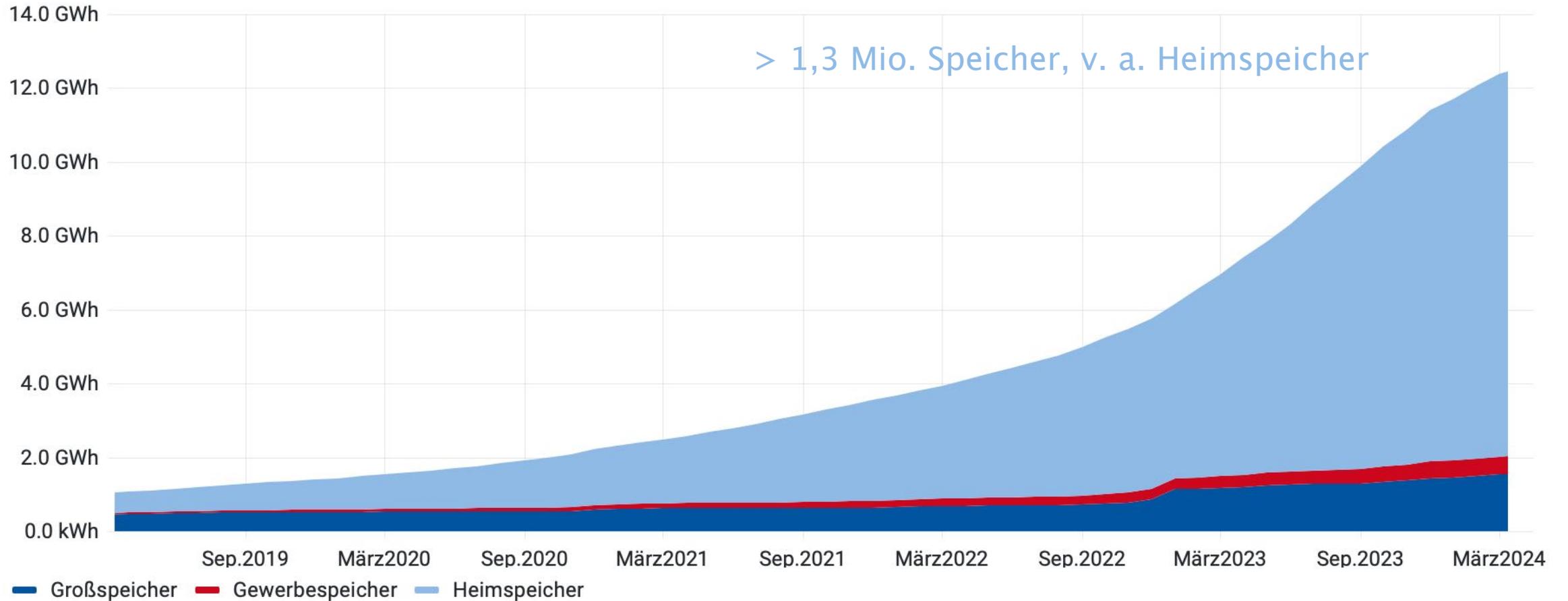
Langzeitspeicher
 →
 Wochen, Monate

Power-to-Gas, Wasserstoff, Gasspeicher

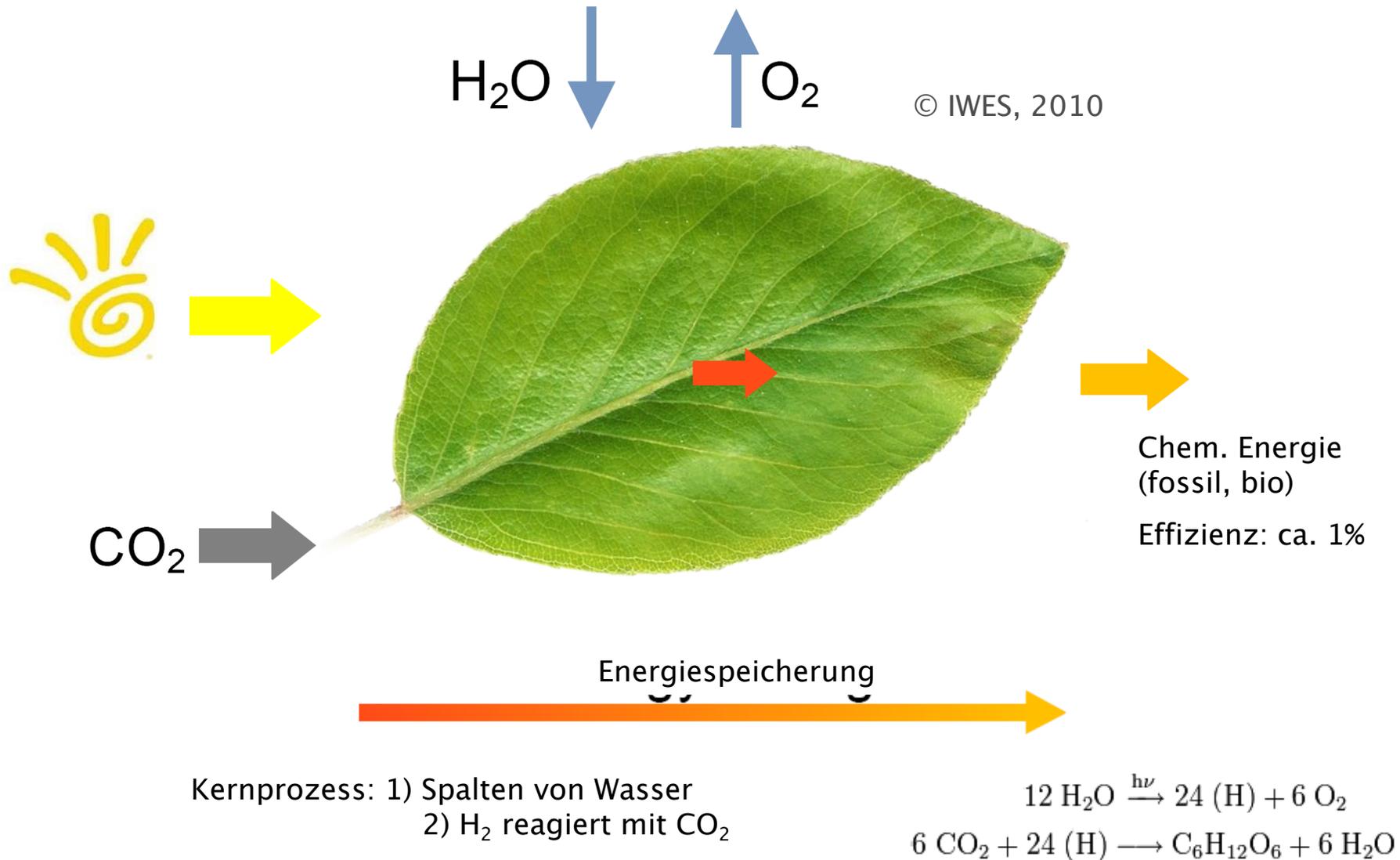


Gasspeicher

Batteriespeicher boomen!

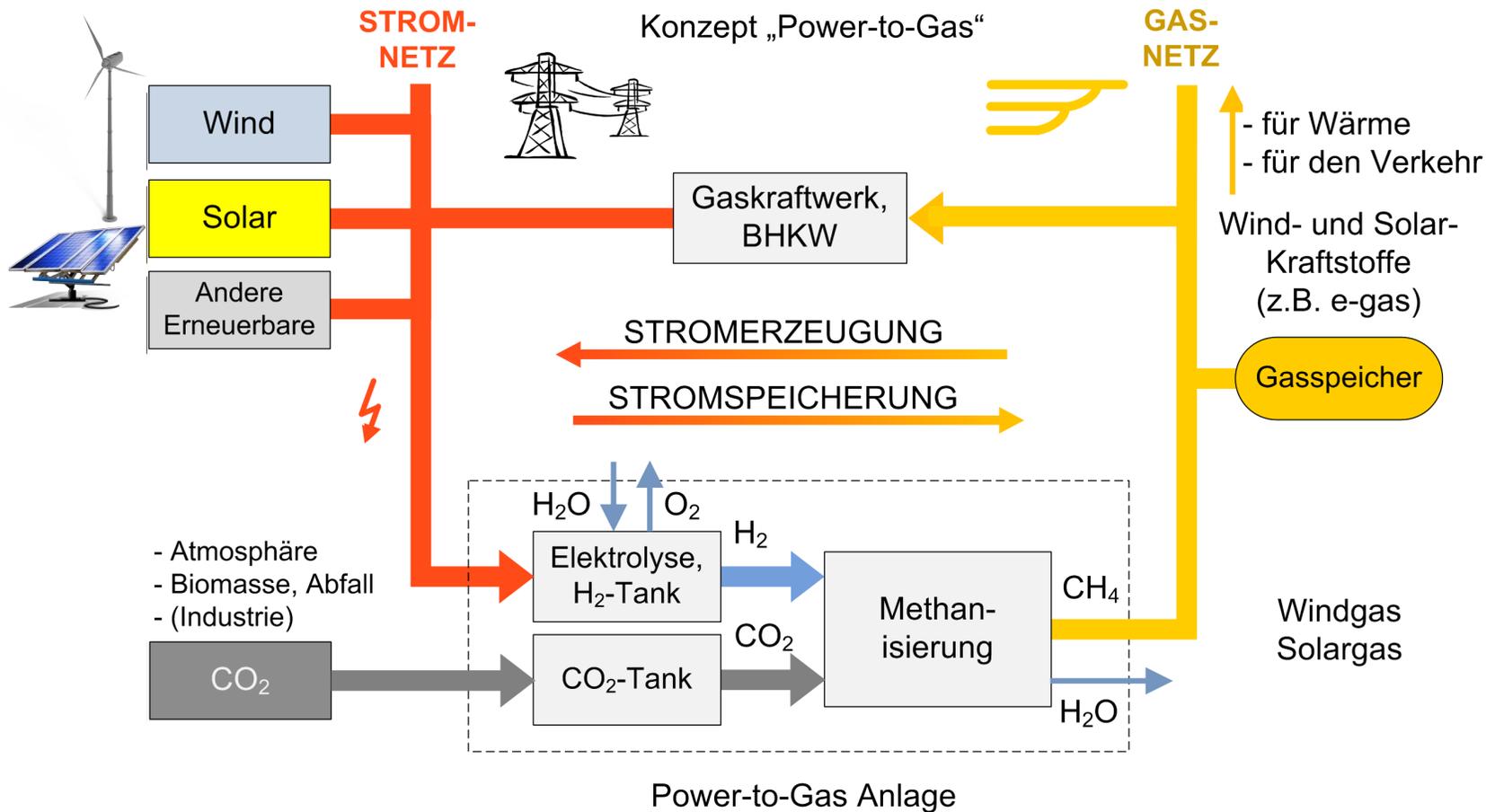


Wie speichert die Natur Energie über lange Zeiträume?



Power-to-Gas Das Original

Energiespeicherung durch Kopplung von Strom- und Gasnetz



Methanisierungsreaktor von MAN
an der Audi Anlage
2012

Grünes Gas (SNG, Biomethan) als Energieträger + Gasspeicher

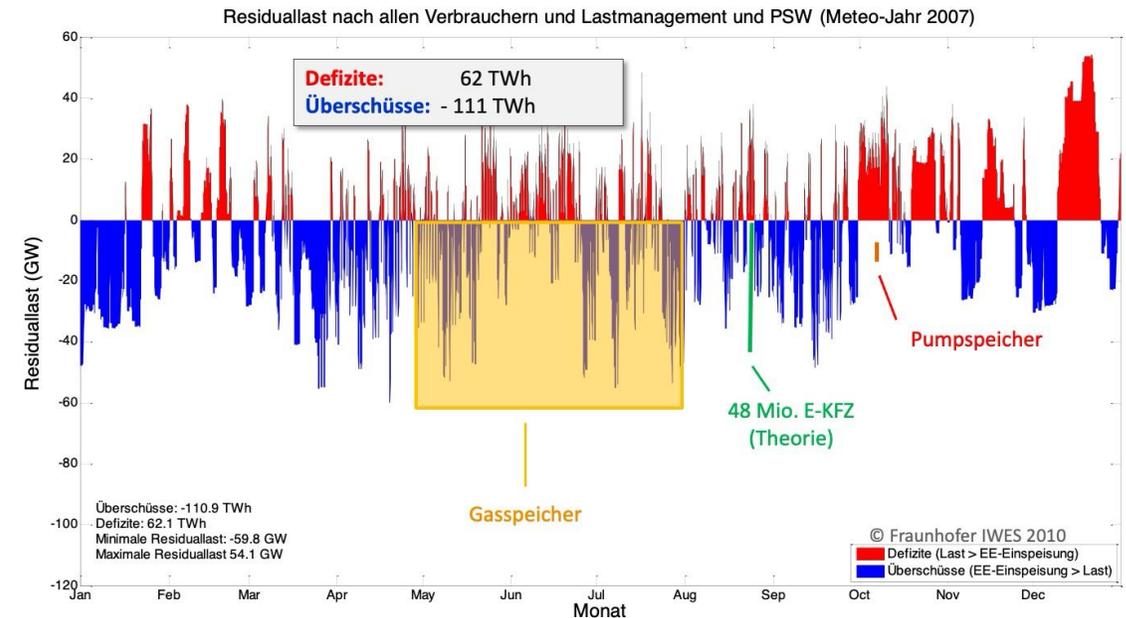
+ 100 % infrastrukturkompatibel

+ 260 TWh Speicher, 600 T km Leitung

+ Absicherung 100 % EE im Strom

+ Zugang zu allen Sektoren

+ 3x höhere Energiedichte als H₂

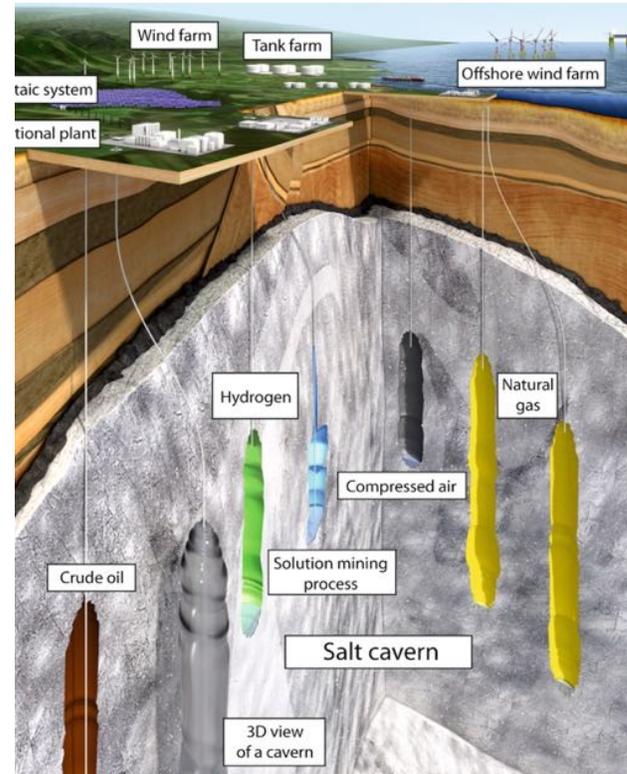


Quelle: IWES-Berechnungen für UBA Energieziel 100% Strom aus EE

Kohle/Atom**aus**stieg



Speichere**in**stieg



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

Fazit

Windkraft im Wald in Bayern + vor Ort

1. Notwendig für Versorgungssicherheit + Klimaschutz

2. Potenzial ist vorhanden und wirtschaftlich

3. Speicherproblem ist gelöst

**Jeder Beitrag zählt
auch Ihrer!**



Wer profitiert?

von verhinderten
Windparks

Teilhabe schafft Akzeptanz + Erfolge feiern



Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Michael Sterner

0941 - 943 9888

www.michael-sterner.de

