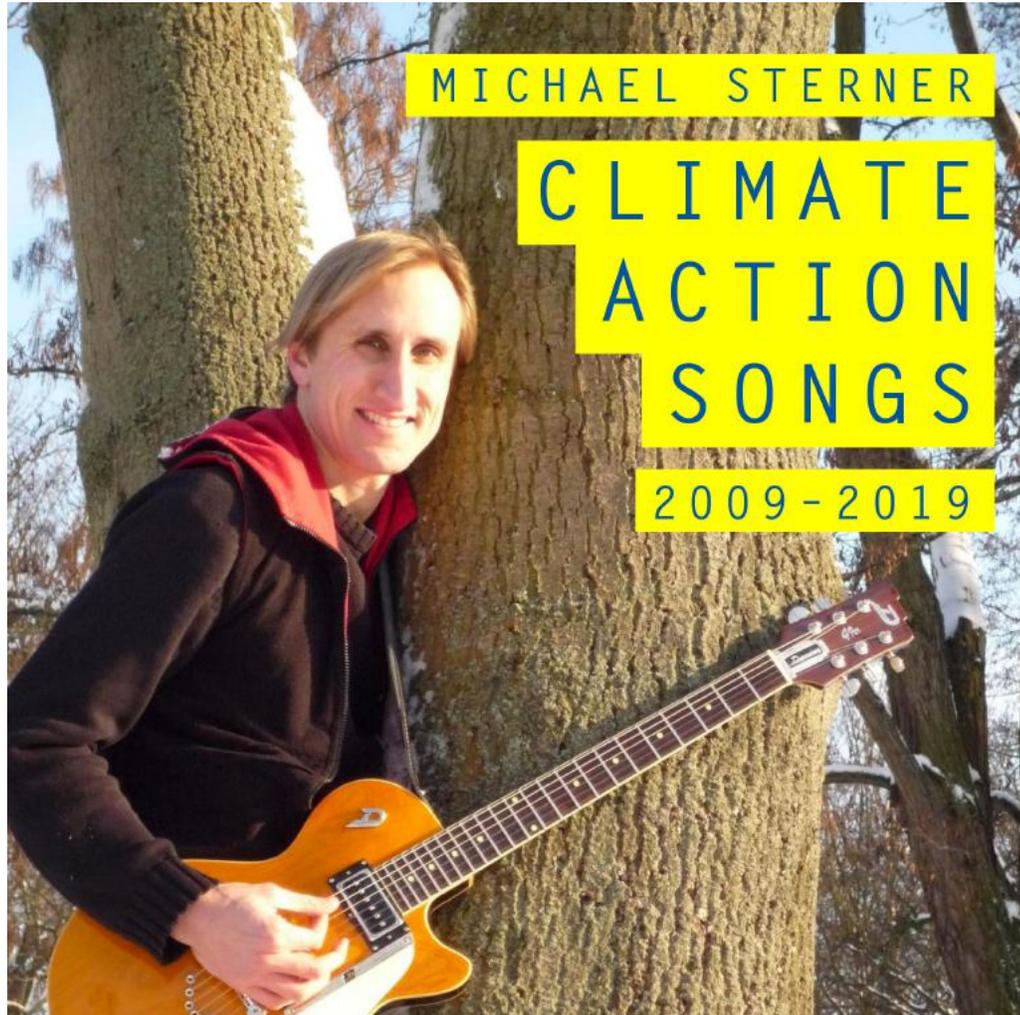


So retten wir das Klima – Energiewende einfach erklärt!

Prof. Dr.-Ing. Michael Sterner

Abbildungen zum Bestseller



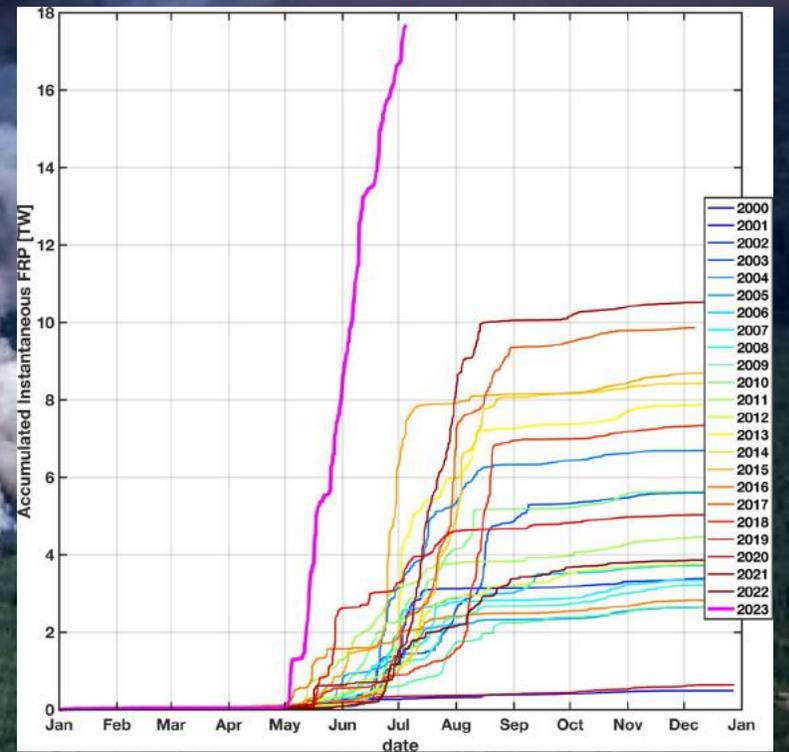
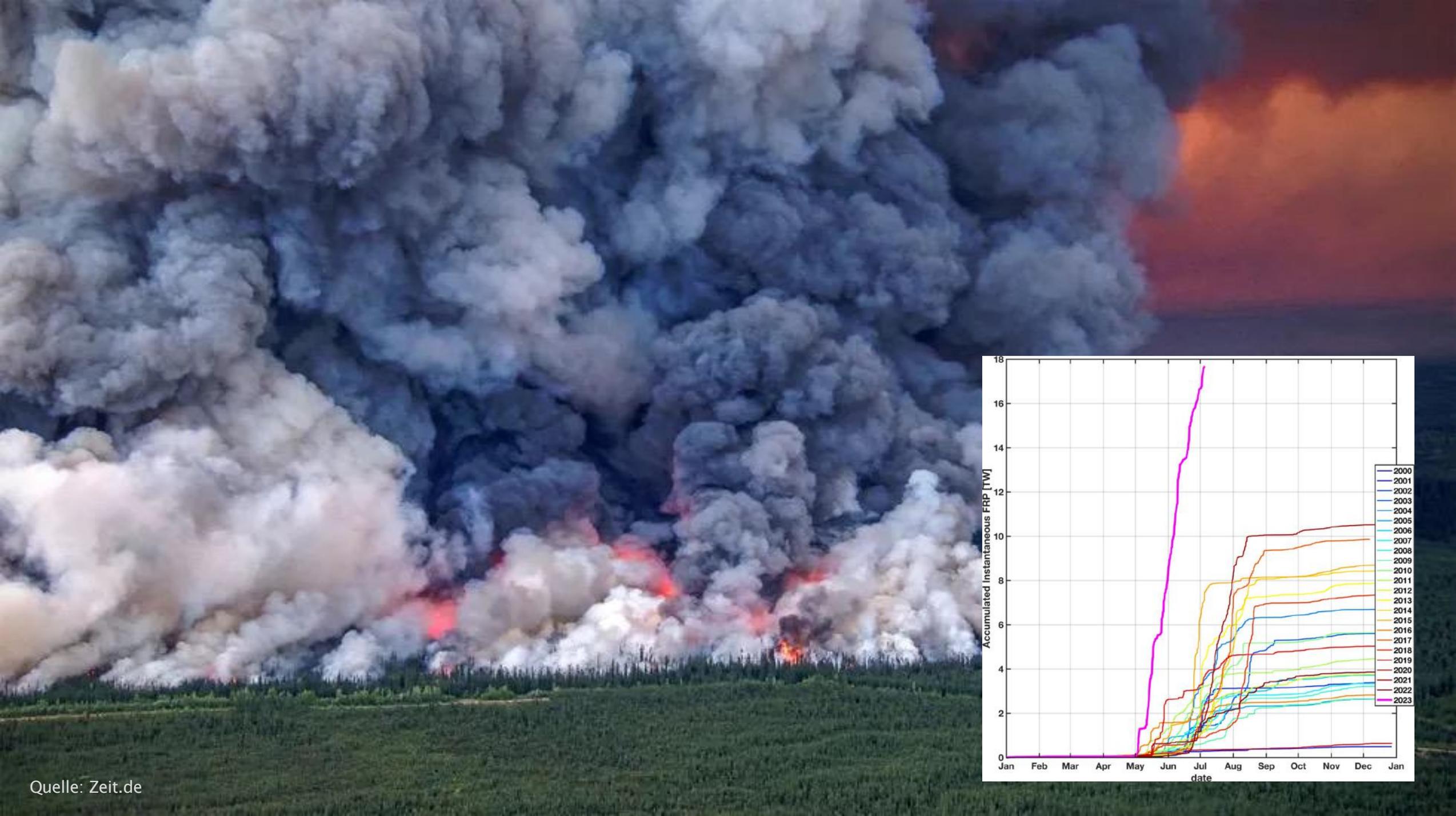


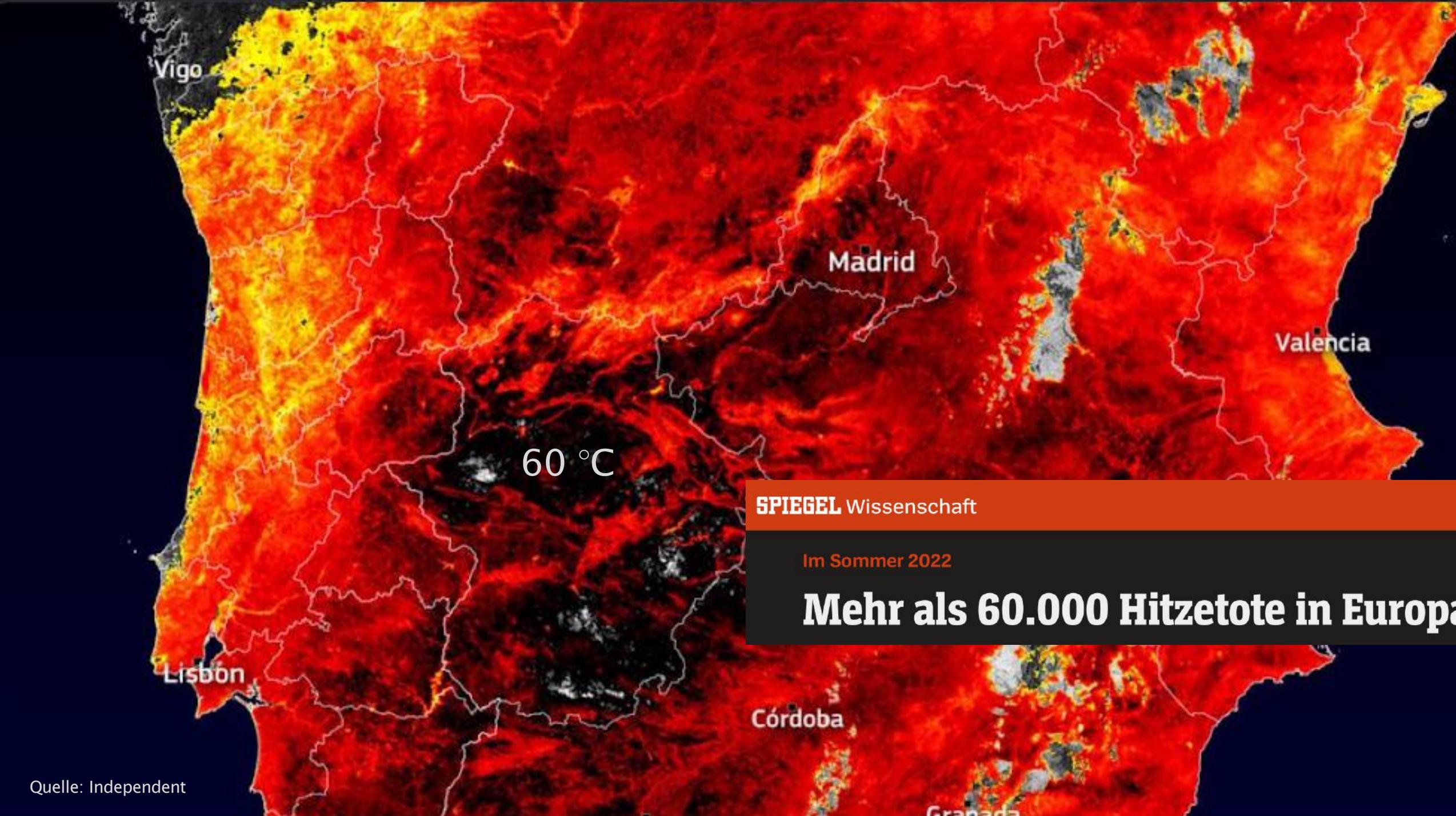
Klima

Was beobachten wir?

Trockenheit → Flächenbrand







Vigo

Madrid

Valencia

60 °C

SPIEGEL Wissenschaft

Im Sommer 2022

Mehr als 60.000 Hitzetote in Europa

Lisbón

Córdoba

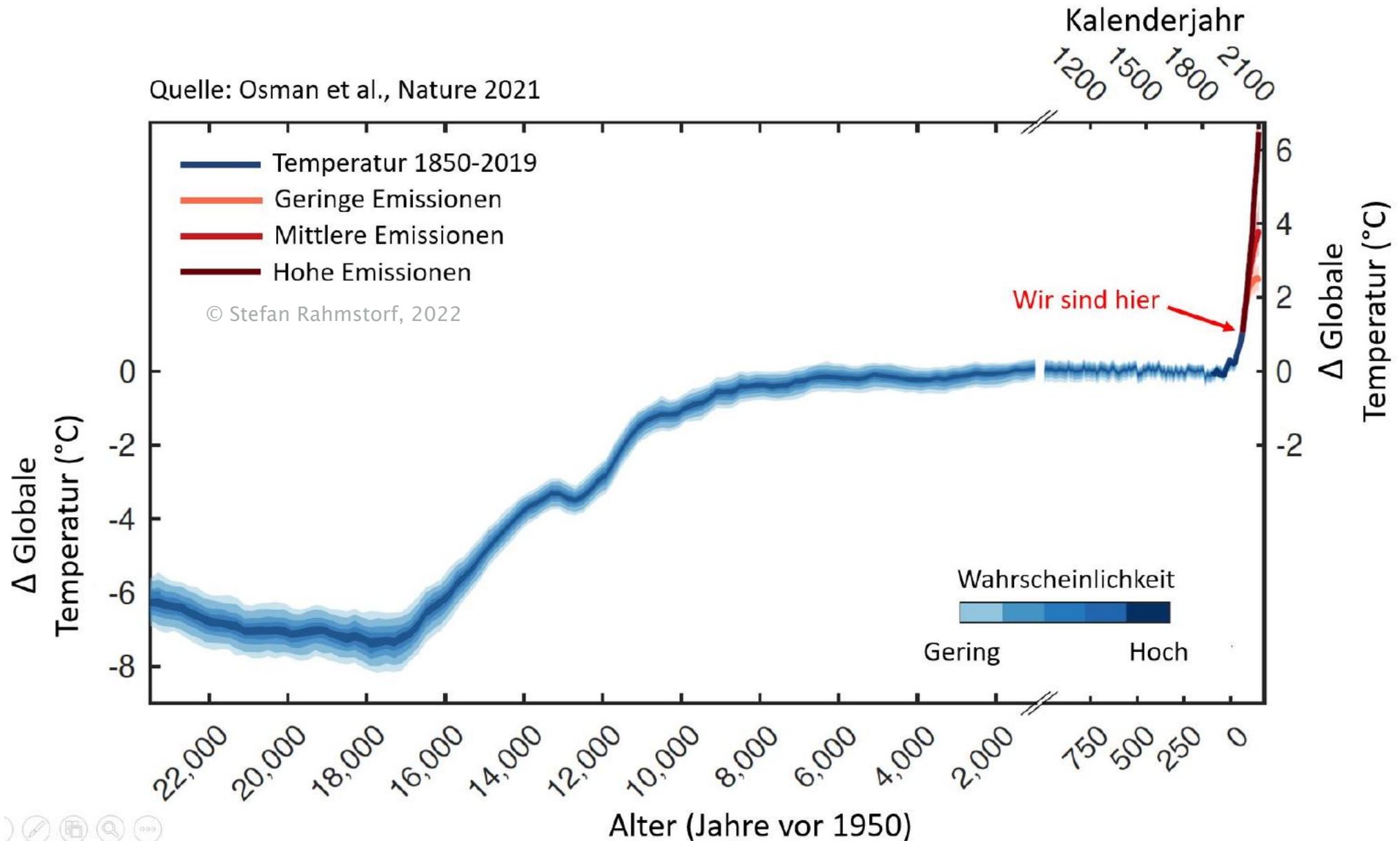
Granada

Mehr als 4.000 Tote in Libyen

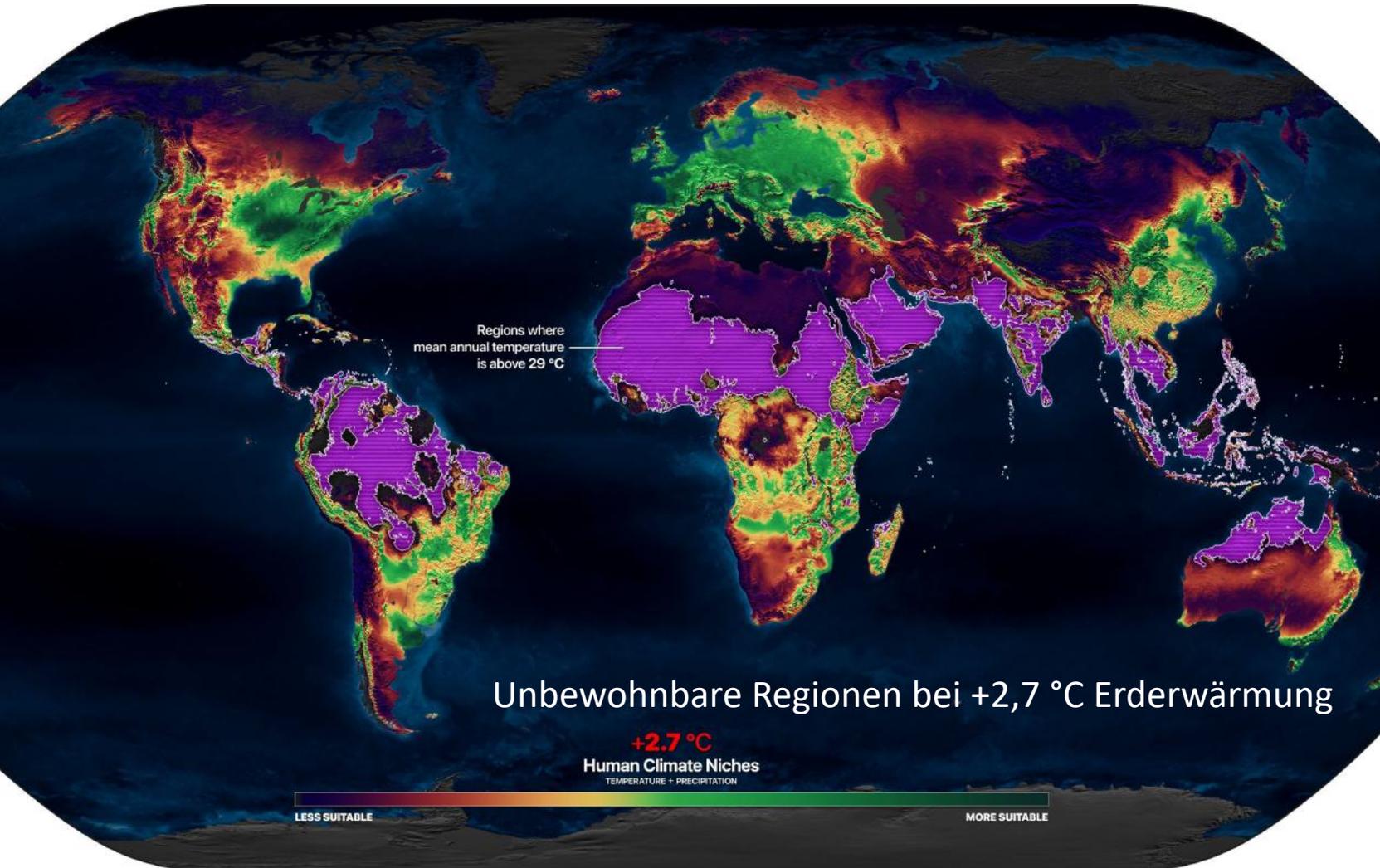


Globale Temperatur

Quelle: Osman et al., Nature 2021



Klimaschutz = Sicherung von Frieden, Stabilität und Wirtschaft

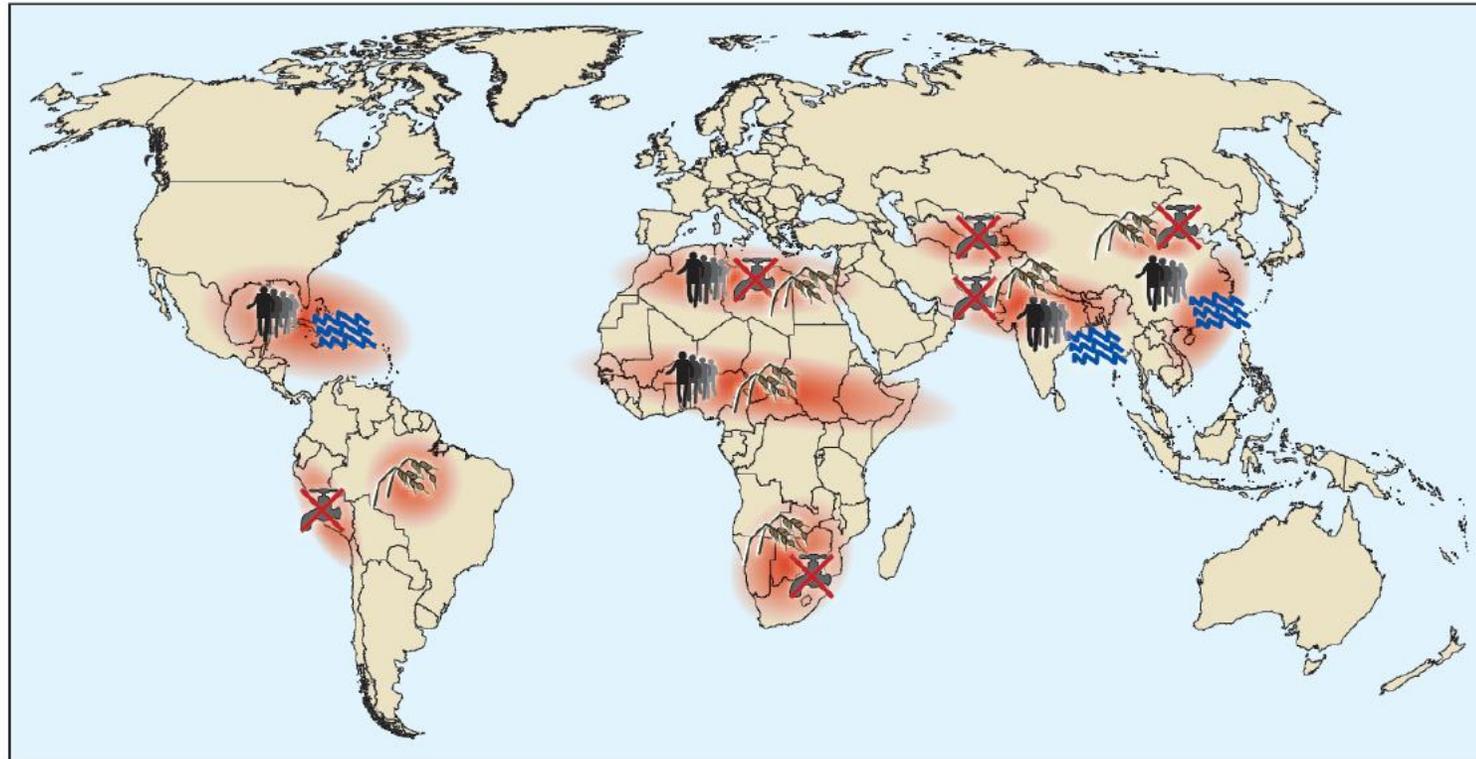


Klimakrise

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



Klimawandel und Sicherheit – unser WBGU-Gutachten von 2007 (!)



Kriege um Öl & Gas
→ **Destabilisierung**

Klimawandel
→ schwindender Lebensraum
→ **neue Völkerwanderungen**

Schäden & Kosten
→ **Alles andere als Klimaschutz
ist wesentlich teurer**

Konfliktkonstellationen in ausgewählten Brennpunkten



Klimabedingte Degradation
von Süßwasserressourcen



Klimabedingter Rückgang
der Nahrungsmittelproduktion



Brennpunkt



Klimabedingte Zunahme von
Sturm- und Flutkatastrophen

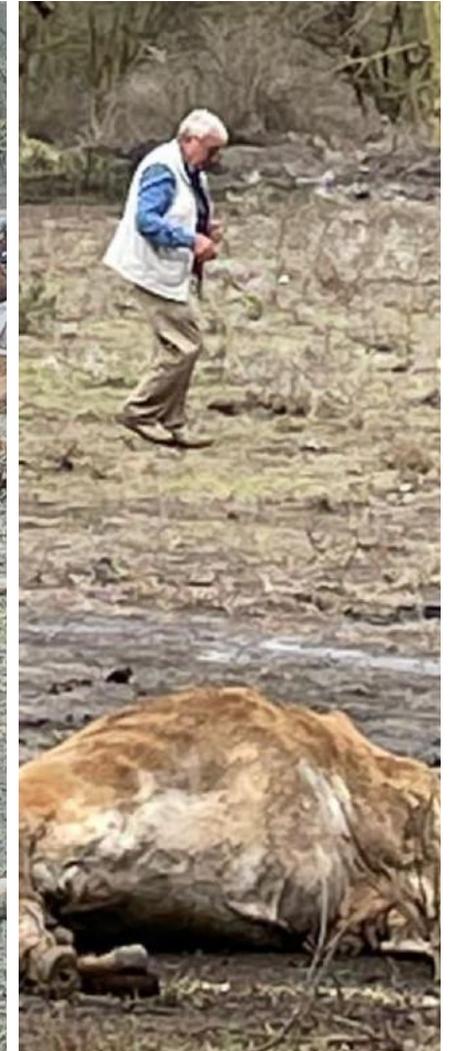


Umweltbedingte
Migration



Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung
Globale Umweltveränderungen

Klimakatastrophe in Kenia → Spenden



Drei ausgefallene Regenzeiten + Ukraine → Hilfe kommt an

Kontoinhaber: Steyler Mission

Bank: Steyler Bank

IBAN: DE77 3862 1500 0000 0110 09

Verwendungszweck: Bro. Karl Schaarschmidt, Kenia Frauenbildung via Sterner – bitte Spendenquittung

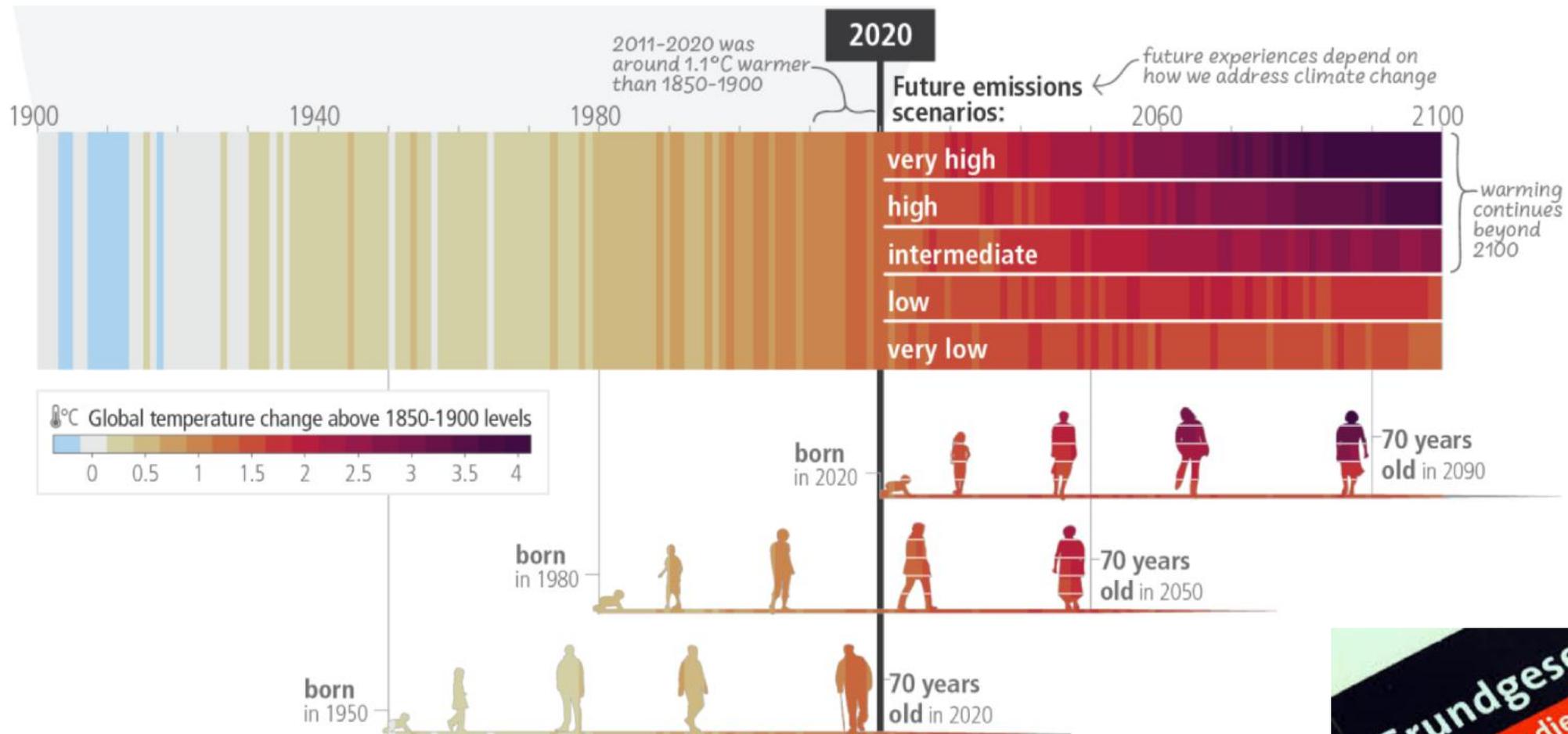


Klimakrise verstärkt Migrationskrise

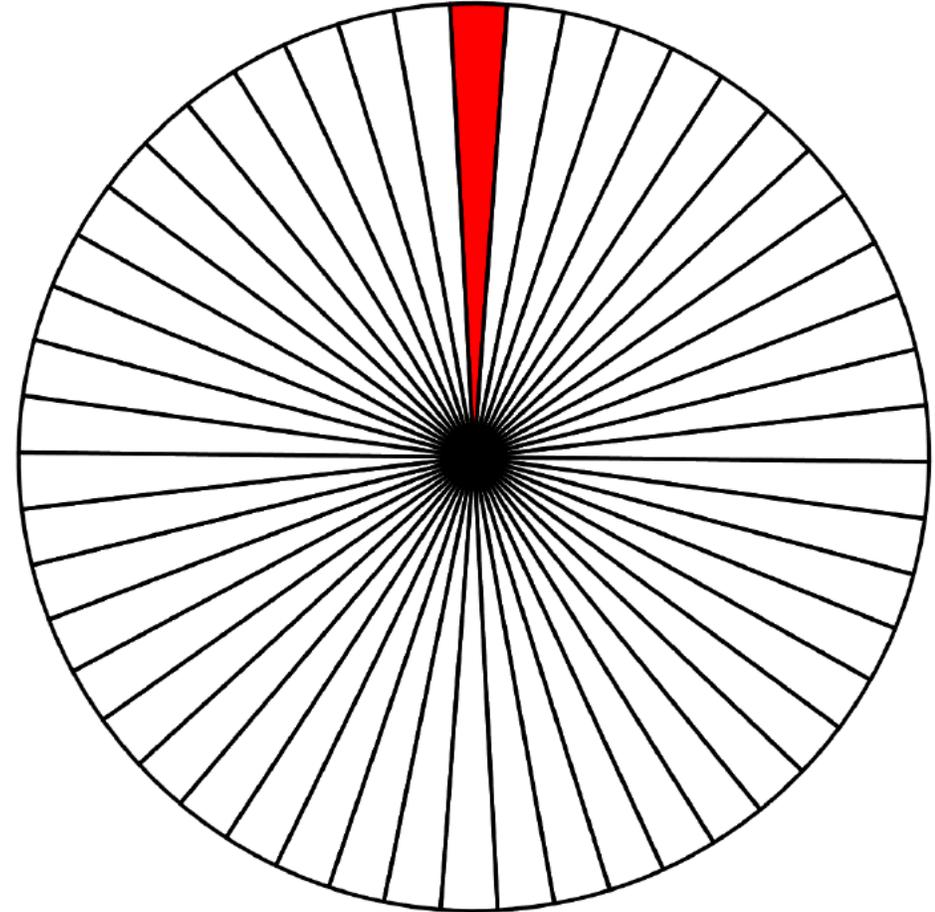
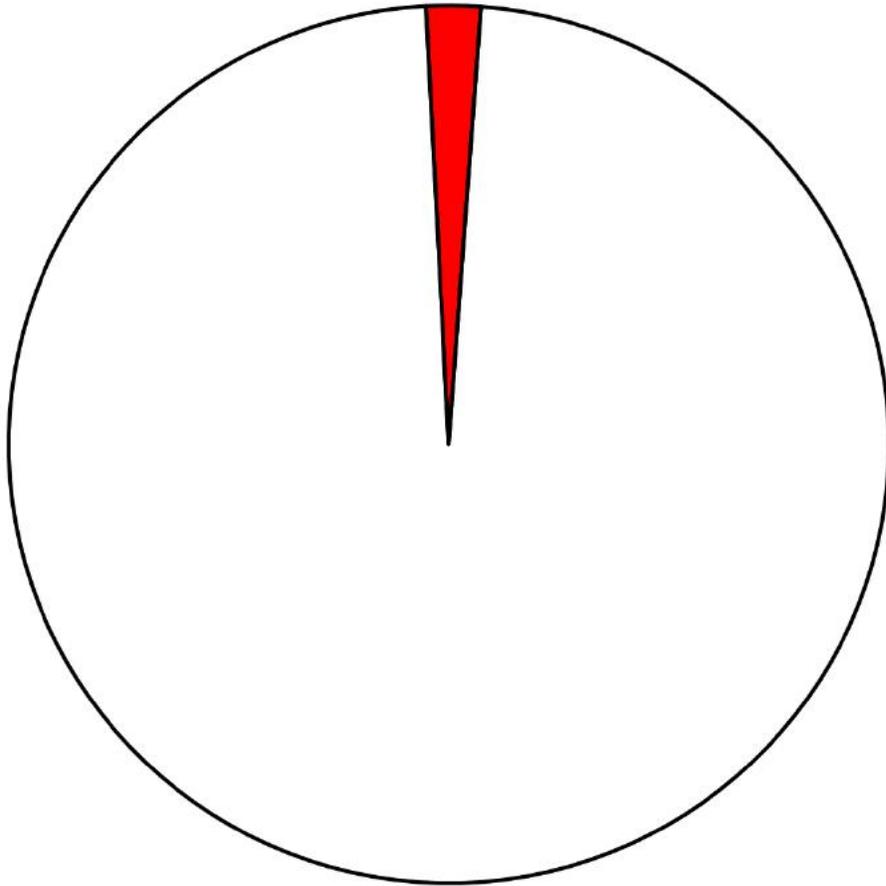
Paris: 1,5 °C



Klimaschutz – eine Generationenfrage und –aufgabe!

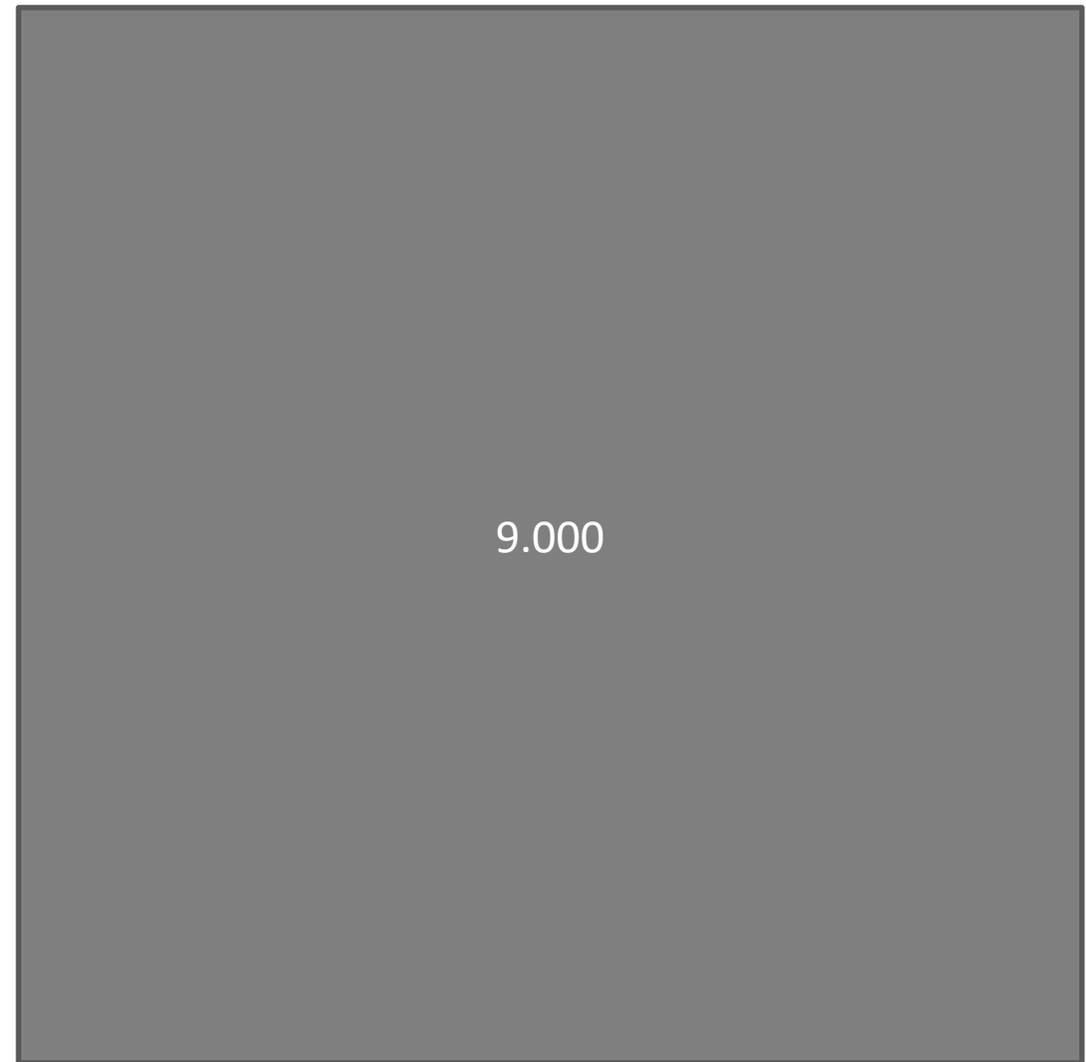


2 % der globalen Emissionen → 50 Länder – jedes in Verantwortung



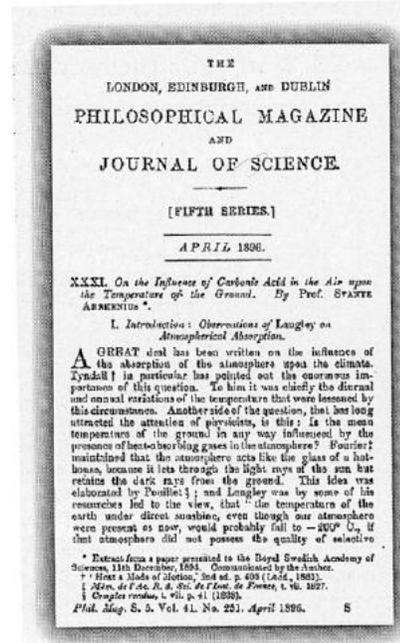
Verantwortung übernehmen!

Jährlicher eigener Müll pro Person in kg (2022)



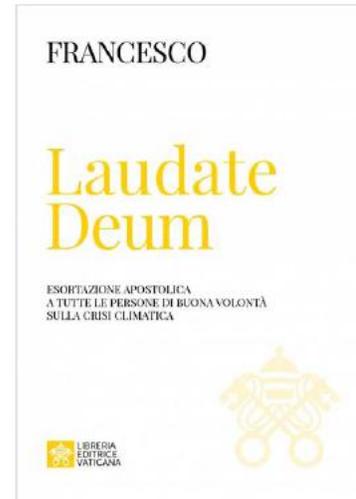
Können wir es erklären?

Treibhausgaseffekt: ein lang bekanntes Naturgesetz



CO₂ verdoppeln
→ 3 ± 1 °C Erderwärmung

Papst: „Scharfe Kritik an Versuchen, den Klimawandel zu leugnen.“ (DLF)



Angst um **Wirtschaft?**

Klimawandel → „**Verlust** von Arbeitsplätzen“

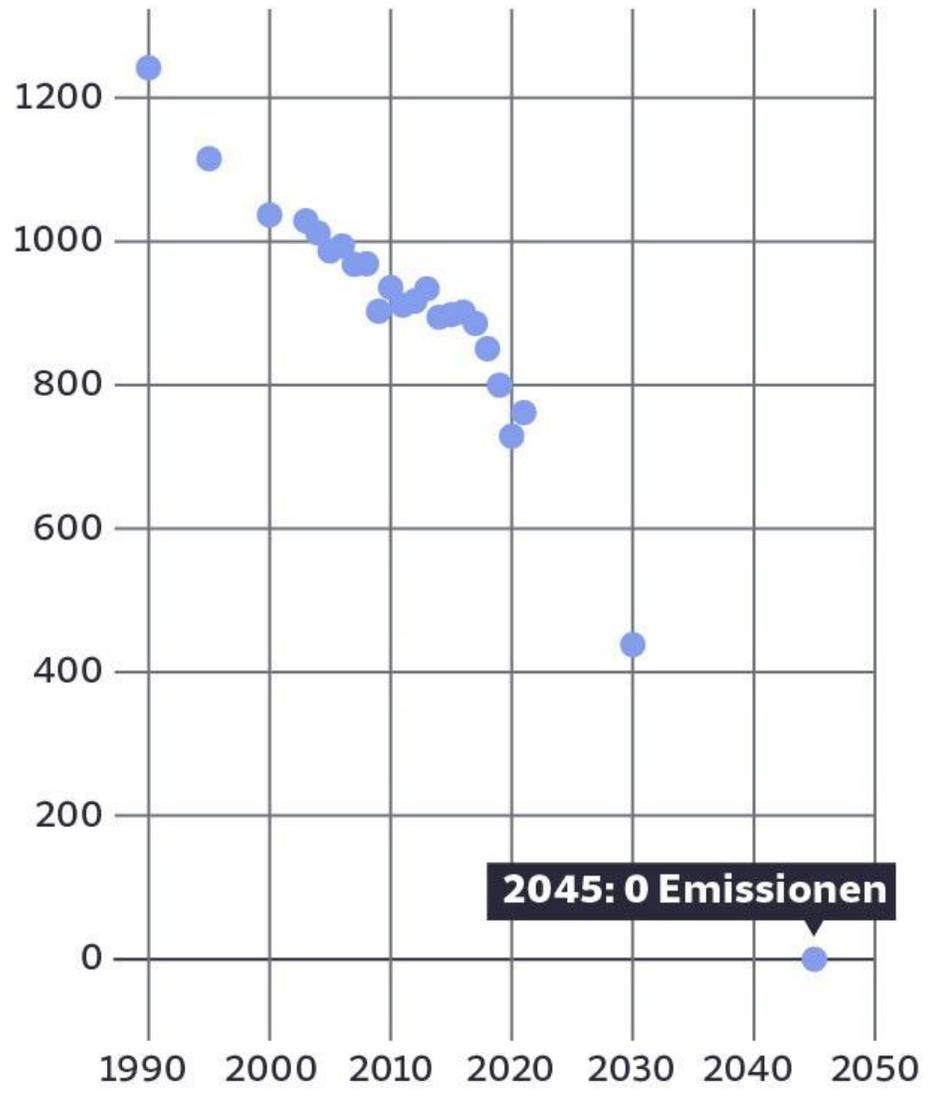
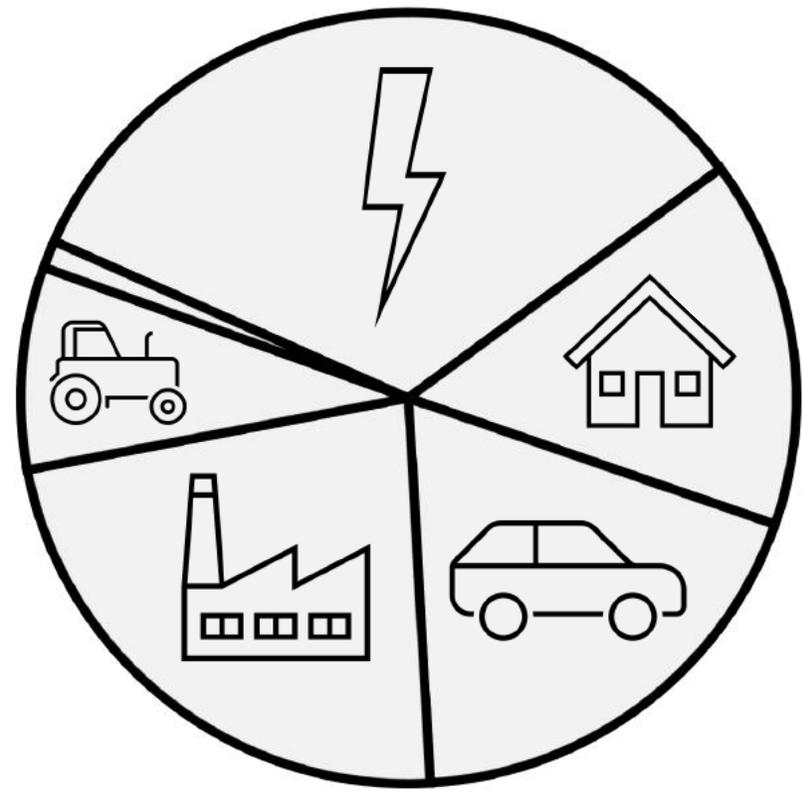
Klimaschutz → „**schafft** Arbeitsplätze“

Energie- und Versorgungskrise



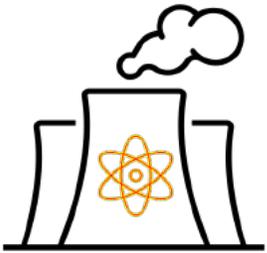
CO₂-äq. in Deutschland:

90 % aus Kohle, Öl und Gas



Klimaschutz = Energiewende (zu 90 %)

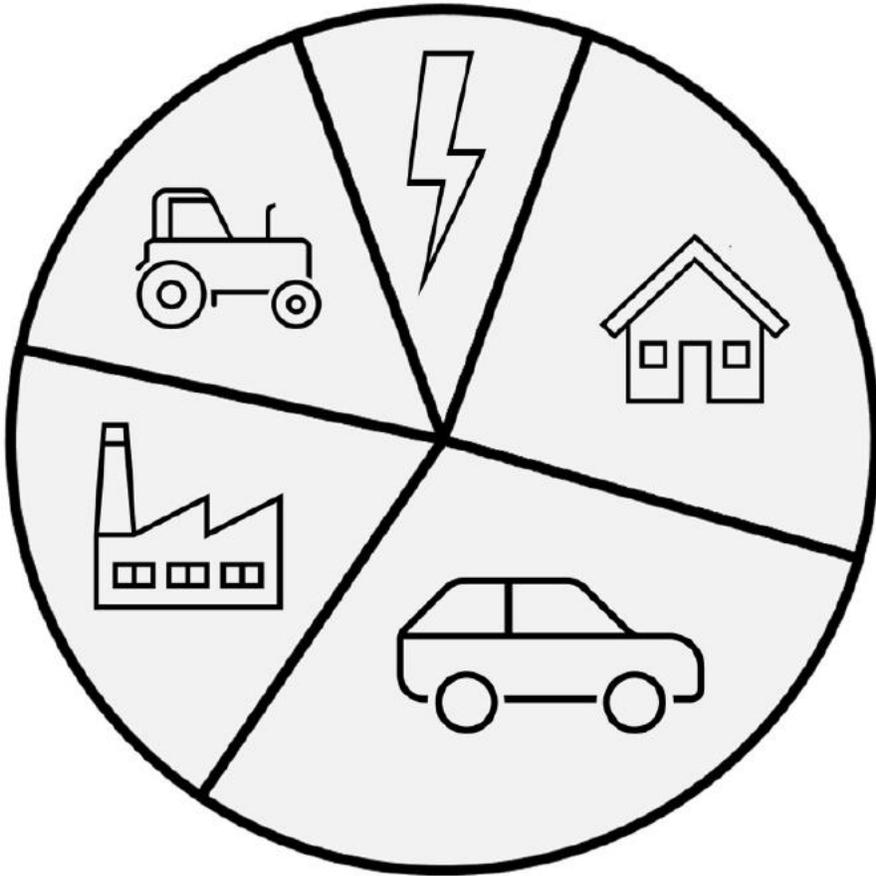
1970er ...



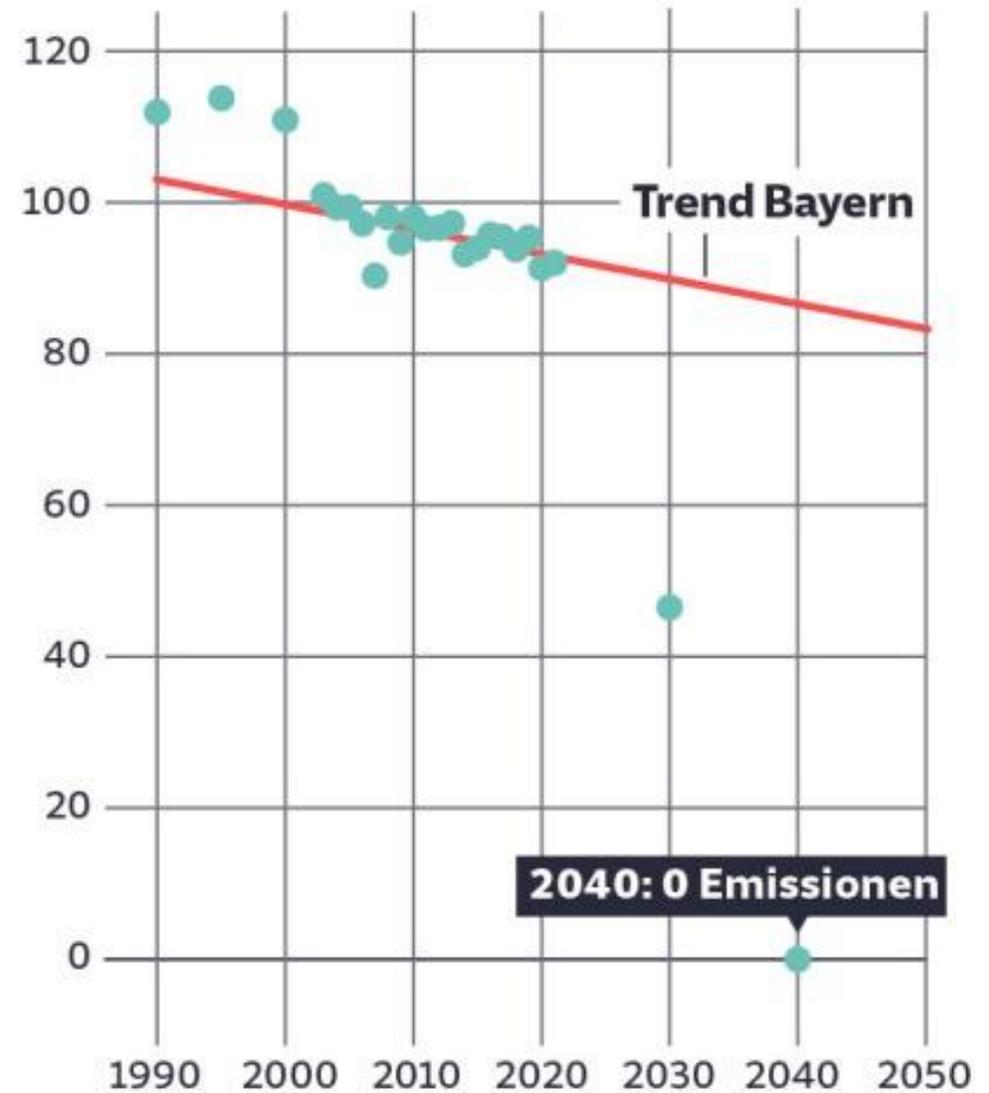
... 2020



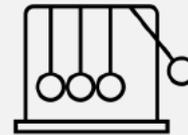
CO₂-äq. in Bayern



Trend: Klimaneutral in **230 Jahren**



Trends 2023



Klimakatastrophen (Physik)

Klimamaßnahmen (Politik)

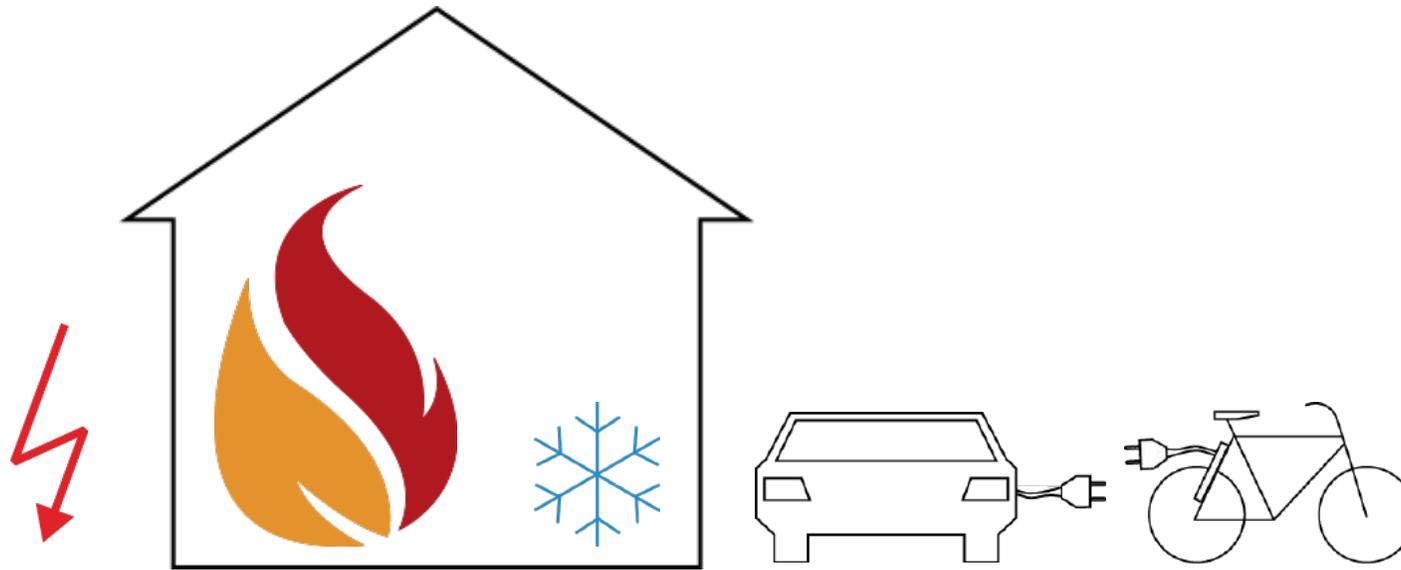


Auswege?

→ Energiewende

Energiewende =
Stromwende
+ Wärmewende
+ Verkehrswende
+ Industriegewende

Wir brauchen Strom, Wärme (Kälte), Mobilität



1. Weniger verbrauchen → **Energieeffizienz = Sparen**

2. CO₂-neutral nutzen → **Erneuerbare Energien**

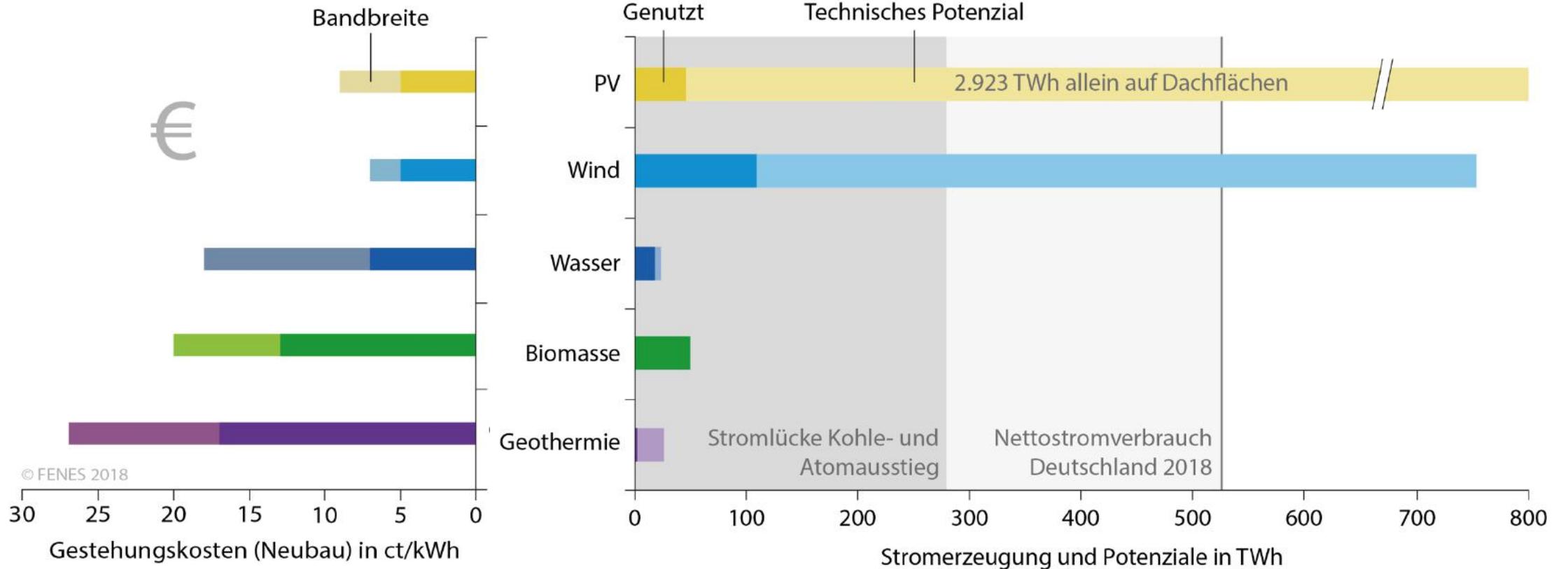
3. Verhaltensänderungen → **Suffizienz**

Erneuerbare Energien

Kosten

vs.

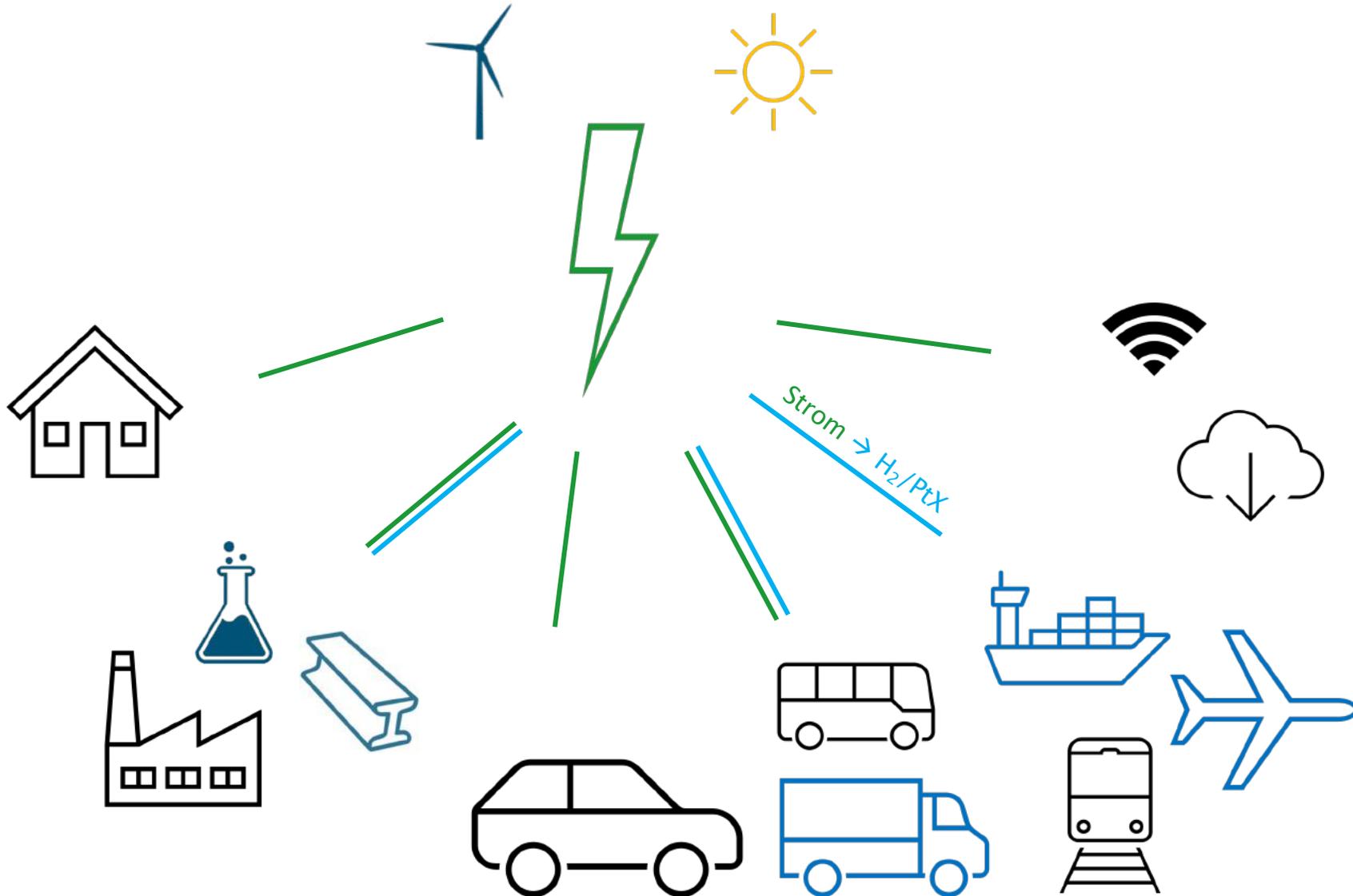
Potenzial



© FENES 2018

Alles hängt am **Strom!**

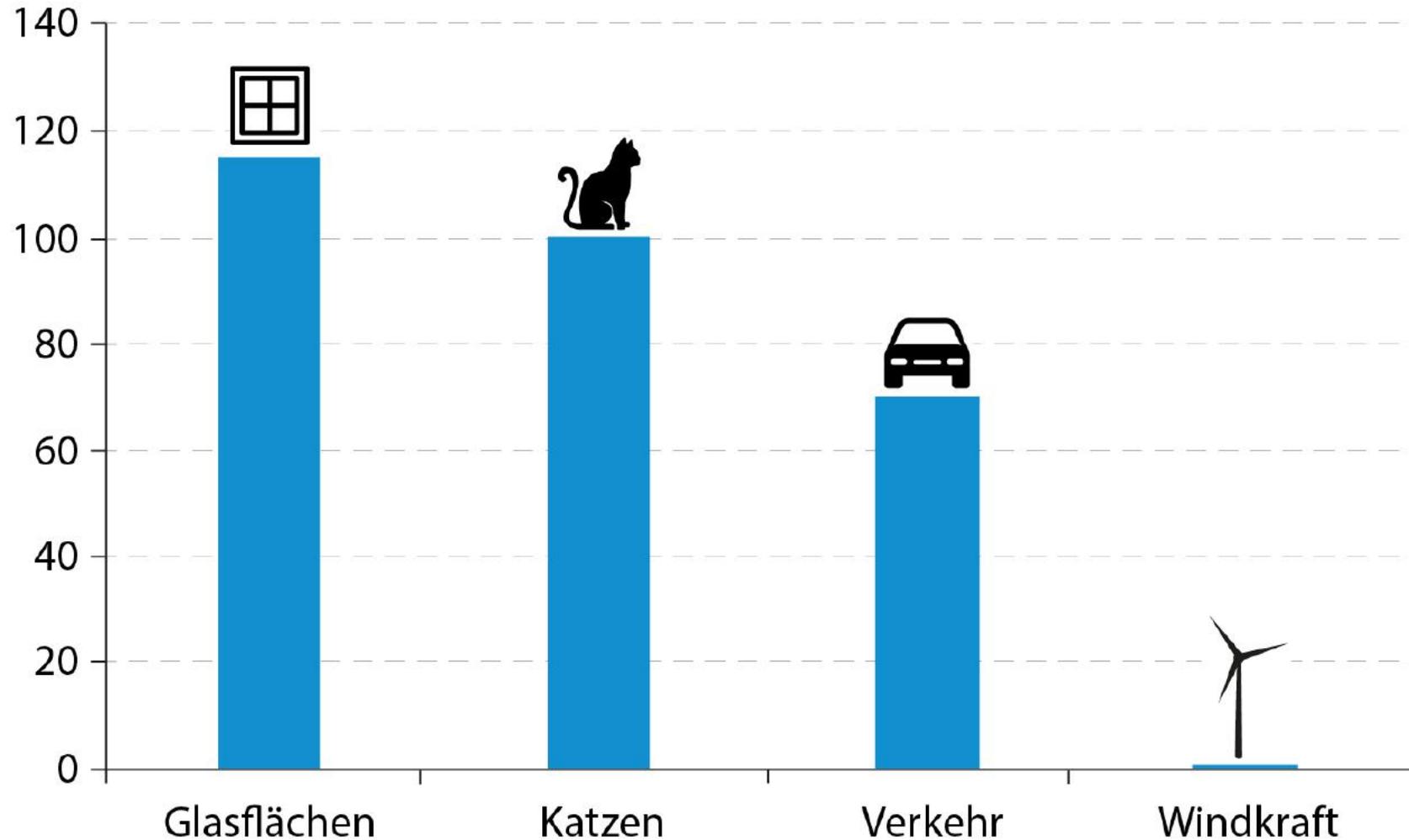
Klimaschutz steht und fällt mit dem Ausbau von Wind + Solar!



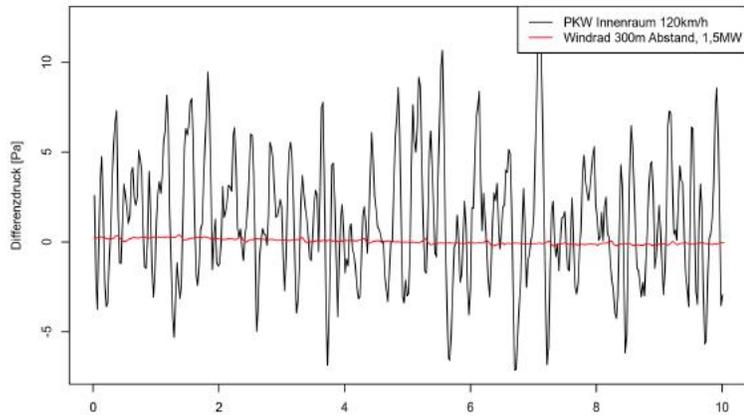
Mythen

Vogelsterben durch menschengemachte Faktoren in BRD

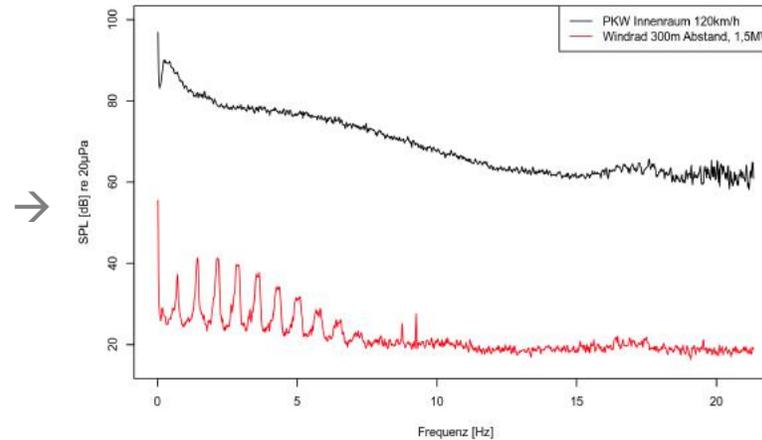
Tote Vögel in Mio. pro Jahr



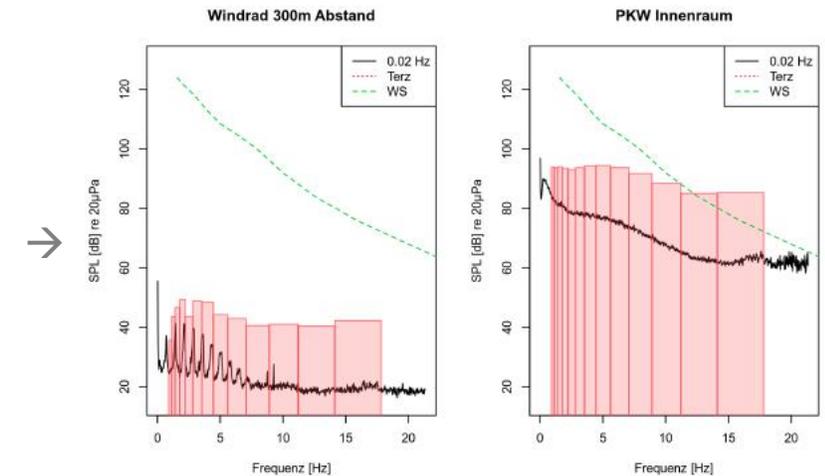
Windkraft-Infraschall Messungen: PKW Innenraum vs. **Windkraft, 300 m Abstand**



Messung über die Zeit



aufgetragen nach Frequenz



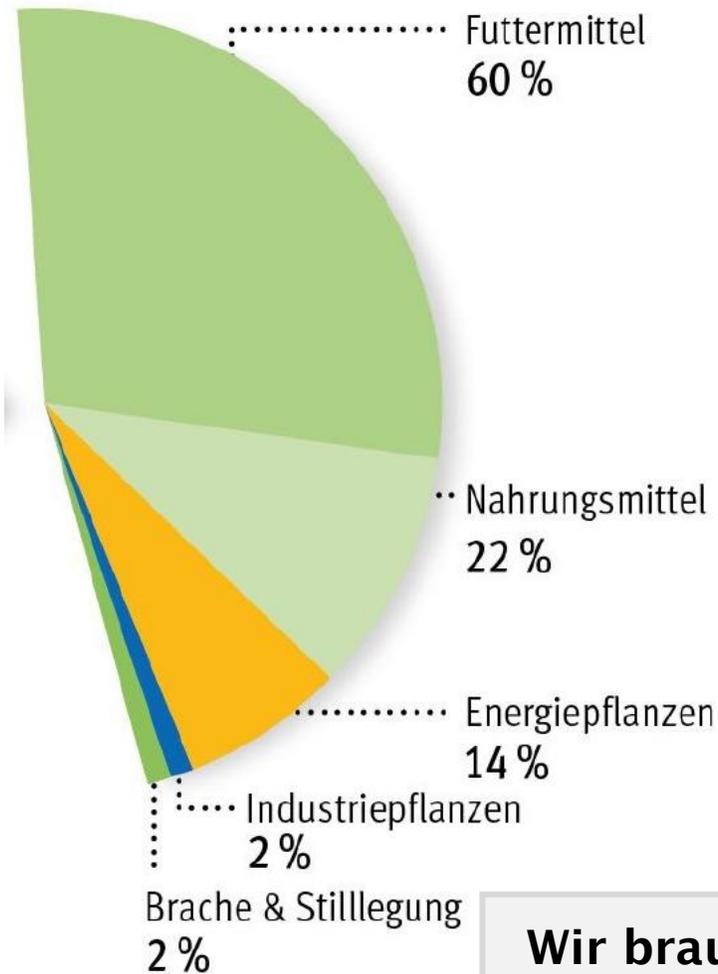
Selbst bei nur 300 m Abstand liegt die **Windkraft deutlich unter** dem PKW bzw. der **Wahrnehmungsschwelle**

Der Windkraft-Infraschall ist viel zu schwach, um physikalische Zellschädigungen zu verursachen.

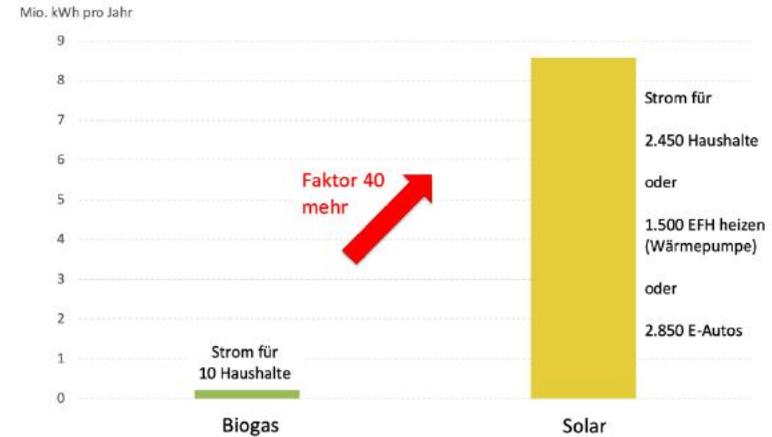
Rechenfehler	36 dB, entspricht	
Schalleistung	Faktor 4096	
Schalldruck	Faktor 64	zu hoch!

16 Jahre lang Verbreitung von Falschinformationen durch BGR

Mythen von Solar widerlegt: Amortisation, Flächen, Effizienz



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



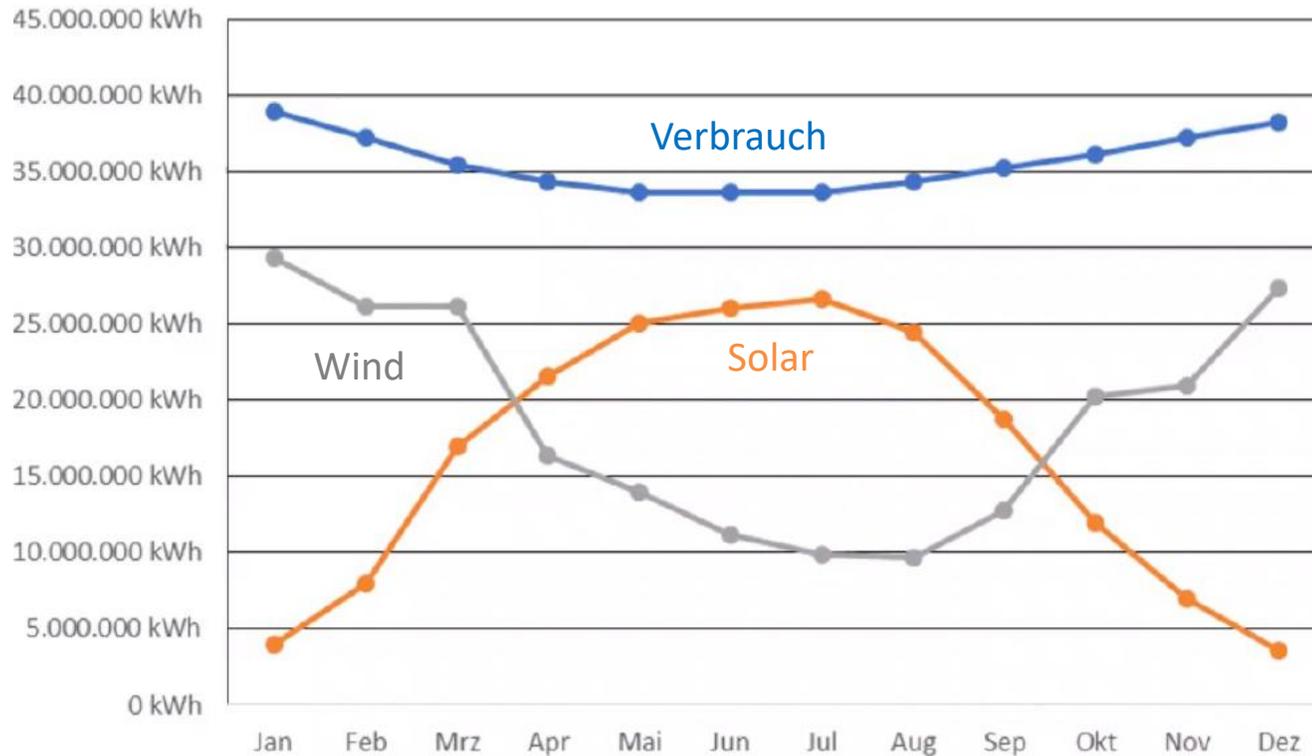
1 ha Solarpark ersetzt 40 ha Biogasmais!



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



Wind ergänzt Solar perfekt!



Energetische
Amortisationszeit für Solar:
1-2 Jahre

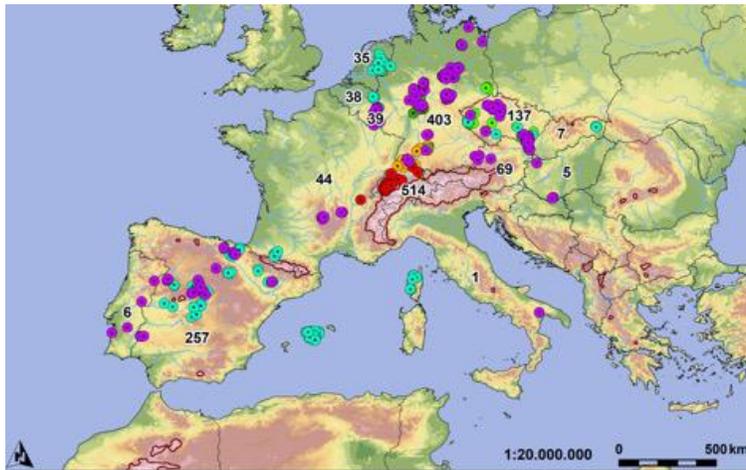
Mythen von Wind widerlegt: Vögel, Infraschall, Recycling, Wasser



Häufigste Todesursachen beim Rotmilan:

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

Infraschall
BGR Rechenfehler
Faktor 4096 zu hoch!



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

Energienutzung vs. Denkmalschutz



z. B. bei Fürstenfeldbruck:
100 % wirtschaftlich, aber:

„Sichtbeziehung zur Kirche wird gestört“

→ Windkraft nicht genehmigt



Neuer Grundsatz:

Die Nutzung von erneuerbaren Energien
liegt im **überragenden öffentlichem Interesse** und
dient der **öffentlichen (nationalen) Sicherheit**.

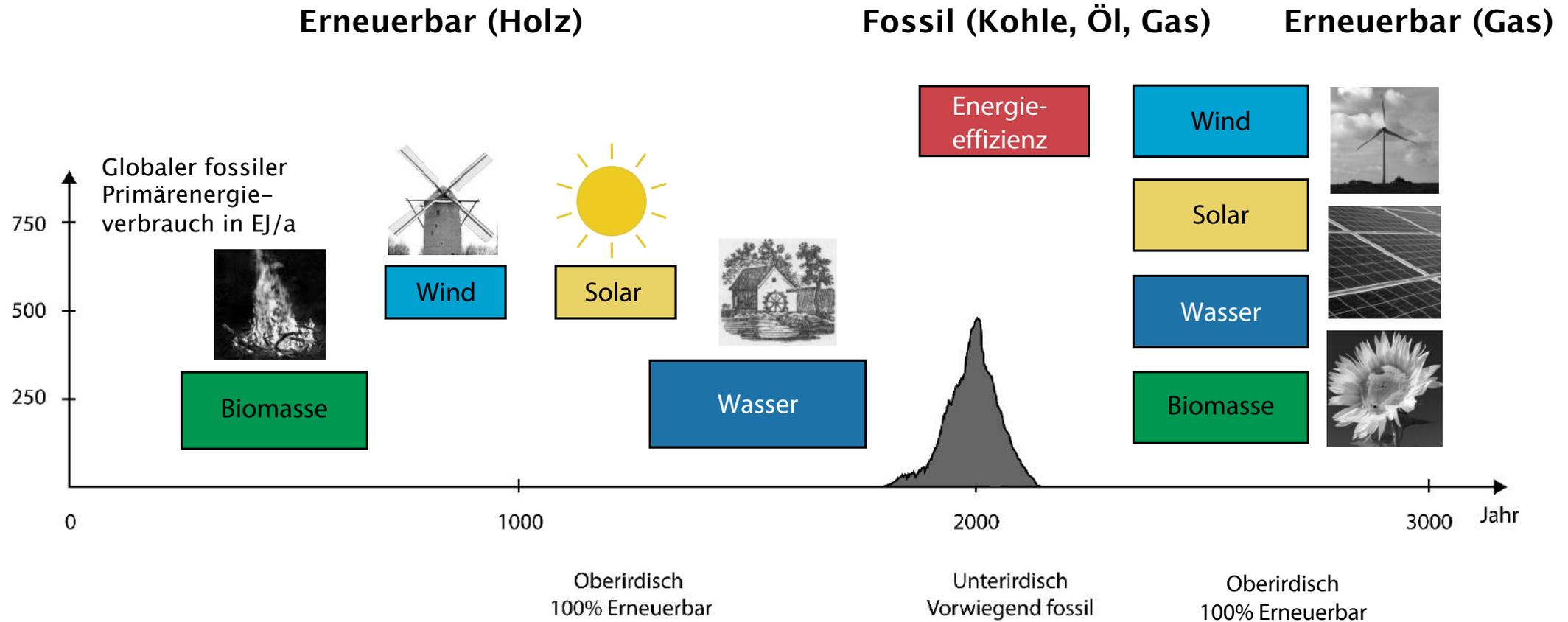


Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

Wind- und Solarkraft verändert die Optik – Beispiel Wolfsegg



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



Strom

Effekt einer Laufzeitverlängerung der AKW

reduziert **0,2 %**
des deutschen
Gasverbrauchs



deckt **10 %** des Bedarfs
an **gesicherter Leistung**
im Extremszenario ab
(Blackout)



Strom ins Ausland verschenkt?

Strom-Import und Exporte
von/nach
Deutschland im Jahr **2022**



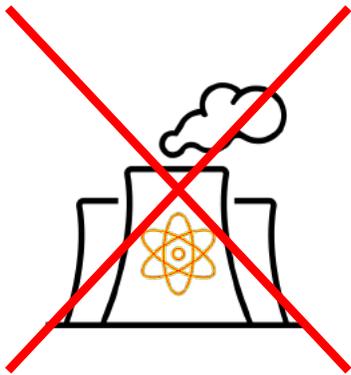
Quelle: Smard.de

Nein!

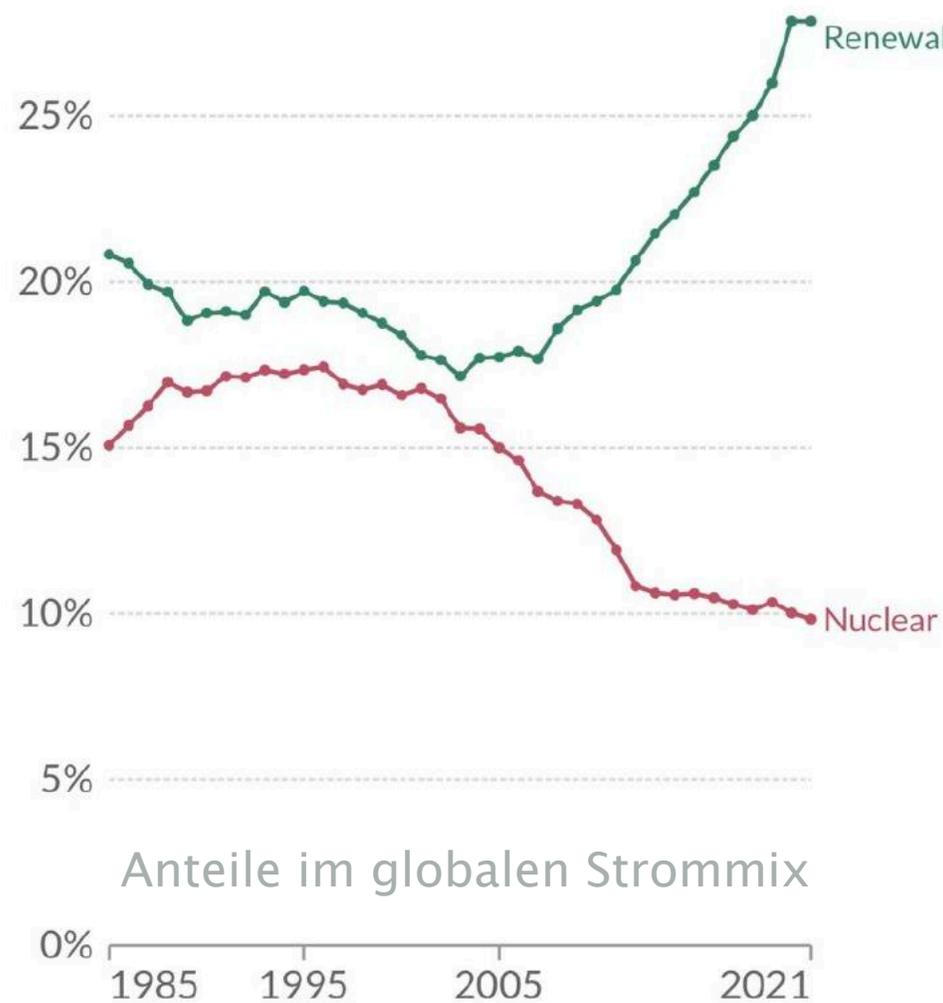
**61 % mehr Strom exportiert
als importiert**

→ 4 Mrd. € verdient

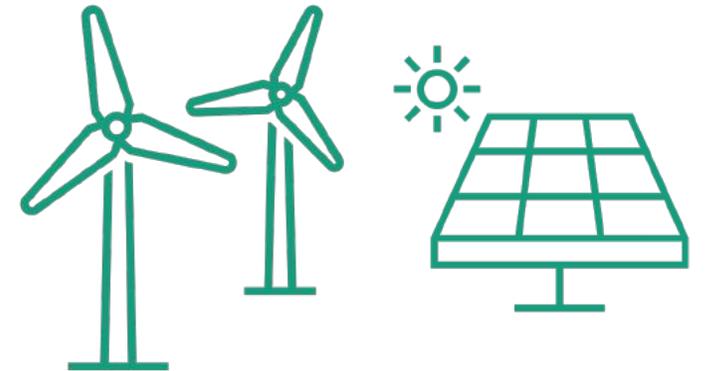
Atomkraft ist weltweit rückläufig



Kernfusion
– zu spät
– zu teuer



Renewables → **90 % aller Invests in Wind + Solar**



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

1980er



2000

EEG



2020



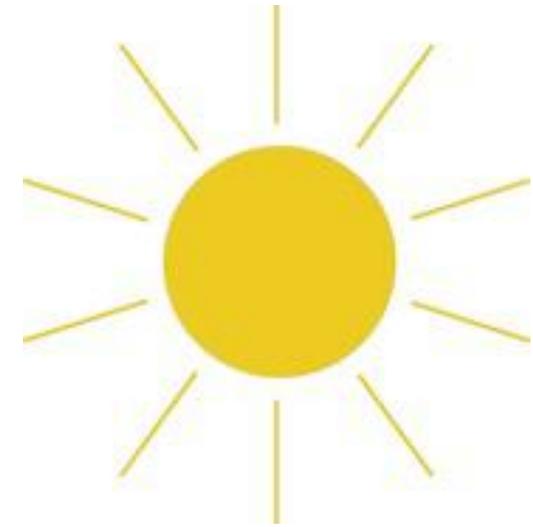
Weltweiter Ausbau von Solar

2004 1 Gigawatt / **Jahr**

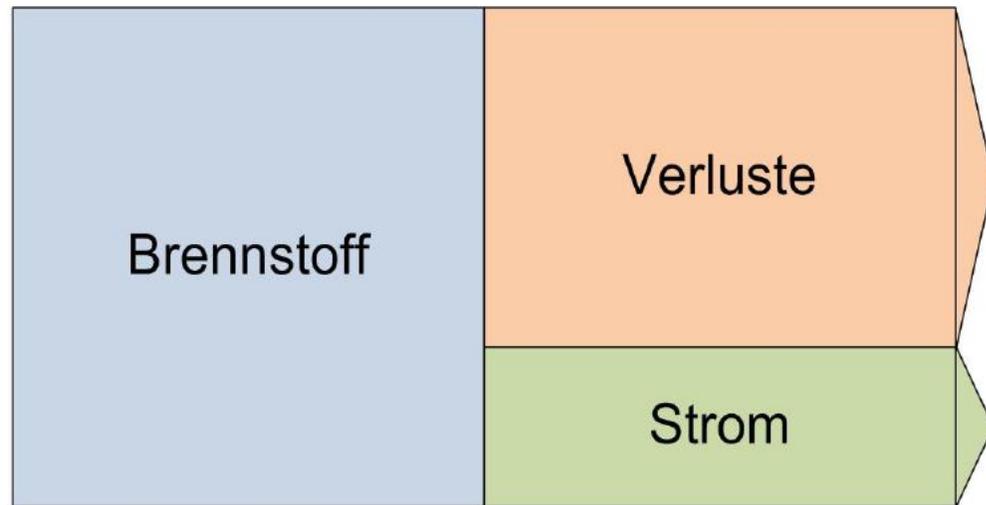
2010 1 Gigawatt / **Monat**

2015 1 Gigawatt / **Woche**

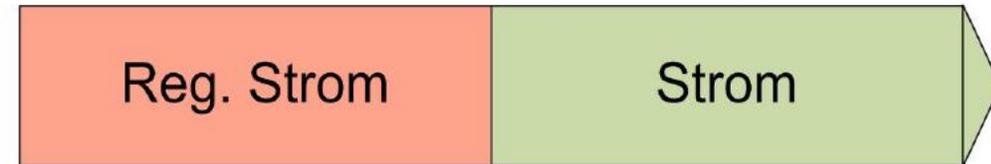
2023 1 Gigawatt / **Tag**



Effizienzsprung durch Wind, Solar, Wasserkraft



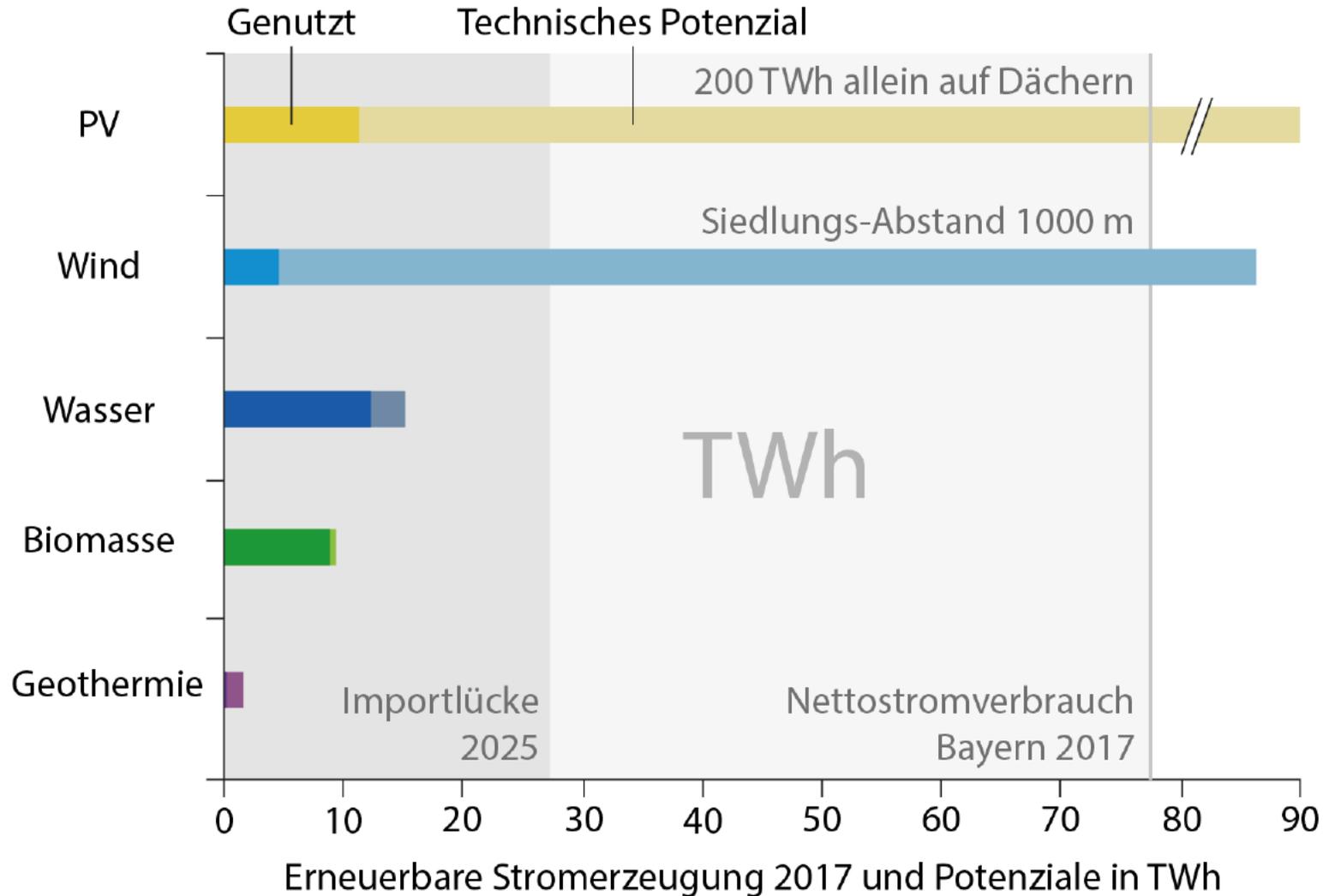
Effizienz 35%



Effizienz 100%

**Wir brauchen
Wind + Solar**

Erneuerbare Energien in Bayern Potenzial



Bundesnetzagentur

NEP 2045

92 GW PV

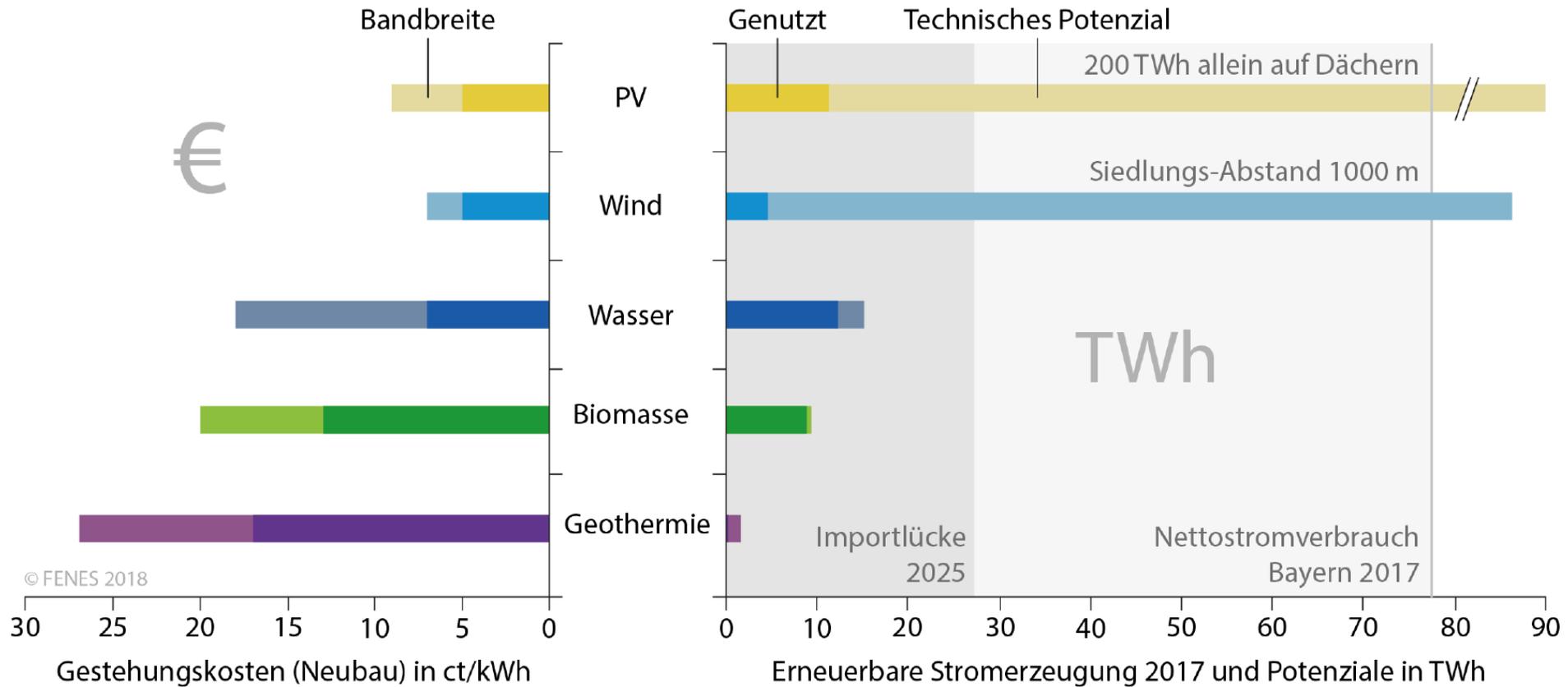
17 GW Wind

Jede Woche

80 ha PV

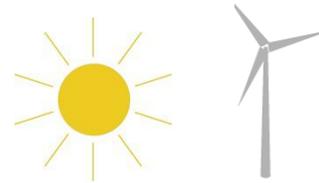
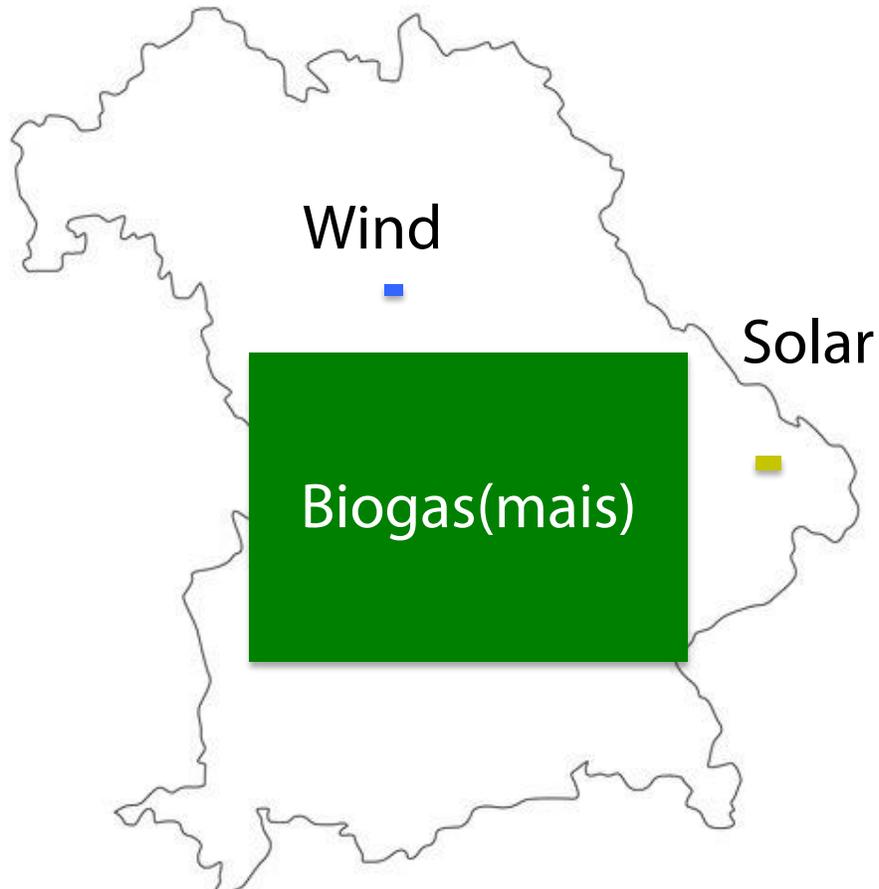
3 Windräder

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

Flächenbedarf Ersatz Atomkraftwerke?

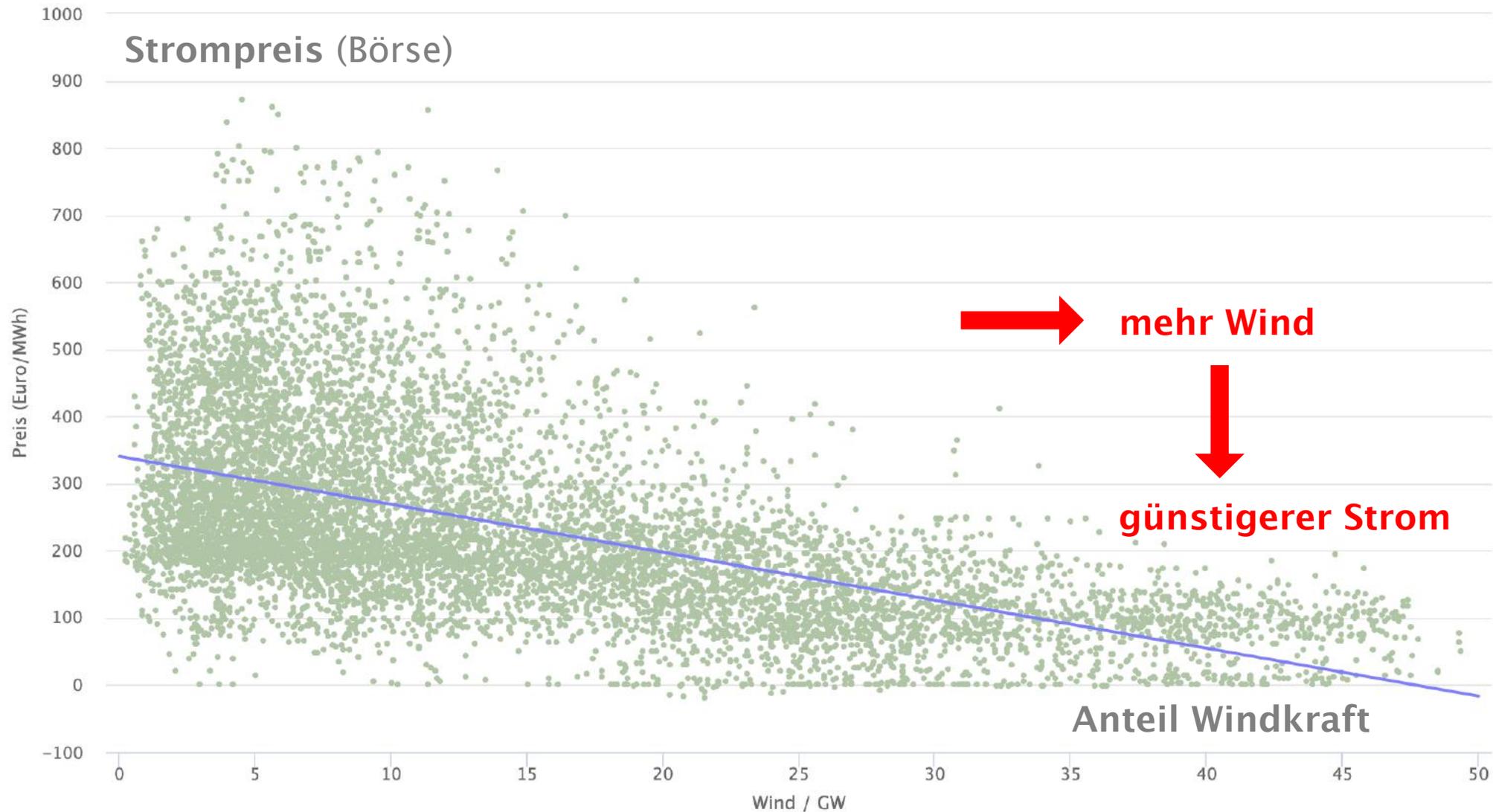


= Energiequellen mit

- **größten Potenzial**
 - **geringsten Kosten**
 - **geringsten Flächenverbrauch**
- **Bezahlbarkeit**
- **Standortsicherung**

Flächenbedarf exemplarisch, Nicht maßstabsgetreu

Größter Vorteil: Bezahlbarer Strom nur mit Windkraft

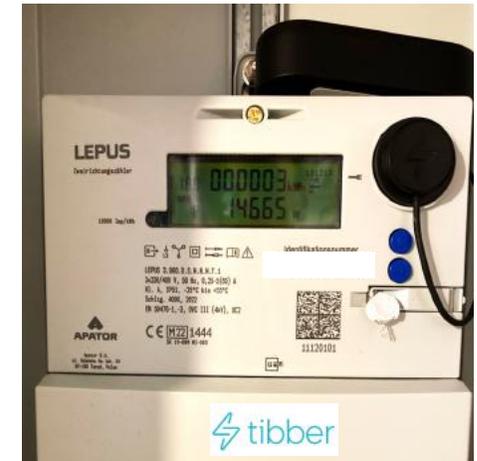
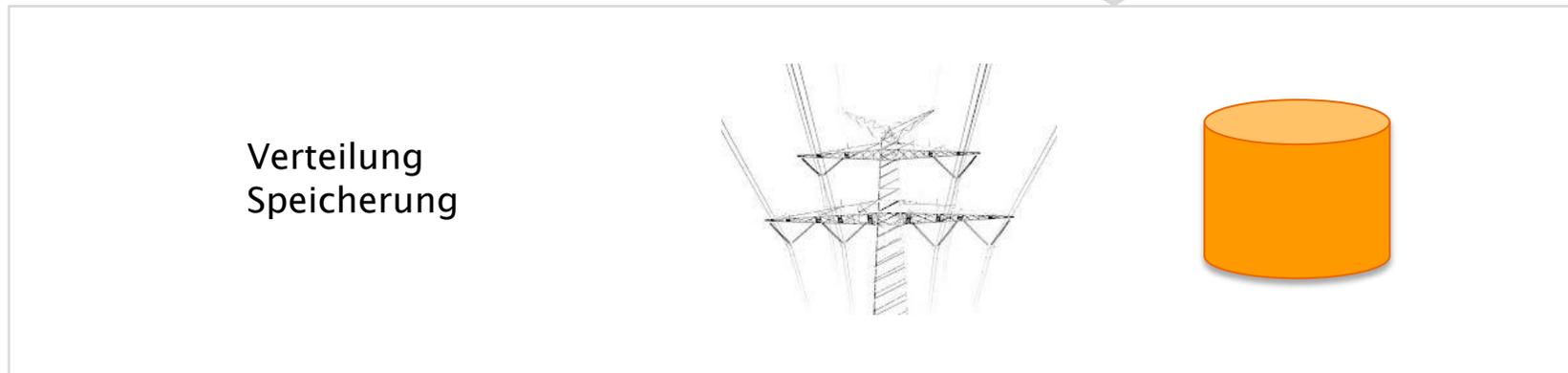


Wer profitiert?

von verhinderten
Wind- und Solarparks

**Wir brauchen
Netze + Speicher**

Wir brauchen Netze und Speicher



Durchschnittspreis heute: 24 cent
Preise inkl. Steuern



Welche Speicher brauchen und haben wir?

Grobe Einordnung



Kurzzeitspeicher
 →
 Stunden, Tage

Pumpspeicher, Batterien → BaukostenZuschuss!

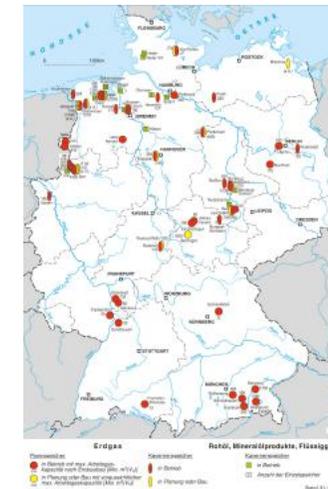
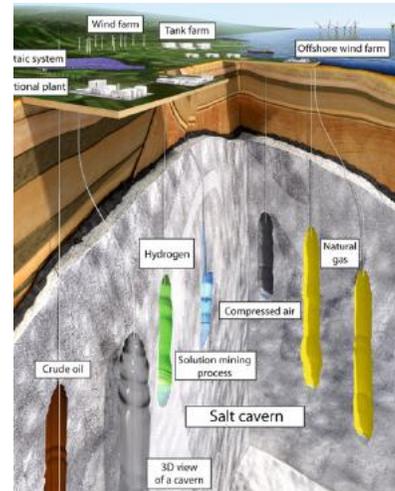


> 1 Mio.
 Heimspeicher
 10 GWh @ 7 GW

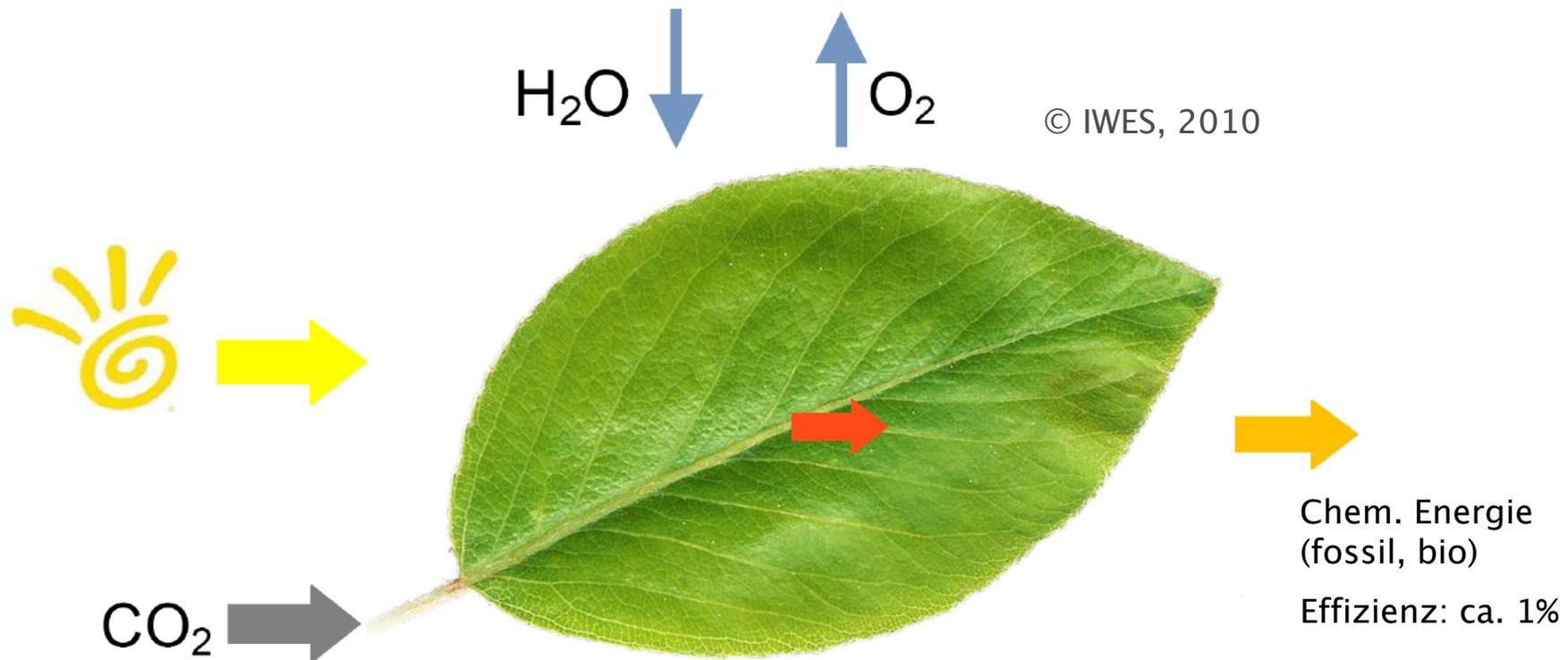


Langzeitspeicher
 →
 Wochen, Monate

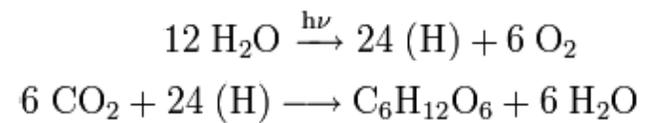
Power-to-Gas, Wasserstoff, Gasspeicher



x00 Gasspeicher
 230.000 GWh

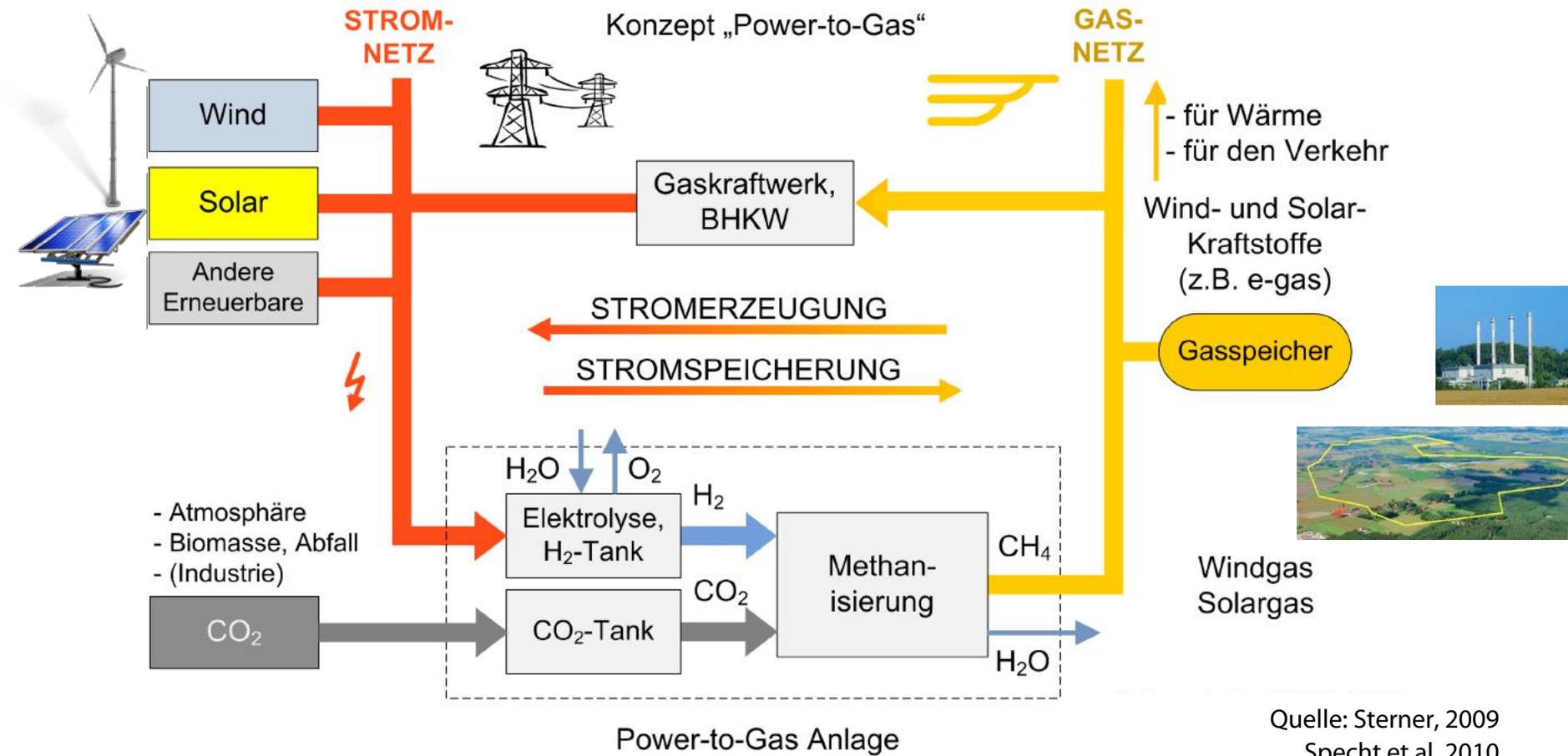


Kernprozess: 1) Spalten von Wasser
 2) H₂ reagiert mit CO₂



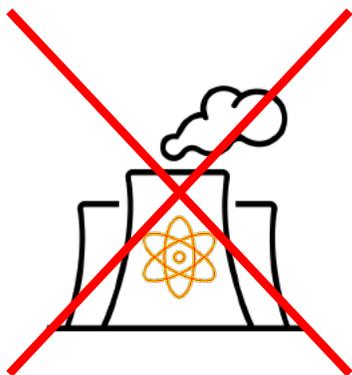
Power-to-Gas Das Original

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>

2011

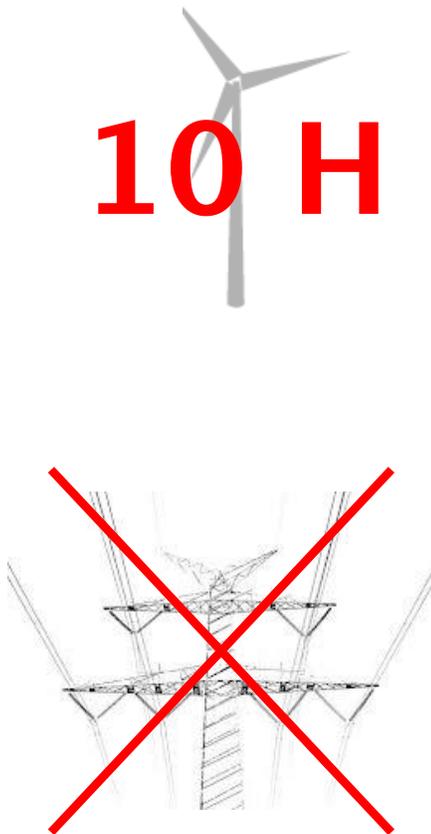


**Streit um Atomausstieg –
Söder droht mit Rücktritt**

Veröffentlicht am 26.05.2011

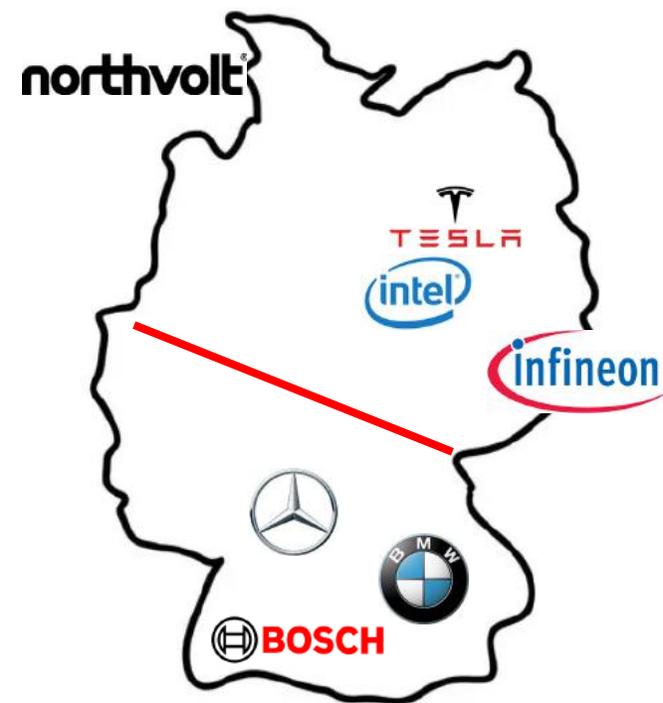
2014/15

10 H



+ 15 Mrd. €

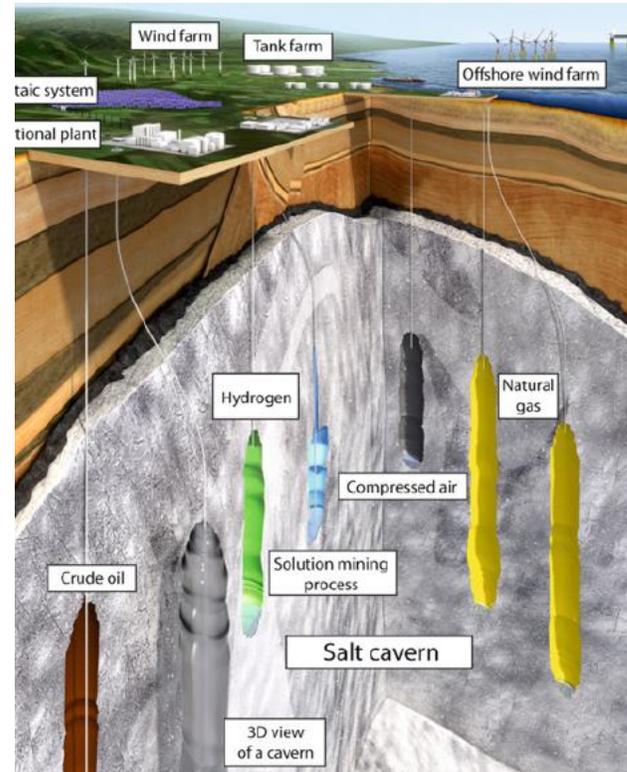
2023



Kohle/Atom**aus**stieg

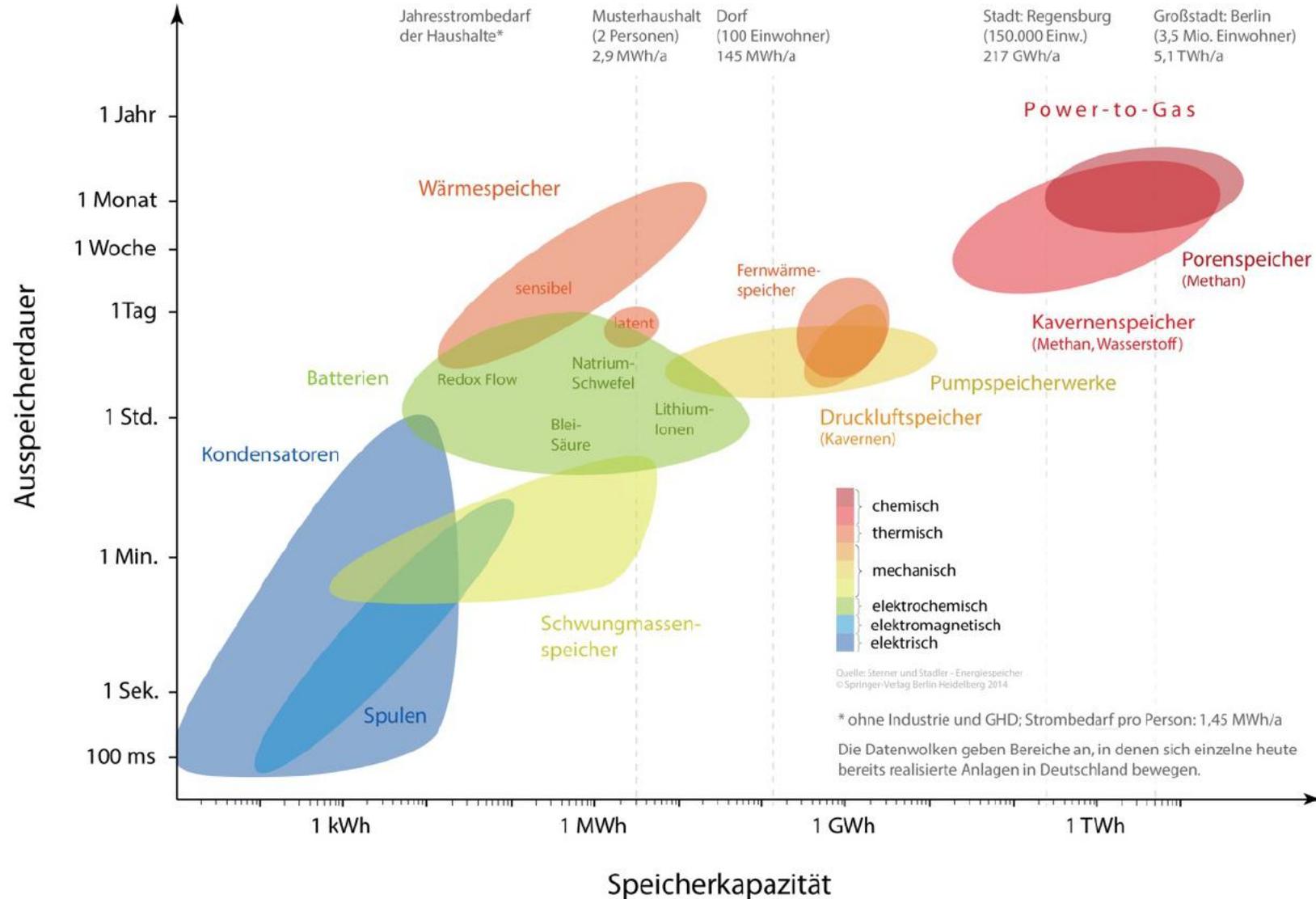


Speichere**in**stieg



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

Alle nötigen Speichertechnologien in Marktreife vorhanden

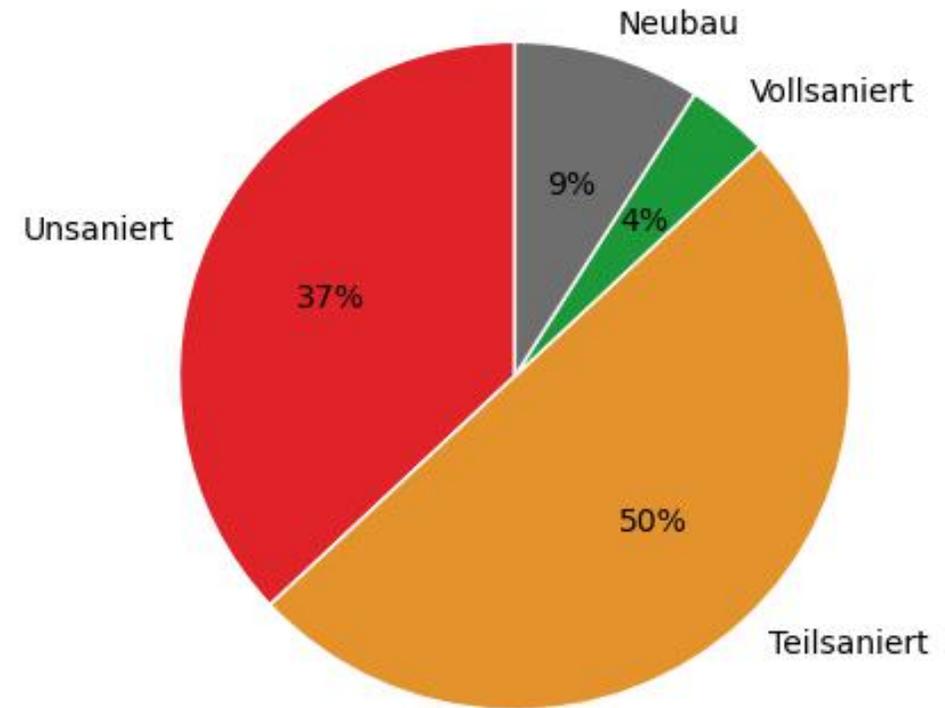
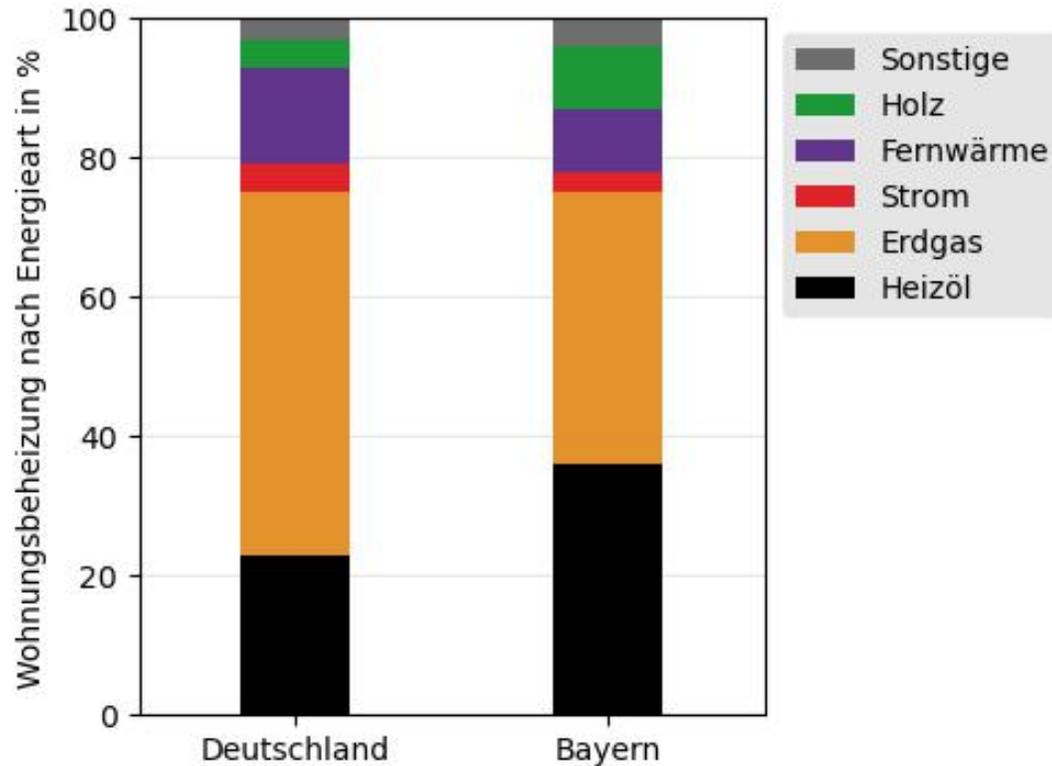


Wärme

Bayern heizt mit Öl, Gas und Holz

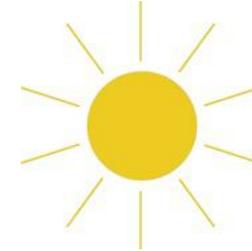
...

in schlecht sanierten Gebäuden

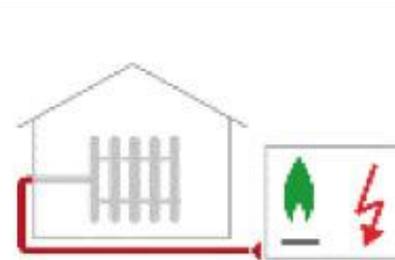


**50.000 Häuserprogramm:
500 € je Ölheizungstausch**

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

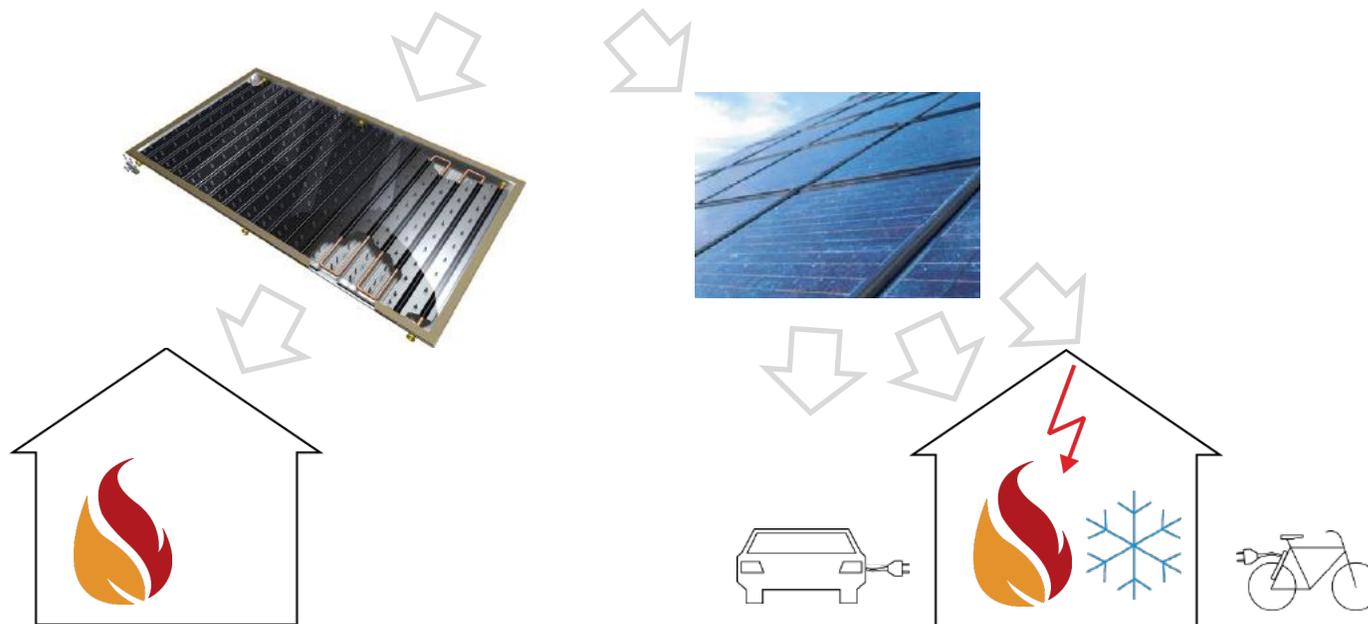


Vielfalt

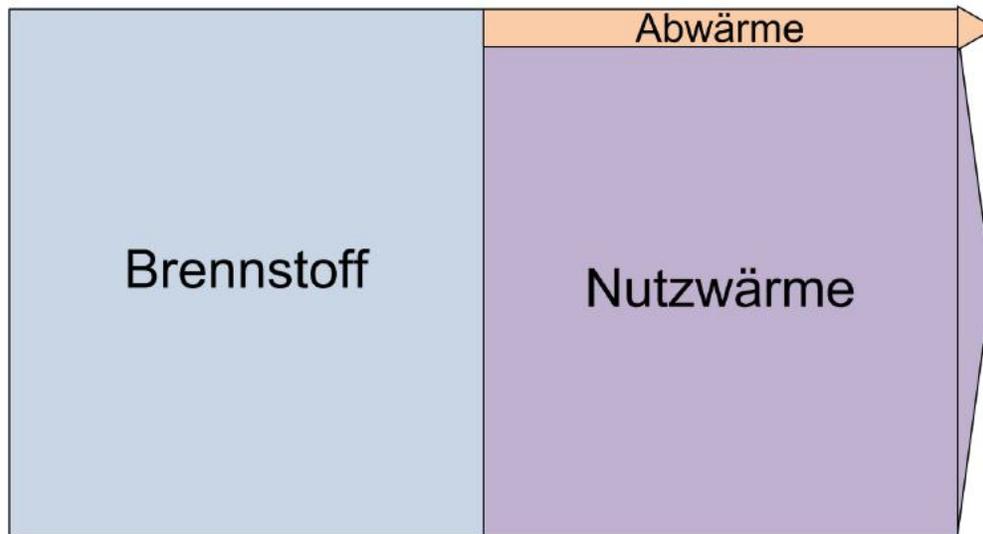


Wärmeoptionen

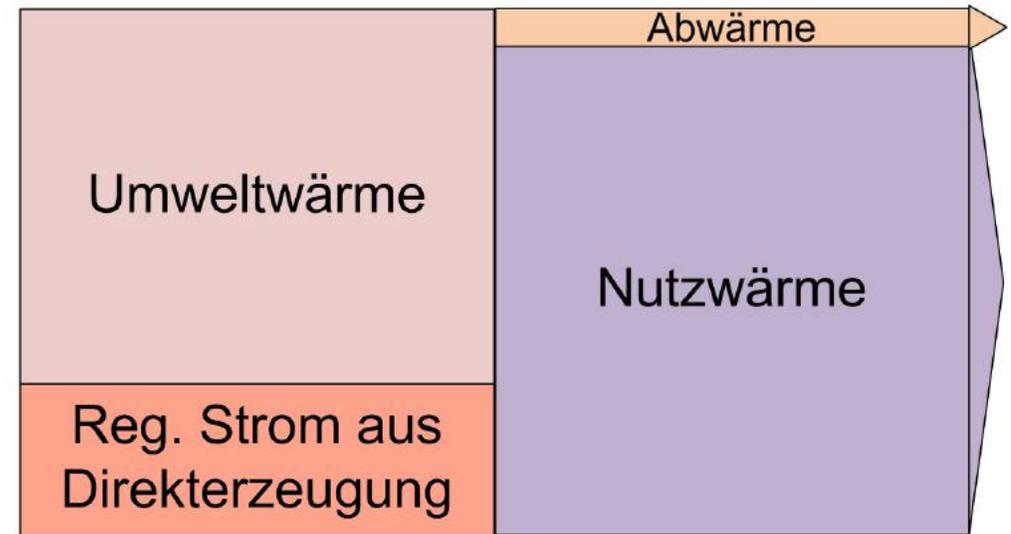
	Gastherme+ Solarthermie	Biogas + Solarthermie	Luft- Wärme- pumpe	Erd-WP mit Ökostrom	Pellets
Heizsystem					
Solaranlage					



Wärmepumpe ist und bleibt die effizienteste Heizung

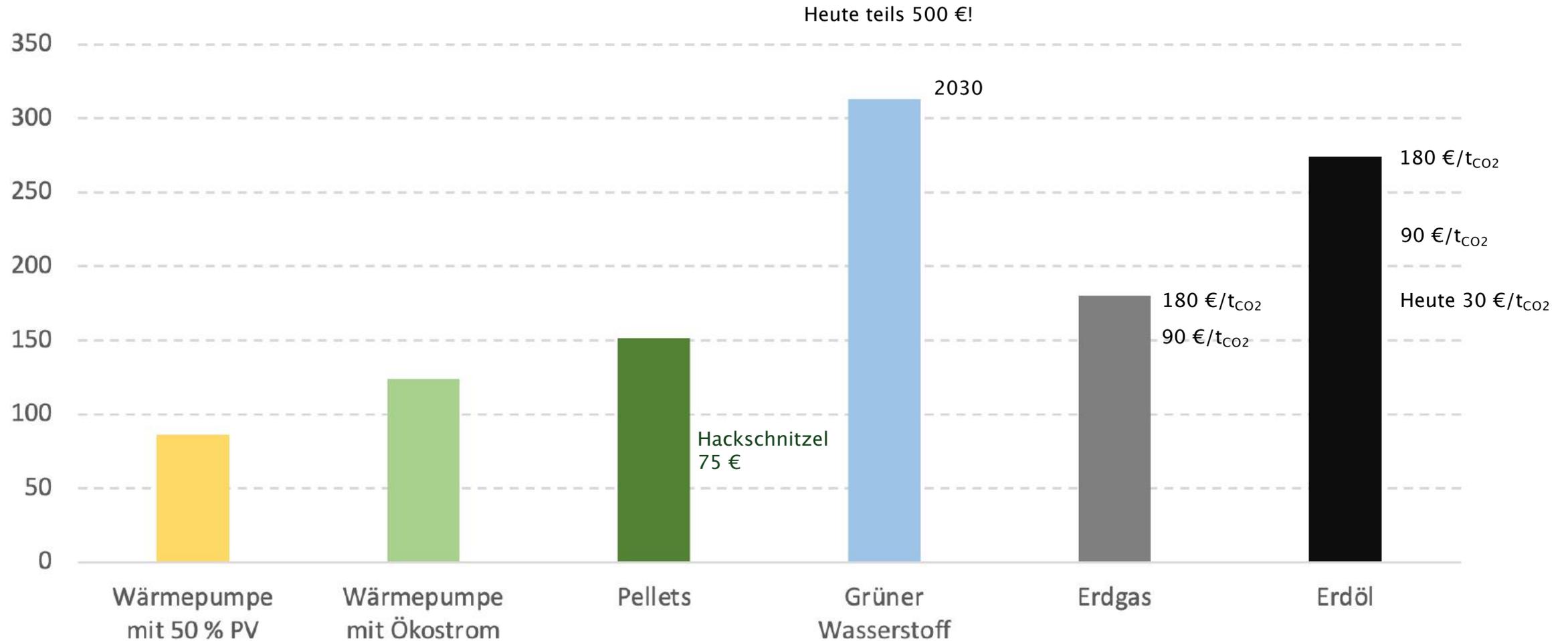


Direkte Verbrennung



Elektr. Wärmepumpe

Monatliche Betriebskosten verschiedener Heizarten



Haushalte: hohe Autarkie in allen Bereichen möglich

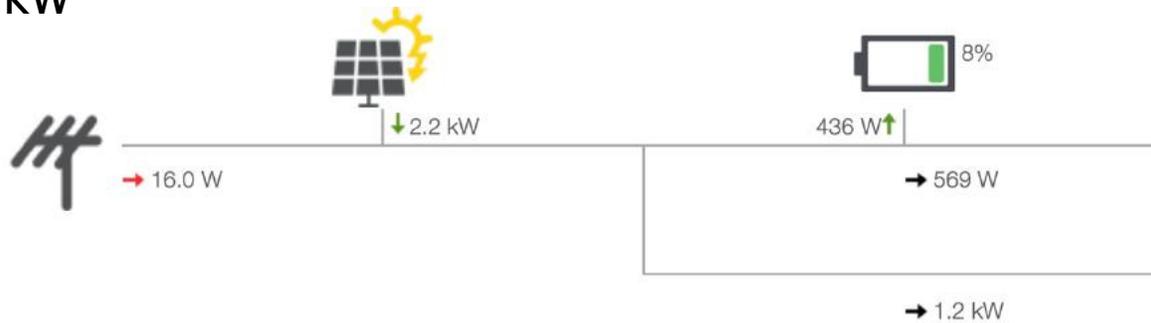
Strom & Wärme & E-Mob: > 83 % nur mit Solar!



30 kW

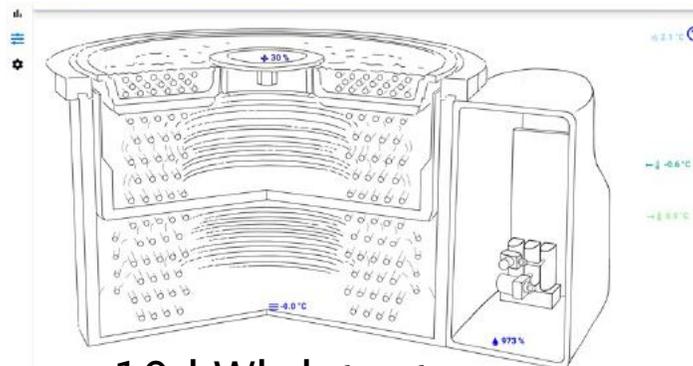


10 kW/20 kWh



 < 20 kWh/qm
2 l Haus

 Go-E + eGolf
11 kW/36 kWh

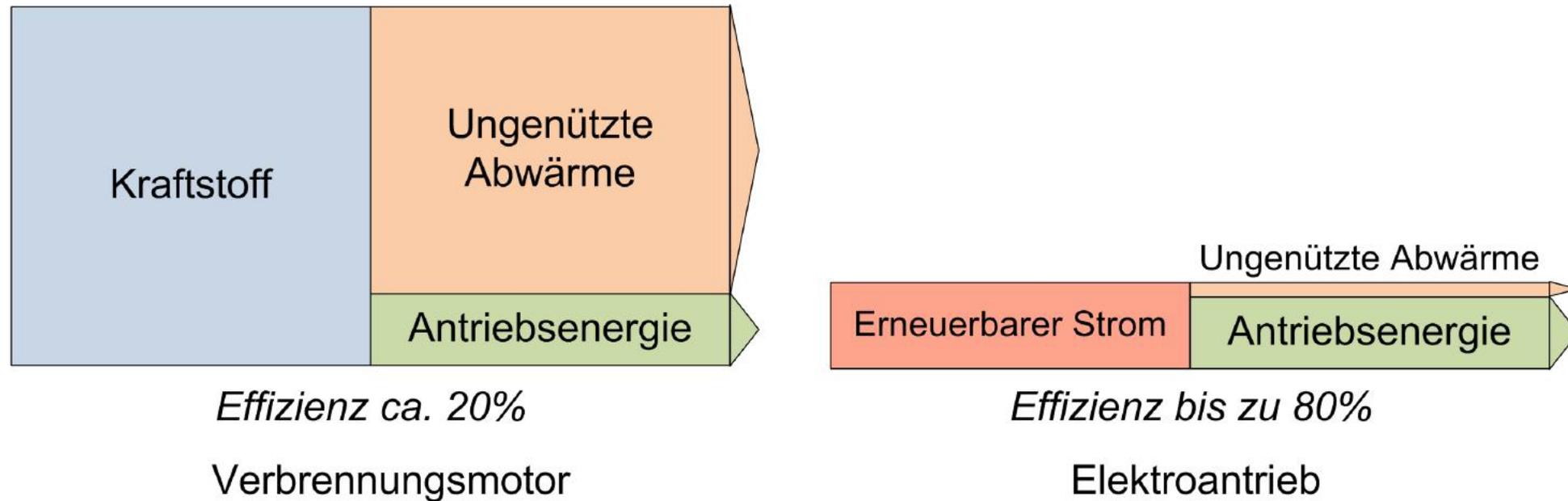


10 kWh latent

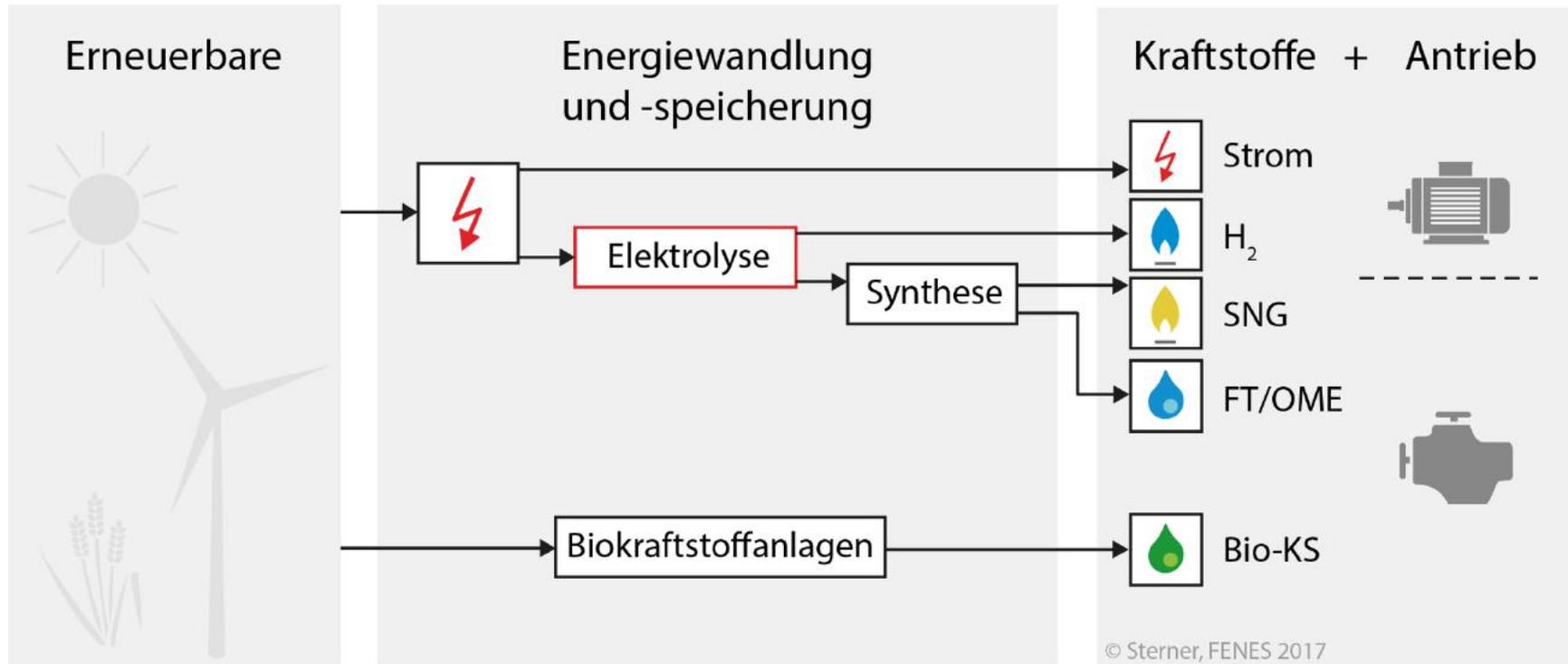


Verkehr

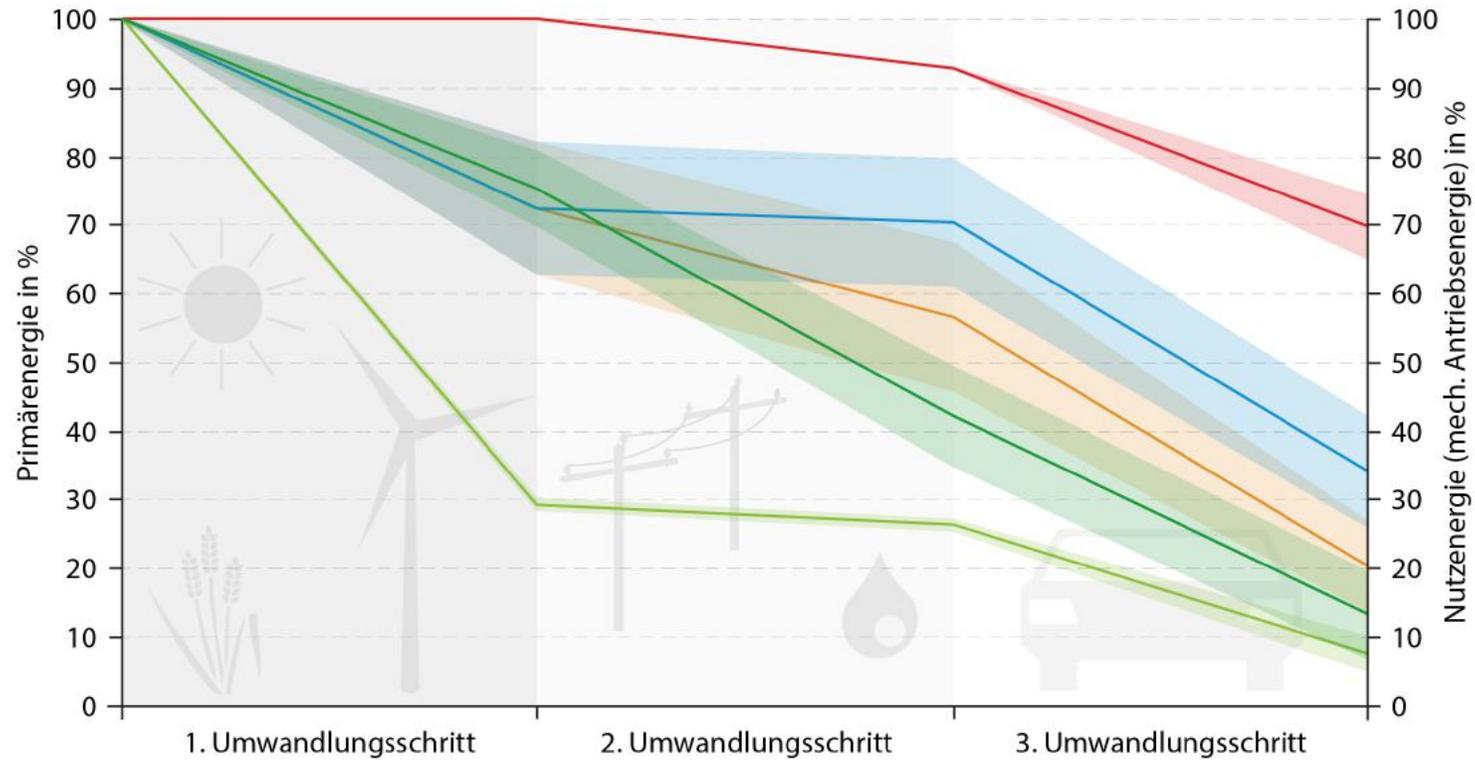
Effizienzsprung durch E-Mobilität



Optionen für klimaneutrale Kraftstoffe und Antriebe



Wirkungsgrade verschiedener Antriebs-Kraftstoff-Kombinationen



© Sterner, FENES 2017

	1. Umwandlungsschritt	2. Umwandlungsschritt	3. Umwandlungsschritt
Elektrofahrzeug	Stromerzeugung	Transport	Elektromotor
Brennstoffzellenfahrzeug	H ₂ -Elektrolyse	Aufbereitung und Transport	Brennstoffzelle
Gasfahrzeug	H ₂ -Elektrolyse	Methanisierung, Aufbereitung und Transport	Gasmotor
Biodieselfahrzeug (1. Gen.)	Rapsölerzeugung	Umesterung	Dieselmotor
Biodieselfahrzeug (2. Gen.)	Biomassevergasung	Fischer-Tropsch	Dieselmotor

ÖPNV Investition in Schiene pro Kopf

unter CSU-Führung
2009-2019

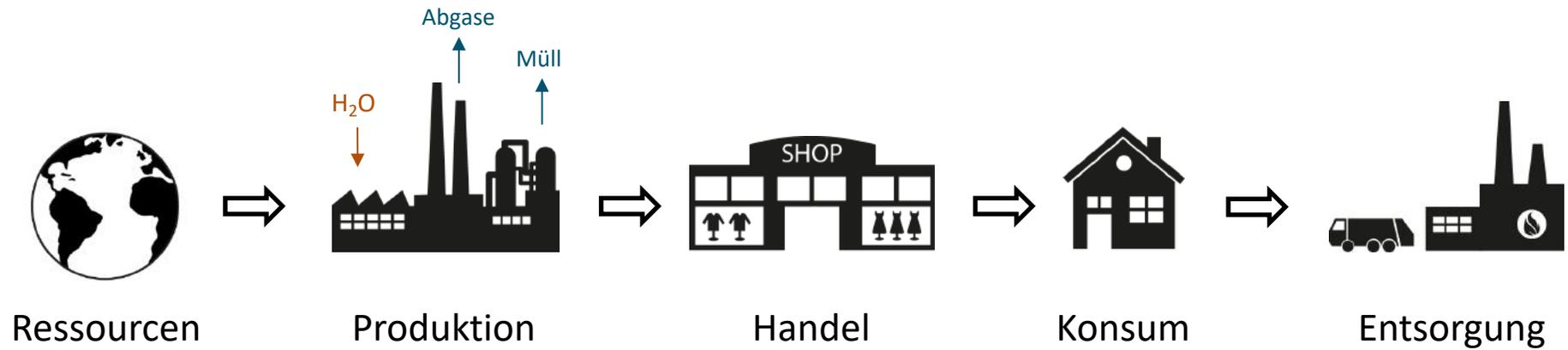


3-4 x

6-7 x

Industrie

Regionale Kreislaufwirtschaft schafft mehr Unabhängigkeit

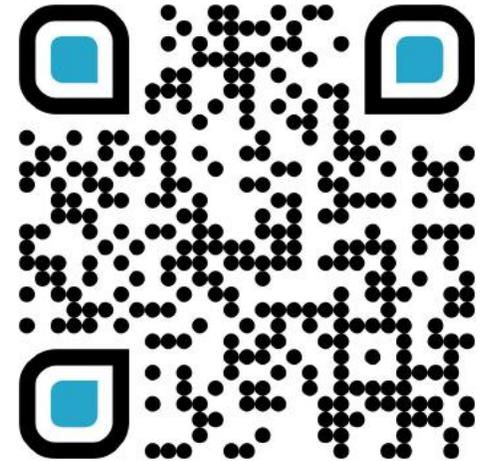


Wasserstoffatlas.de: Bestand finden, Potenziale erkennen, Chancen nutzen

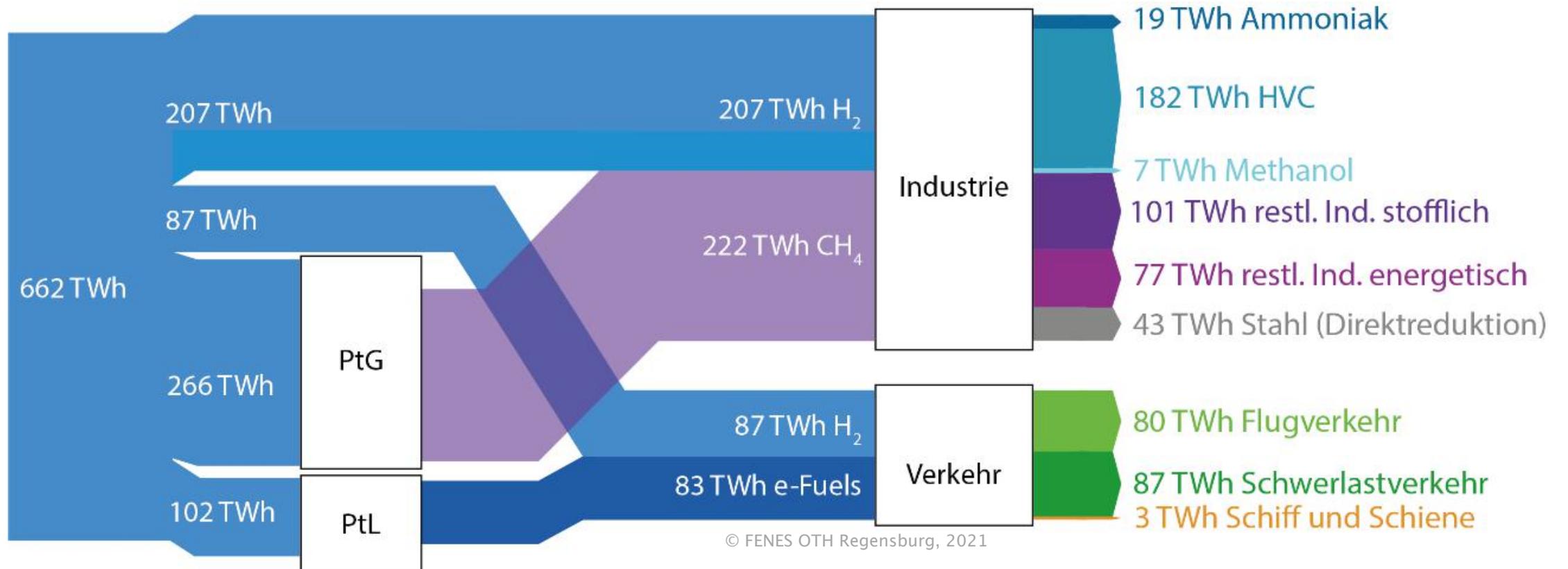
Tool für Kommunen, Planer, Neugierige



GEFÖRDERT VOM
 Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Nutzungspfade für Wasserstoff in 2050



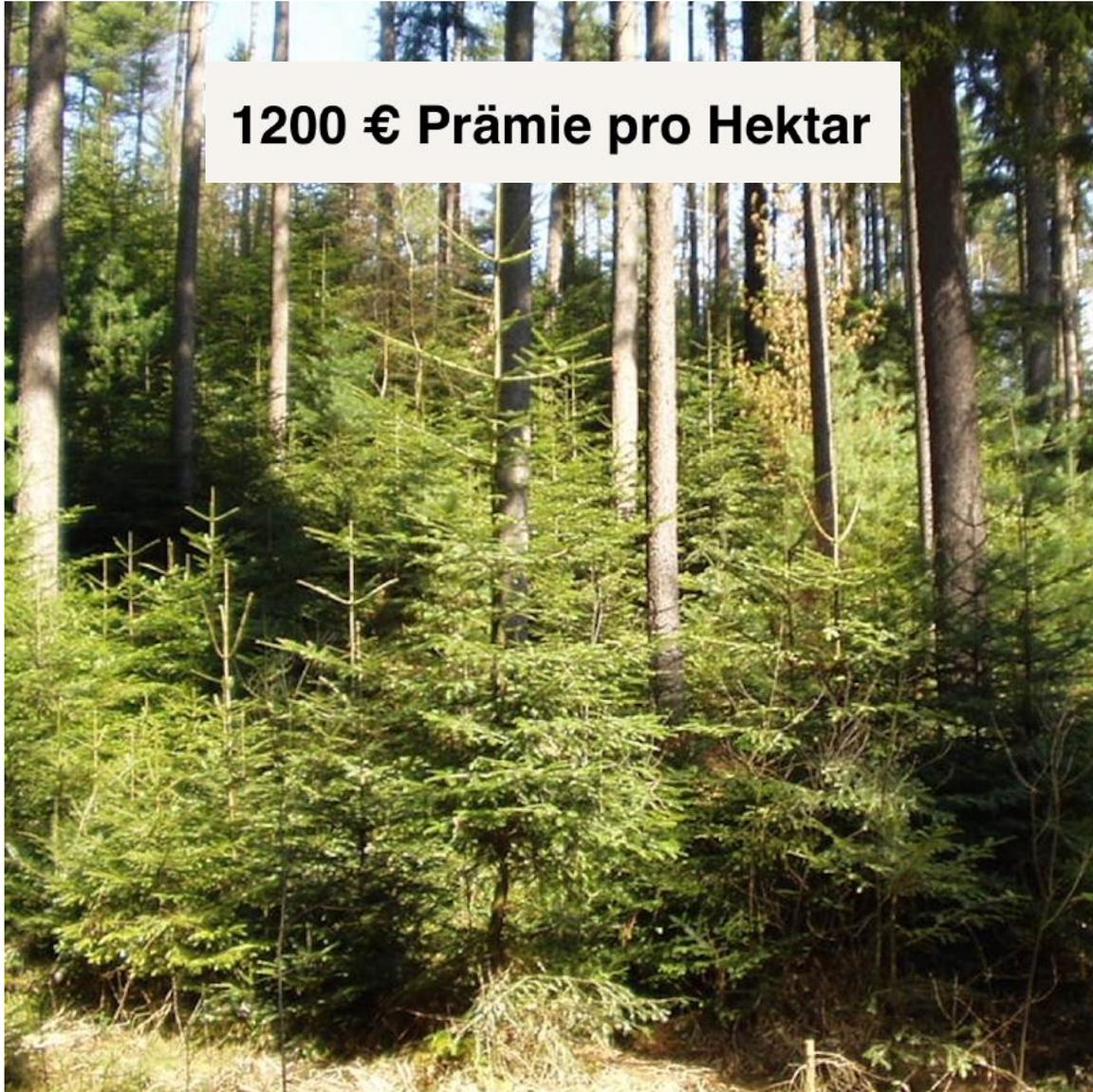
© FENES OTH Regensburg, 2021

Agrar + Forst

CO₂-äqu.-Fußabdruck von verschiedenen Gerichten



Welchen Wald wollen wir sehen?



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

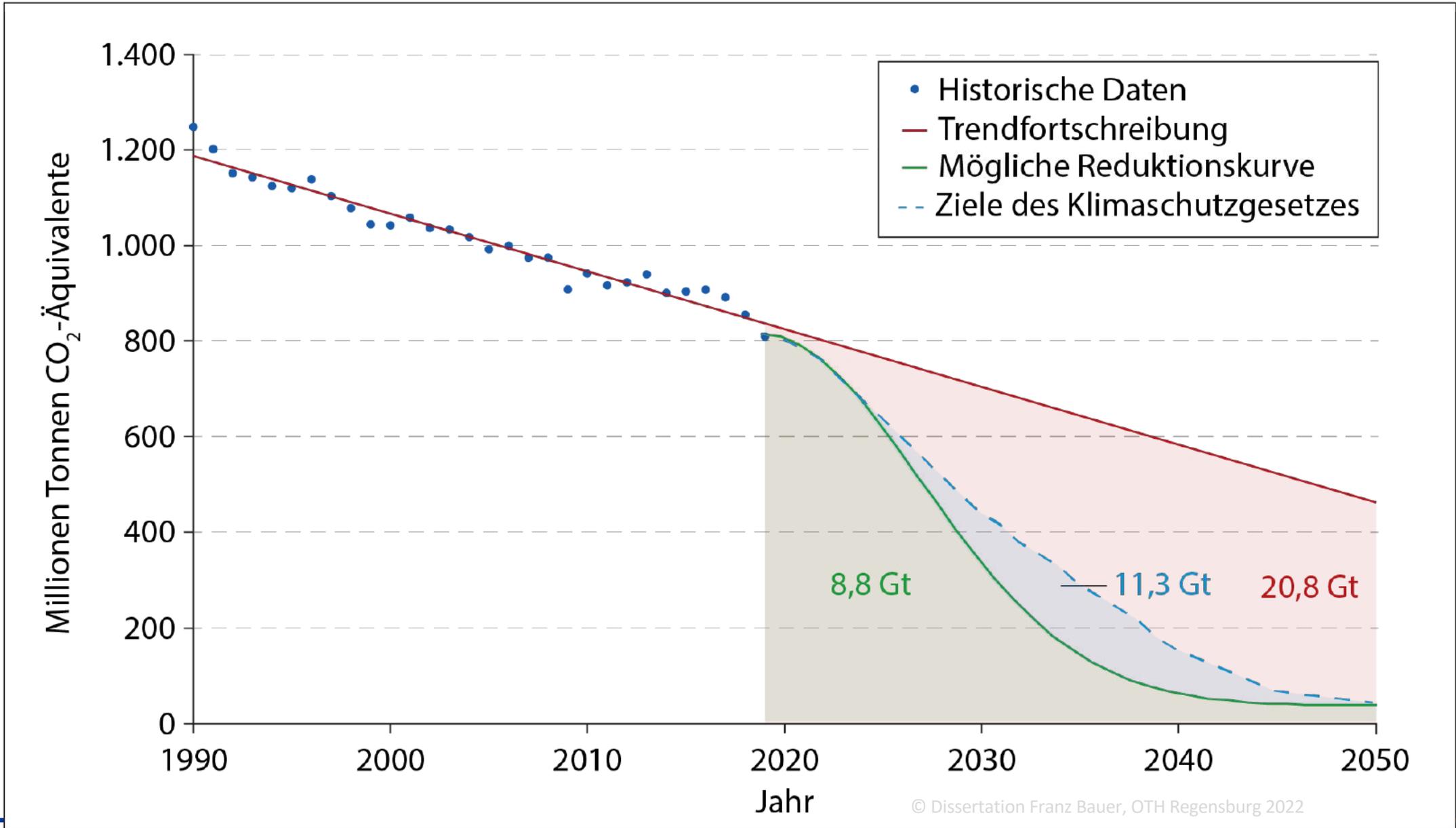
Die Naturverjüngung verhindert die
Auswaschung von Nährstoffen wie
Nitrat, bindet diese im Gegensatz zur
kahlen Fläche und kann mehr Humus
aufbauen. Dadurch wird die
Bodenerosion gemindert.

1200 € Prämie pro Hektar

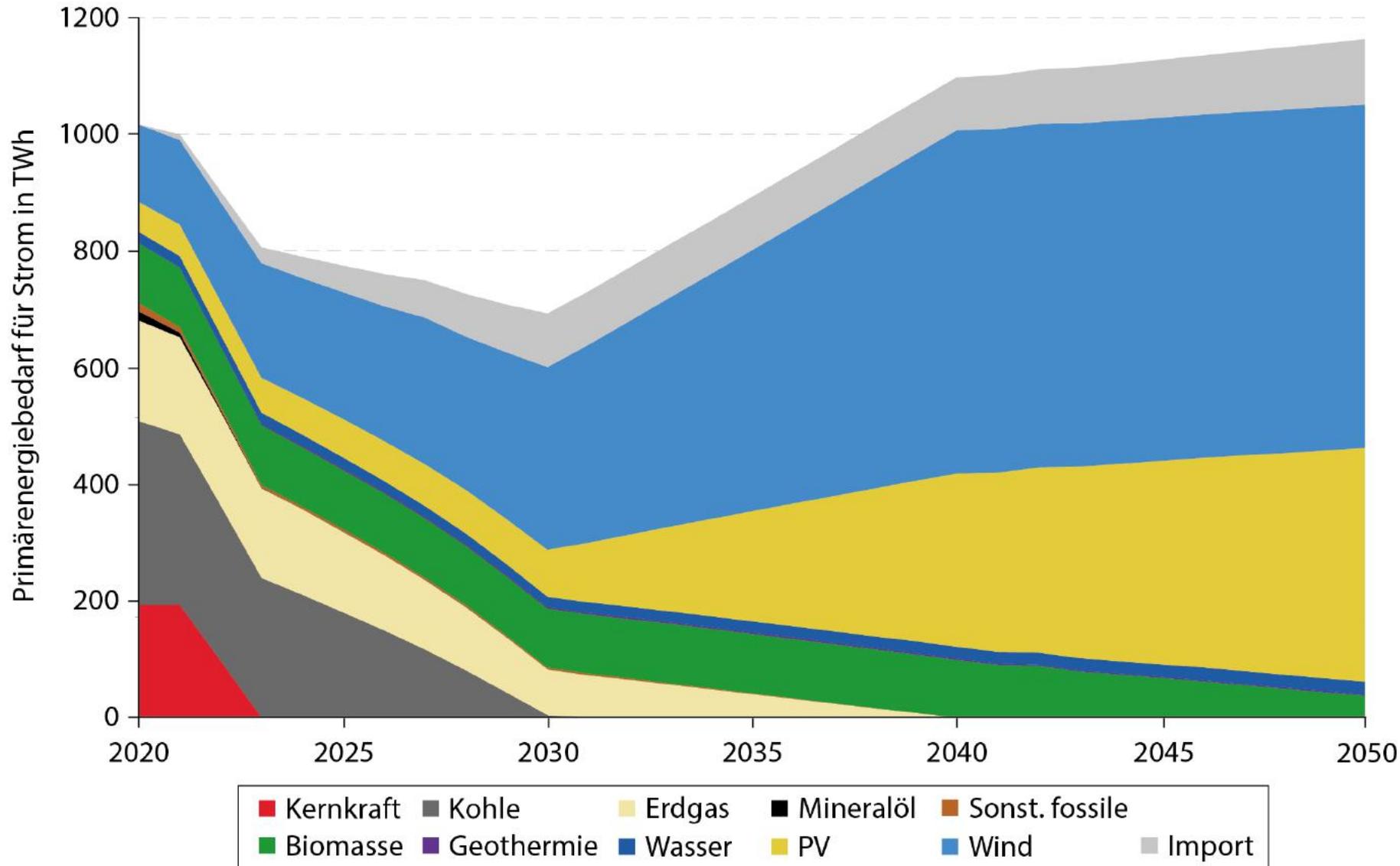
Eine gelungene **Naturverjüngung** prämiiert der Staat unter
bestimmten Voraussetzung einmalig mit 1200 € pro Hektar
(unter 20 ha sogar mit 1320 €/ha). Das zeigt, wie wichtig dem
Freistaat ein gesunder Wald ist. Die Jagdpacht bringt im
Vergleich dazu jährlich nur 3 € pro Hektar.

Gesamtbild

CO₂-äq. Emissionen in Deutschland



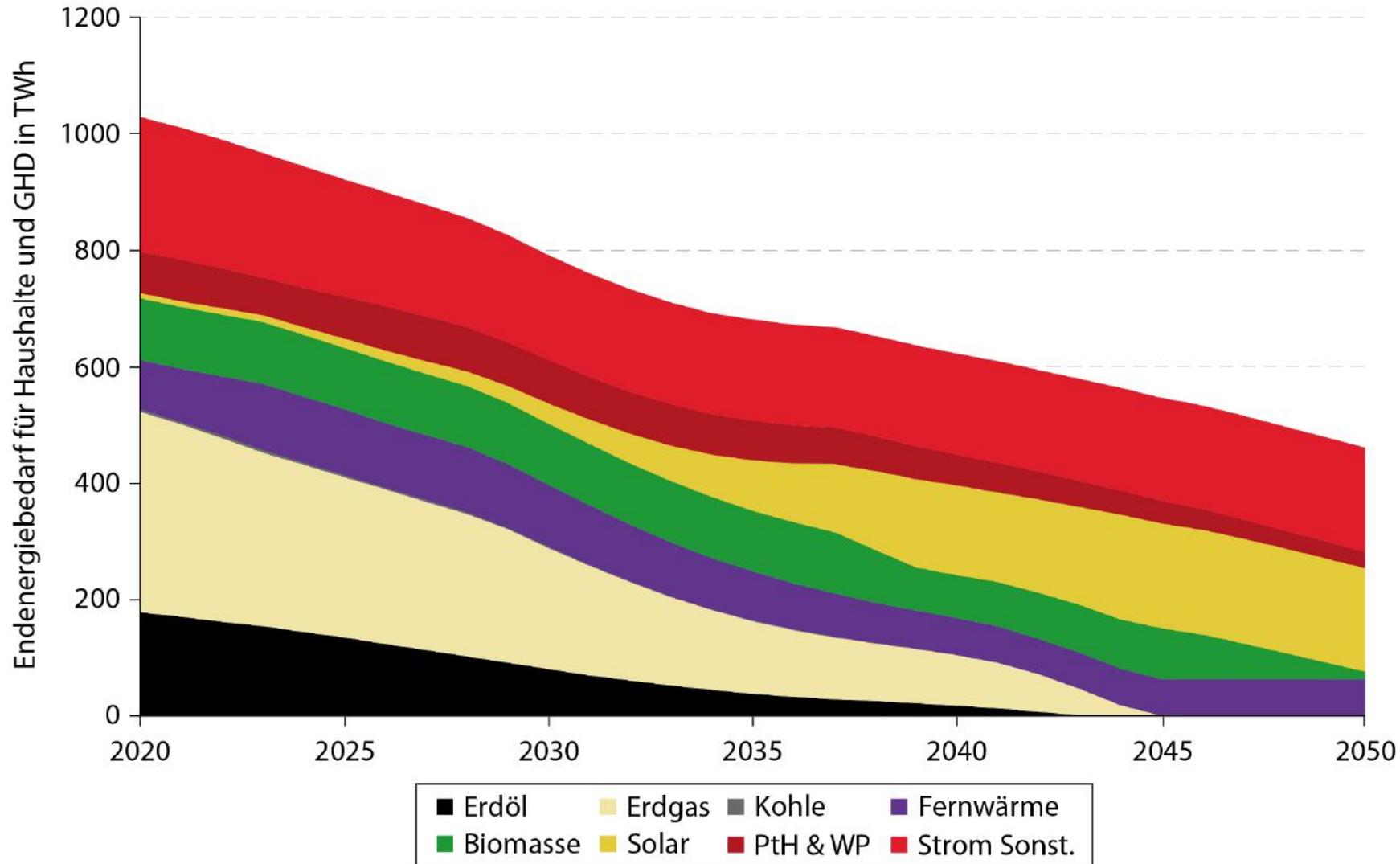
Verdoppelung Strombedarf durch Elektrifizierung und H₂



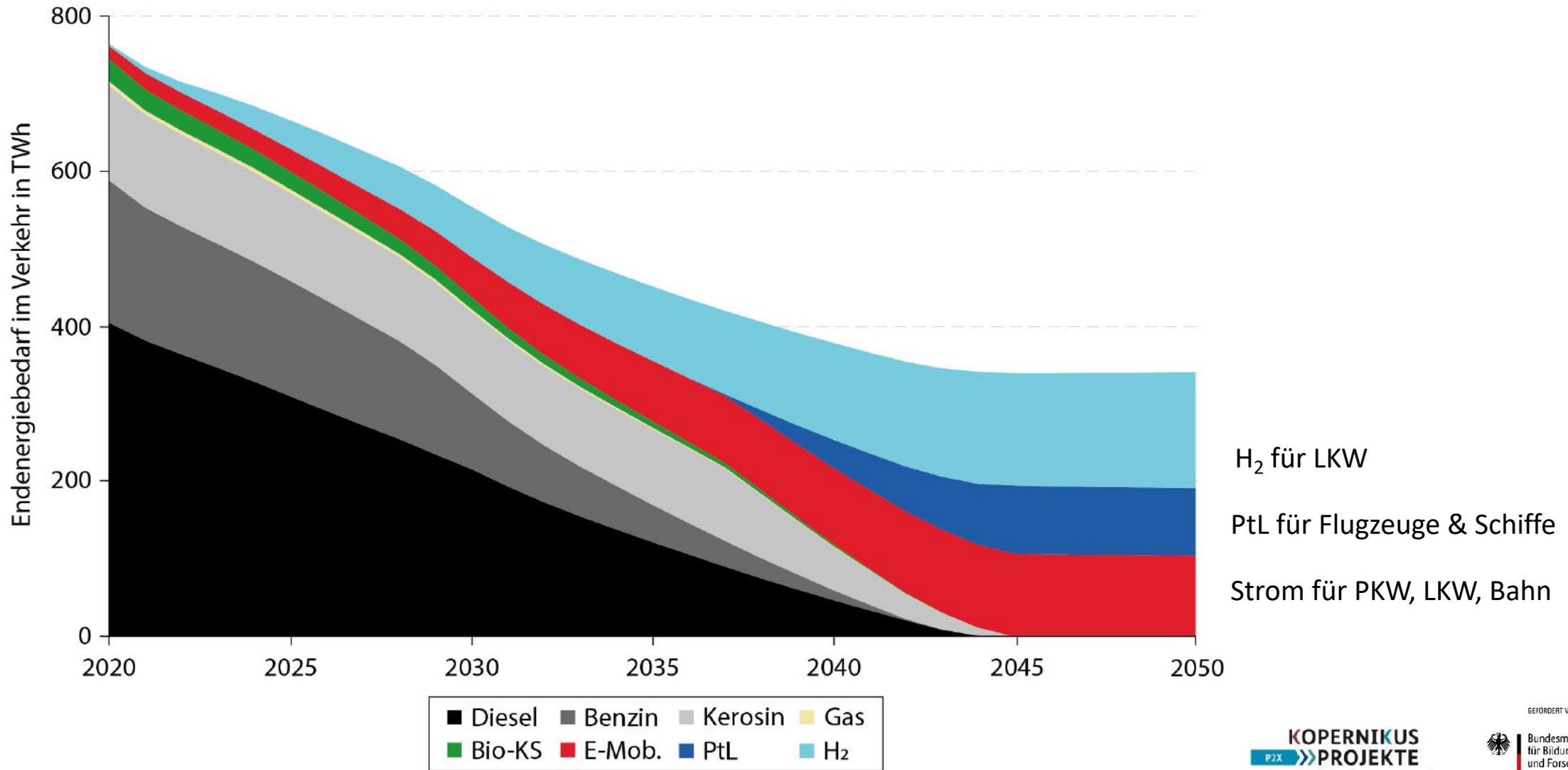
KOPERNIKUS
P2X >>> **PROJEKTE**
Die Zukunft unserer Energie

GEFORDERT VOM
 Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Effiziente Wärme durch Einsparung und viele Alternativen

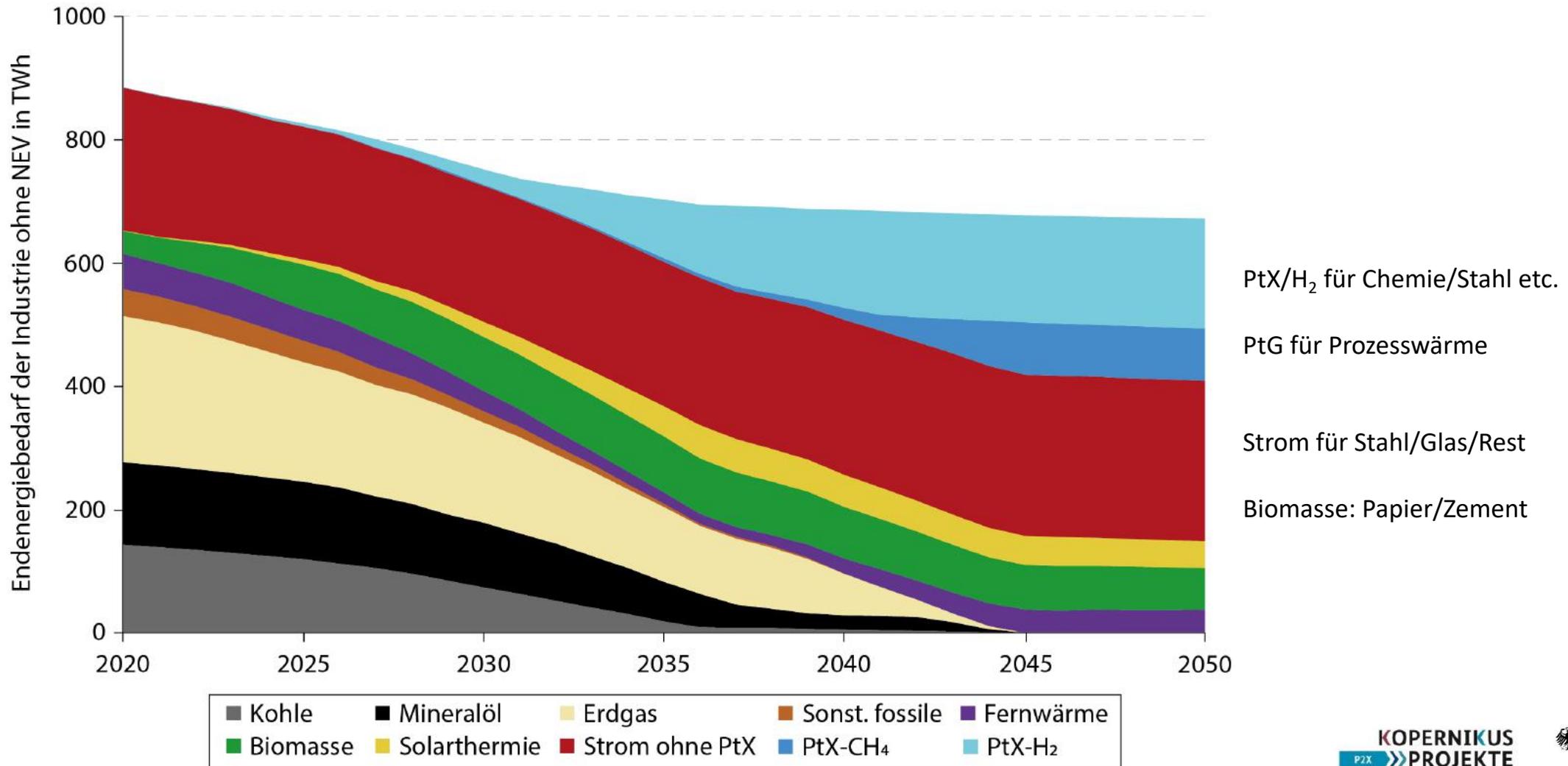


Verkehr: Klarer Wandel zur E-Mobilität & E-Fuels

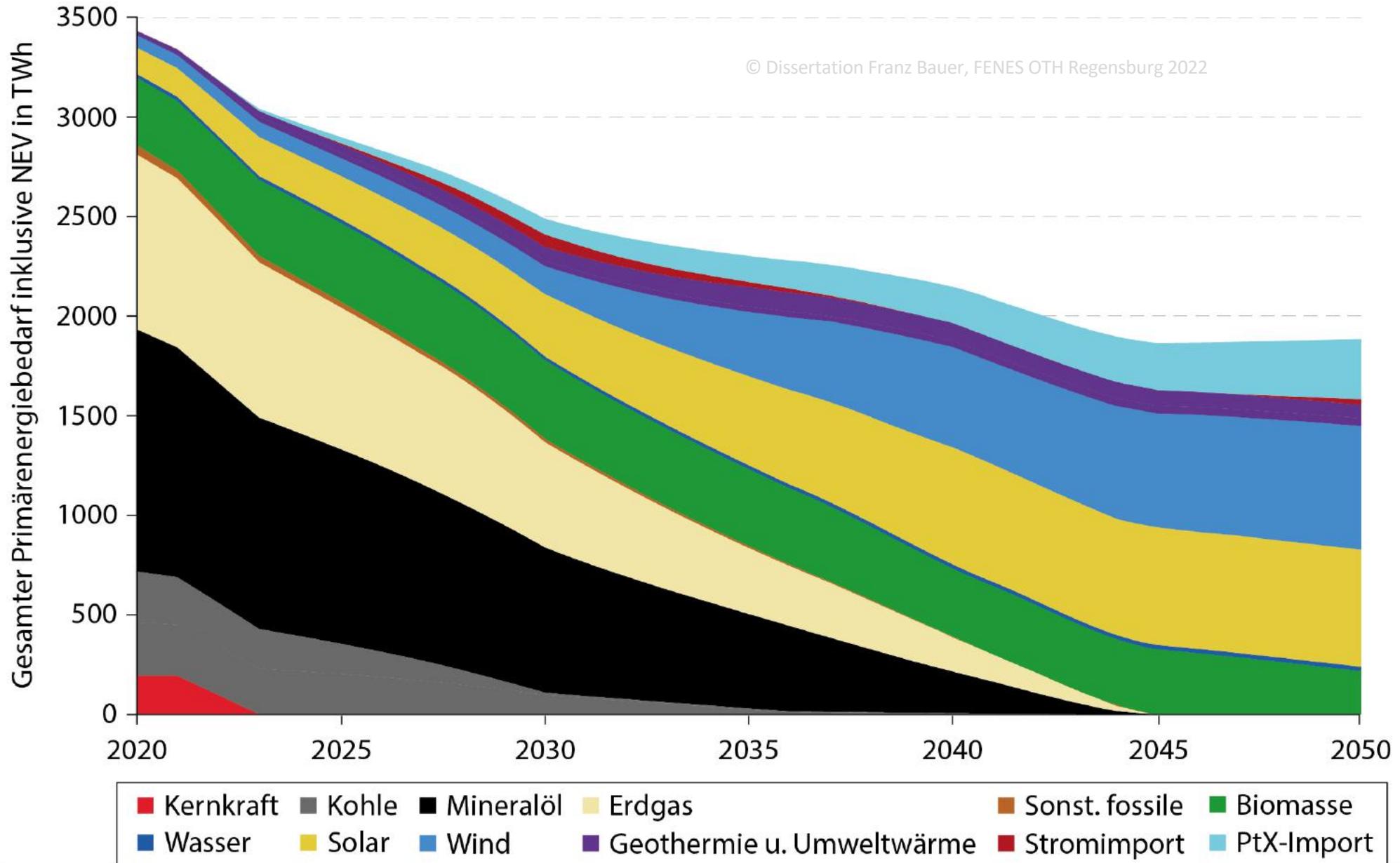


Zukunftsfähige Industrie auf erneuerbarer Basis

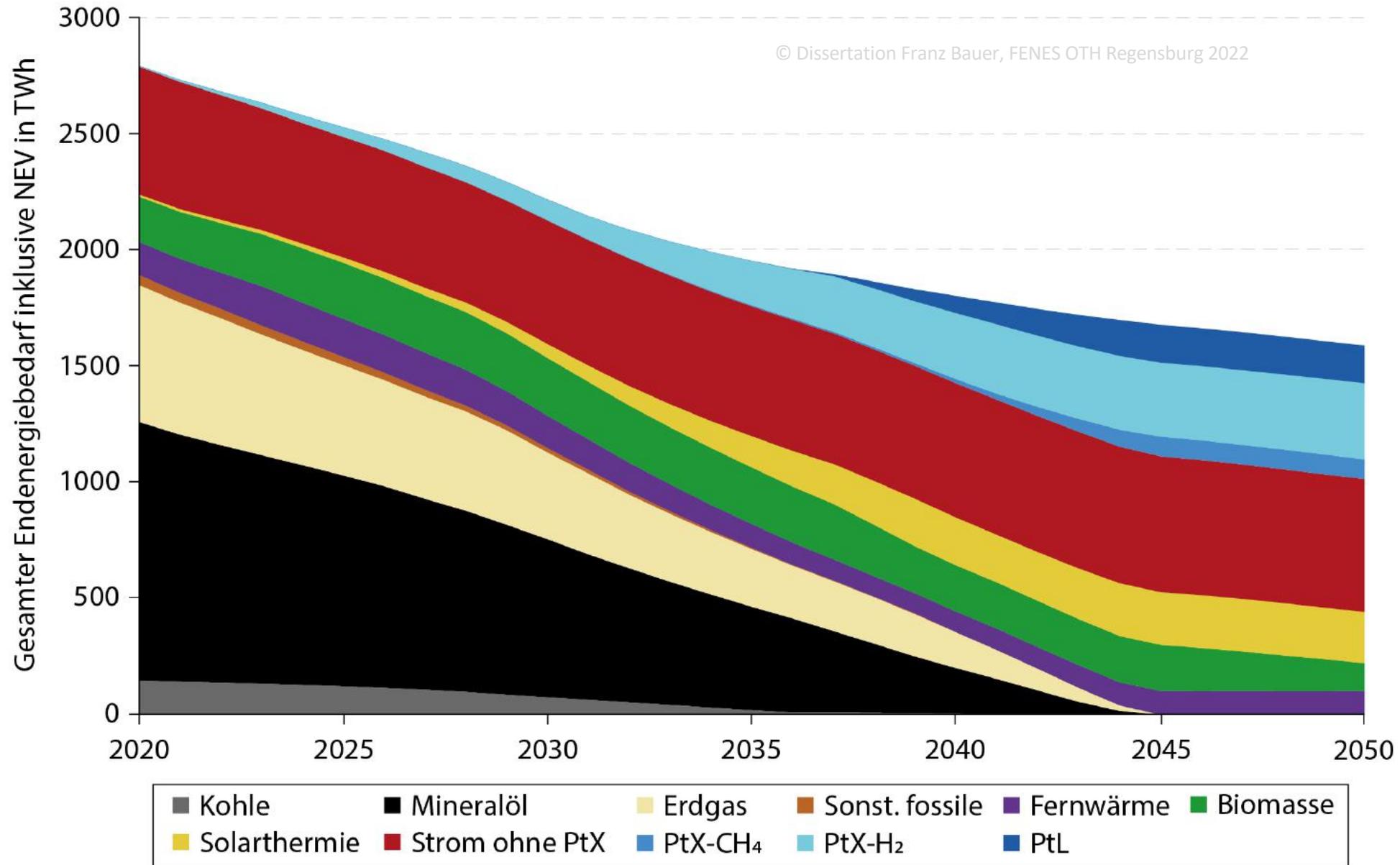
→ CO₂-neutrale Produkte durch grünen Strom + PtX



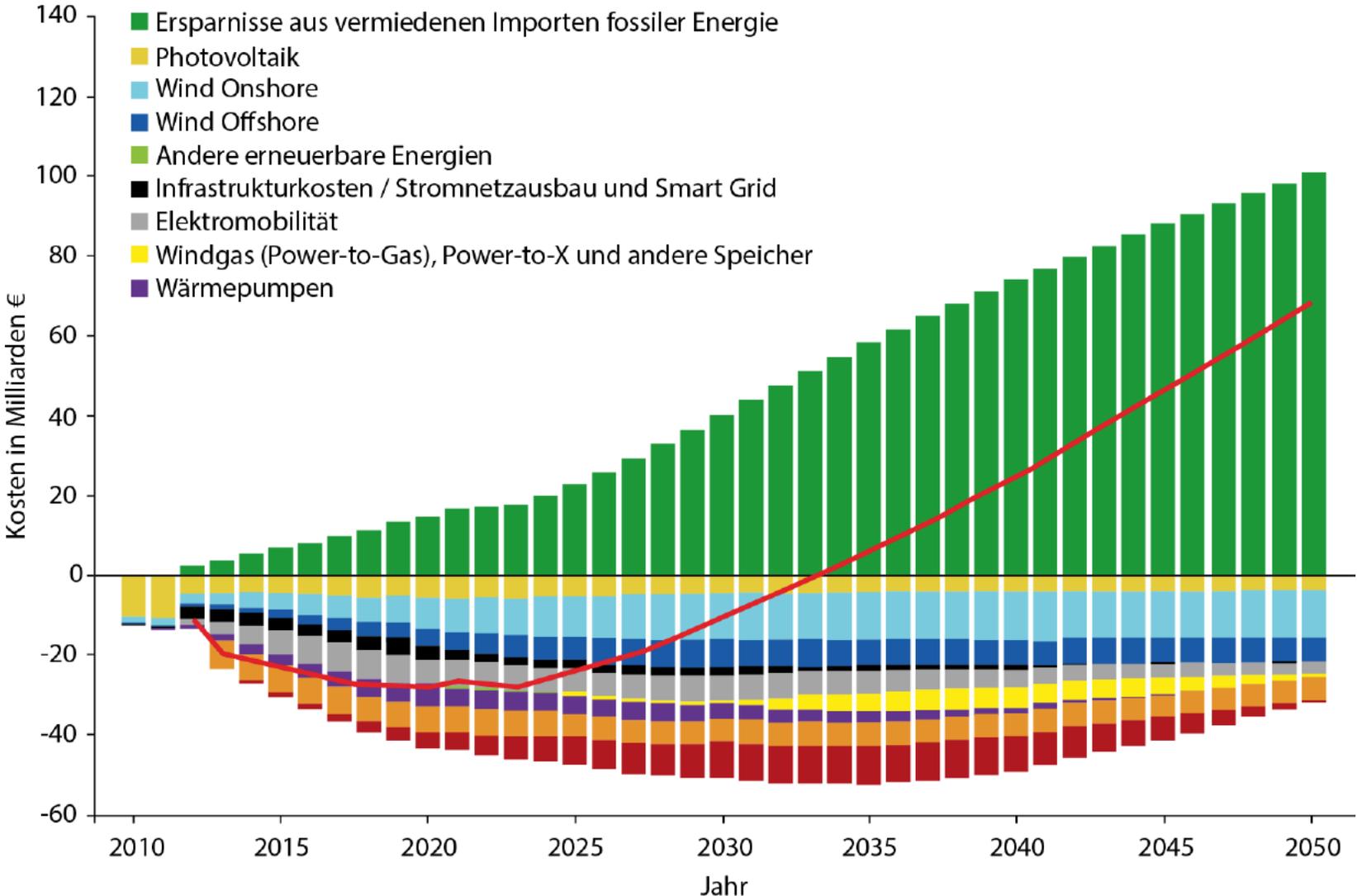
Primärenergie aller Sektoren



Endenergie aller Sektoren



Energiewende lohnt sich – Rendite 4 – 7 % bis 2050 (alte Energiepreise!) Kosten aller Sektoren inkl. Speicher enthalten



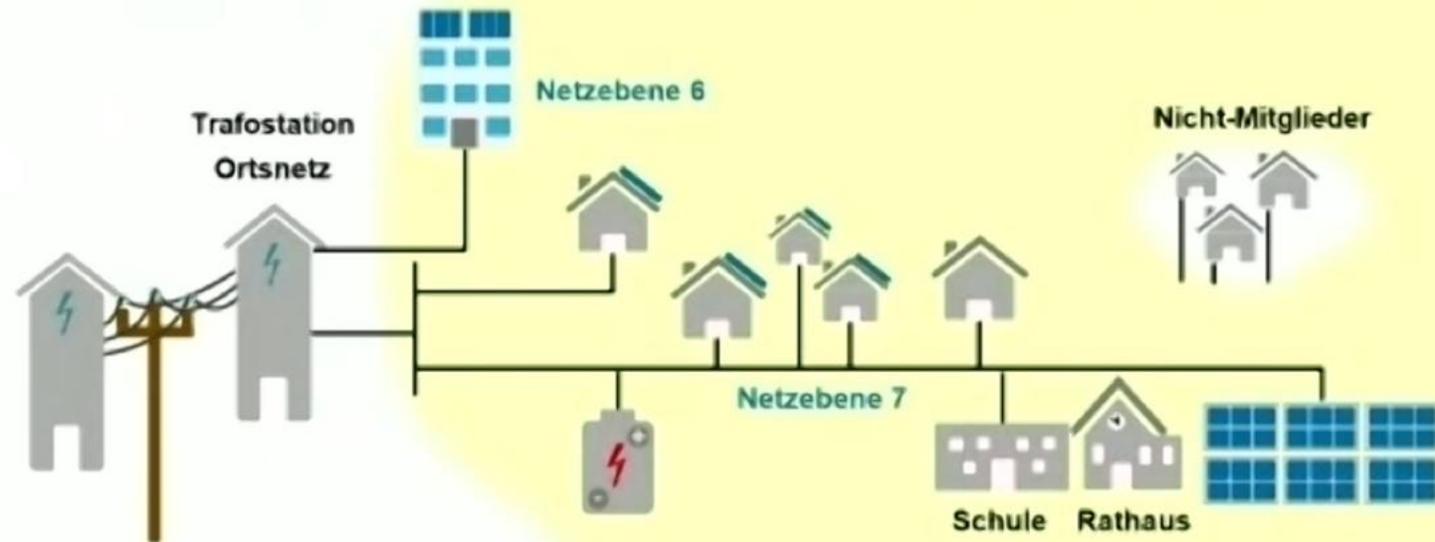
Quelle: Geschäftsmodell Energiewende –Gerhardt et al., 2013 (www.herkulesprojekt.de)

Politik & Gesellschaft

Teilhabe schafft Akzeptanz + Erfolge feiern



Regionale Energiegemeinschaften – umgesetzt in Spanien, Österreich... Deutschland dauert noch



- Mitglieder: Bürger, Gemeinden, Vereine, Kirche, KMU, Gewerbe
- Lokal hinter Trafo / Regional in der Mittelspannung
- Ziel: gemeinnützige Nutzung von günstigem Wind- und Solarstrom

Wertschöpfung vor Ort sicherstellen!

1. Klima- & Energieziele runterbrechen auf Kommune

2. Vorhandene Flächen nutzen (Dächer, Kläranlage, etc)

3. Transparente Flächenauswahl, Beteiligung Verbände, Vereine + Bürger

4. Gewerbesteuer + Ertragsbeteiligung (ca. 20 T je WKA / 1 T € je ha PV)

5. Minderheitsbeteiligung: 10 % Kommune, 10 % Bürger

6. Vergünstigte regionale Stromtarife für Anwohner

7. Aufstellungsbeschluss vor Netzanschluss!

Dahoam



Fridays for Future - 60.000 Menschen in München am 20.09.2019



Klimaschutz = viel sinnvolle Arbeit!



→ kommt in Hochschulen, Handwerk, Industrie!

Wertschöpfung durch Klimaschutz stärkt jedes Land!

1. technisch möglich – alle Lösungen sind da

2. wirtschaftlich sinnvoll – Wertschöpfung vor Ort

3. ökologisch absolut notwendig – Existenzgrundlage



Naturgesetze
nicht verhandelbar

Demokraten
halten zusammen

Jeder Beitrag zählt
auch Ihrer!

Bewusstseinswende

Fürchtet Euch nicht!



Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Michael Sterner

0941 - 943 9888

www.michael-sterner.de

www.fenes.net

