

Die Energiewende ist gescheitert-Wie können wir die Zerstörung von Industrie und Natur stoppen ?

Landschaftsschutz westlicher Bodeensee e.V.
Milchwerk Radolfzell
17.10.2024, 19:00

Prof. Dr. Fritz Vahrenholt

Stromnetz bis zu hundertmal im Jahr tot? Die neuen Zweifel am frühen Kohleausstieg

Veröffentlicht an

Deutschland arbeitet an seiner Abschaffung als Wirtschaftsnation. Es ist höchste Zeit, das Ruder herumzureißen

Neue Zürcher Zeitung 26.8.2024 **et**



tagesschau

Kritik an Bundesregierung

Rechnungshof sieht Stromversorgung gefährdet

Stand: 07.03.2024 17:58 Uhr

„Deindustrialisierung kaum noch aufzuhalten“

Handelsblatt

19.6.2024

Eon-Chef erklärt, warum Netzentgelte steigen und steigen



29.2.2024

Handelsblattumfrage 7/2024: Die Zustimmung zur Energiewende sinkt

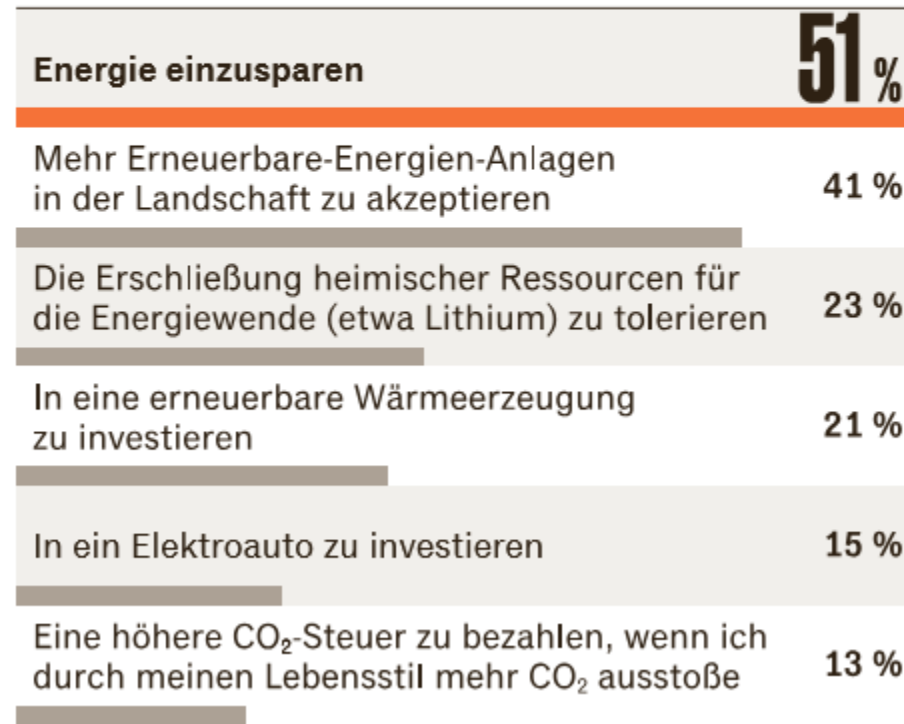
Frage:

Für den Erhalt unseres Wohlstandes in Deutschland und die Erreichung der Klimaziele bin ich bereit....

Persönlicher Einsatz für die Energiewende

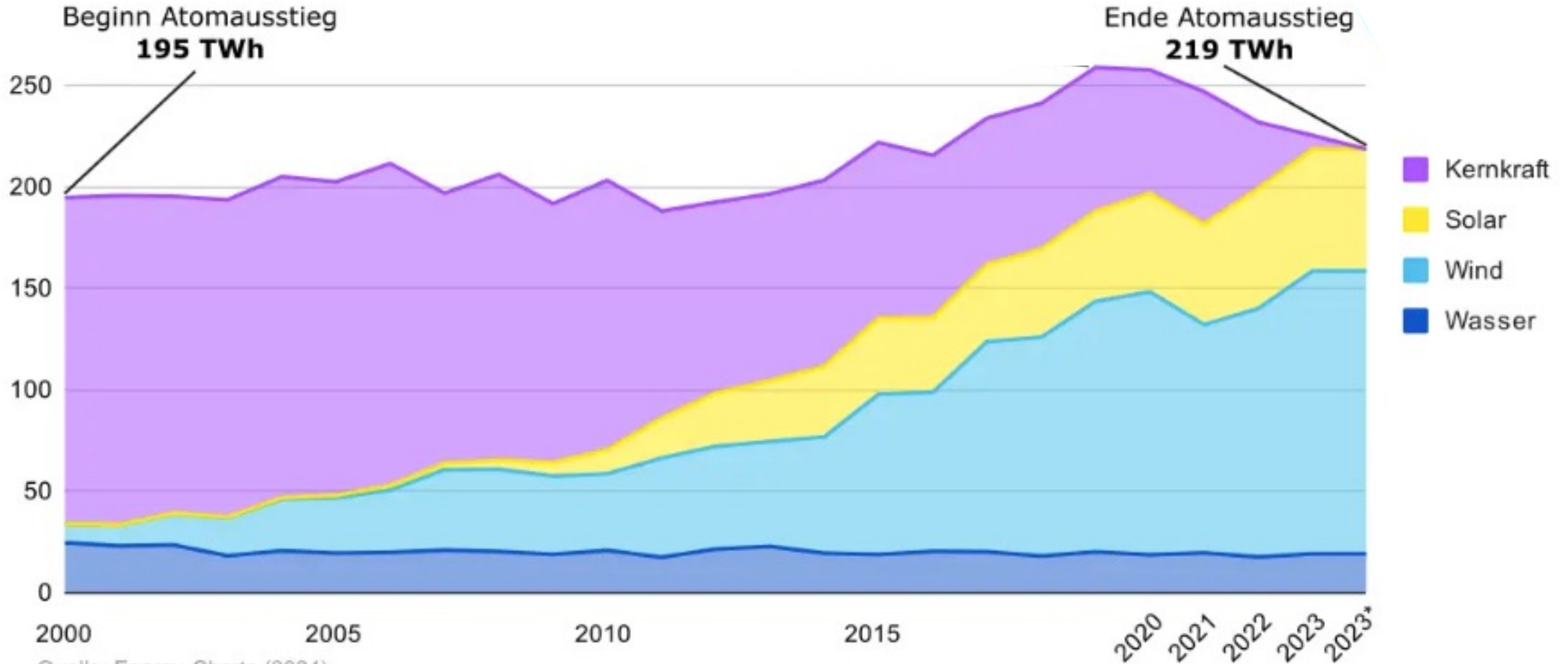
Umfrage: Für den Erhalt unseres Wohlstands in Deutschland und die Erreichung der Klimaziele bin ich bereit ...

Antworten der Befragten in Prozent



Was hat die Energiewende bewirkt? Sie hat die CO₂-freie Kernenergie durch CO₂-freie Energie aus Sonne und Wind ersetzt und dafür rd. 500 Milliarden € verschlungen

CO₂-freie Stromerzeugung 2000-2023



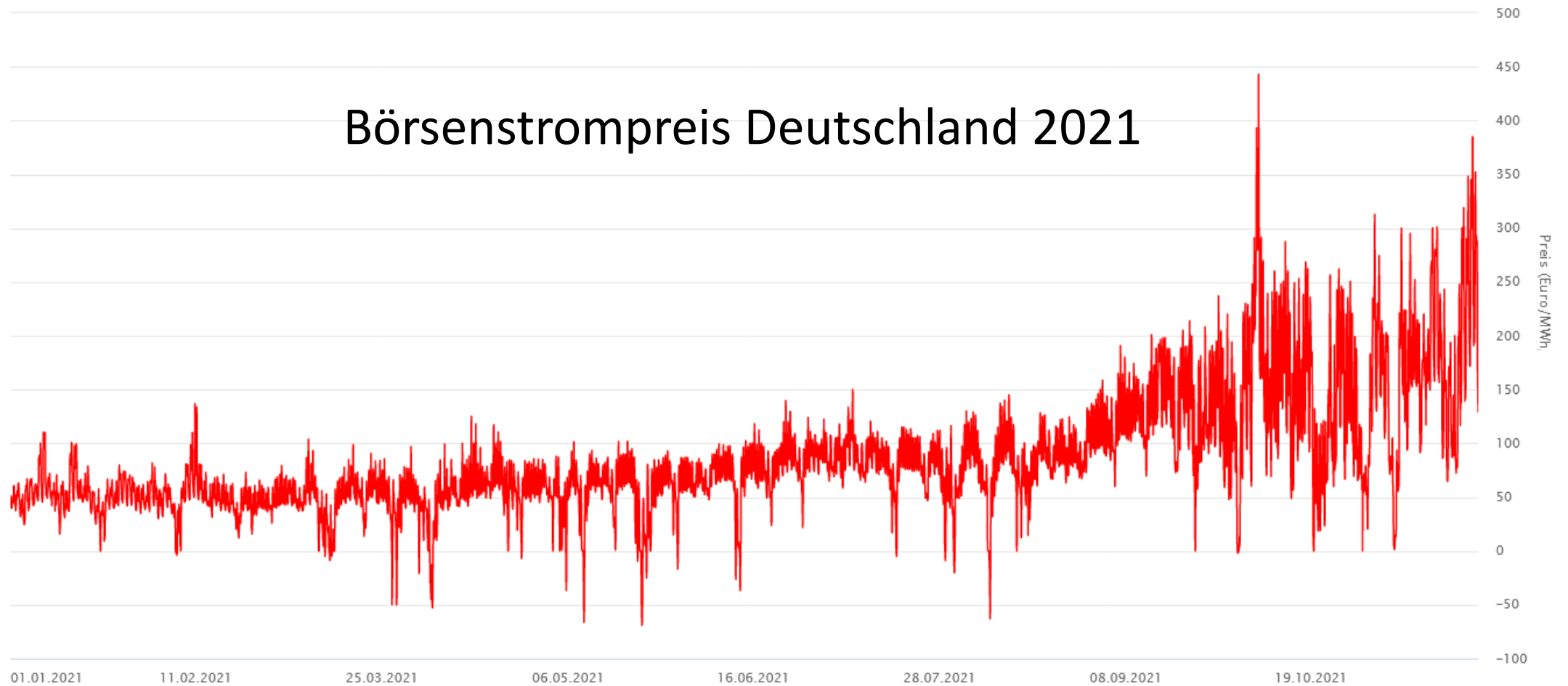
Quelle: Energy-Charts (2024)

<https://www.tech-for-future.de/energiewende/>

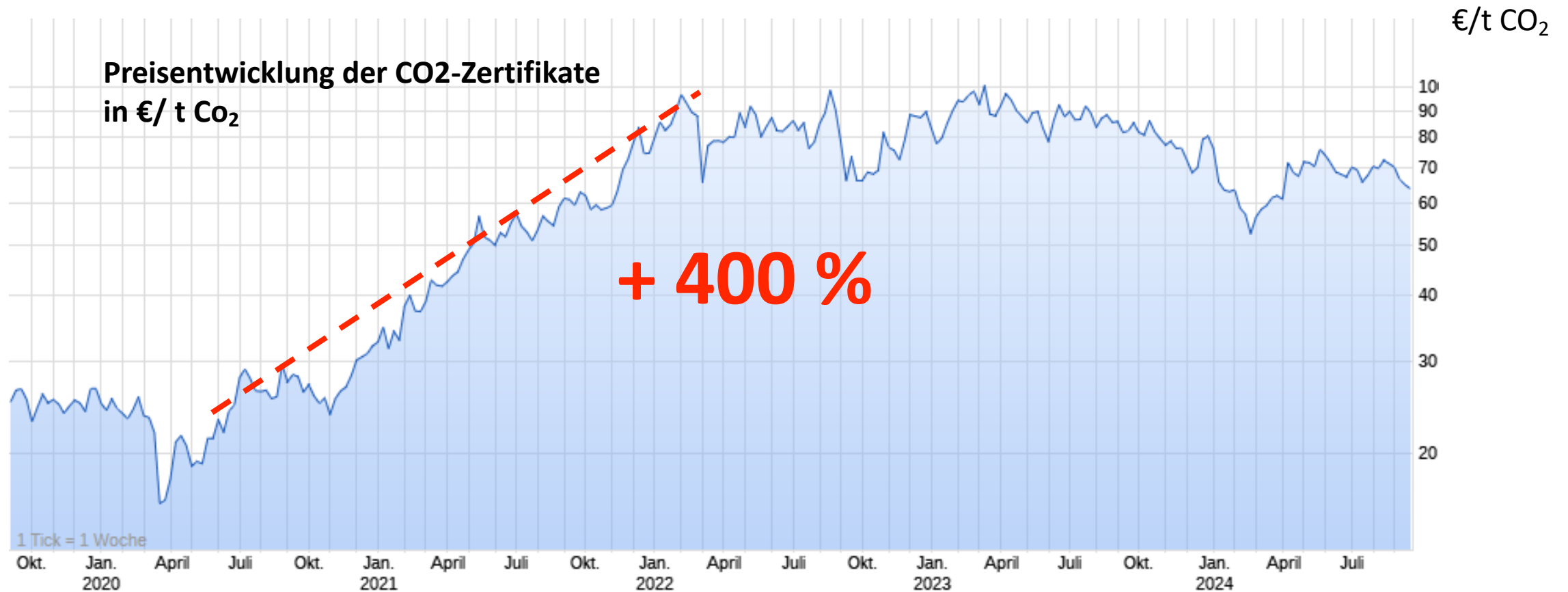


**Die Energiewende befördert
die Deindustrialisierung**

Die Strompreise haben sich 2021 vervierfacht: Deutschland muss aufhören, die Strompreise zu erhöhen

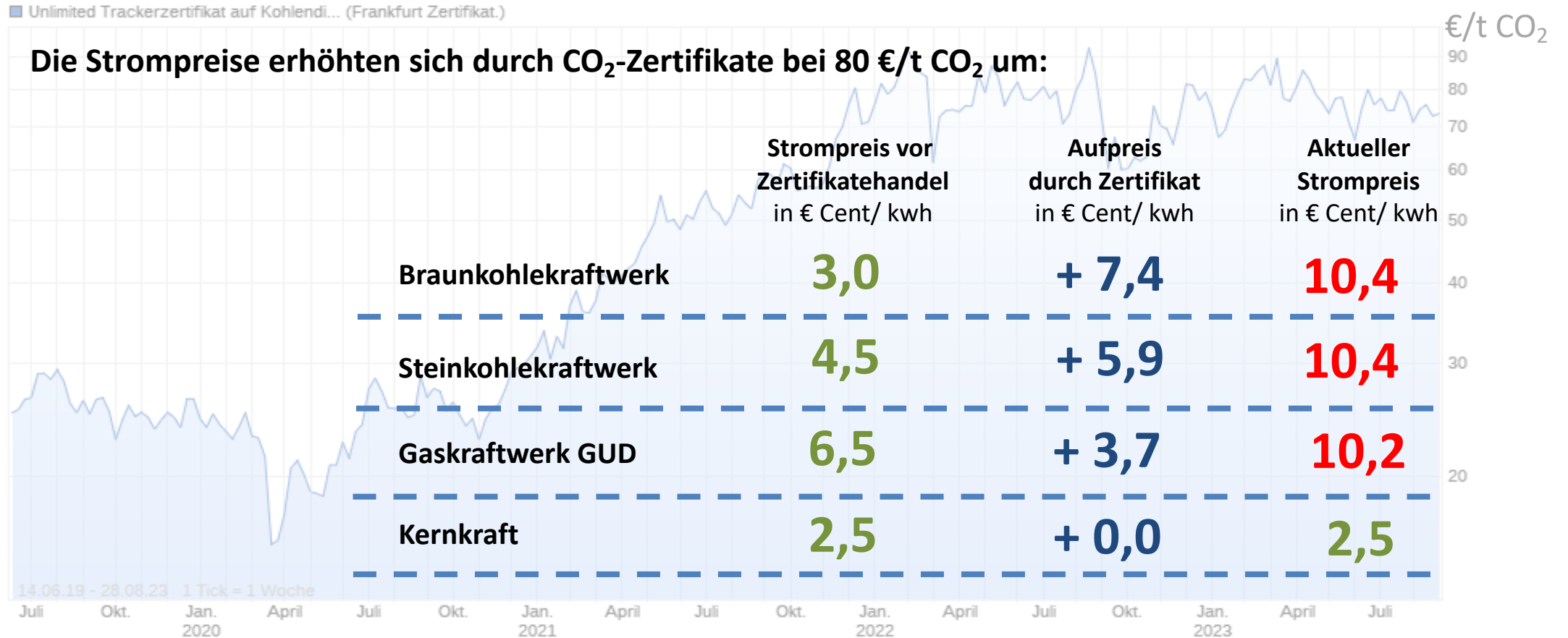


Die Verteuerung der Strompreise ist politisch gewollt: Die Europäische Kommission hat die Preise der CO2-Zertifikate auf das Vierfache ansteigen lassen



Allein durch den europäischen Zertifikatehandel haben sich die Strompreise für konventionelle Kraftwerke verdoppelt bis verdreifacht

Preisentwicklung für konventionelle Kraftwerke

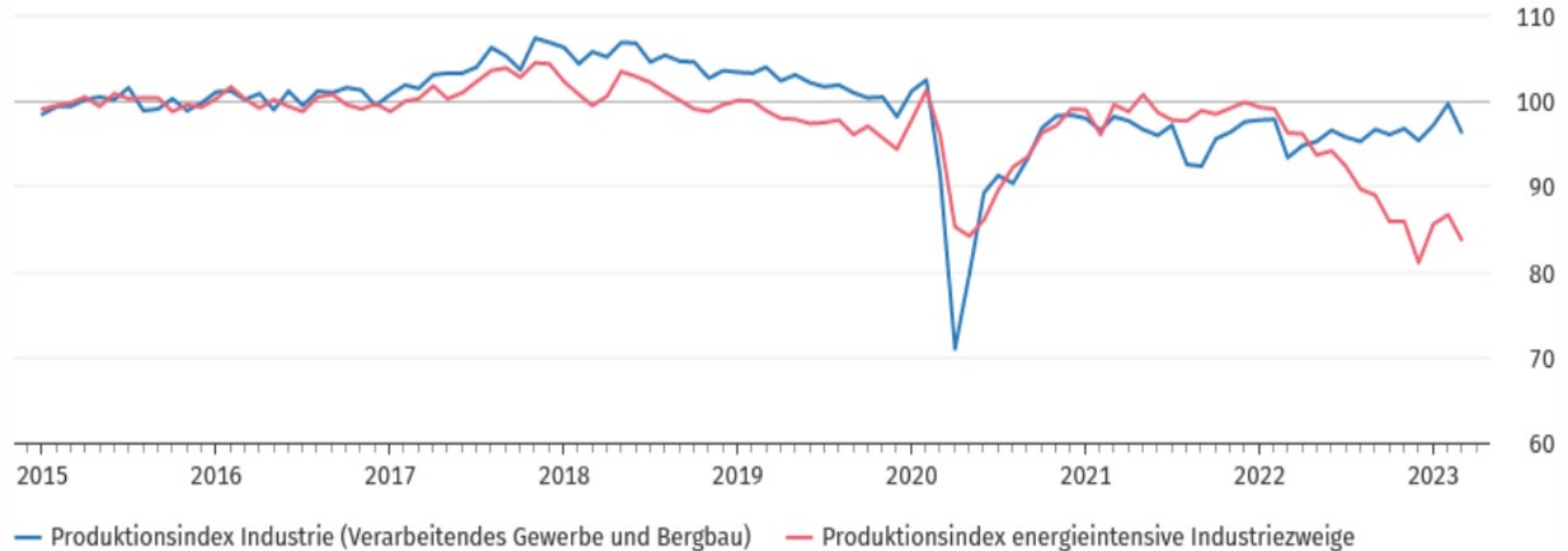


Die Folge: Die energieintensive Industrie verlässt Deutschland

Energieintensive Industriezweige: wie lange noch in Deutschland?

Produktionsentwicklung in energieintensiven Industriezweigen

2015 = 100



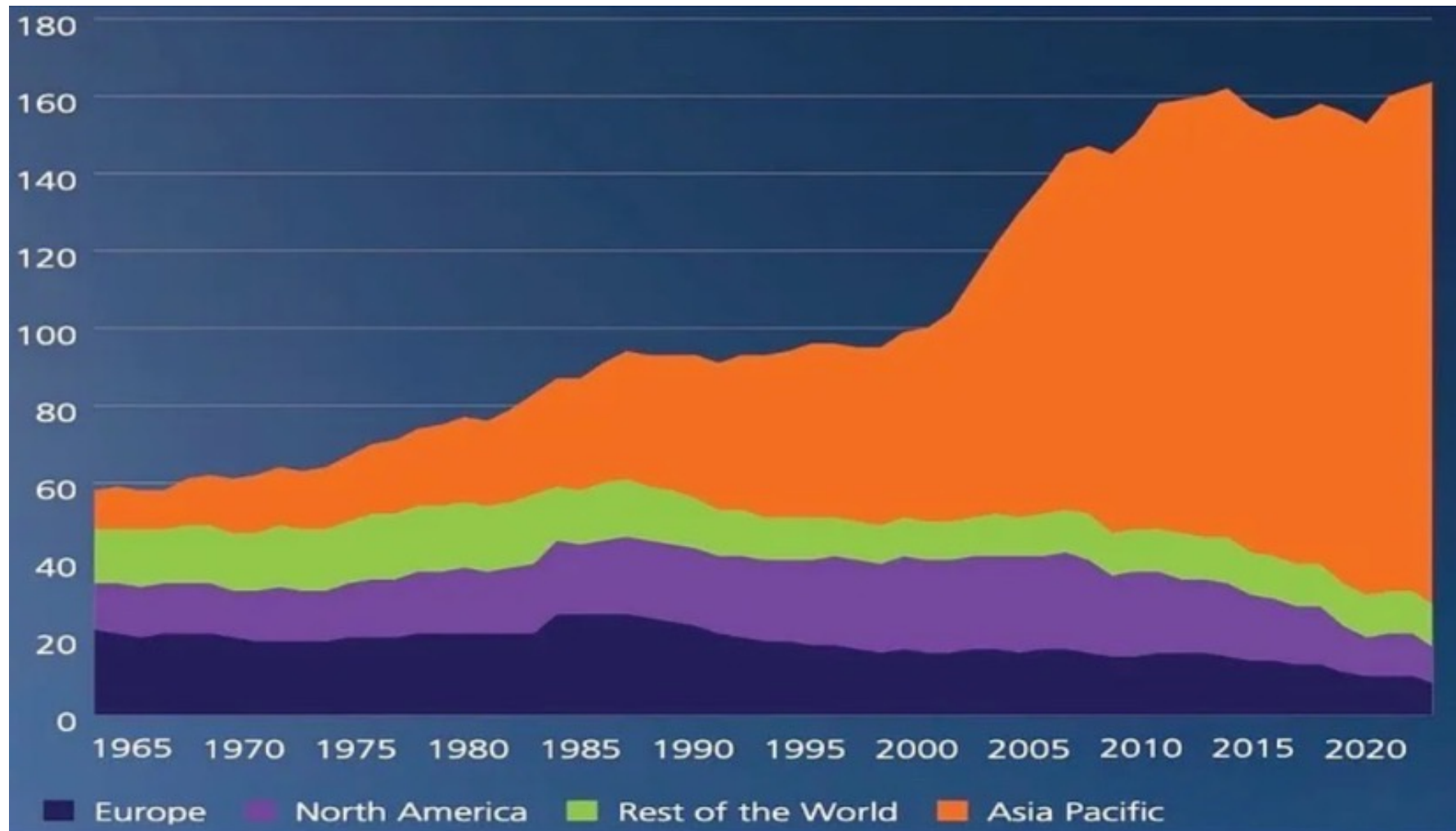


Wie geht die Welt mit der Energiewende um?

World's dumbest energy policy - Wallstreet Journal 2019

Der weltweite Kohleverbrauch hat 2023 ein neues Rekordhoch erreicht. Indien verbraucht erstmals mehr Kohle als USA und Europa zusammen

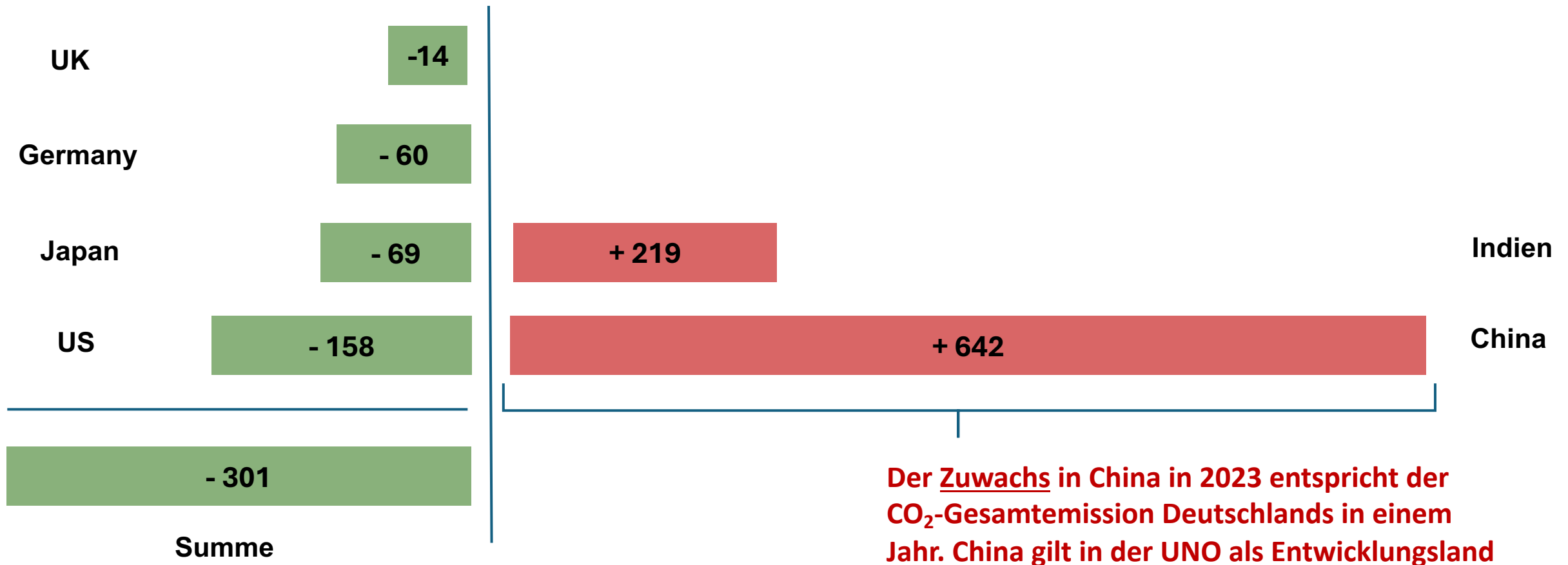
Entwicklung des Kohleverbrauchs nach Regionen, 1965-2023, in EJ/ Jahr



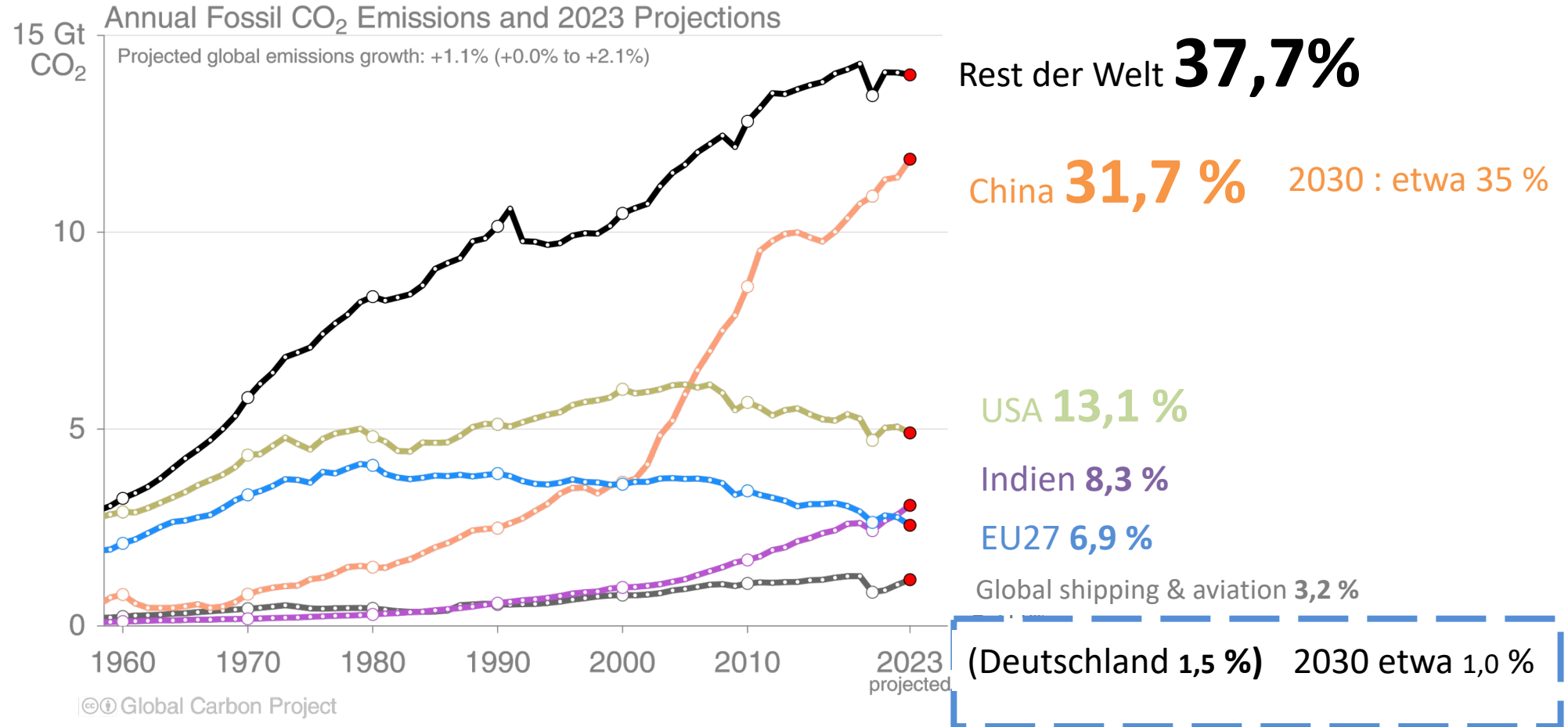
Quelle: Energy Institute, 2024, <https://www.energyinst.org/statistical-review>

2023 ist Chinas Zuwachs an CO₂-Emissionen mehr als doppelt so stark wie die Emissionsminderungen vier wichtiger Industrieländer zusammen

Veränderung der globalen CO₂-Emissionen der sechs großen Industrienationen 2022-2023 in Millionen Tonnen, schematische Darstellung



Es gibt weltweit einen deutlichen Anstieg der CO₂-Emissionen 2023. Deutschland auf den hinteren Rängen



Dabei hat China uns auch pro Kopf überholt

Emission pro Kopf 2023



Katar	35,5 t
Saudi-Arabien	17,0 t
Kanada	15,2 t
Australien	15,1 t
USA	14,3 t
Russland	13,3 t
Süd-Korea	12,3 t
Tschechien	9,5 t
China	8,8 t
Japan	8,6 t
Deutschland	8,2 t
Niederlande	7,8 t
Österreich	7,0 t
Frankreich	4,8 t
Welt	4,8 t

Effizienz: CO2-Emission pro 1000 \$ BIP



Schweiz	0,06 t
Schweden	0,07 t
Frankreich	0,10 t
UK	0,11 t
Österreich	0,12 t
Deutschland	0,15 t
Japan	0,21 t
Tschechien	0,22 t
USA	0,22 t
Süd-Korea	0,27 t
Kanada	0,31 t
Katar	0,39 t
Russland	0,47 t
China	0,49 t
Welt	0,28 t



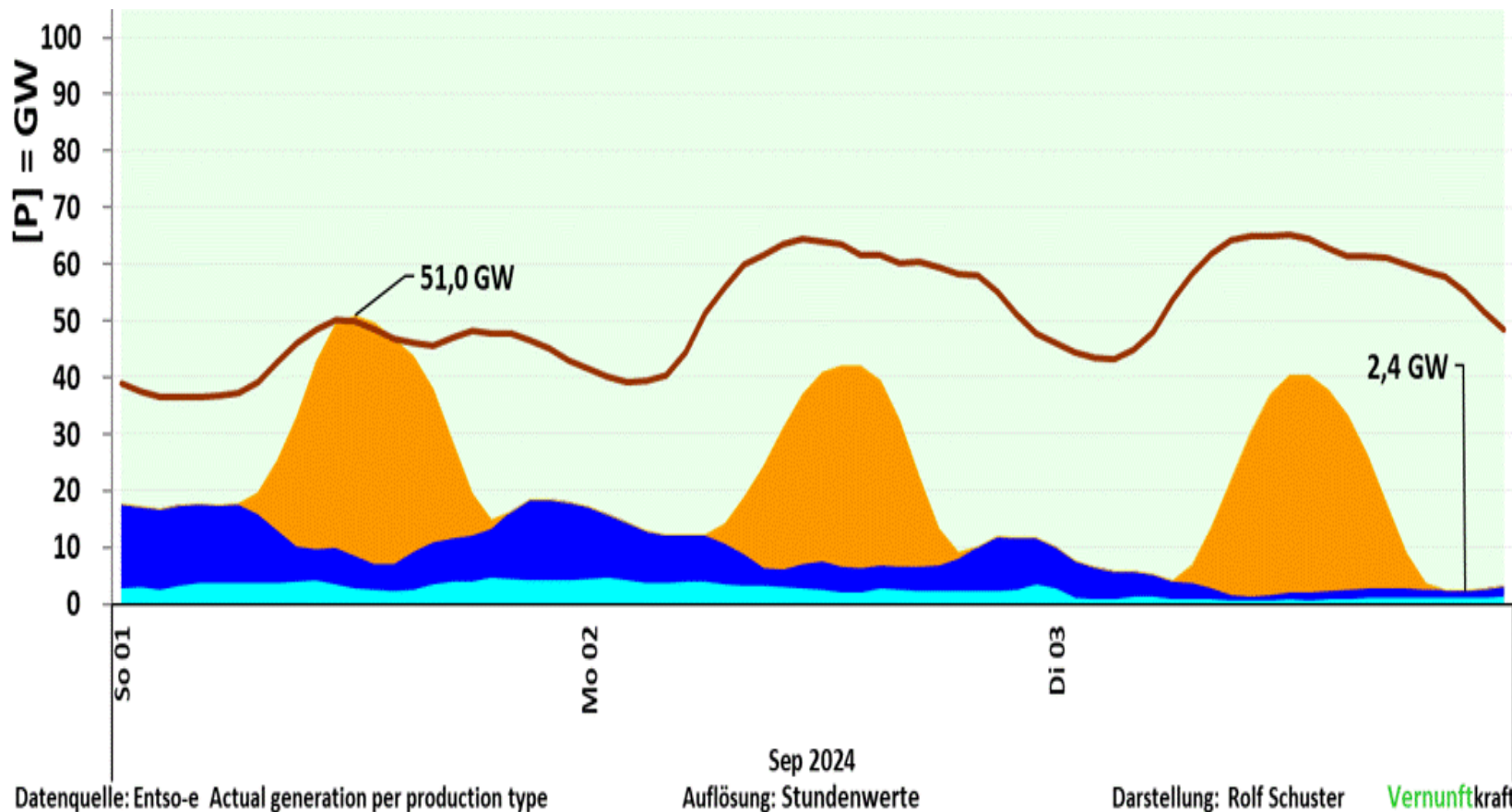
Das bedeutet:

**Eine Verlagerung
einer Produktion
aus Deutschland
nach China
erhöht
die CO₂- Emission
auf mehr
als das Dreifache**

Der nächste Angriff auf die Industrie wird vom Wirtschaftsminister und der Bundesnetzagentur vorbereitet:

Volatilität des verfügbaren EE-Stroms nach Stromquellen Anfang September 2024 in GW

Verfügbarkeit des Stroms aus Erneuerbaren Energien in sonnenreichen (Gelb) und windreichen Zeiten (Blau)



Habeck: Forderung nach Produktionsverlagerung in sonnen- und windreiche Zeiten

Einsatz von Steuergeldern für Strom aus Erneuerbaren Energien: 1,64 Milliarden € nur im August

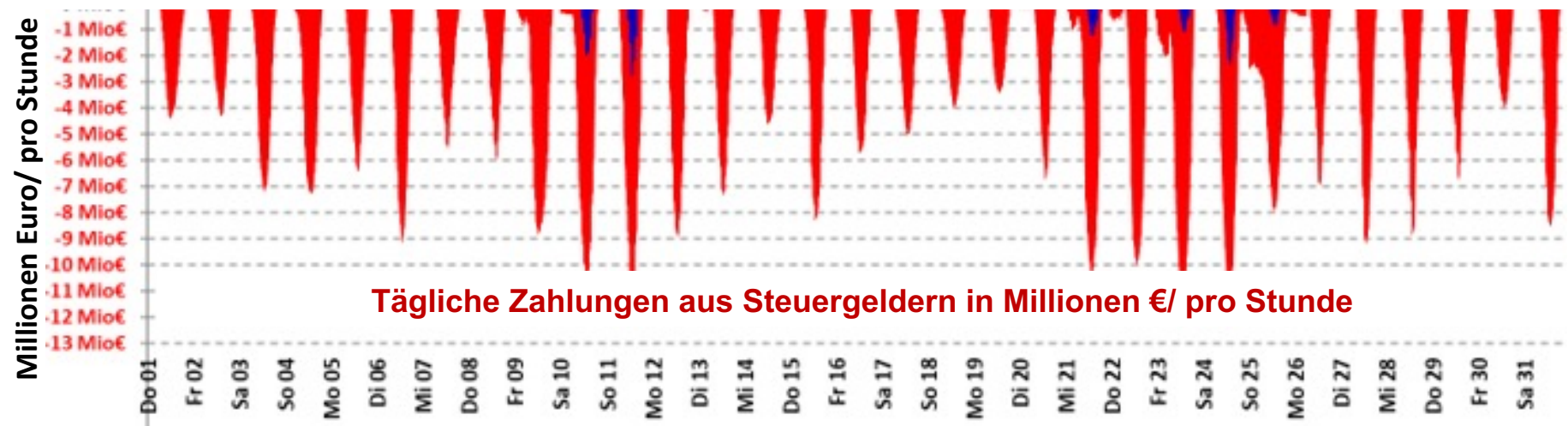
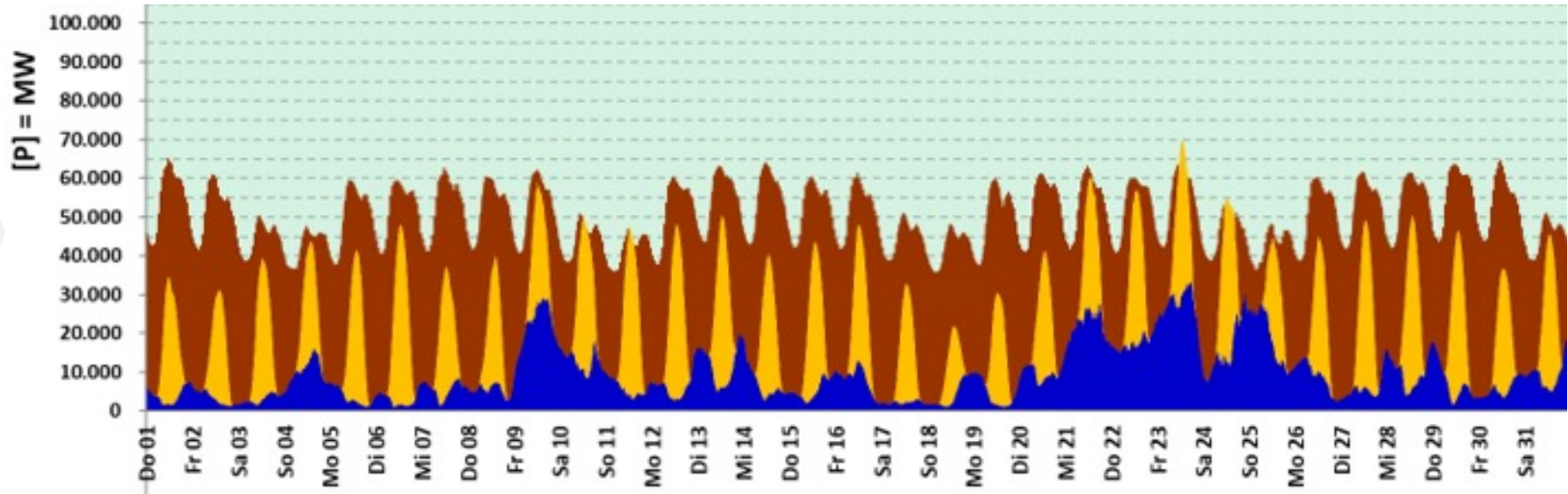
Erläuterung zur Stromproduktion

- In der Mittagssonne gibt es zu viel Strom durch PV
- Ca. 10 % des Strom muss aus konventionellen Kraftwerken mit rotierender Masse zur Frequenzstabilisierung zusätzlich generiert werden.

Erläuterung zur Vergütung

- Die Folge: Der Börsenpreis für Strom sinkt gegen Null und wird sogar negativ
- Die Differenz zwischen EEG Vergütung und Börsenpreis wird trotzdem bezahlt
- Zahlungen aus Steuergeldern im August 2024:
 - **1.640.069.048,60 €**

Volatilität des verfügbaren EE-Stroms nach Stromquellen im August 2024 in MW



Tägliche Zahlungen aus Steuergeldern in Millionen €/ pro Stunde

Quelle: R. Schuster Vernunftkraft Aug.2024

Neben den EEG-Kosten steigen auch die EE-bedingten Netzkosten durch Abschaltungen von Windenergieanlagen und Solarparks (Phantomstrom). Sie betragen 2023 bereits 3,1 Milliarden €

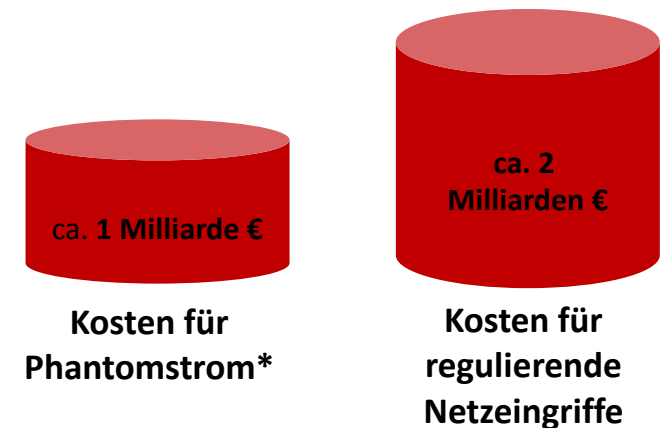
Prognose EEG-Kosten 2024:
Differenz zwischen EEG-Vergütung
und Börsenpreis wird vom
Steuerzahler getragen*

**20
Milliarden
€**



2023:
zusätzliche Netzkosten* zur
Bezahlung abgeschalteter Anlagen
(Phantomstrom von 10 Mrd. kWh)
in €

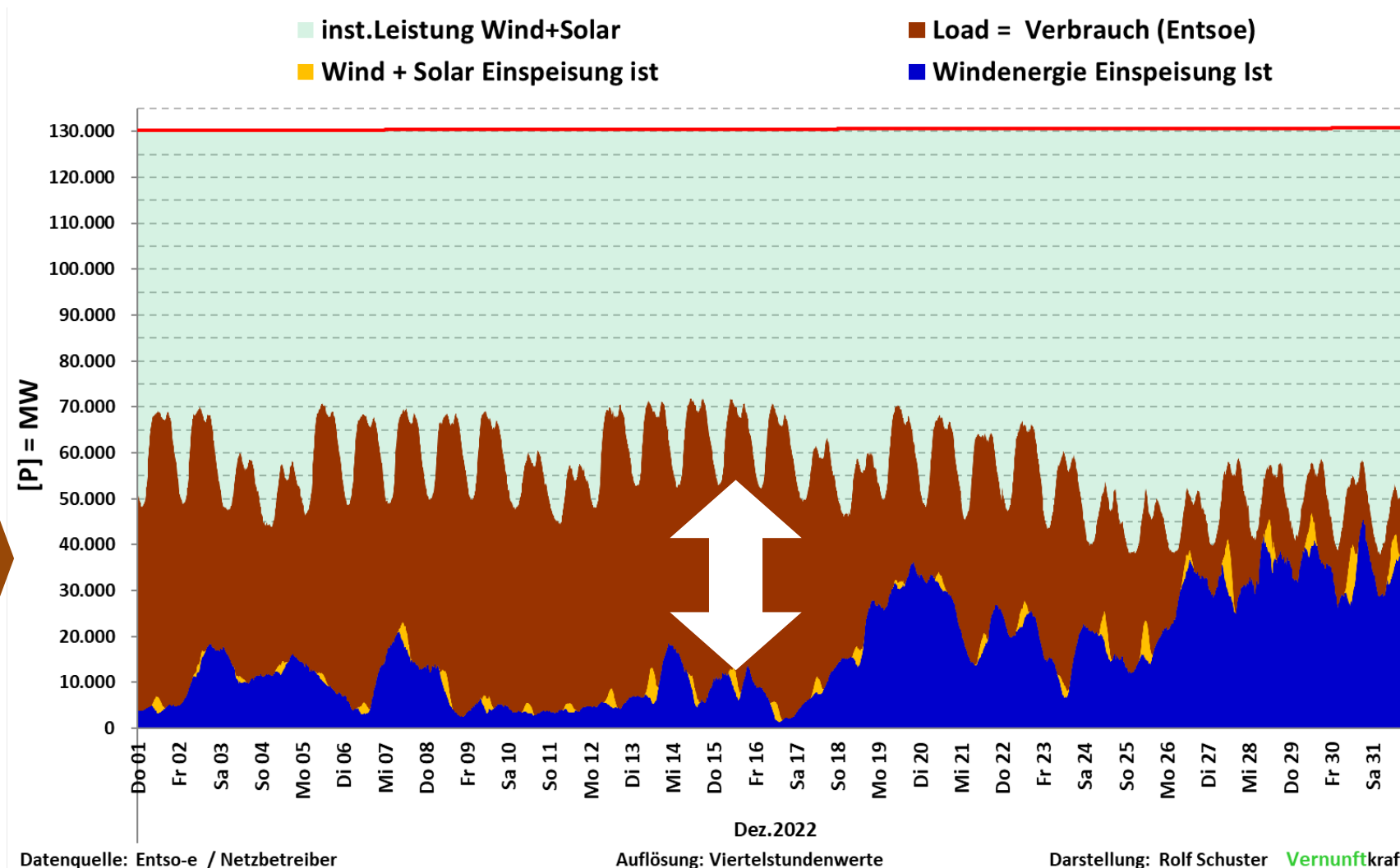
3,1 Milliarden €



*Einspeisevergütung von 7,35 €/ct/kwh für Wind ,12 €/ct/kwh für Dach PV.

Das Risiko einer 100 % Energieversorgung durch EE: Bei Dunkelflaute entsteht eine signifikante Lücke in der Stromversorgung

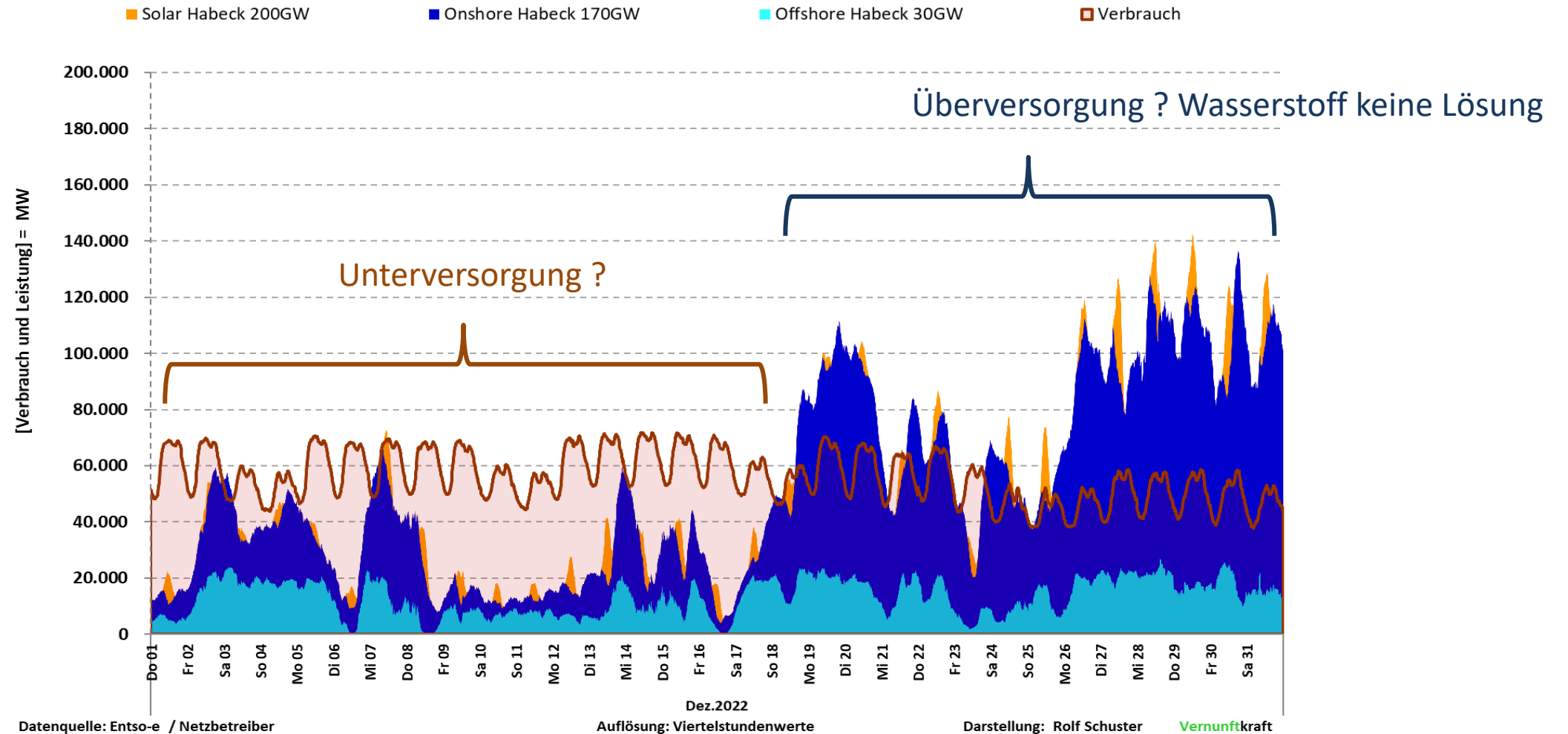
Stromproduktion Dezember 2022



Strom-
verbrauch

Strom-
einspeisung
durch Wind
und Sonne

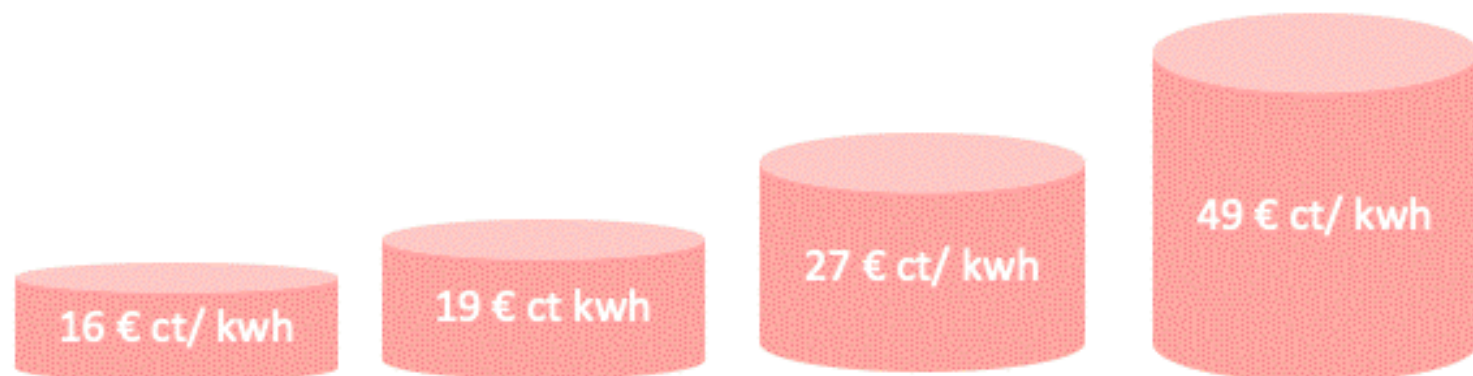
Die Verdreifachung der erneuerbaren Energien löst das Problem der Flaute nicht, solange es keine preiswerte Speichertechnologie gibt



Die Stromerzeugung mit Wasserstoff ist mehr als fünf Mal so teuer wie die Stromerzeugung mit Erdgas

Kosten der Stromerzeugung mit grünem Wasserstoff und Erdgas in €-ct/ kWh im Vergleich.
Schematische Darstellung

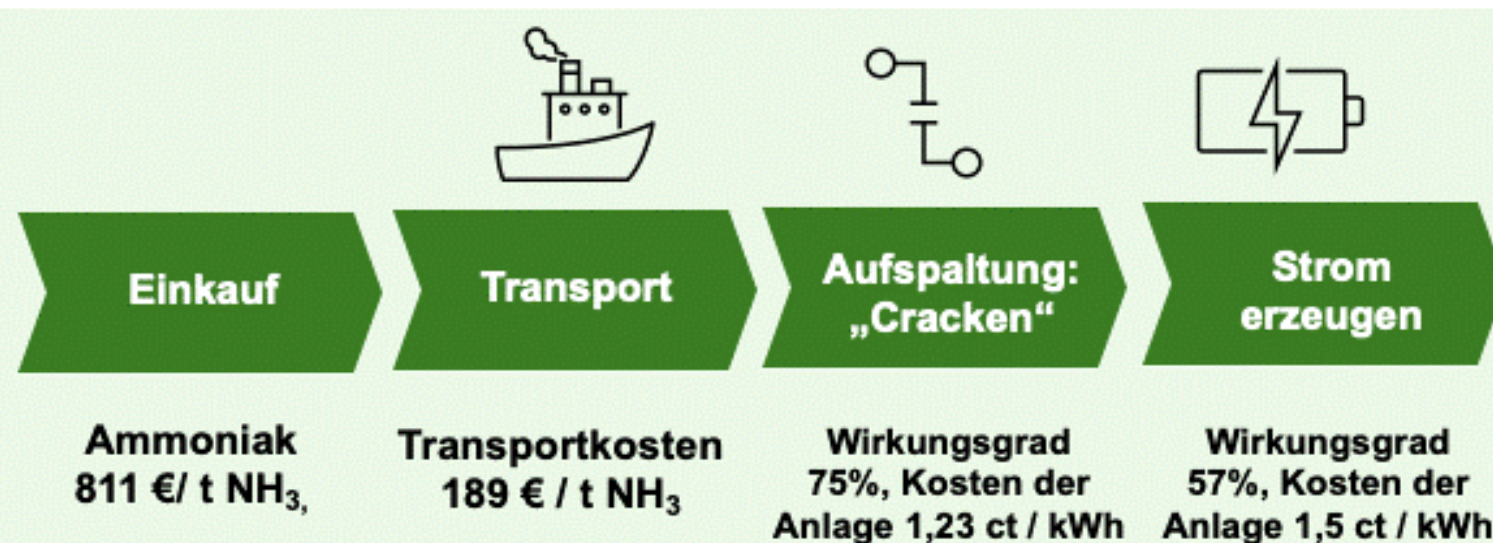
Kosten der Stromerzeugung mit Wasserstoff kumuliert



Kosten der Stromerzeugung mit Erdgas

9 € ct/ kWh

Prozess der Stromerzeugung mit Wasserstoff



Strom erzeugen

Wie grün ist Windenergie am falschen Standort



Windenergie in Süddeutschland ist unwirtschaftlich und erhöht den Strompreis

- Im EEG 2023 (§ 36h) wurde in der Südregion ein neuer Korrekturfaktor für einen Standort zwischen 50%-60 % eingeführt, um das Ausbaupotential an weniger windhöffigen Standorten zu steigern.

• Gütefaktor	50 %	60 %	70 %
Korrekturfaktor	1,55	1,42	1,29

mit dem die EEG-Vergütung (z. Zt. 7,35 €ct/kwh) multipliziert wird.

In Baden-Württemberg kostet der Windstrom also bis zu 11,31 €ct/kwh. Eine 6 MW-Anlage wird also über 20 Jahre mit etwa 12 Millionen subventioniert.

Windparks beeinflussen das Mikroklima

Zwei Harvard Wissenschaftler, Lee Miller und David Keith kamen in einer großangelegten Studie über amerikanische Windparks zum Ergebnis, dass Windfarmen die lokalen Temperaturen

um bis zu 0,54 ° C erhöhen.

Die Ergebnisse sind in vielen anderen Studien bestätigt, insbesondere mit einem spürbaren Austrocknungseffekt der Böden von 4,4 % im Jahr.

In der Nacht ist die Luft unmittelbar über dem Boden relativ kühl, darüber ist sie wärmer. Aber die rotierenden Flügel der Windkraftanlagen gleichen das starke Temperaturgefälle in der Nacht aus und schaufeln Wärme zurück auf den Erdboden.

Um etwa 10 % wird die Windgeschwindigkeit, ebenso wie der Niederschlag um 10 % durch große Anlagen reduziert bis auf eine Entfernung von 10 km.

<https://doi.org/10.1016/j.joule.2018.09.009>

<https://www.researchgate.net/publication/342219538>

[Observed onshore precipitation changes after the installation of offshore wind farms](#)

Windkraftanlagen und Naturschutz

Beispiel : Fledermäuse

- suchen WEA aktiv auf
- pro Jahr in Deutschland ca. 240.000 tote Fledermäuse nach konservativer Schätzung
- wie viele mit lebensgefährlichen inneren Verletzungen?
- regelmäßig auch Tiere aus Nachbarländern betroffen



Foto Tobias Dürr

Notwendig:

- Keine WEA an Standorten mit hoher Fledermausaktivität
- Keine WEA im Bereich wichtiger Quartiere bzw. Wochenstuben
- Keine WEA in Waldgebieten

Insektensterben und Windenergieanlagen

DLR 2018 : Hinweise auf Verluste von Fluginsekten in Windparks.

Flugfähige Insekten(z.B. der Admiral, Marienkäfer) suchen kurz vor der Eiablage hohe schnelle Luftströmungen auf, um sich vom Wind zu entfernten Brutplätzen tragen zu lassen.

Die Strömungen liegen oberhalb 60 -100 m und treffen dort auf 200 Mio m² Rotorfläche. Ein Luftdurchsatz von 10 Mio km³, das mehr als zehnfache des deutschen Luftraums (bis 2000m Höhe) wird durch die Rotoren gesogen.

1200 Tonnen Insekten werden durch die Rotoren vernichtet, das sind 1200 Milliarden Insekten. Das entspricht nach Abschätzung eines der Autoren der Größe der durch 40 Mio. PKW vernichteten Insekten.

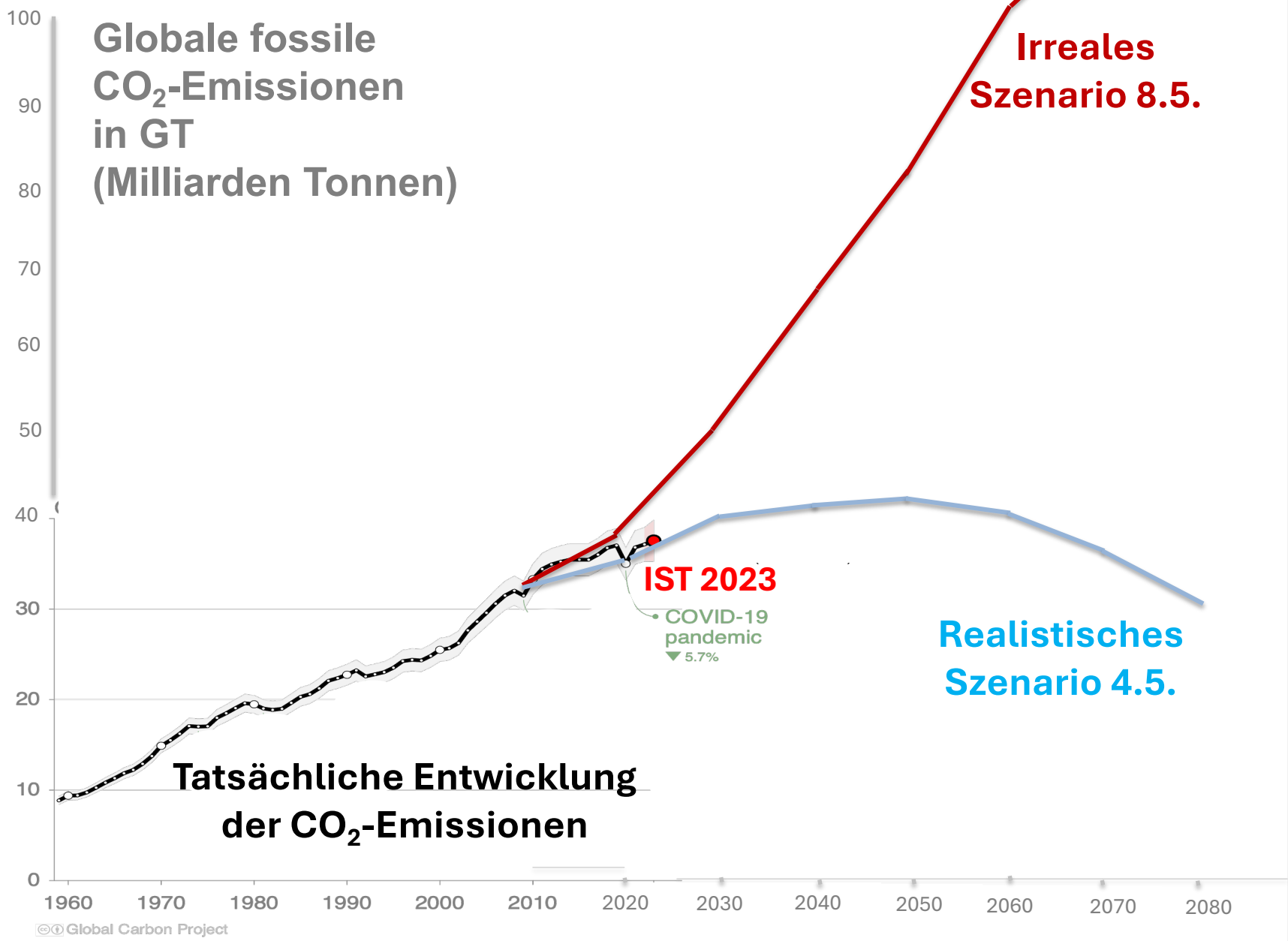
F.Trieb,T.Gerz,M.Geiger,Energiewirtschaftliche Tagesfragen 68,Heft 11,S.51

Droht eine Klimakatastrophe ?



Vergleich der Szenarien des IPCC mit der tatsächlichen Entwicklung der CO₂ – Emissionen

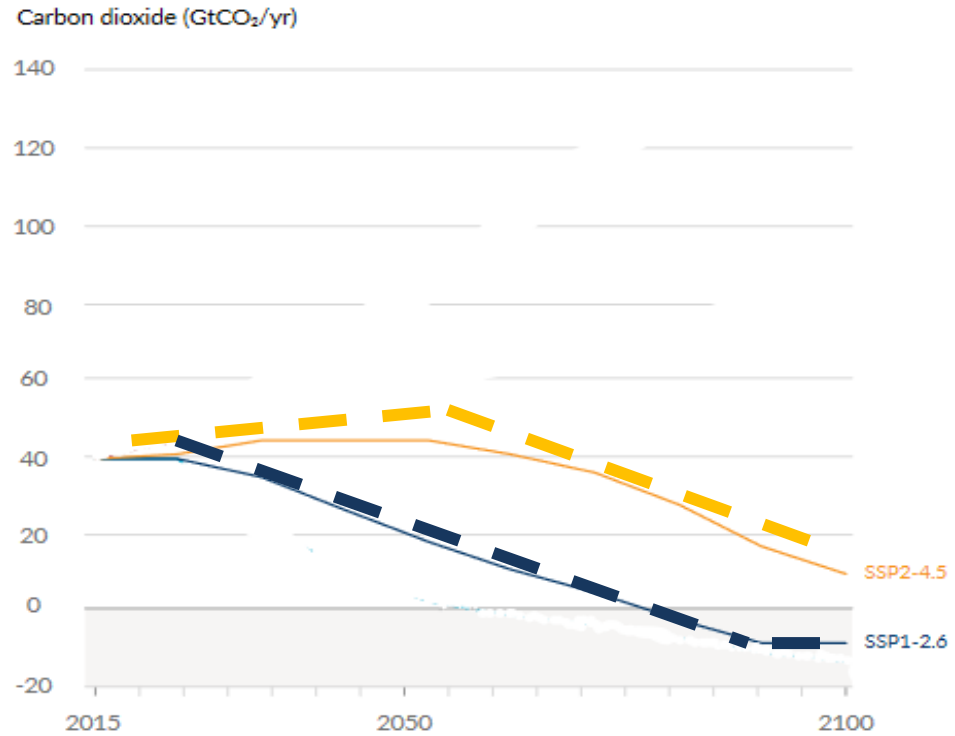
Beim Szenario 8.5.
geht uns 2080 der
Kohlenstoff aus.
Aber das Szenario
wird benötigt, um
den Bürgern Angst
einzujagen



Bei dem **realistischen Szenario (4.5.)** und dem **Netto-Null Szenario (2.6)** gibt es keinen Unterschied in der Entwicklung der Temperatur bis 2040

Wahrscheinliches Szenario 4.5

Netto Null-Szenario 2.6 (CO2 = Netto 0)



- Bis 2040 kein Unterschied in der Erwärmung zwischen dem realistischen und dem zweiten extremen Szenario
- Bis 2060 0,3 C Unterschied bei beiden Szenarien

Scenario	Near term, 2021–2040		Mid-term, 2041–2060		Long term, 2081–2100	
	Best estimate (°C)	Very likely range (°C)	Best estimate (°C)	Very likely range (°C)	Best estimate (°C)	Very likely range (°C)
SSP1-2.6	1.5	1.2 to 1.8	1.7	1.3 to 2.2	1.8	1.3 to 2.4
SSP2-4.5	1.5	1.2 to 1.8	2.0	1.6 to 2.5	2.7	2.1 to 3.5

CO₂-Emission auf der Erde und CO₂-Konzentration in der Atmosphäre verlaufen nicht parallel

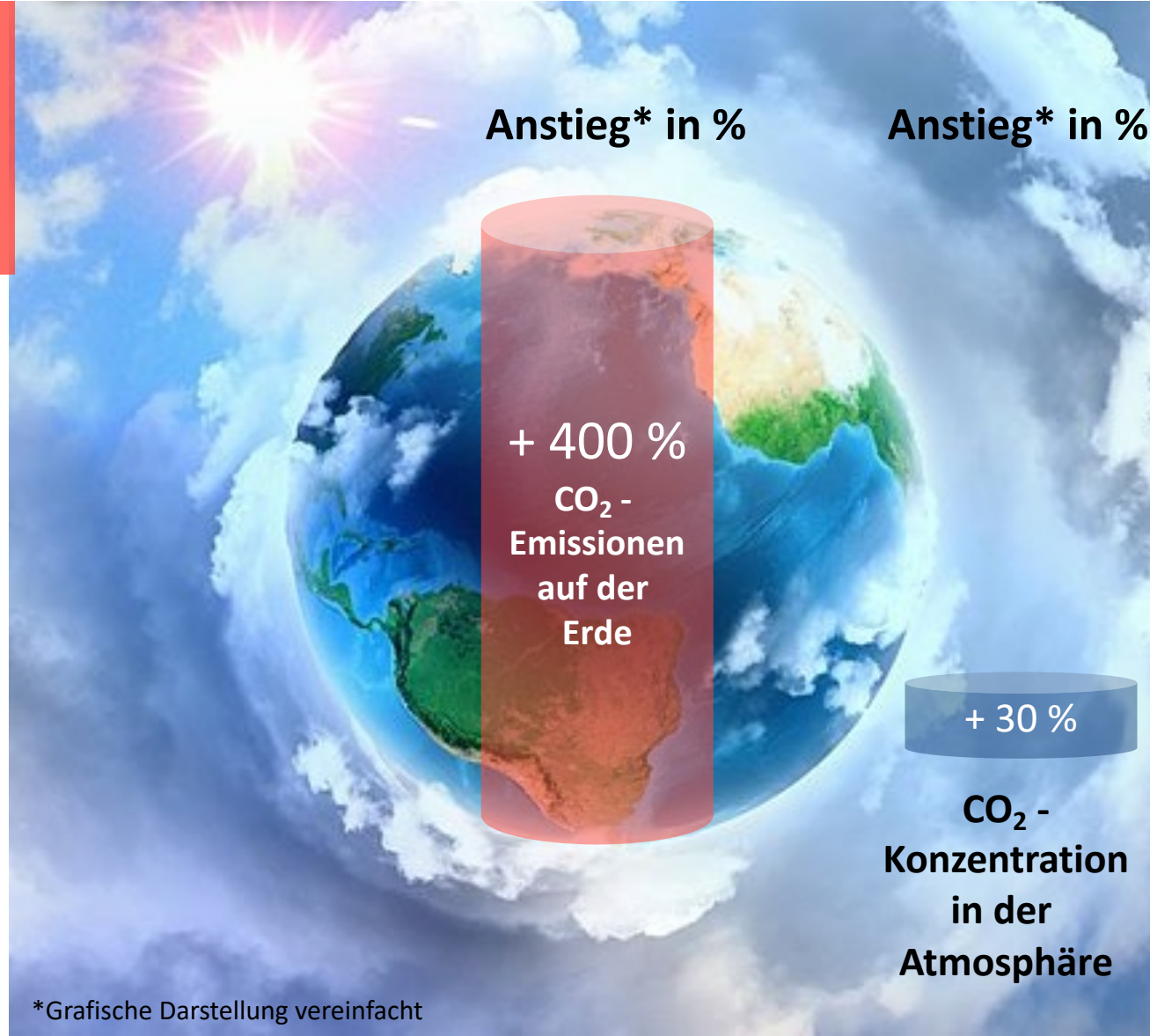
Entwicklung der
CO₂-Emissionen
auf der Erde
von 1960 bis 2023

CO₂-Emissionen 2023:

37,5 Gt

CO₂-Emissionen 1960:

9,5 Gt



Entwicklung der
CO₂-Konzentration
in der Atmosphäre
von 1960 bis 2023

CO₂-Konzentration 2023:

420 PPM

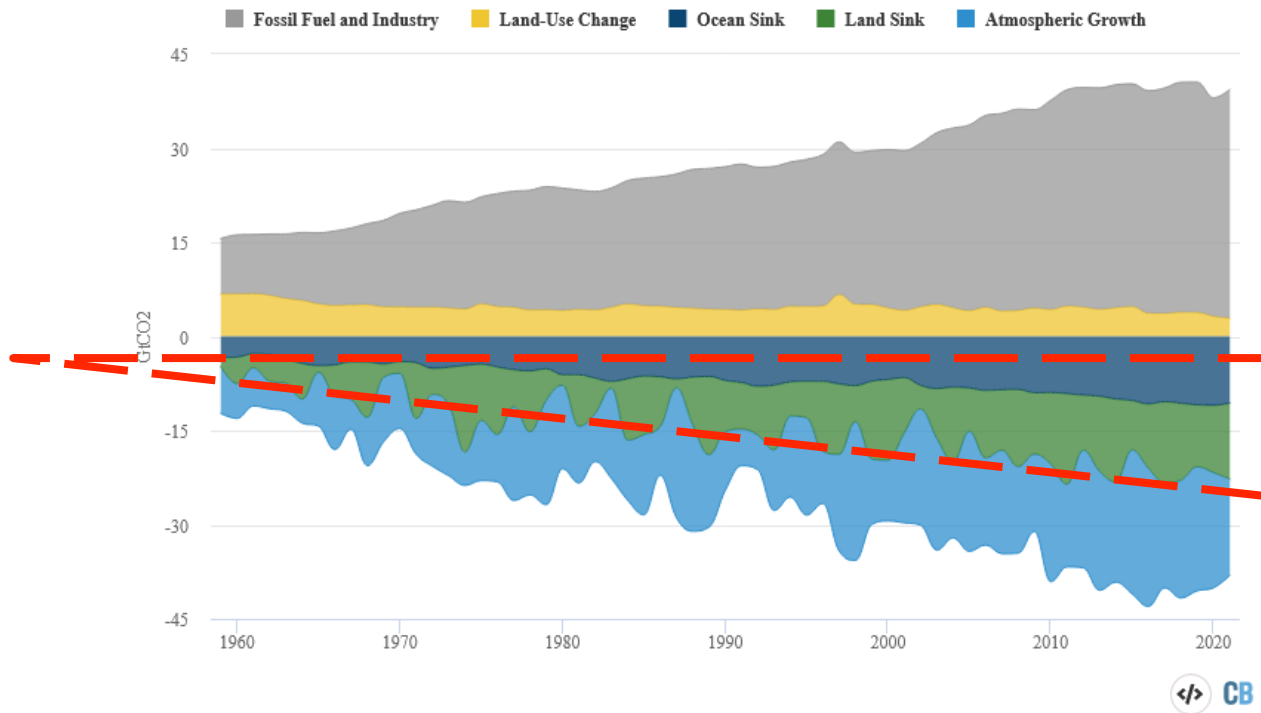
CO₂-Konzentration 1960:

315 PPM

*Grafische Darstellung vereinfacht

In der Langfassung des IPCC-Berichts gibt es einen Hinweis auf die wichtige Funktion der Ozeane und Pflanzen bei der Absorption von CO₂

Global Carbon Budget, 1959-2021



Quelle:
Globalcarbonproject.org 2022

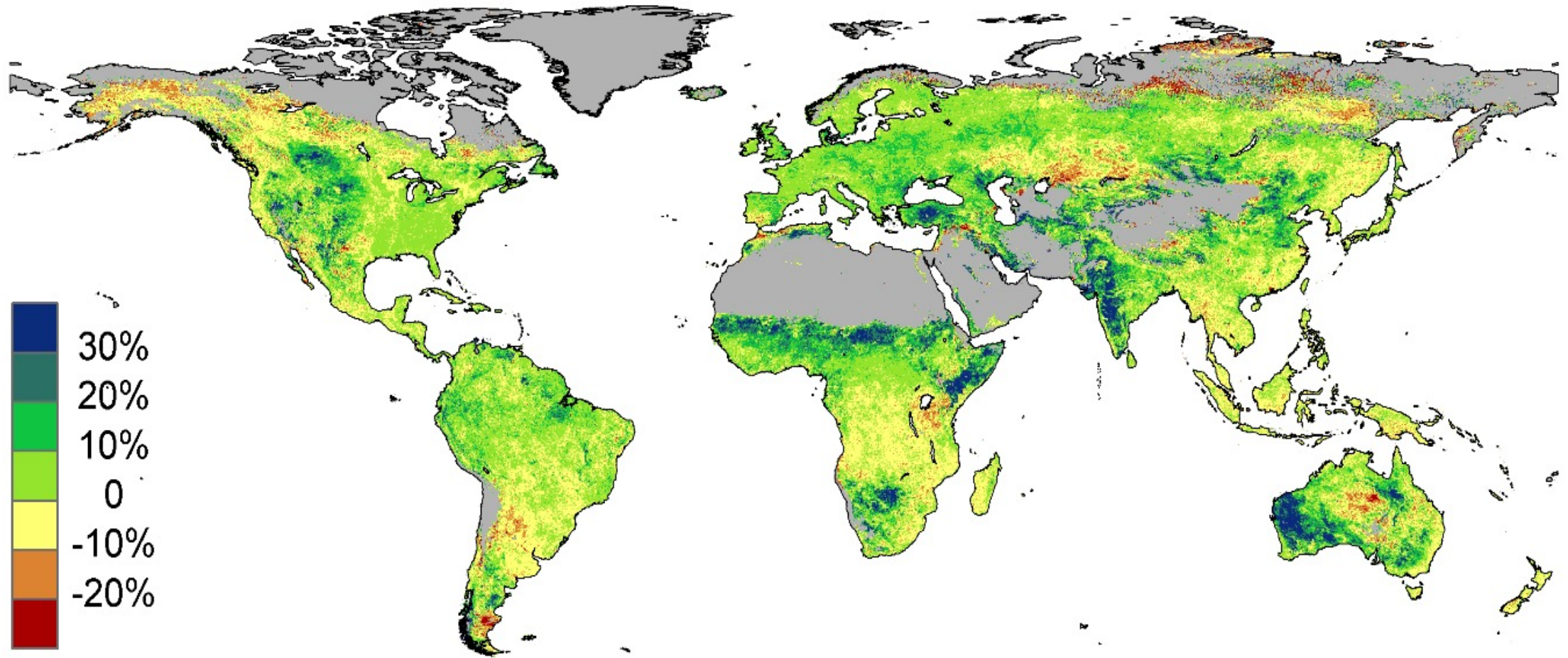
„Falls die Emission und die Aufnahme von CO₂ gleich sind, stabilisiert sich die CO₂-Konzentration.“

Falls die CO₂ Entfernung größer ist als die Emission, würde die Konzentration sinken.“

IPCC, Frequently asked questions, 5-120,5-184

Quelle:
https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/faqs/IPCC_AR6_WGI_FAQs.pdf

Die Konsequenz: Die Erde wird grüner, die Vegetation nimmt zu

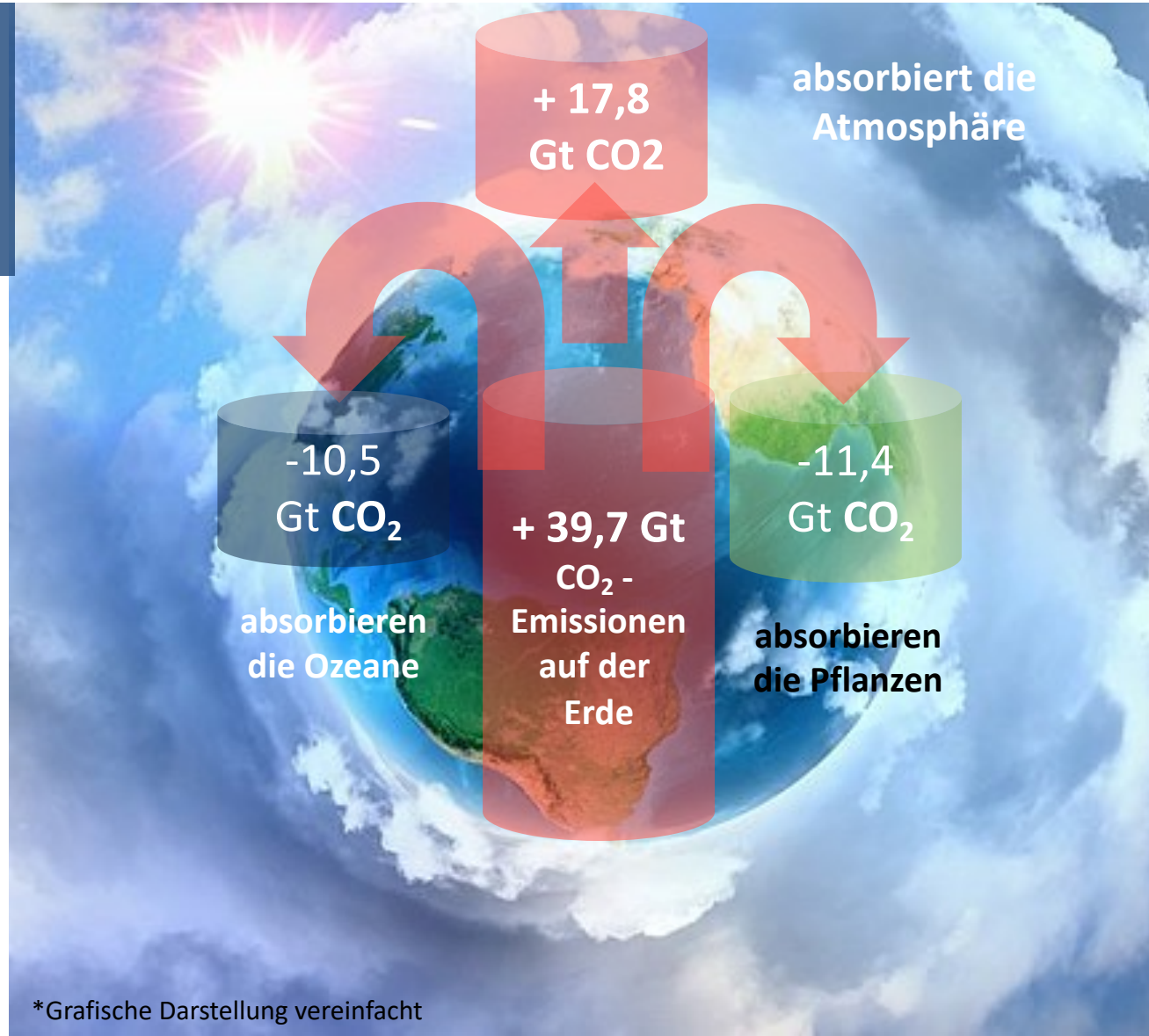


Blattwachstum von 1982 -2009

Rd. 55 % der CO₂-Emissionen auf der Erde werden durch die Ozeane und die Pflanzenwelt absorbiert – unabhängig vom Volumen der Emissionen

Absorption von CO₂
durch die Ozeane

**-10,5
Gt
CO₂**



Absorption von CO₂
durch die Pflanzenwelt

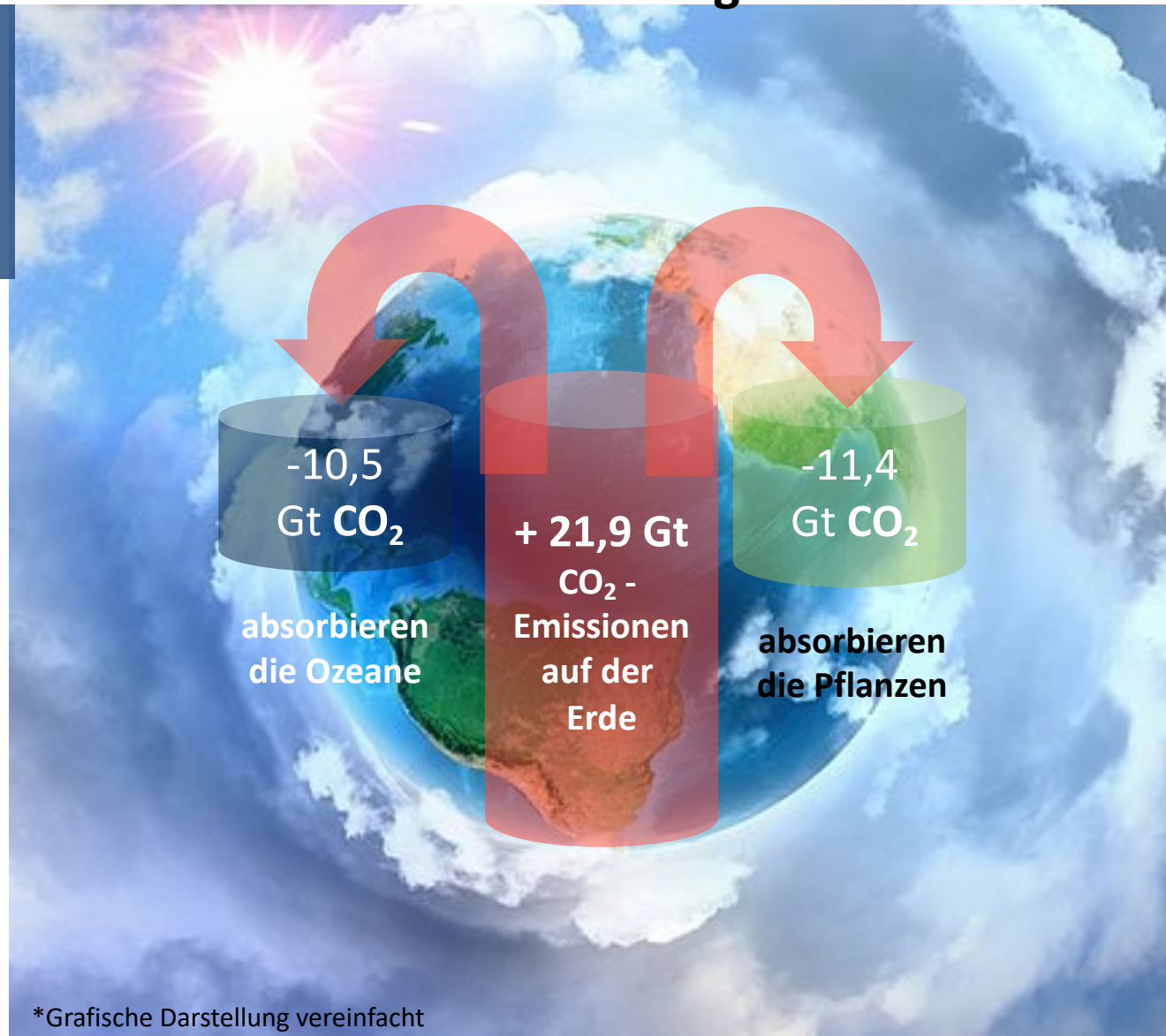
**-11,4
Gt
CO₂**

Wenn die CO₂-Emissionen um 45% reduziert werden,
wird der Zuwachs der CO₂-Konzentration gestoppt, wenn die Absorption von
Ozeanen und Pflanzen gleich bleibt

Absorption von CO₂
durch die Ozeane

Absorption von CO₂
durch die Pflanzenwelt

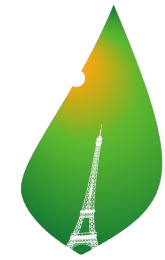
-10,5
Gt
CO₂



-11,4
Gt
CO₂

*Grafische Darstellung vereinfacht

Der realistische Weg zur CO₂-Minderung findet sich im Pariser Klimaabkommen von 2015



PARIS2015
UN CLIMATE CHANGE CONFERENCE
COP21·CMP11

Artikel 4 des Pariser Klimaabkommens

"Die Vertragsparteien sind bestrebt...


... in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts...

(und nicht 2045)

... ein Gleichgewicht zwischen den anthropogenen Emissionen von Treibhausgasen aus Quellen und dem Abbau solcher Gase durch Senken ... herzustellen.“

CO₂-Emissionen Deutschland

- Deutschland 2010: 972 Mio. t CO₂
- Deutschland 2023: 582 Mio. t CO₂



Ozeane und Pflanzen
als natürliche Senken
nehmen rd. 55% der
CO₂-Emissionen auf

Die Folge: Bundesverfassungsgericht gestattet Deutschland nur noch 6,7 Gt CO₂ bis zur Klimaneutralität

„Nur kleine Teile der anthropogenen Emissionen werden von den Meeren und der terrestrischen Biosphäre aufgenommen...

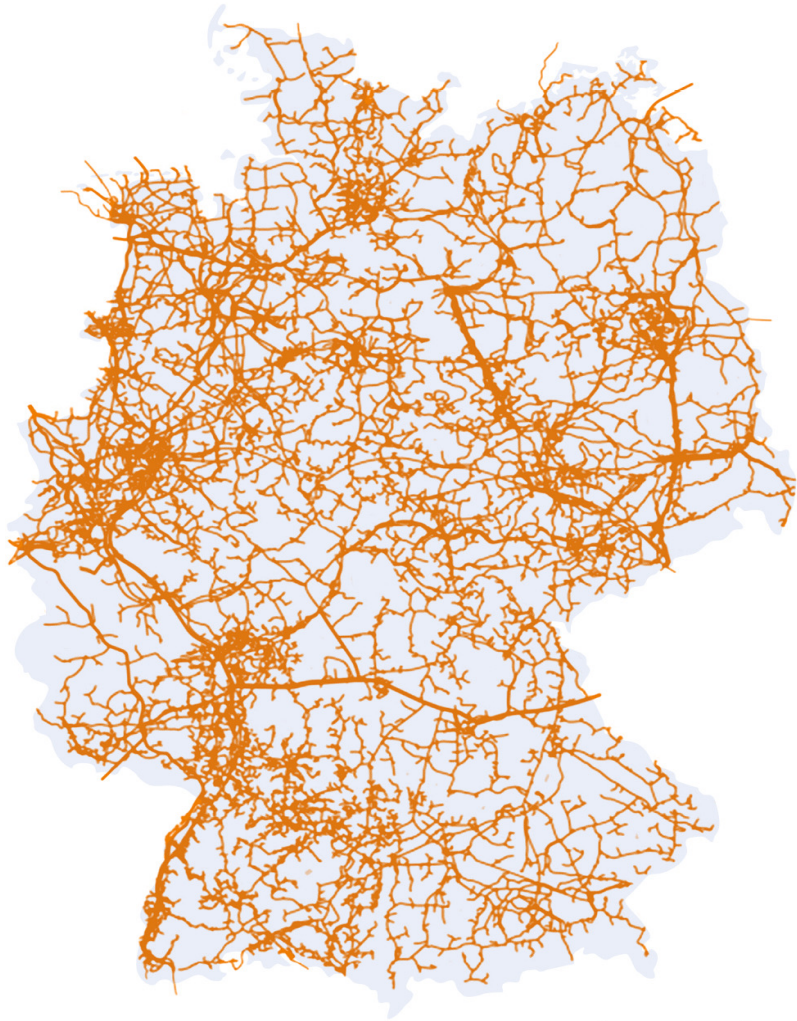
Im Gegensatz zu anderen Treibhausgasen verlässt CO₂ die Erdatmosphäre in einem für die Menschheit relevanten Zeitraum nicht mehr auf natürliche Weise.

Jede weitere in die Erdatmosphäre gelangende ... CO₂ – Menge erhöht also bleibend die CO₂-Konzentration und führt zu einem weiteren Temperaturanstieg“

Bundesverfassungsgericht (2021) Leitsätze zum Beschluss des Ersten Senats vom 24. März 2021



**Notwendige, neue Rahmenbedingungen
zur Bewältigung der Energiekrise**



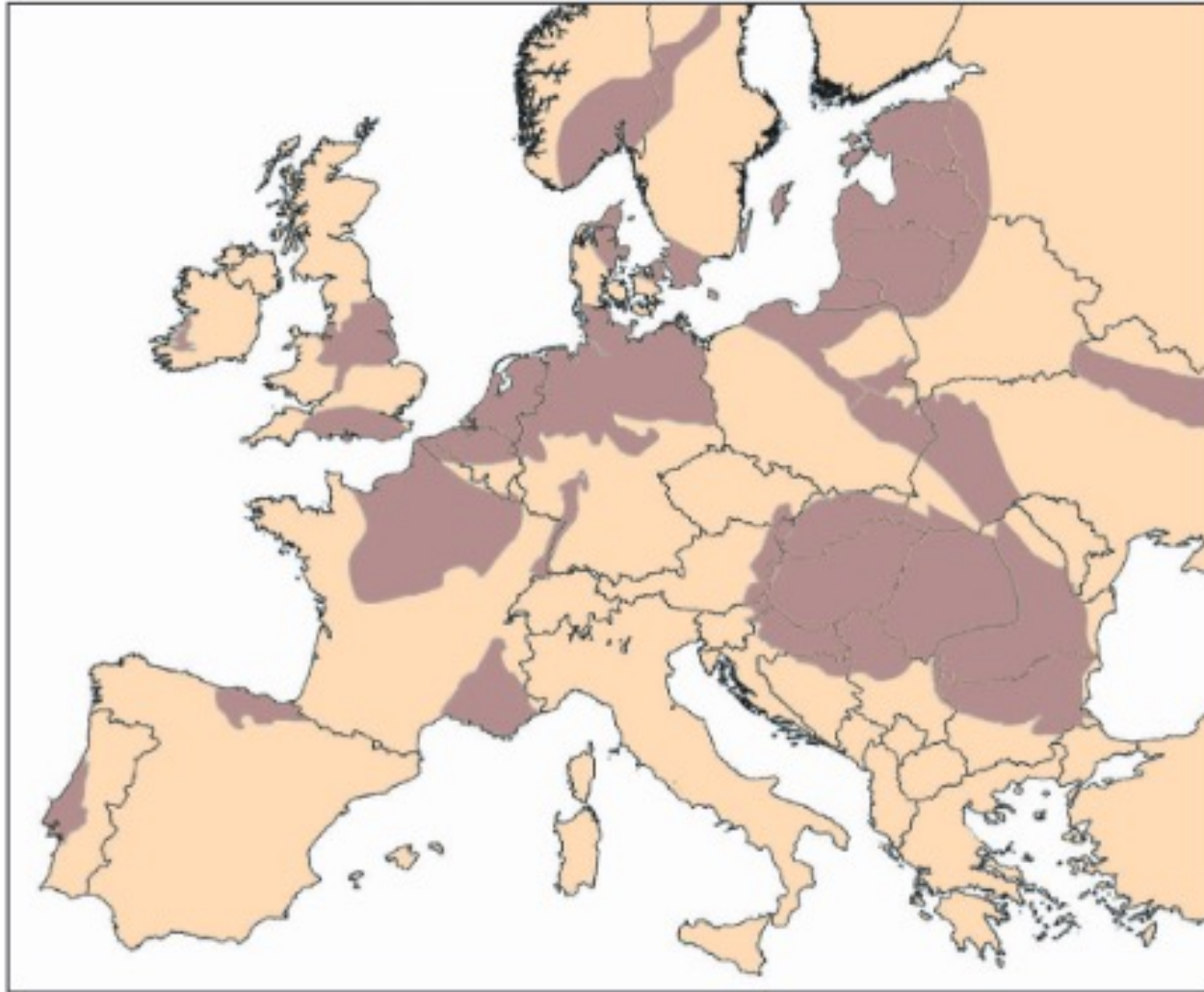
— Deutsches Gasnetz
(dargestellt in der
Druckstufe > 4 bar.)

Ampelregierung plant die Zerstörung unserer Gasnetze

Das 550 000 km lange Gasnetz soll nach Willen des grünen Wirtschaftsministers Robert Habeck bis 2045 stillgelegt oder herausgerissen werden. Das Gasnetz ist 270 Milliarden € wert. Um es durch Stromleitungen für Wärmepumpen zu ersetzen, bräuchte es noch einmal den gleichen Betrag.

Daher wird ab 1.1.2025 den Gasnetzbetreibern erlaubt die Abschreibungen der Gasnetze bis 2025 zu verkürzen. Folge : die Gasnetzkosten können um 20 % steigen.

1. Fracking-Erdgasförderung in Deutschland ermöglichen, seit 2017 in Deutschland verboten



„Solange wir in Deutschland Erdgas benötigen, ist es – freundlich ausgedrückt – ein Schildbürgerstreich, dass wir es nicht bei uns fördern“

Hans-Joachim Kümpel,
ehem. Präsident der
Bundesanstalt für
Geowissenschaften und
Rohstoffe

Fördermenge nach
Kümpel: jährlich 20
Milliarden Kubikmeter auf
Jahrzehnte hinaus.
Insgesamt 2,3 Billionen m³

2. Wir brauchen „grüne“, CO2- freie Kohle- und Gaskraftwerke. CCS-carbon capture sequestration ist in Deutschland verboten

Seit 2009 betreibt RWE am Standort des Braunkohlekraftwerks Niederaussem zusammen mit BASF und Linde eine Anlage zur nachträglichen Abscheidung von CO₂. Die Anlage scheidet über 90 % des CO₂ ab. Die Kosten betragen 30 €/t CO₂.¹ Der Wirkungsgradverlust beträgt weniger als 10 %. Niederaussem soll nach Willen des Bundeswirtschaftsminister und RWE 2030 einschl. CO₂-Abscheidung stillgelegt werden.

Am 23.5.2023 gab RWE bekannt, dass in England die dortigen Gaskraftwerke mit einer Leistung von 4,7 GW mit einer CCS Anlage ausgestattet werden sollen und somit 11 Mio. t CO₂ eingespart werden sollen

¹ P. Moser et al VGB Powertech 1/2 2018 S.43

<https://docplayer.org/77145490-Peter-moser-georg-wiechers-sandra-schmidt-knut-stahl-gerald-vorberg-und-torsten-stoffregen.html>



Foto: BASF OASE blue

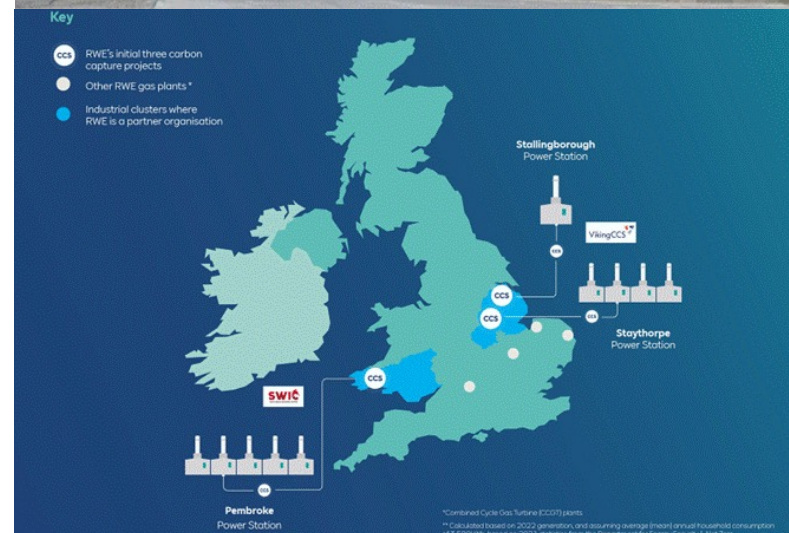


Foto RWE 2023

CO₂-freie Kohlekraftwerke würden in Deutschland den Strompreis senken und die Stromversorgung u.a. für die Industrie sichern

Invest-Abschätzung für die CO₂Abscheidung

- Die ostdeutschen Braunkohlekraftwerke produzieren 50 TWh Strom und emittieren ca. 50 Mio. t CO₂ pro Jahr
- Der Aufwand für die CO₂-Abscheidung würde etwa 70 €/t CO₂ kosten
- Die Kosten für die CO₂-Abscheidung pro Jahr betragen rd. **3,5 Milliarden €**

Abschätzung zur Reduktion des Strompreises

- Die Stromkosten Deutschlands würden um 90 € / pro t CO₂ sinken, die Kosten für CO₂-Zertifikate.
- Insgesamt würden die Stromkosten Deutschlands damit um **1 Milliarde €** pro Jahr gesenkt.

Das Ergebnis: 1 Milliarde € weniger Stromkosten pro Jahr nach Abzug der Kosten für die CO₂-Abscheidung

3. Neue, sichere Kernkraftwerkstechnologie in Deutschland ermöglichen

Wir brauchen ein Sofortprogramm Kernenergie

- 1. Wiederaufnahme des Forschungszwecks Kernenergie in das Atomgesetz**
- 2. Schaffung von Lehrstühlen der Kerntechnik in den Bundesländern**
- 3. Wiederherstellung der Kernenergieforschung in den Energieforschungszentren Karlsruhe und Jülich**
- 4. Wiedereinbetriebnahme der letzten geschlossenen Kernkraftwerke**
- 5. Förderung von Technologien der 4. Generation der Kernenergie. 4. Generation heisst :
Havarien sind naturgesetzlich ausgeschlossen, Abgebrannte Brennelemente als
Einsatzstoff möglich (Endlagerproblem gelöst), keine langlebigen radioaktiven Abfälle**

Deutschland ist der grüne Geisterfahrer in Sachen sicherer und preiswerter Kernenergie
Die Biden Regierung reaktiviert ein 2022 stillgelegtes Kernkraftwerk in Michigan für 1,5 Milliarden \$,
weil die Datenzentren für KI gesicherte Stromversorgung benötigen

Der erste chinesische Thorium-Hoch-Temperatur-Reaktor mit 200 MW Stromleistung ist katastrophensicher und wurde 2023 in Betrieb genommen

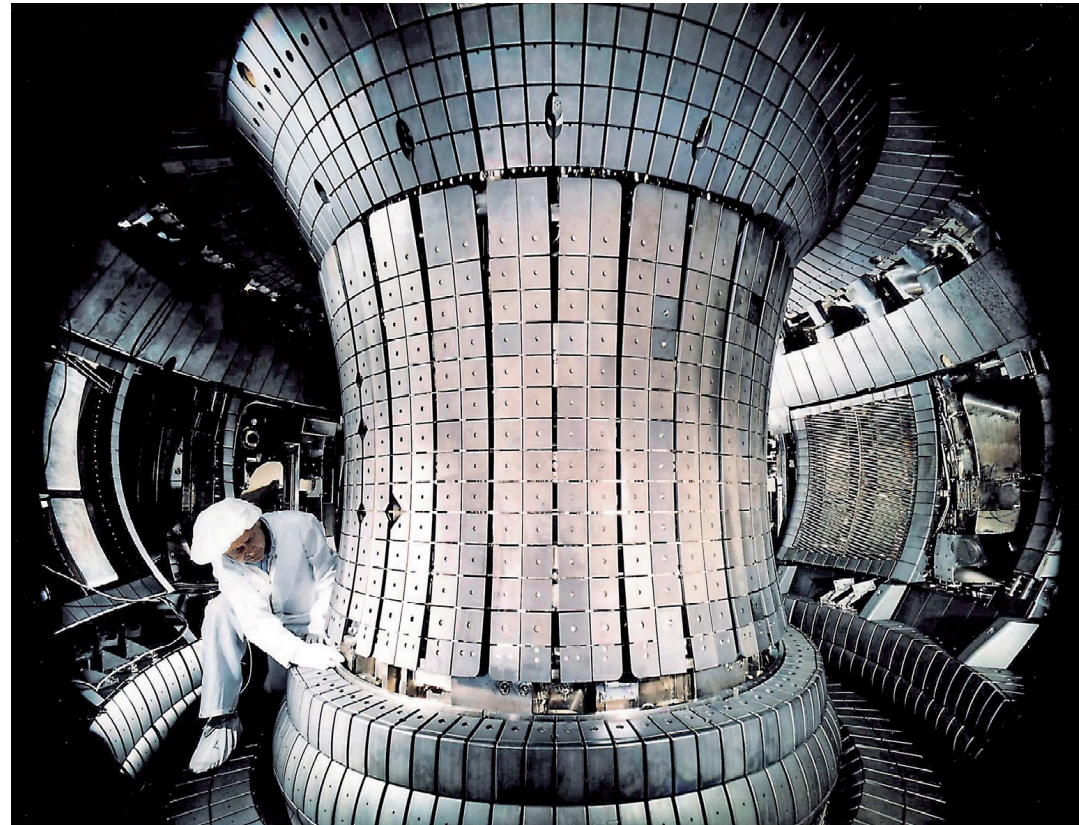


Er ist eine Blaupause des des deutschen HTR 300 von Hamm-Uentrop, der 1989 stillgelegt wurde (300 MW)



4. Fusionsenergie wie Wendelstein in Greifswald

Ein Fusionskraftwerk gewinnt aus der Verschmelzung von Atomkernen der Wasserstoffsorten Deuterium und Tritium zu Helium Energie. Dabei werden Neutronen frei sowie große Mengen von Energie: Ein Gramm Brennstoff könnte in einem Kraftwerk 90.000 Kwh Energie freisetzen, die Verbrennungswärme von 11 Tonnen Kohle. Die für den Fusionsprozess nötigen Grundstoffe – Deuterium und Lithium, aus dem im Kraftwerk Tritium hergestellt wird – sind in nahezu unerschöpflicher Menge überall auf der Welt vorhanden. Es entstehen keine geologisch langlebigen Rückstände

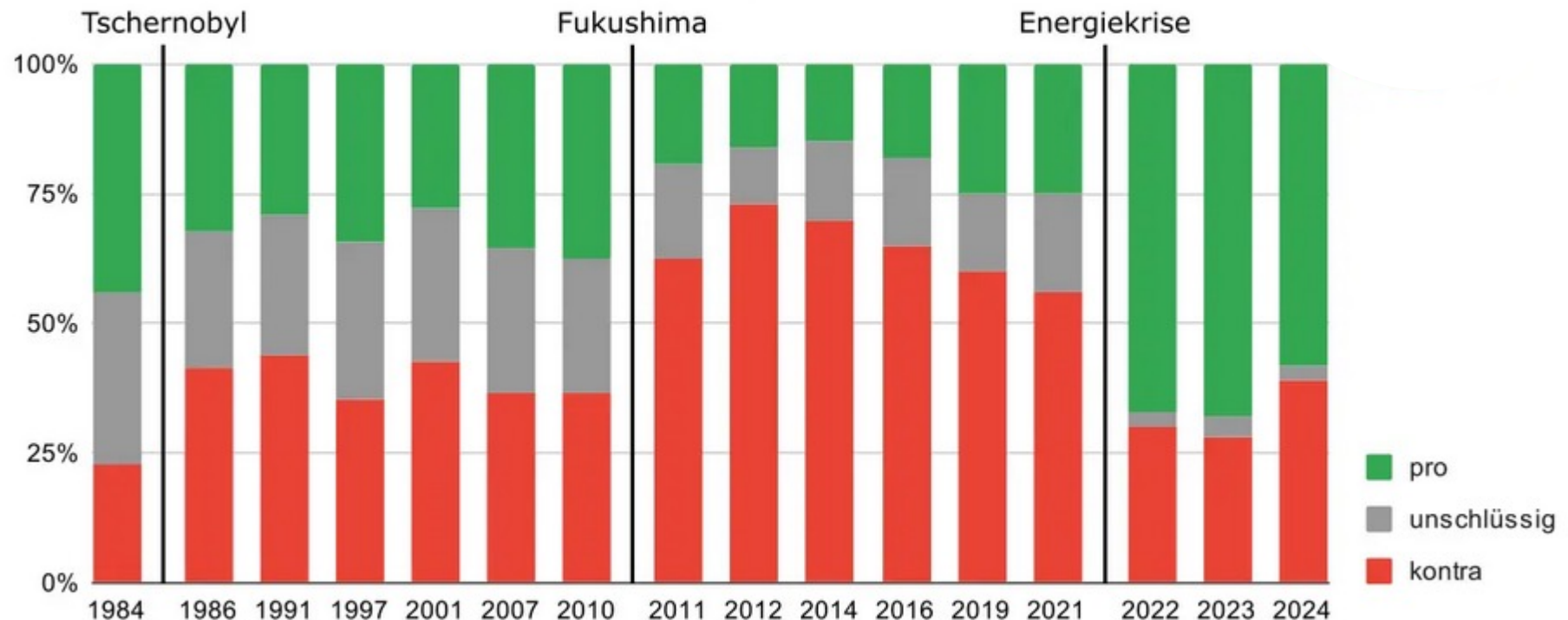


Quelle IPP

Das Meinungsbild zur Kernkraft in Deutschland hat sich seit der Energiekrise verschoben

Meinung zur Kernkraft in Deutschland seit 1984

Repräsentative Umfragen Allensbach (1984-2021) & Forsa (2022-2024)



Quellen: Institut für Demoskopie Allensbach (2011) & (2021), nTV/RTL Trendbarometer (2022) & (2023) & (2024)

Fritz Vahrenholt
Sebastian Lüning

**UNER-
WÜNSCHTE
WAHR-
HEITEN**

Was Sie über
den Klimawandel
wissen sollten

Mit
aktualisiertem
Vorwort

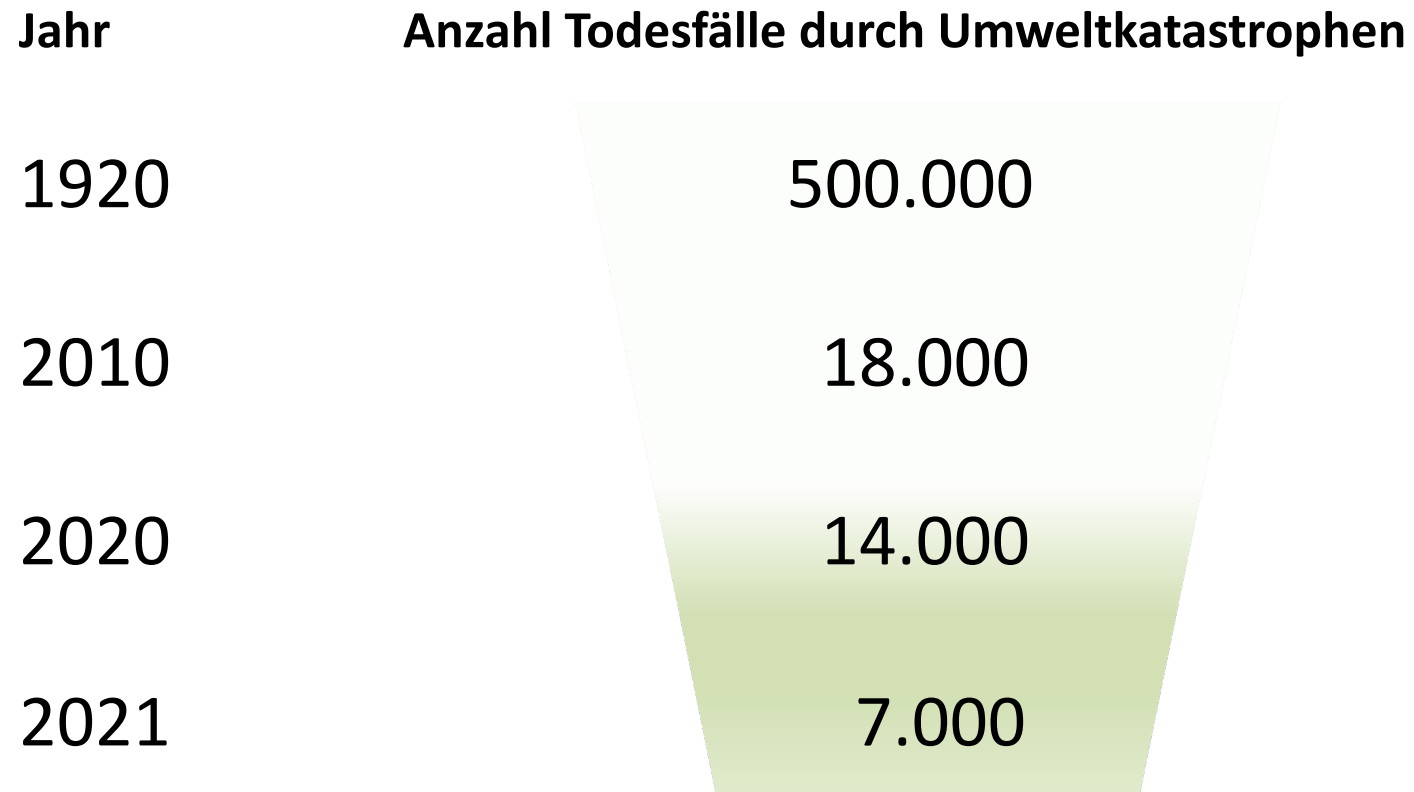
LMV

Weitere Informationen finden Sie auf:
newsletter bestellen auf vahrenholt.net



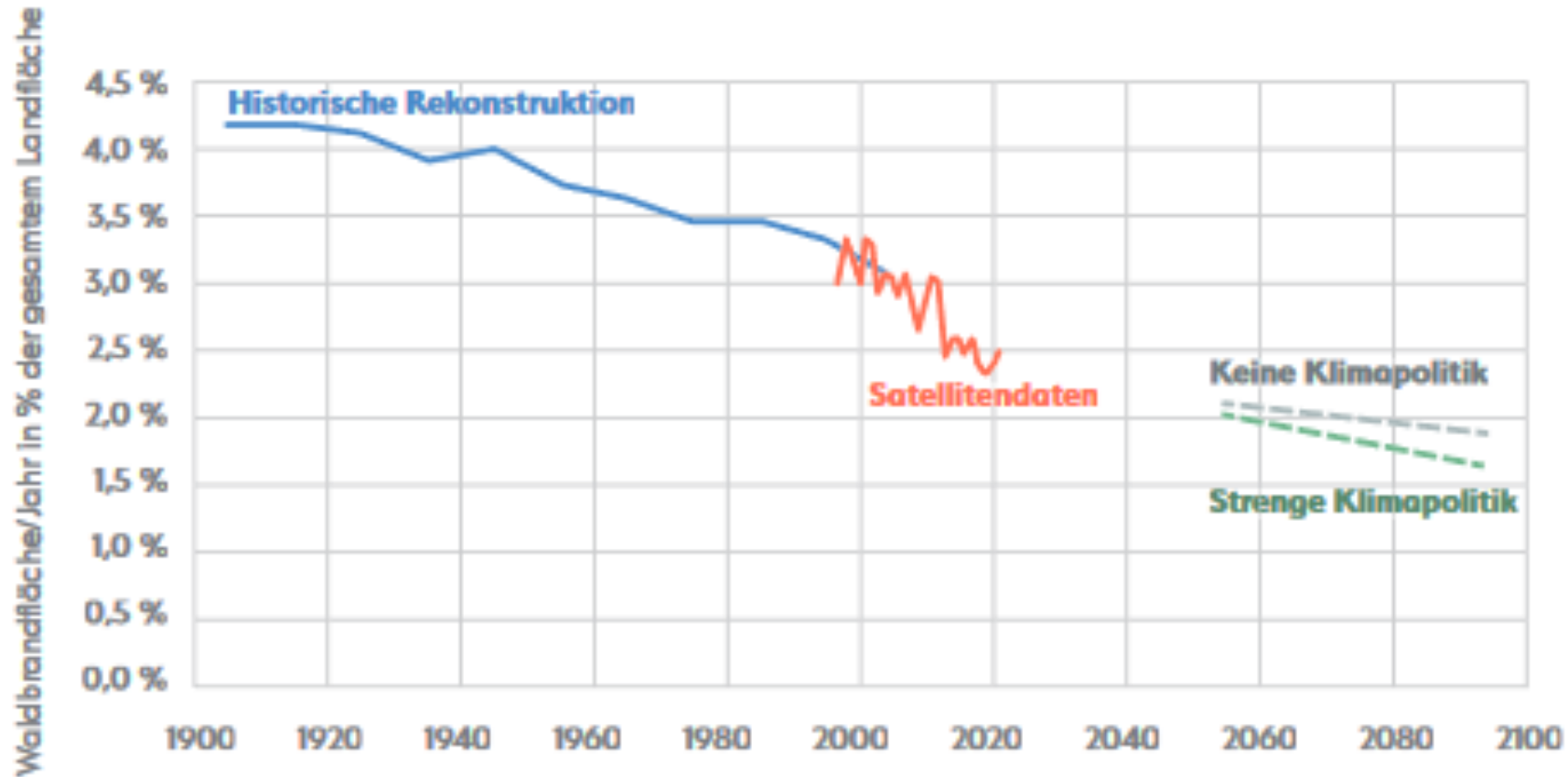
Die Anzahl der Todesfälle durch Umweltkatastrophen sind seit 1920 massiv zurückgegangen

Entwicklung der Todesfälle durch Umweltkatastrophen von 1920 bis 2021



Quelle : Björn Lomborg, Global optimal climate policy, 2022

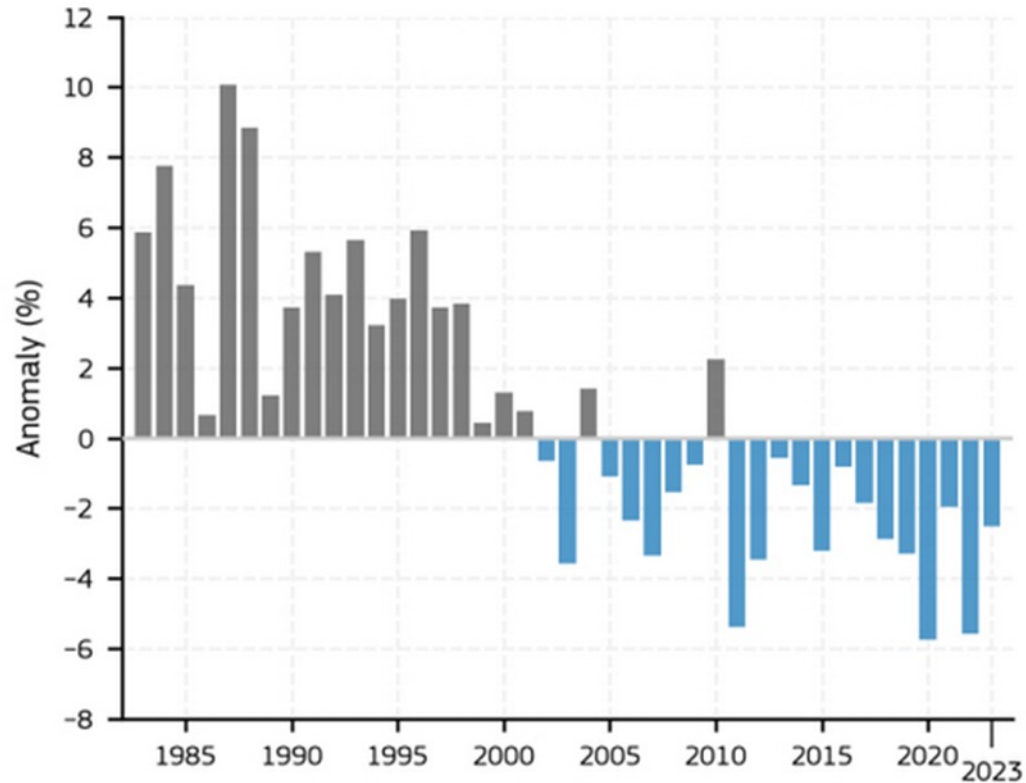
Ein Beispiel für Adaption: Die globale jährliche Waldbrandfläche ist von 1900 bis 2020 deutlich zurückgegangen



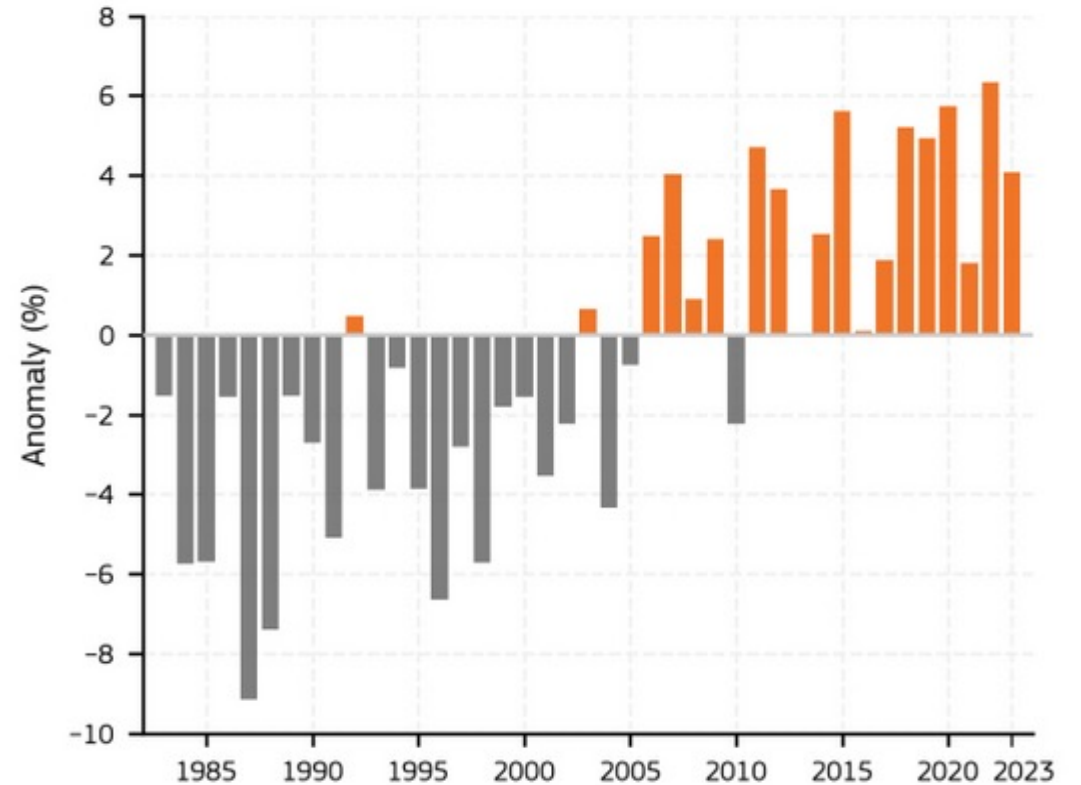
Björn Lomborg, Global optimal climate policy, 2022

Seit 40 Jahren nimmt in Europa Wolkenbedeckung ab und die Sonnenscheindauer um 250 Stunden/a zu

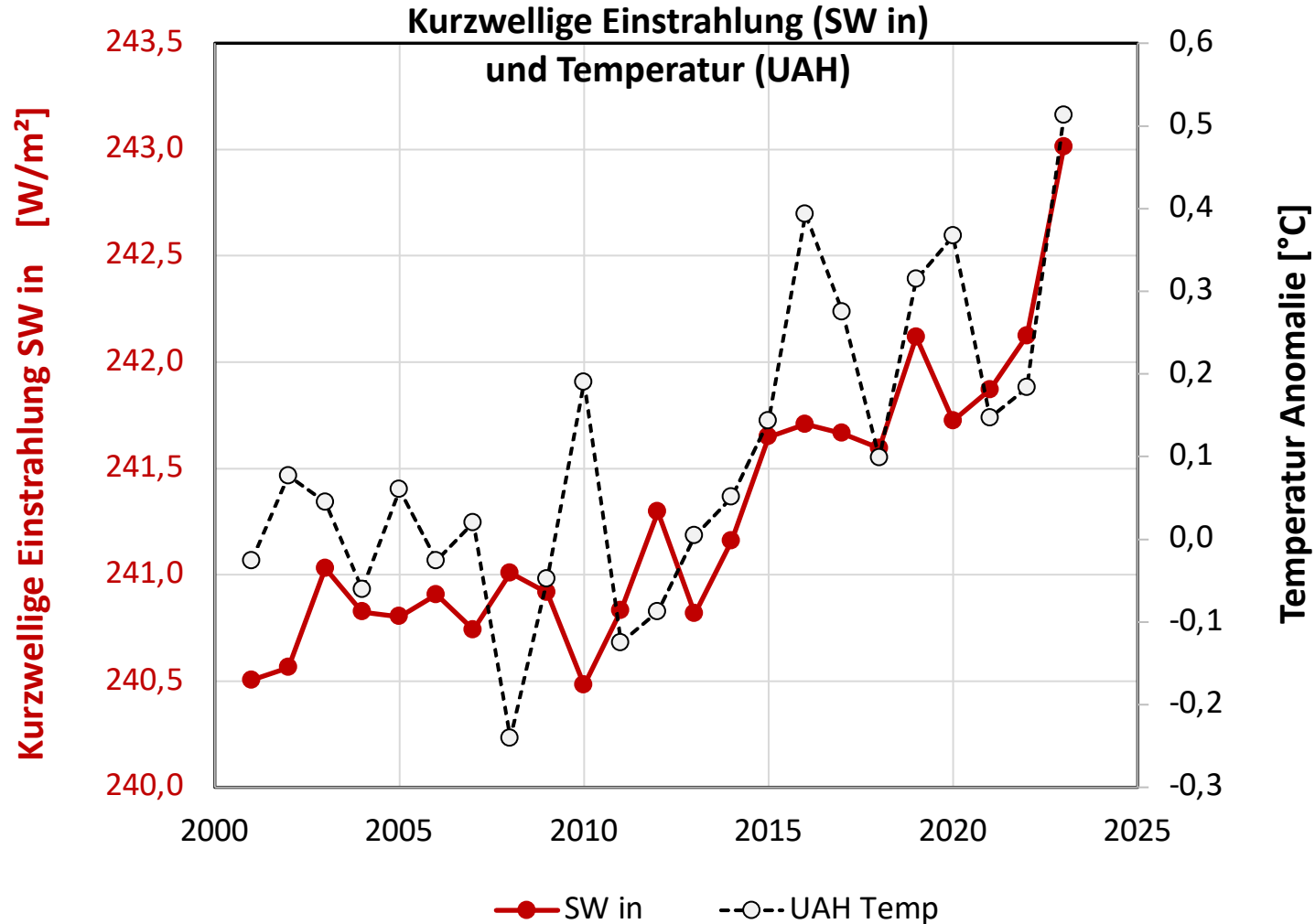
Annual anomalies in cloud cover for European land



Anomalies in annual sunshine duration for European land

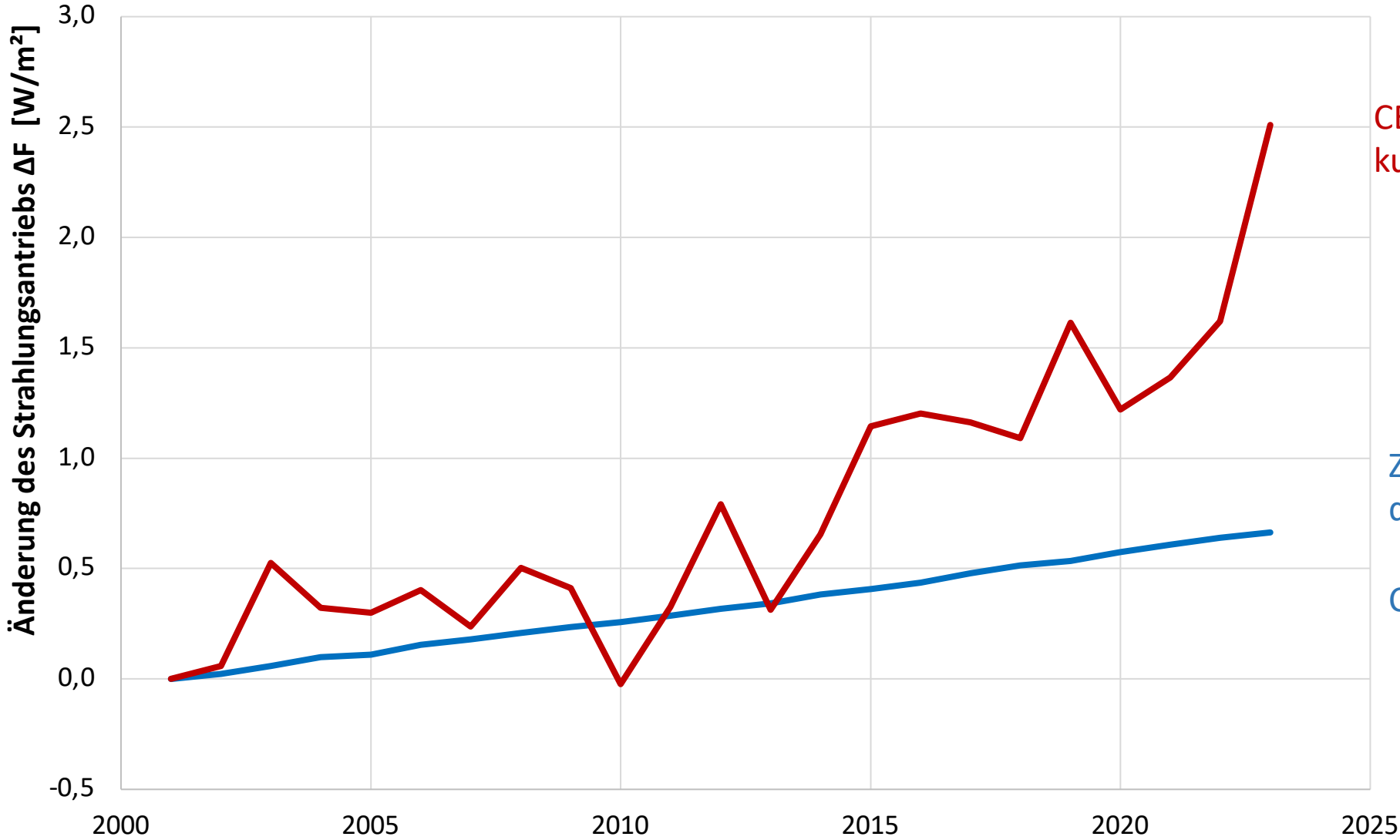


In den letzten 20 Jahren ist der wesentliche Teil der Erwärmung auch weltweit auf die Verdünnung der Wolken zurückzuführen



Duebal und Vahrenholt,
atmosphäre,
<https://www.mdpi.com/2073-4433/12/10/1297>

Änderung des Erwärmungseinflusses (Strahlungsantrieb) von CO₂ (blau) und der kurzwelligen Sonneneinstrahlung (rot) von 2001 bis 2023



CERES – Daten: Zunahme der kurzwelligen Einstrahlung seit 2001

Zunahme des Strahlungsantriebs durch CO₂, nach IPCC (2018):
 $\Delta F = 5.35 \text{ W/m}^2 \cdot \ln(C/C_0)$
 $C_{2023} = 418,9 \text{ ppm}$ $C_0 = 370 \text{ ppm}$