

Energie, Emissionen

Politik und Propaganda



Jörn Schwarz, 18.4.2023
icetex@web.de



Bericht des Weltklimarats (IPCC)

- letzte Veröffentlichung: April 2022

Uno-Generalsekretär António Guterres

- „Wir steuern auf einen Anstieg (der globalen Mitteltemperatur) um 2,8 °C zu die Folgen wären verheerend: mehrere Regionen unseres Planeten wären unbewohnbar, und für viele Menschen würde dies ein Todesurteil bedeuten.“

zitiert nach www.zdf.de, 4.10.2022

Anders ausgedrückt: Bei der Klimakatastrophe

- geht es um das Überleben der Menschheit!
- nicht um ökosozial-romantische Phantastereien!

Guterres weiter:

- „Investitionen in Öl und Kohle sind moralischer und wirtschaftlicher Wahnsinn.“

Äußerung zur Erderwärmung



Archivfoto, dpa (ZDF)

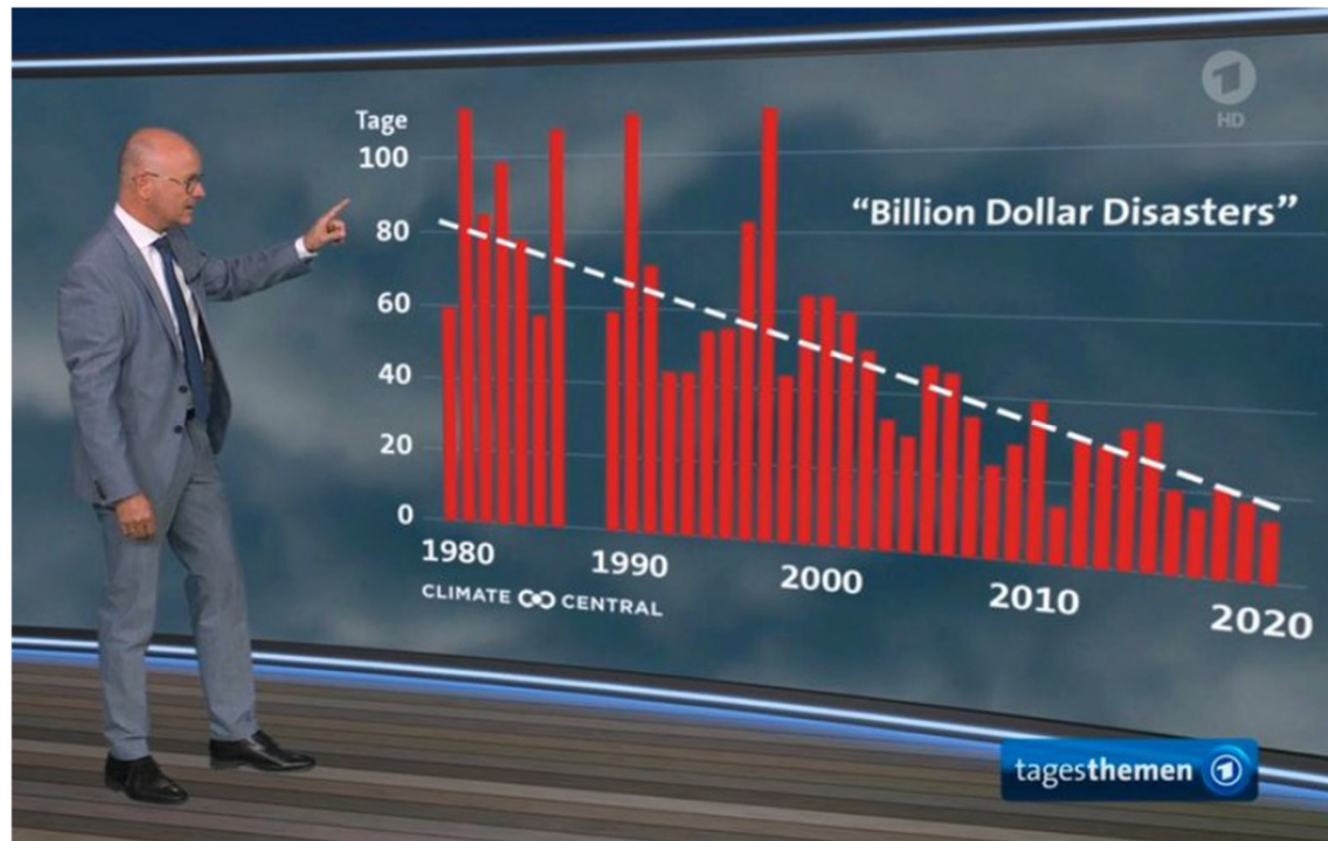
Matthias Döpfner

Vorstandsvorsitzender Springer-Verlag („BILD“ und „WELT“)

- „Ich bin sehr für den Klimawandel.“
- „Zivilisationsphasen der Wärme waren immer erfolgreicher als solche der Kälte.“

Spiegel-Online, 13.4.2023

Zeitlicher Abstand **globaler** Klima-Schadensereignisse mit Kosten von über 1 Mrd. Dollar (Billion!)

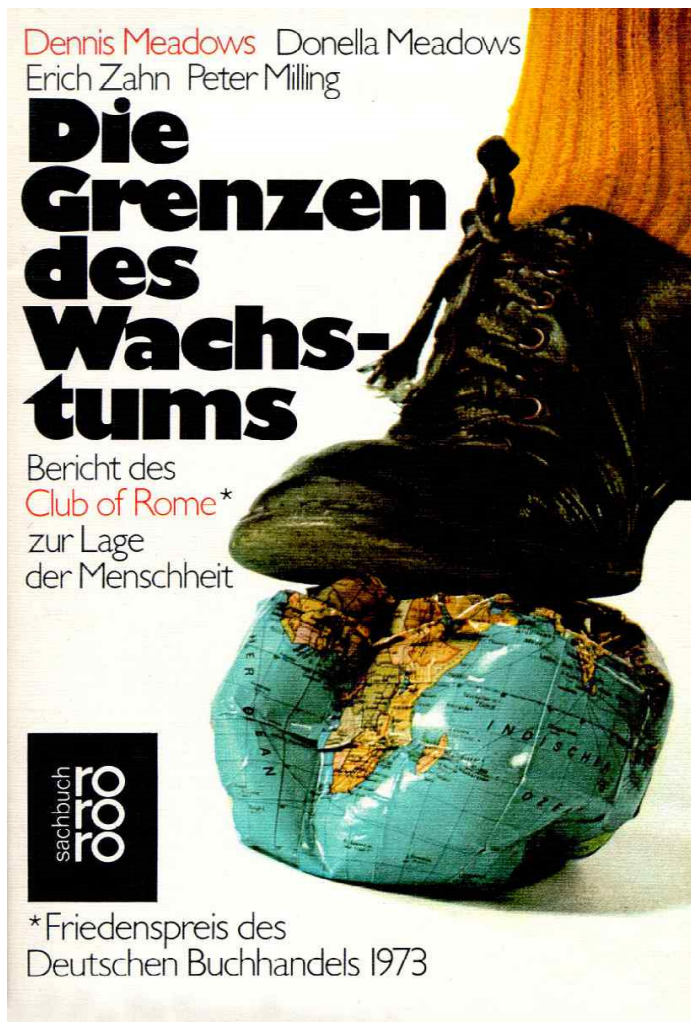


- 1980 fanden alle ca. 80 Tage derartige Katastrophen statt, 2020: alle ca. 20 Tage
- bei Trendfortschreibung: in den 2030er Jahren: jede Woche

Grenzen des Wachstums

„Die Grenzen des Wachstums“ (1972)

Bericht zur Lage der Menschheit

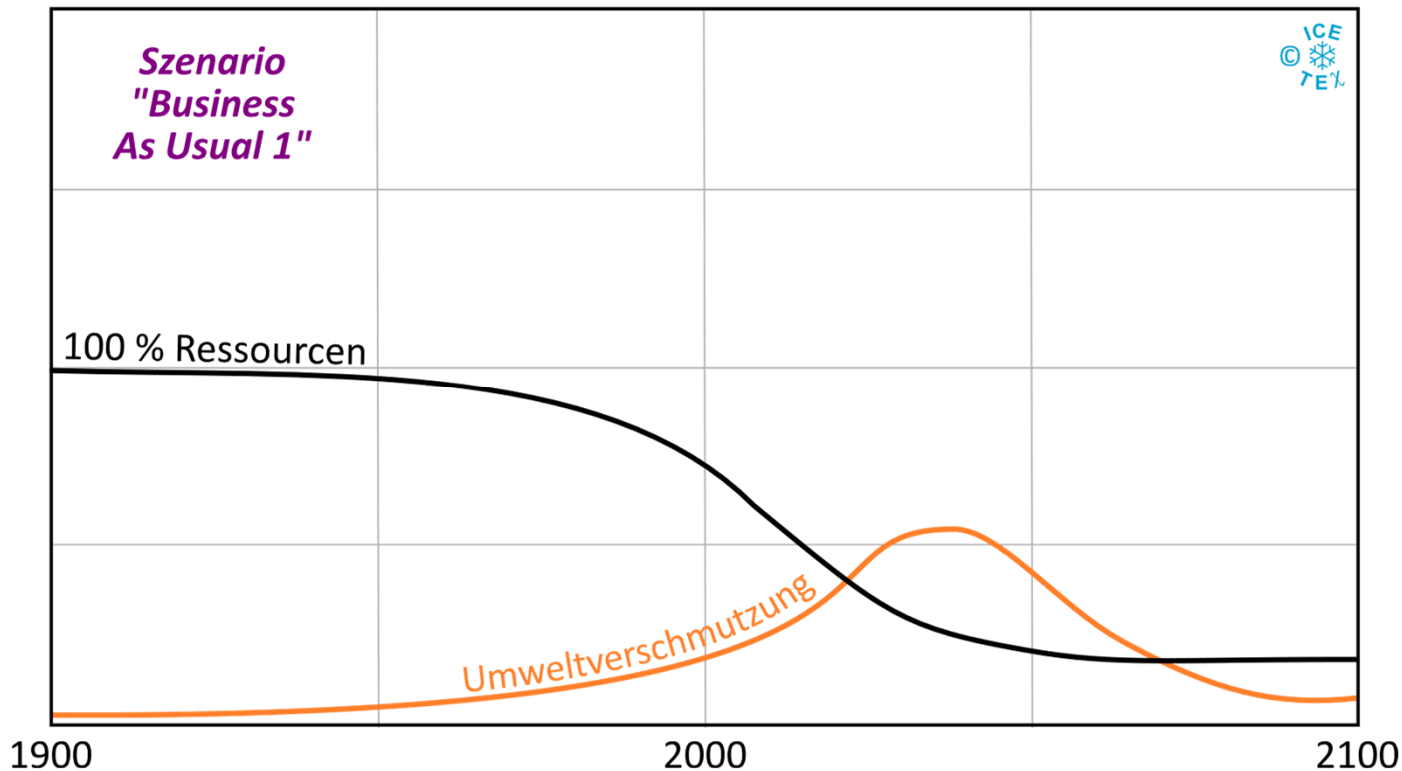


Analyse und Projektionen globaler Wechselwirkungen zwischen

- Verbrauch nicht-erneuerbarer Ressourcen
 - **Energie**
 - Metalle
 - Mineralien ...
- Umweltverschmutzung
 - Luft (**Schadstoff-Emissionen**)
 - Gewässer
 - Böden
- Bevölkerungsentwicklung
- Industrieproduktion
- Nahrungsmittelverfügbarkeit

Grenzen des Wachstums – 1972

Das meistzitierte Szenario – *keine* konkrete Prognose!



Entwicklungspfad BAU 1

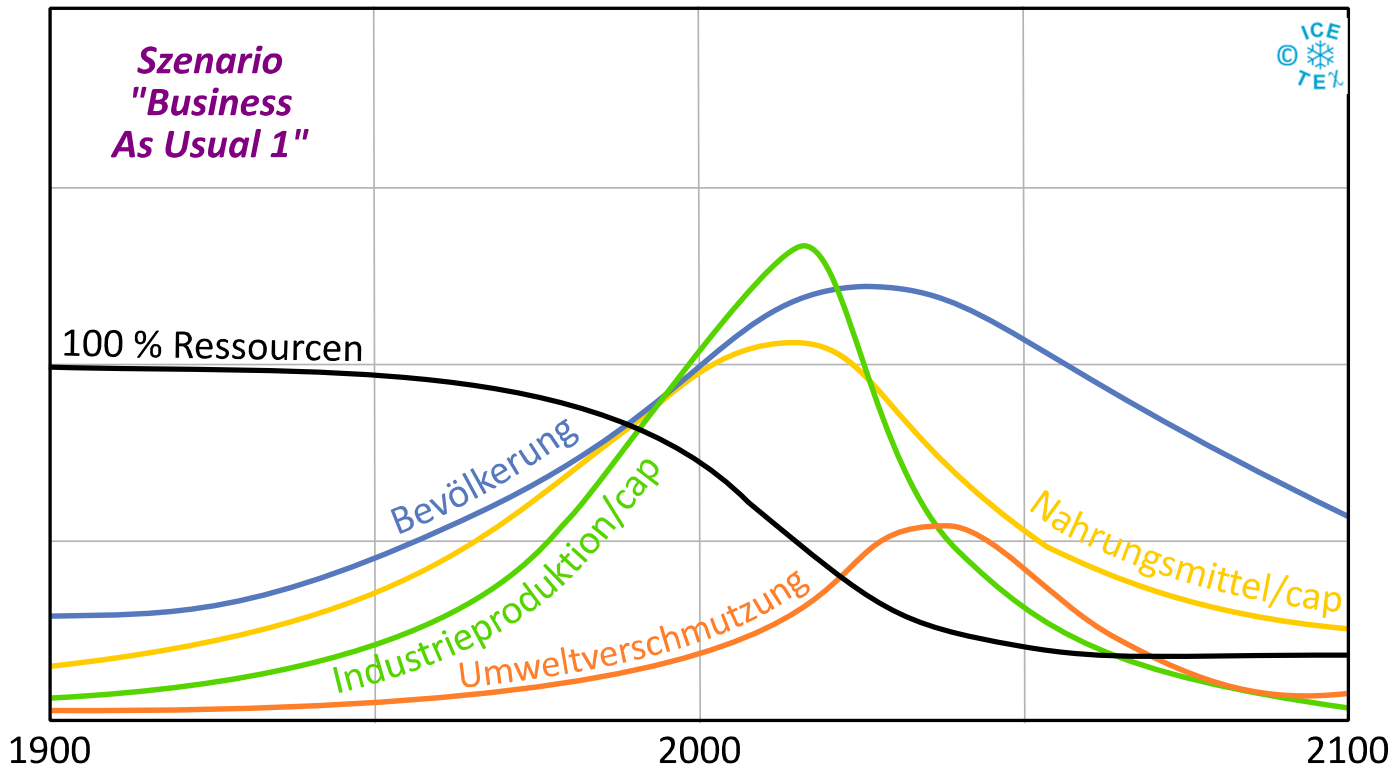
- **ungebremster** Ressourcenabbau

Globale Konsequenzen

- Anstieg, Maximum, Rückgang von
1. Umweltverschmutzung

Grenzen des Wachstums – 1972

Das meistzitierte Szenario – *keine* konkrete Prognose!



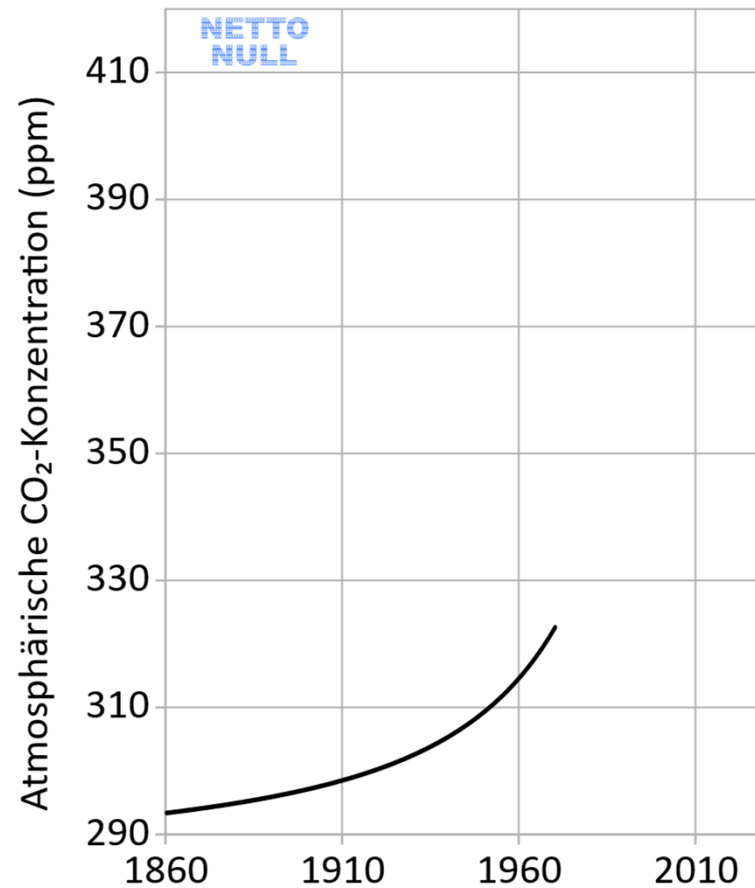
Entwicklungspfad BAU 1

- **ungebremster** Ressourcenabbau

Globale Konsequenzen

- Anstieg, Maximum, Rückgang von
 1. Umweltverschmutzung
 2. Industrieproduktion
 3. Nahrungsmittelproduktion
 4. Bevölkerung
- **gesellschaftlicher Kollaps** wegen
 - Ressourcenverbrauchs
 - anhaltenden Wirtschafts- und Bevölkerungswachstums

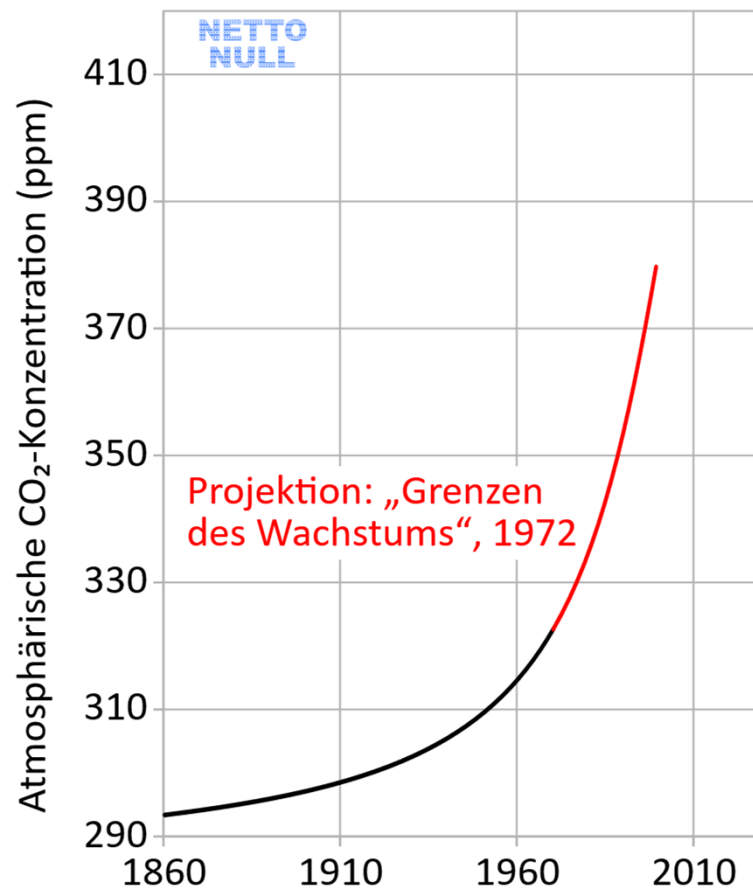
Projektion aus „Grenzen des Wachstums“: CO₂-Konzentration in der Atmosphäre



Stand des Wissens 1972

- Anstieg der CO₂-Konzentration seit 1860
- exponentieller Verlauf
- CO₂-Konzentration \approx 322 ppm

Projektion aus „Grenzen des Wachstums“: CO₂-Konzentration in der Atmosphäre



Stand des Wissens 1972

- Anstieg der CO₂-Konzentration seit 1860
- exponentieller Verlauf
- CO₂-Konzentration ≈ 322 ppm

Projektion bis 2000

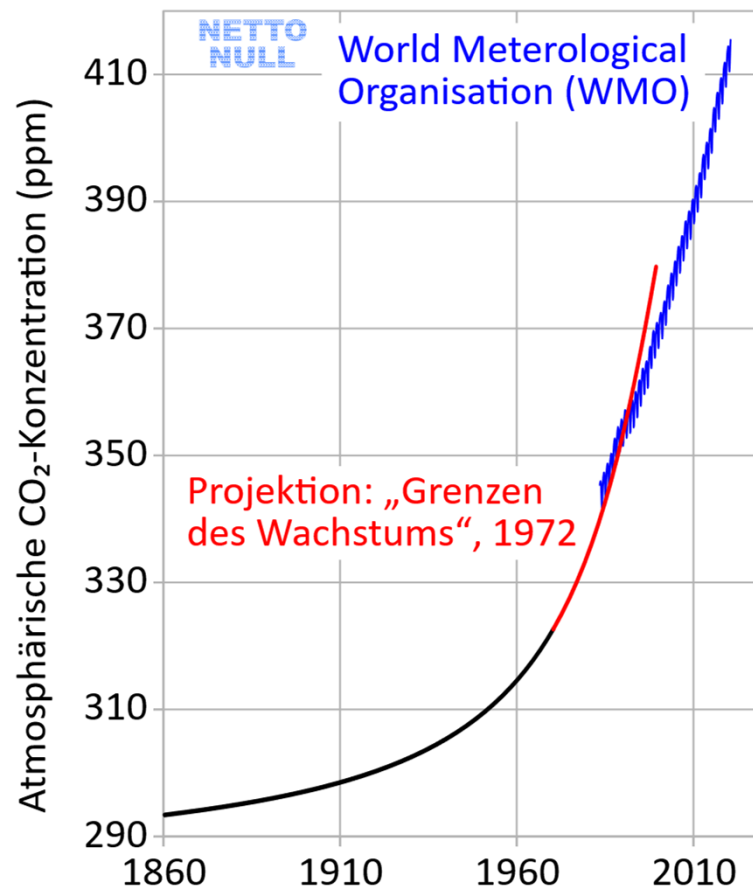
- ≈ 380 ppm

Mediale Reaktion 1972

- meinungsschaftliche Zweifel an der „Berechenbarkeit“ zukünftiger Entwicklungen

CO₂-Konzentration in der Atmosphäre

Projektion aus „Grenzen des Wachstums“



Stand des Wissens 1972

- Anstieg der CO₂-Konzentration seit 1860
- exponentieller Verlauf
- CO₂-Konzentration ≈ 322 ppm

Projektion bis 2000

- ≈ 380 ppm

Mediale Reaktion 1972

- meinungsschaftliche Zweifel an der „Berechenbarkeit“ zukünftiger Entwicklungen

Tatsächliche Konzentration 2021

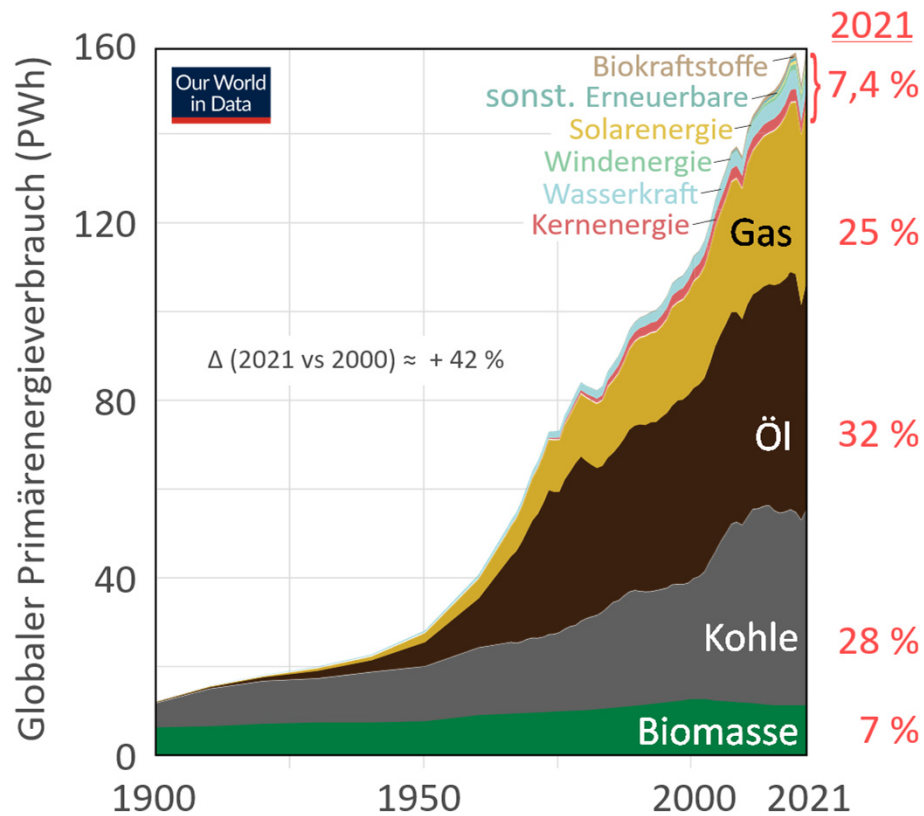
- ≈ 413 ppm

Erkenntnisse

- Projektion von 1972: „etwas“ ungenau
- Zweifel an „Berechenbarkeit“: unbegründet

**Ursache der hohen CO₂-Konzentrationen:
Verbrennung fossiler Energieträger**

Globaler Primärenergieverbrauch 1900 – 2021



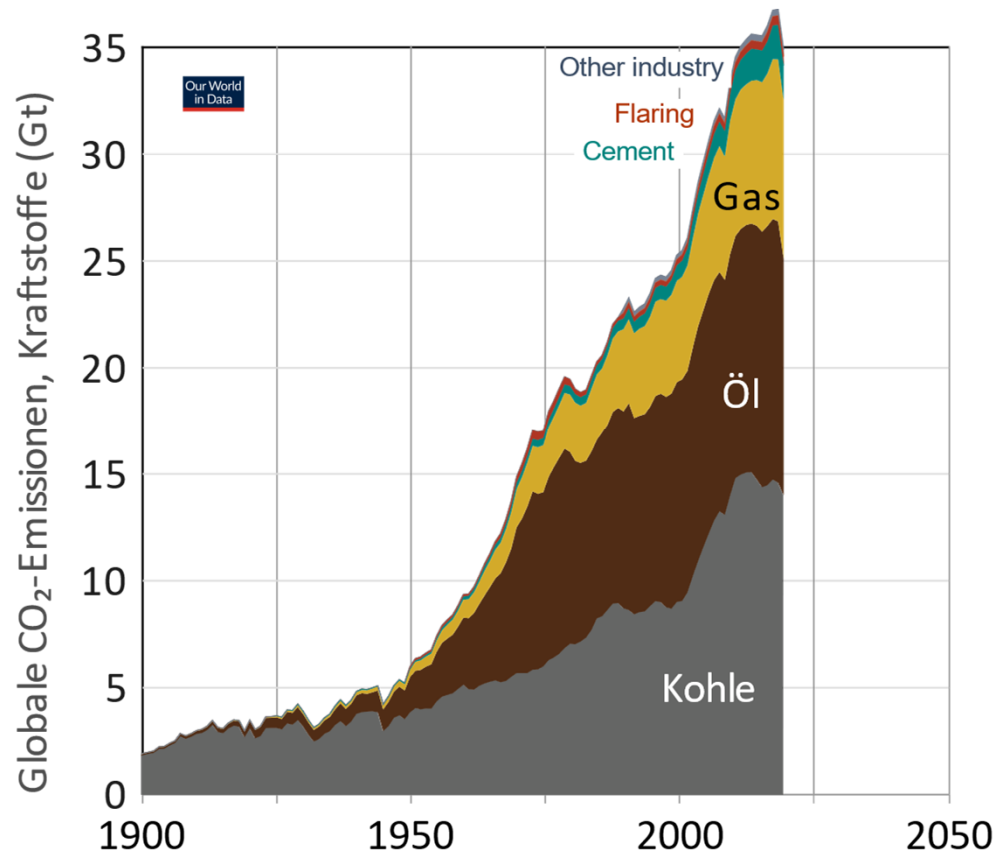
Veränderungen des Verbrauchs

- 1925 – 1973 \approx exponentiell
- bis 2019 \approx linear
- 3 geringe Rückgänge

Bedeutung der Energieträger 2021

- \approx 7,4 % Sonstige
- \approx 7 % Biomasse (\rightarrow CO₂-Emissionen)
- \approx 85 % fossil (\rightarrow CO₂-Emissionen)

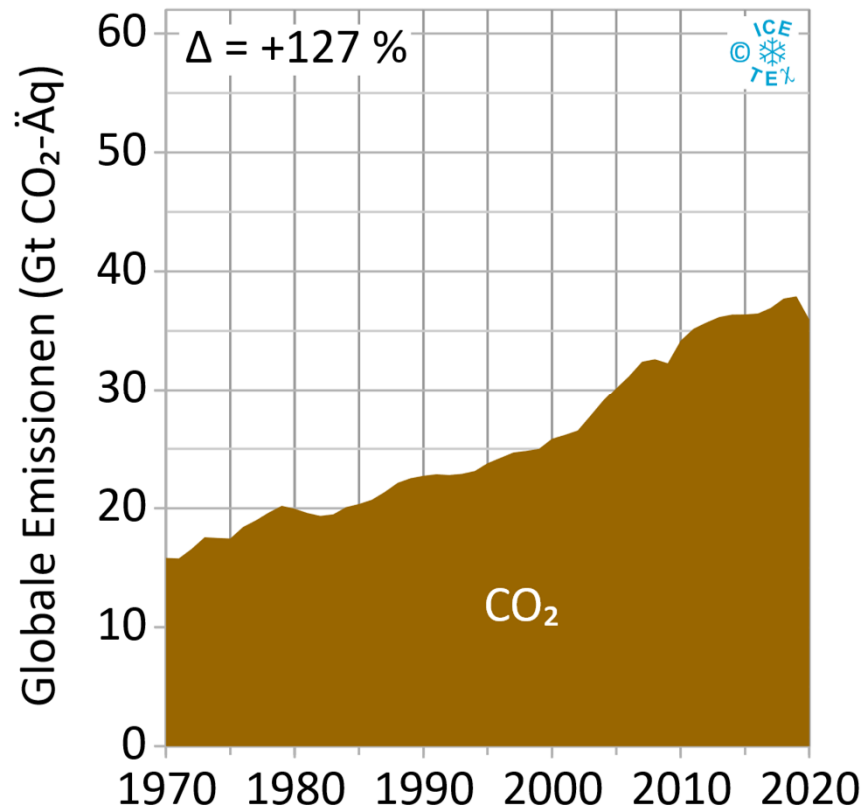
Energiebedingte CO₂-Emissionen 1900 – 2020



- exponentieller/linearer Anstieg
- auf $\approx 36,7$ Gt CO₂
- Detailbetrachtung: Zeitraum 1970 ... 2020 →

Globale CO₂-Emissionen

Emission Database for Global Atmospheric Research (EDGAR) der EU



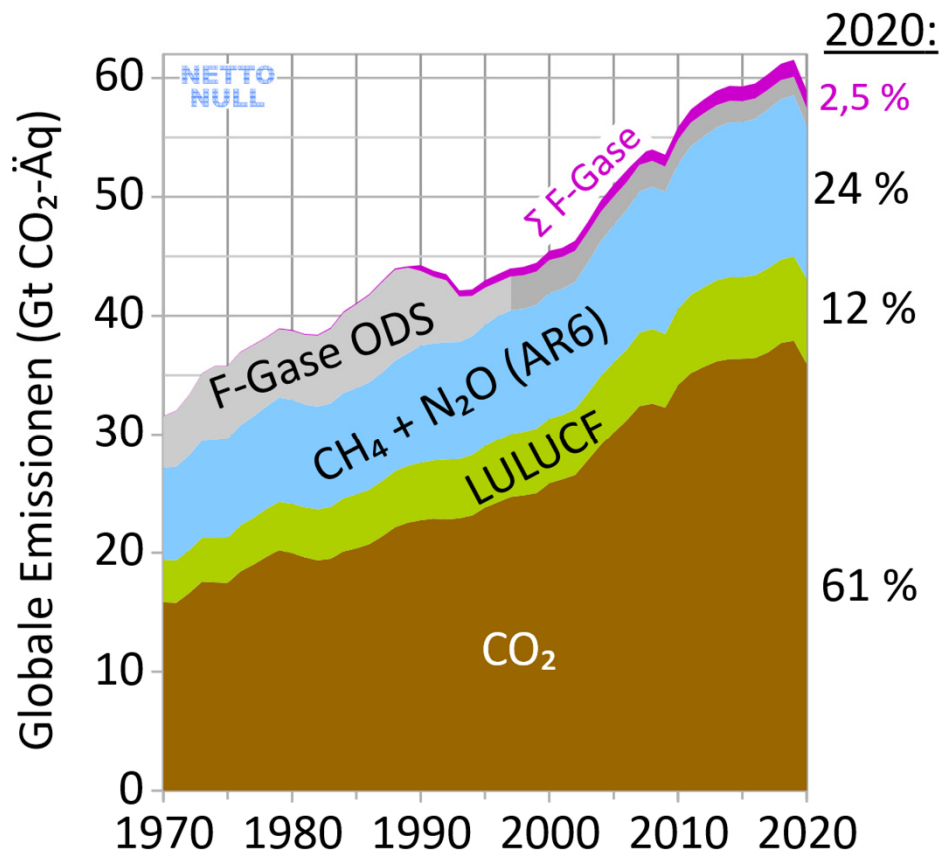
Veränderung 1970 – 2020

- gesamter Anstieg um 127 % bis 2020

Weitere Treibhausgase-Emissionen?

Globale Emissionen aller Treibhausgase 1970 – 2020

Emission Database for Global Atmospheric Research (EDGAR) der EU, UNEP



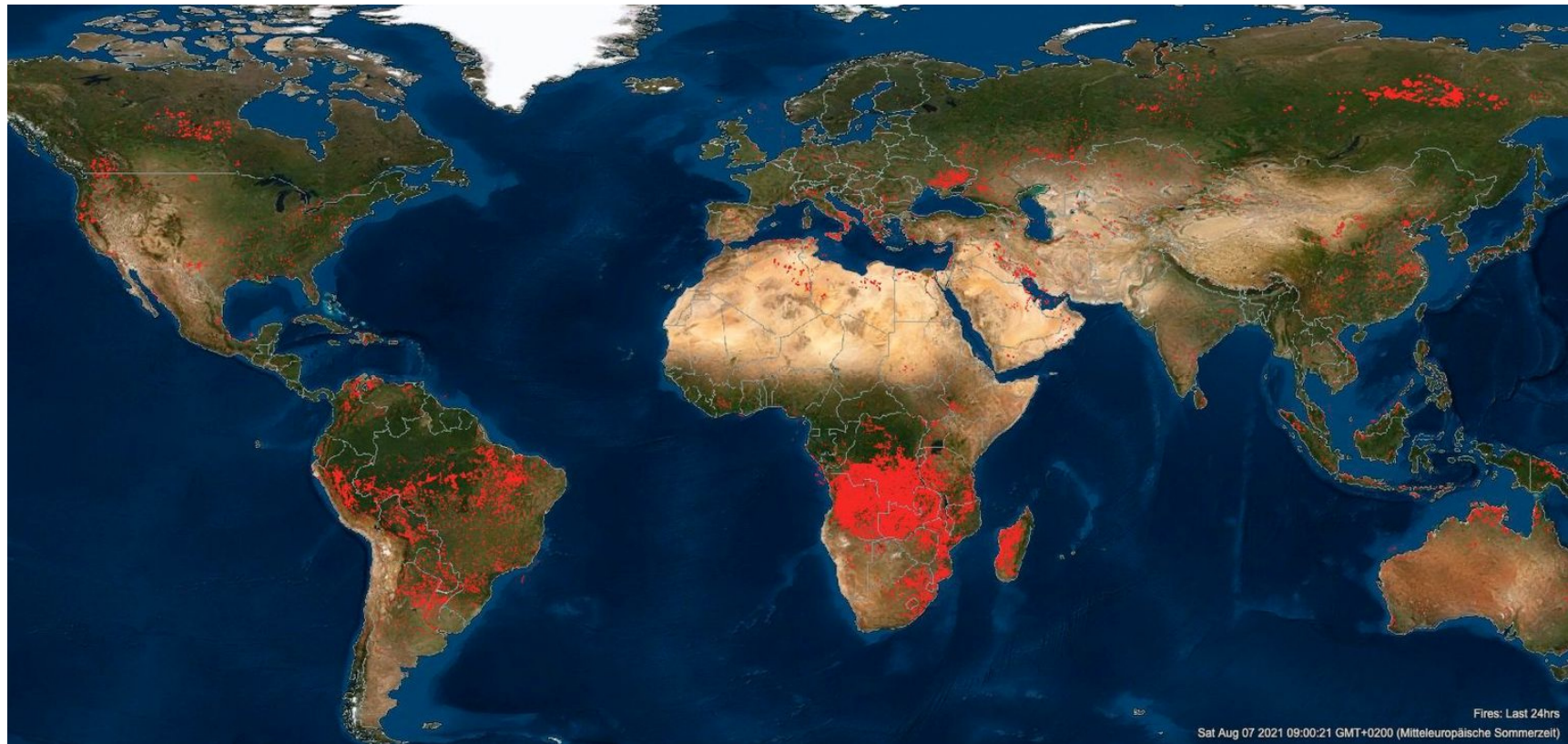
61 %: energiebedingte CO₂-Emissionen

- gesamter Anstieg um knapp 130 %

12 %: Land Use, Land Use Change, Forestry

(Landnutzung, -änderung, Forstwirtschaft)

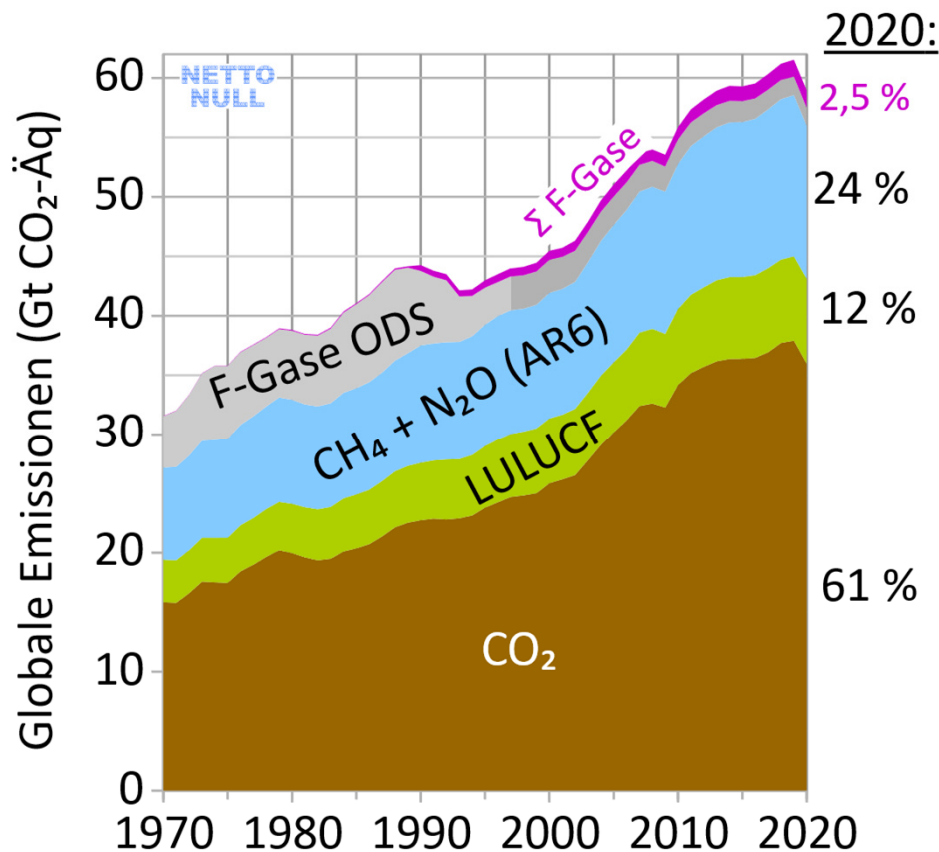
Waldbrandkarte der NASA vom 7.8.2021



Waldbrand ist ein ständiges Phänomen – nicht nur im brasilianischen Regenwald!

Globale Emissionen aller Treibhausgase 1970 – 2020

Emission Database for Global Atmospheric Research (EDGAR) der EU, UNEP



61 %: energiebedingte CO₂-Emissionen

- gesamter Anstieg um knapp 130 %

12 %: Land Use, Land Use Change, Forestry

(Landnutzung, -änderung, Forstwirtschaft)

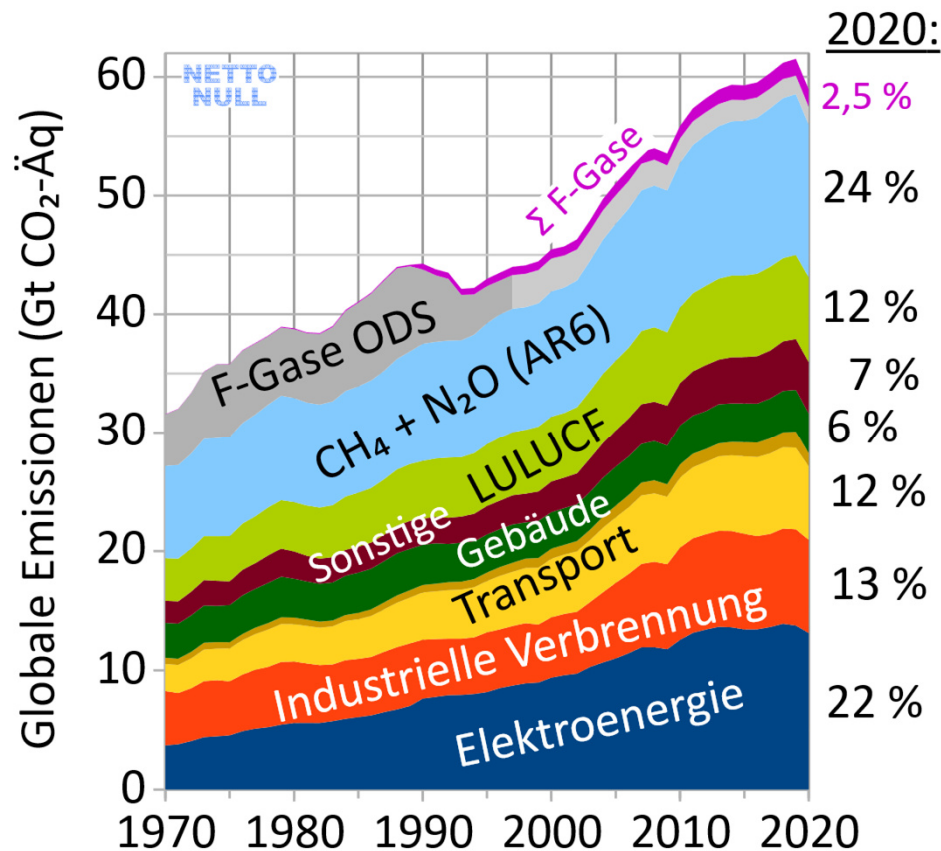
27 % CO₂-äquivalente Emissionen

- **Methan und Lachgas (CH₄, N₂O)**
(GWP-Data: Weltklimarat AR6)
- **F-Gase ODS**
(Ozone Depleting Substances)
- **Σ F-Gase (Treib-, Kältemittel, Aerosole, SF₆)**
(treibhauswirksam)

Sektorspezifische Betrachtung

Globale Emissionen aller Treibhausgase 1970 – 2020

CO₂-Emissionen nach Sektoren



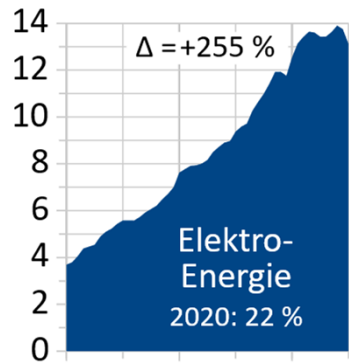
5 Sektoren

- Elektroenergie-Emissionen (22 %)
-
- Gebäude-Emissionen (6 %)

Sektoren und Gase im Detail →

Globale THG-Emissionen nach Sektoren und Gasen

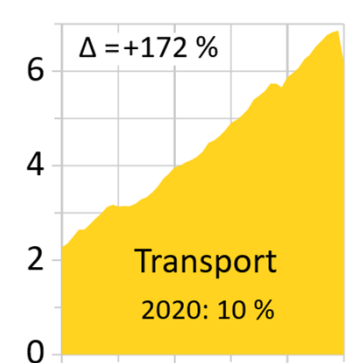
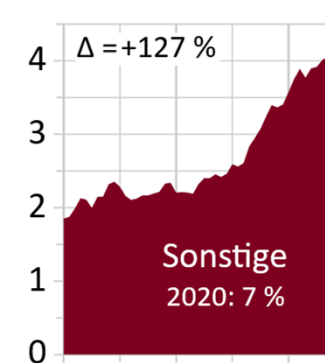
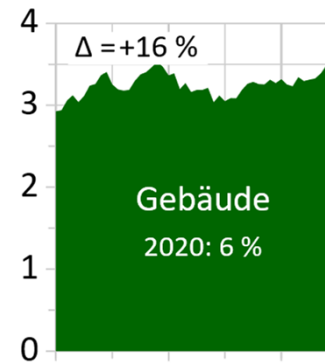
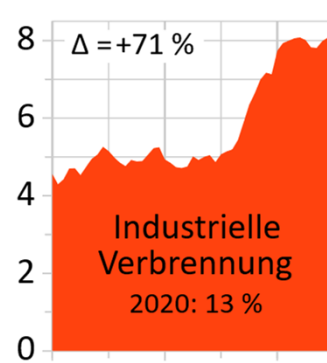
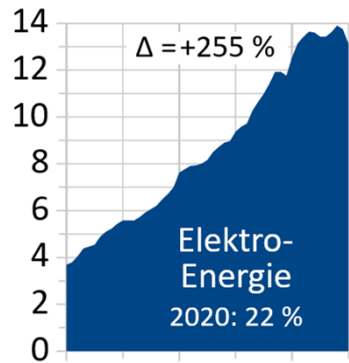
jeweils 1970 – 2020, Δ = Änderung 1970 vs 2020



- Emissionen aus Elektroenergieerzeugung weisen mit 22 % den größten Anteil auf
- Anstieg um 255 % in 50 Jahren (\approx linear)

Globale THG-Emissionen nach Sektoren und Gasen (Gt CO₂-Äq)

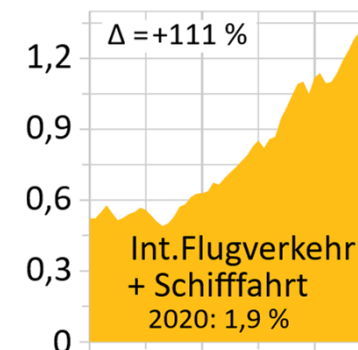
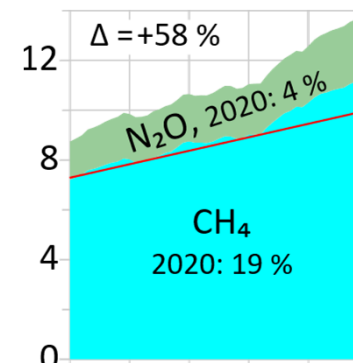
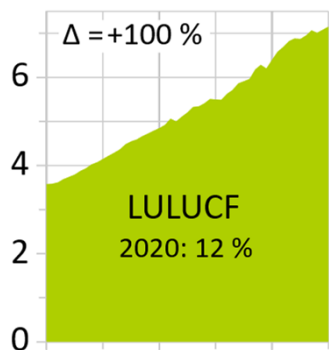
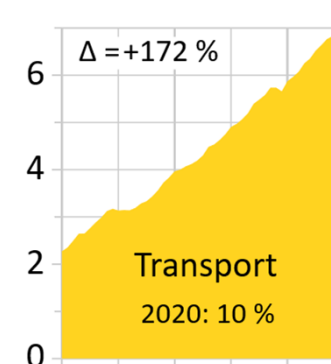
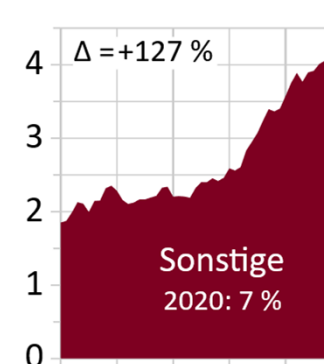
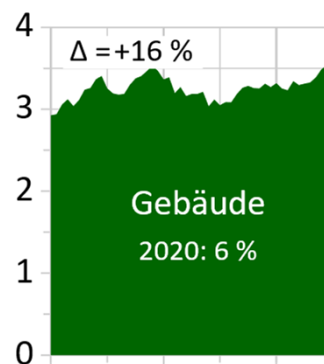
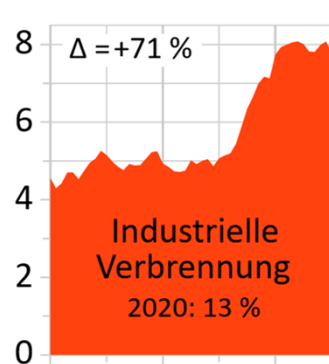
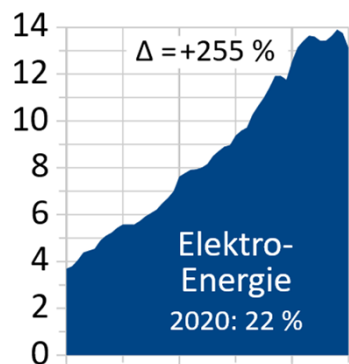
jeweils 1970 – 2020, Δ = Änderung 1970 vs 2020



- Achtung: die Ordinaten sind unterschiedlich skaliert
- „Industrielle Verbrennung“ und „Sonstige“: exorbitanter bzw. starker Anstieg nach 2000
- „Gebäude“: geringer Anstieg trotz Verdoppelung der Weltbevölkerung

Globale THG-Emissionen nach Sektoren und Gasen (Gt CO₂-Äq)

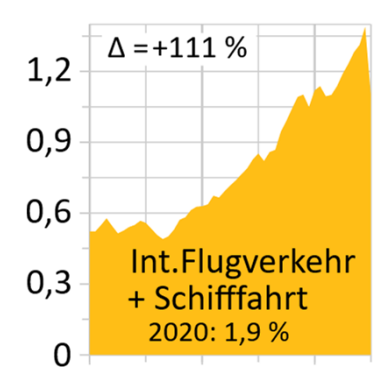
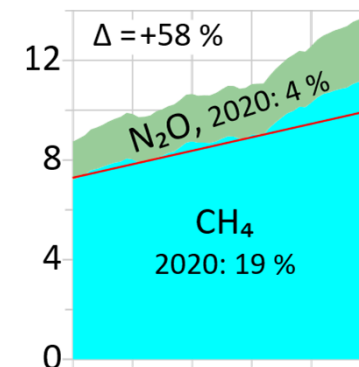
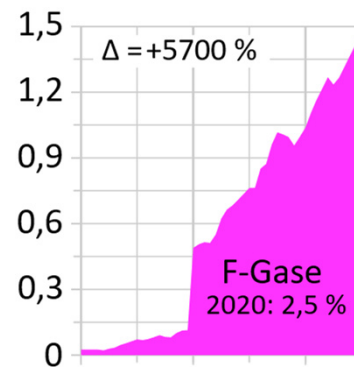
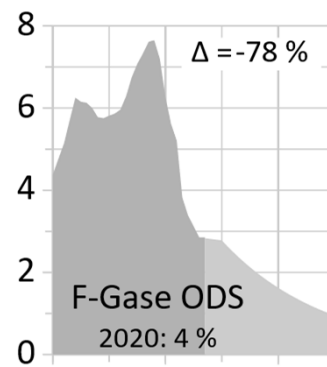
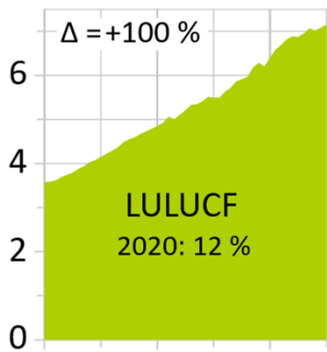
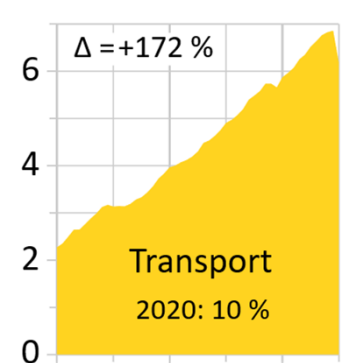
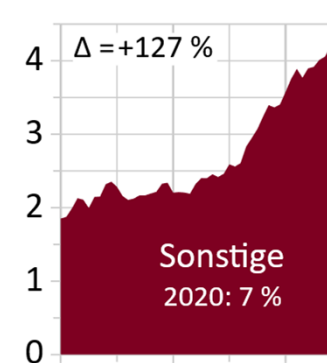
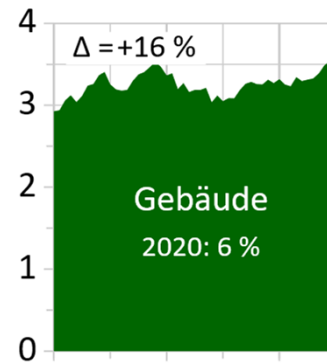
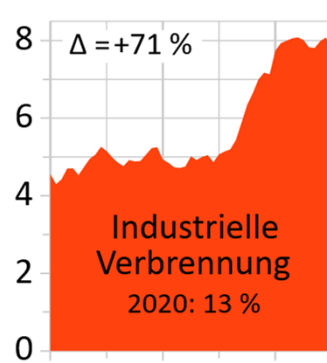
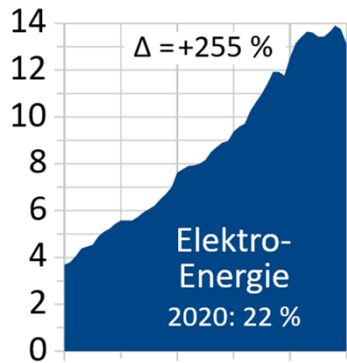
jeweils 1970 – 2020, Δ = Änderung 1970 vs 2020



- „LULUCF“ und „Methan + Lachgas“: linearer Anstieg
- „Internationaler Verkehr“: Anstieg erst nach 1985

Globale THG-Emissionen nach Sektoren und Gasen (Gt CO₂-Äq)

jeweils 1970 – 2020, Δ = Änderung 1970 vs 2020

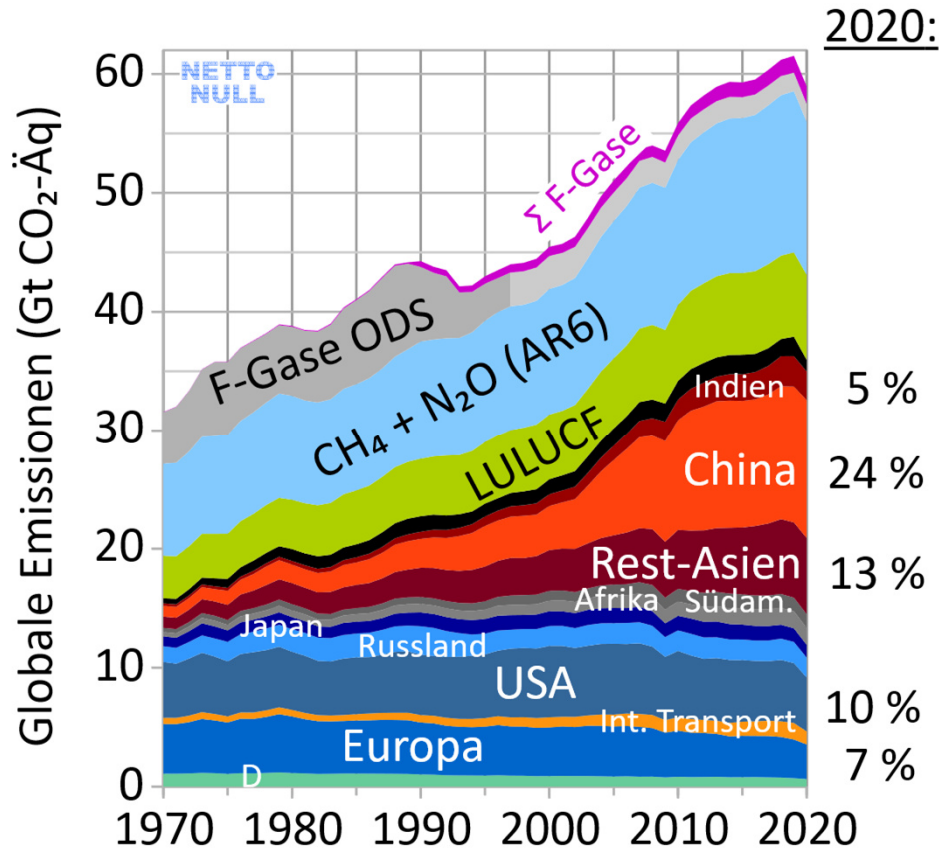


- „F-Gase ODS“: deutlicher Rückgang nach 1988
- „F-Gase“: sprunghafter Anstieg nach 1989, danach \approx linearer Anstieg auf insgesamt niedrigem Niveau

Länderspezifische Betrachtung

Globale Emissionen aller Treibhausgase 1970 – 2020

nach Ländern, Kontinenten und Gasen



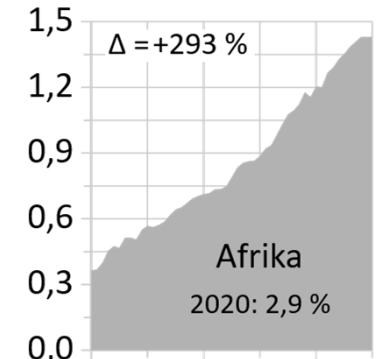
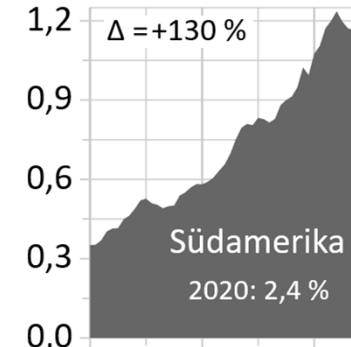
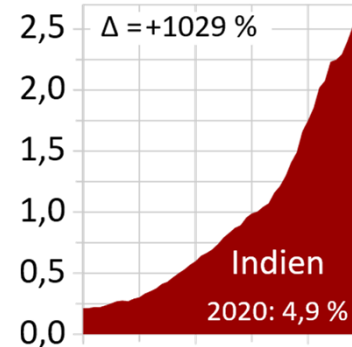
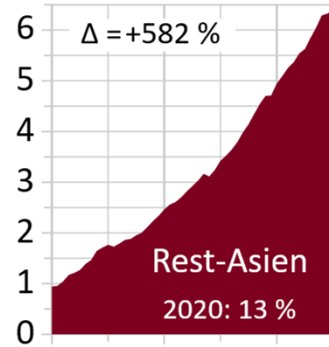
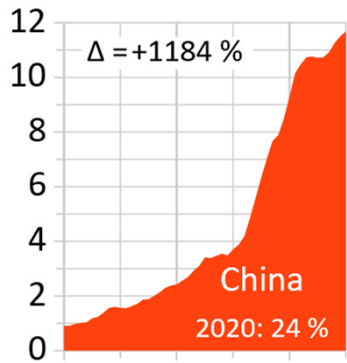
THG-Emittenten

- 42 %: China + Rest-Asien + Indien
- ≈ 5 %: Afrika + Südamerika
- ≈ 1,3 %: Deutschland

→ Detailbetrachtung nach Ländern, Kontinenten

THG-Emissionen einiger Länder/Kontinente (Gt CO₂-Äq)

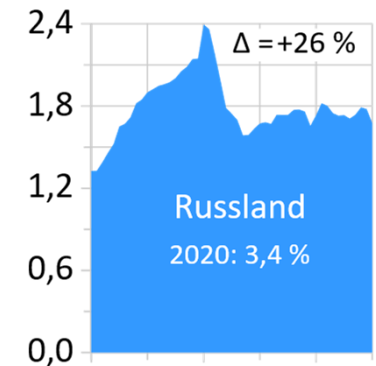
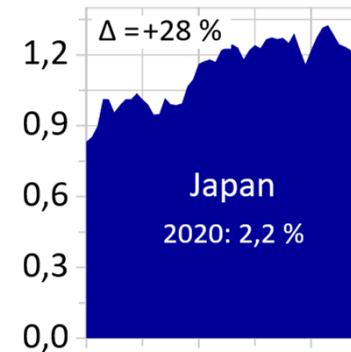
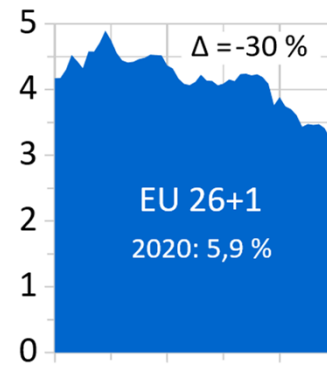
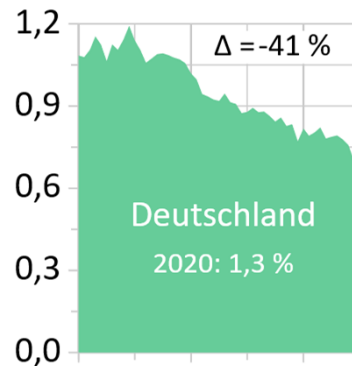
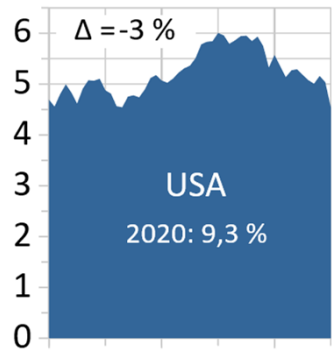
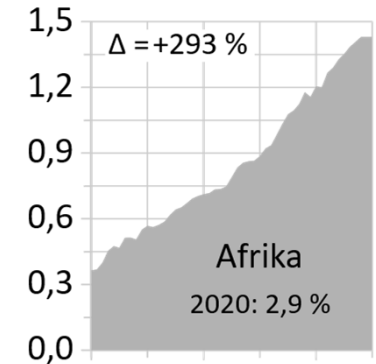
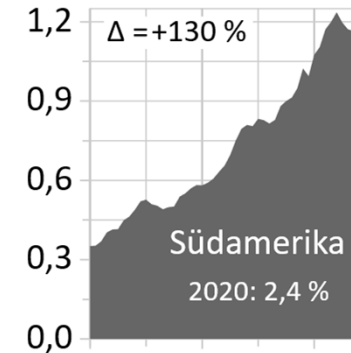
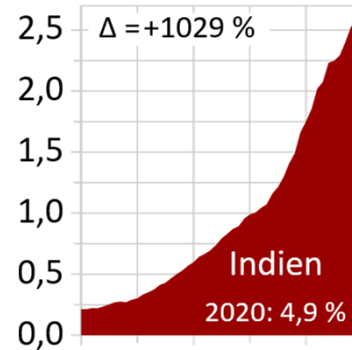
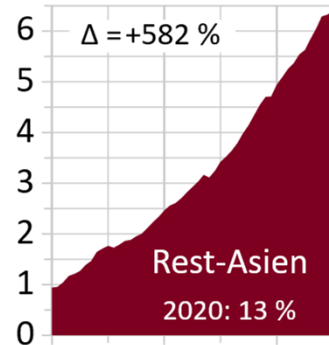
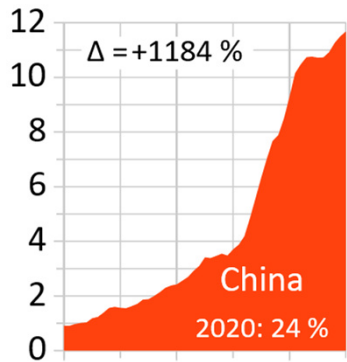
jeweils 1970 – 2020, Δ = Änderung 1970 vs 2020



- Asien: außerordentlich große Emissions-Anstiege
- Südamerika + Afrika: geringe Emissions-Anstiege

CO₂-Emissionen einiger Länder/Kontinente (Gt CO₂-Äq)

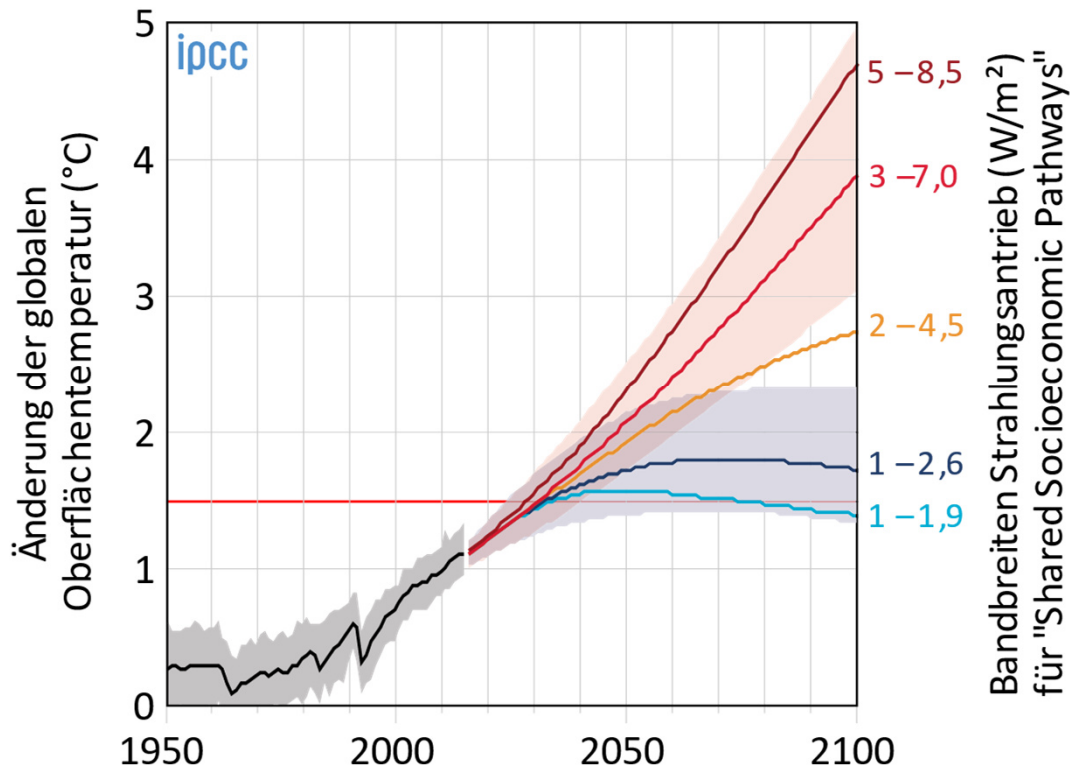
jeweils 1970 – 2020, Δ = Änderung 1970 vs 2020



- Asien: außerordentlich große Emissions-Anstiege
- Südamerika + Afrika: geringe Emissions-Anstiege
- USA, EU und Deutschland: Rückgänge der Emissionen (auf vergleichsweise niedrigem Niveau)

Projektionen zukünftiger Temperaturen

Weltklimarat 2022

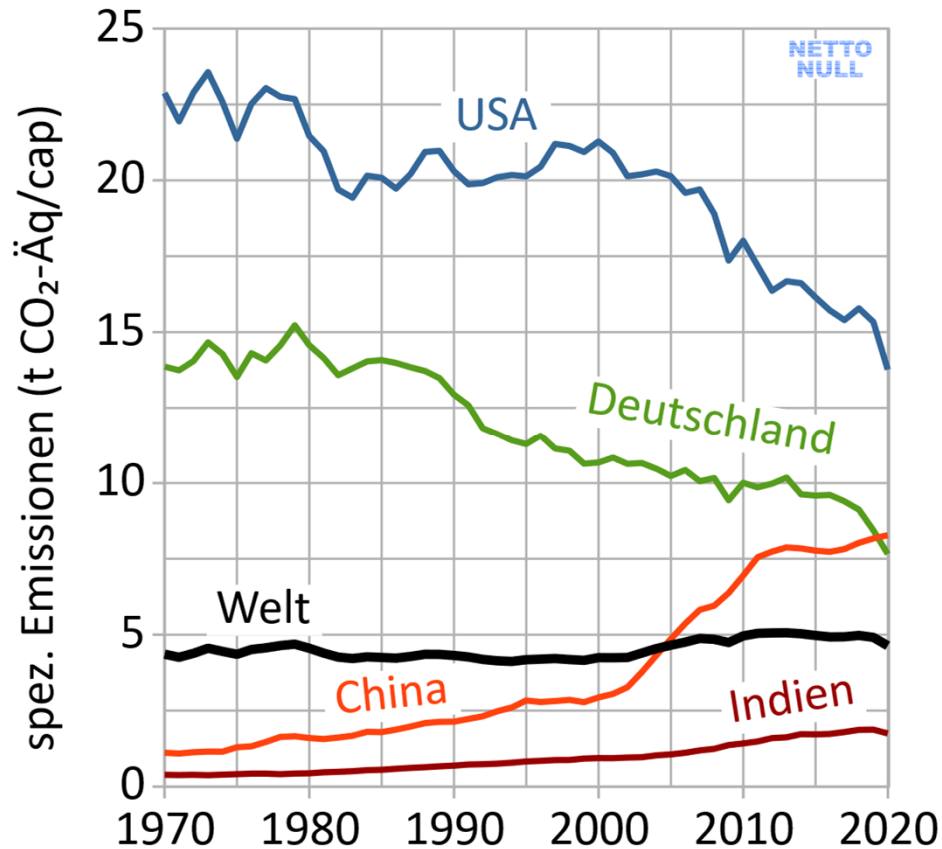


Gesellschaftlich-Ökonomische Entwicklungen

- beeinflussen den Temperaturanstieg bis 2100
- 5 Pfade mit Bandbreiten
- mögliche Temperaturerhöhungen: 1,5 – 4,7 °C

Verantwortlichkeiten

Spezifische THG-Emissionen



Emissionen pro Kopf

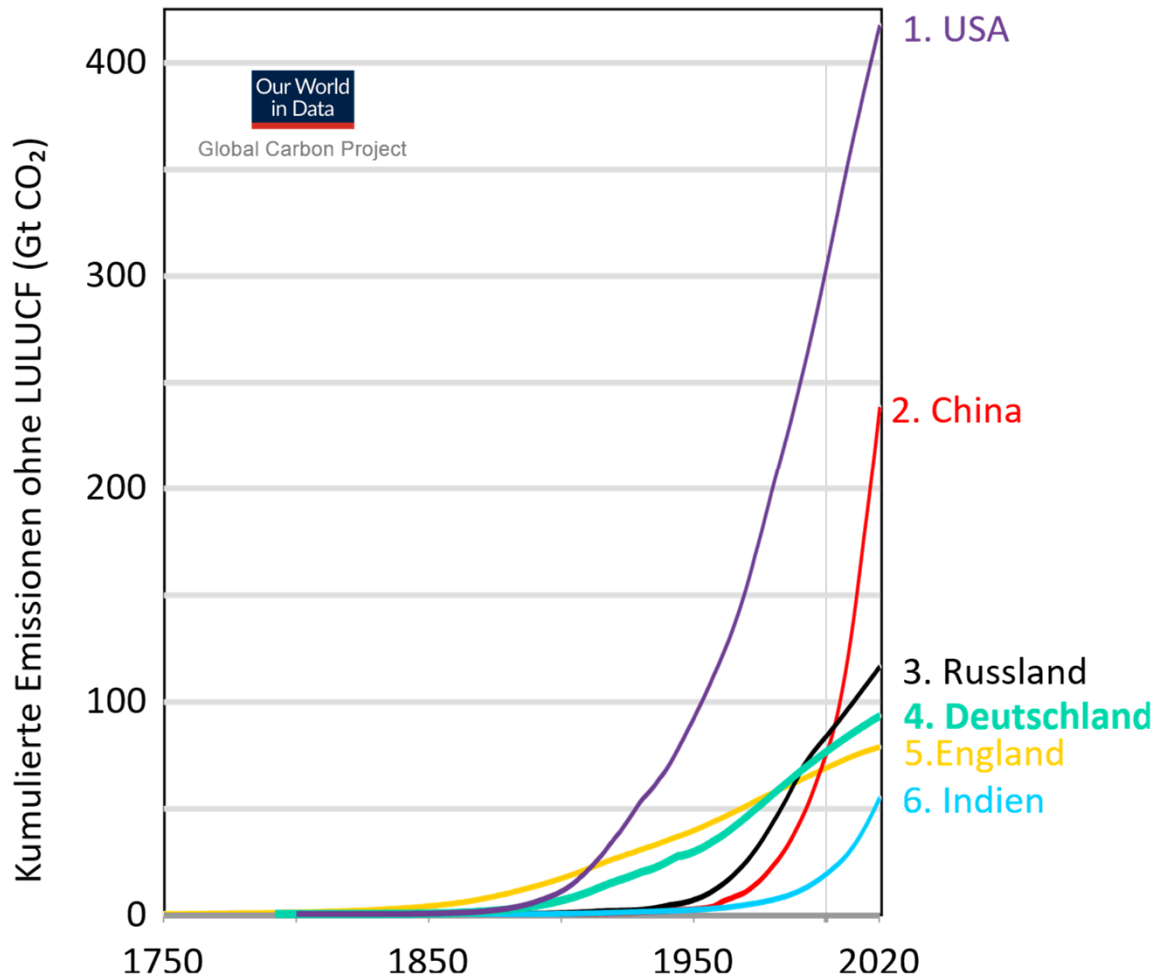
- Rückgang: USA, Deutschland
- Anstieg: China, Indien

Narrativ der Maßnahmen-Bremser/Verhinderer

- „Emissionsanteil Deutschlands ist gering
- → Handeln nur im globalen Maßstab sinnvoll
- ... solange sollte sich Deutschland zurückhalten“

Global kumulierte CO₂-Emissionen

Die 6 wichtigsten historischen Emittenten



Deutschland

- liegt an vierter Stelle
- hat daher eine *historische* Verantwortung

Kommentare zur Klimakatastrophe



Sandrine Dixson-Declève

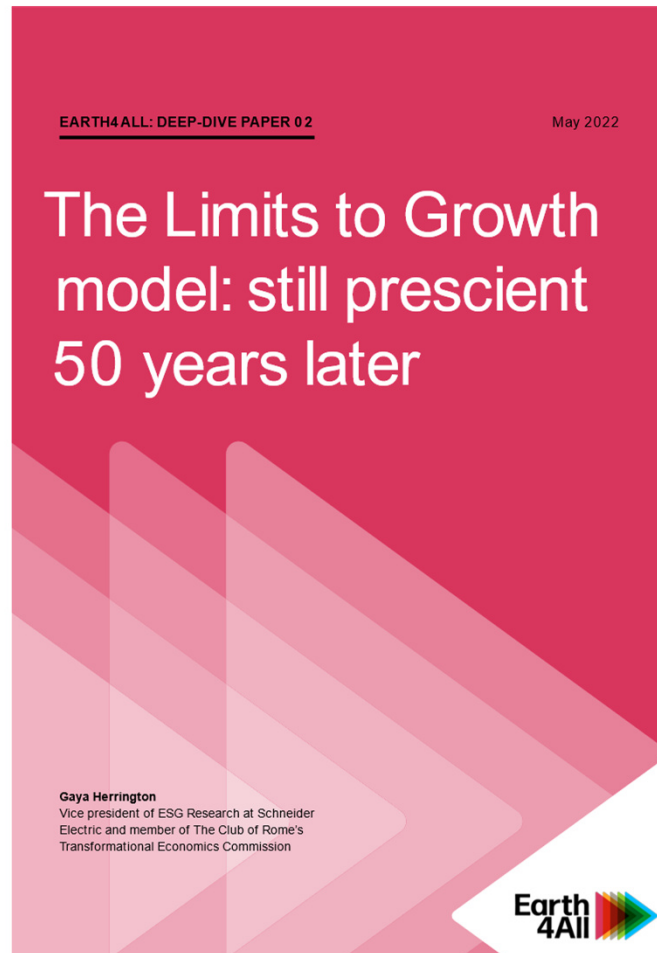
Sandrine Dixson-Declève

Ko-Präsidentin des Club of Rome seit 2018

- *Wenn wir nichts ändern, bricht unsere Welt, wie wir sie kennen, zusammen.*
- *Wir sind mitten in der Polykrise, weil wir aus den „Grenzen des Wachstums“ nicht die richtigen politischen Schlüsse gezogen haben.*
- *Die Autoren haben auch den Zusammenbruch der Zivilisation im Blick gehabt ...*
- *Wenn wir damals umgesteuert hätten, wären wir heute nicht in dieser Situation.*

Spiegel-Online, 18.1.2023

Update von „Grenzen des Wachstums“

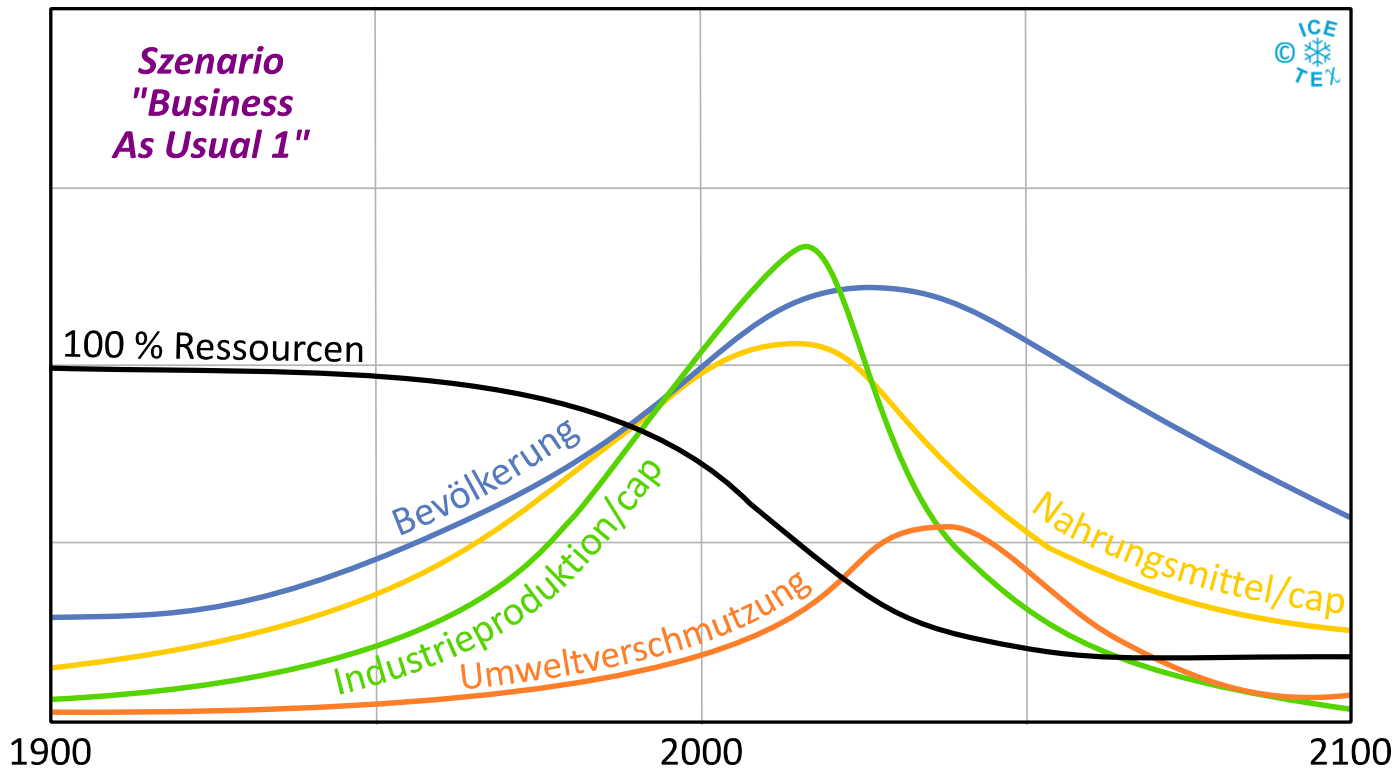


**Das Modell der Grenzen des Wachstums
 – 50 Jahre später immer noch aktuell**

**Vergleich der Erkenntnisse von 1972 (BAU 1)
 mit drei aktualisierten Szenarien:**

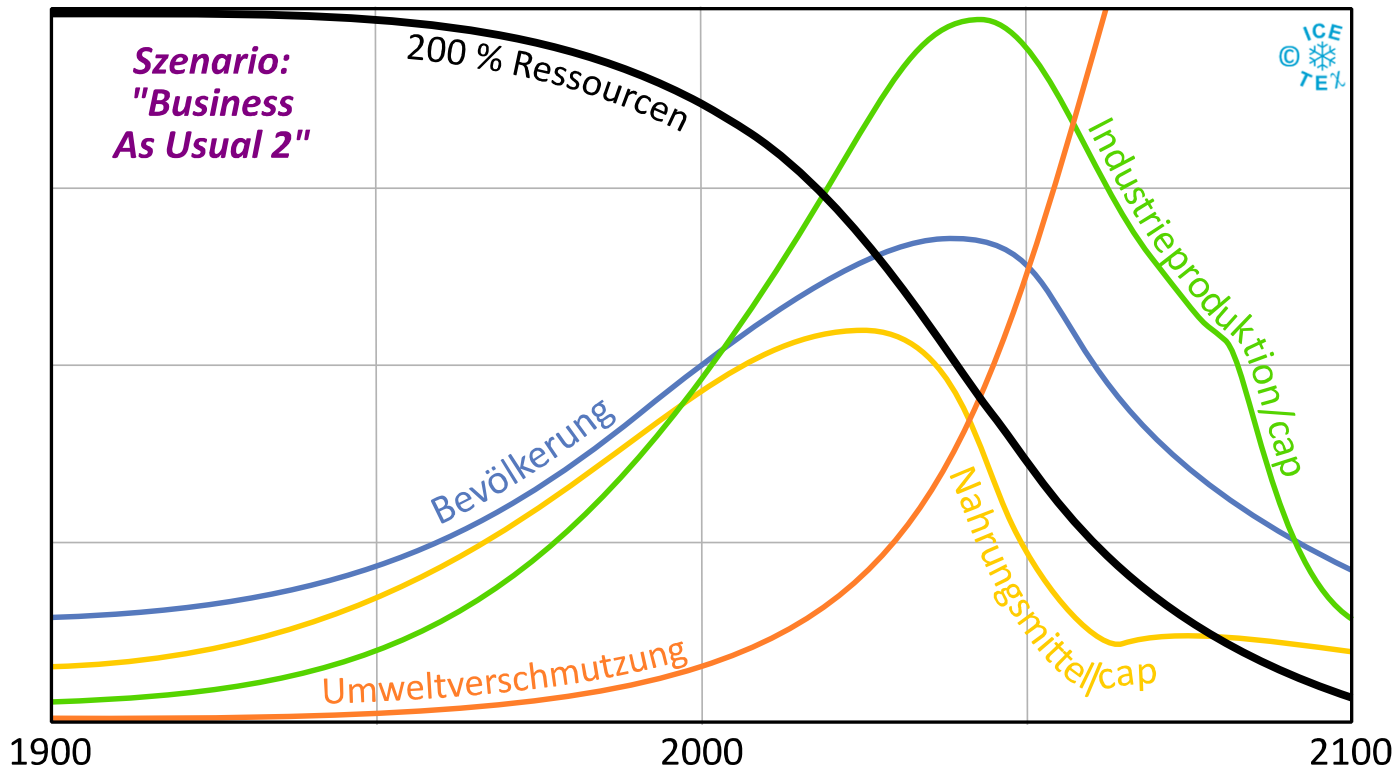
1. „Verdoppelung der Ressourcenbasis“ (BAU 2)
2. (beispiellose) „Technologische Innovationen“
3. „Stabilisierung der Welt“

Grenzen des Wachstums Bestandsaufnahme 2022



- Entwicklungen bisher verliefen nahezu auf den Pfaden des meist-zitierten Szenarios von 1972
 - Industrieproduktion
 - Nahrungsmittelproduktion
 - Bevölkerung
 - Umweltverschmutzung
- aber die Ressourcenbasis ist größer als 1972 angenommen
→

Modell: „Verdoppelung der Ressourcenbasis“



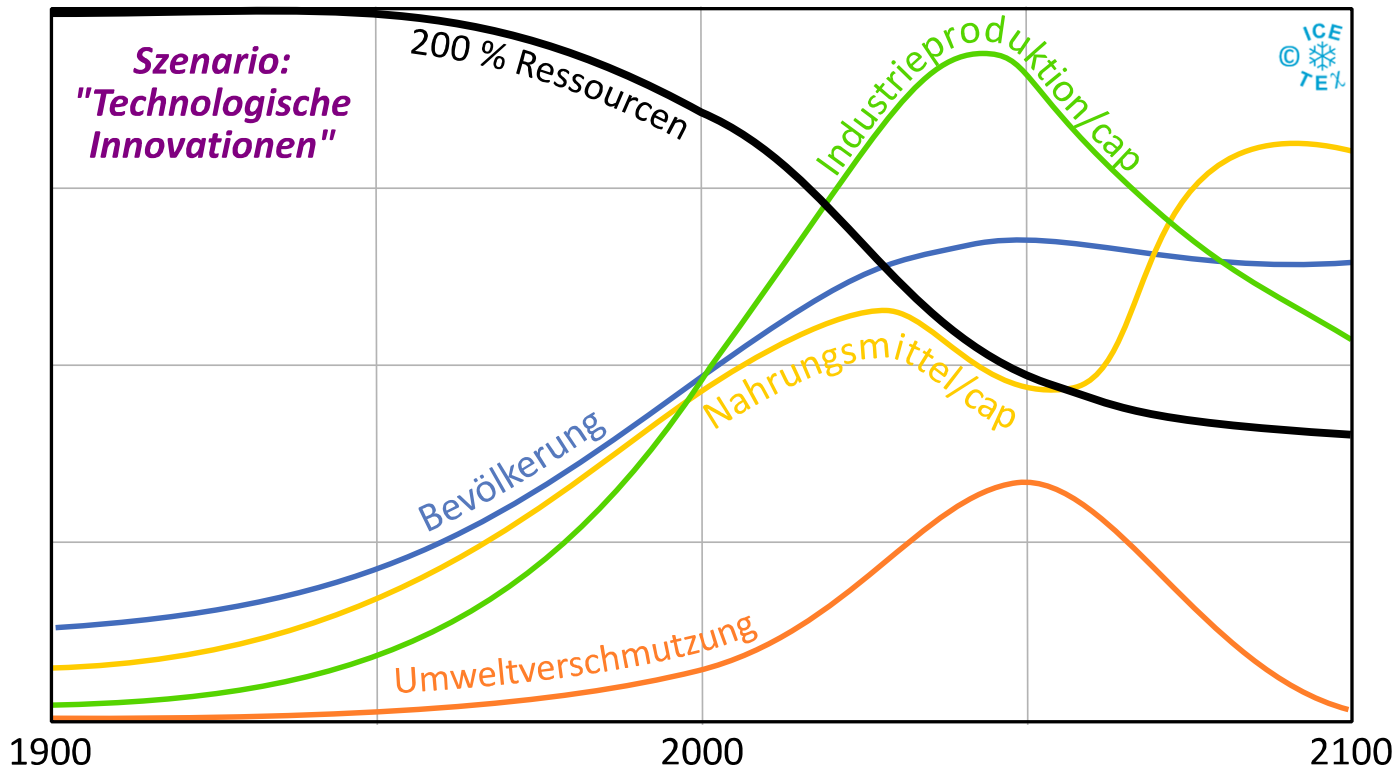
Entwicklungspfade BAU 2

- **unregulierter** Ressourcenabbau
- **unreguliertes** Wirtschaftswachstum

Konsequenzen

- Anstieg, Maxima und Kollaps von
 1. Industrieproduktion
 2. Nahrungsmittelproduktion
 3. Bevölkerung
 4. Umweltverschmutzung
- **gesellschaftlicher Kollaps** aus denselben Gründen wie bei BAU 1:
 - Ressourcenverbrauch
 - anhaltendes Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum

Modell: „(beispiellose) Technologische Innovationen“



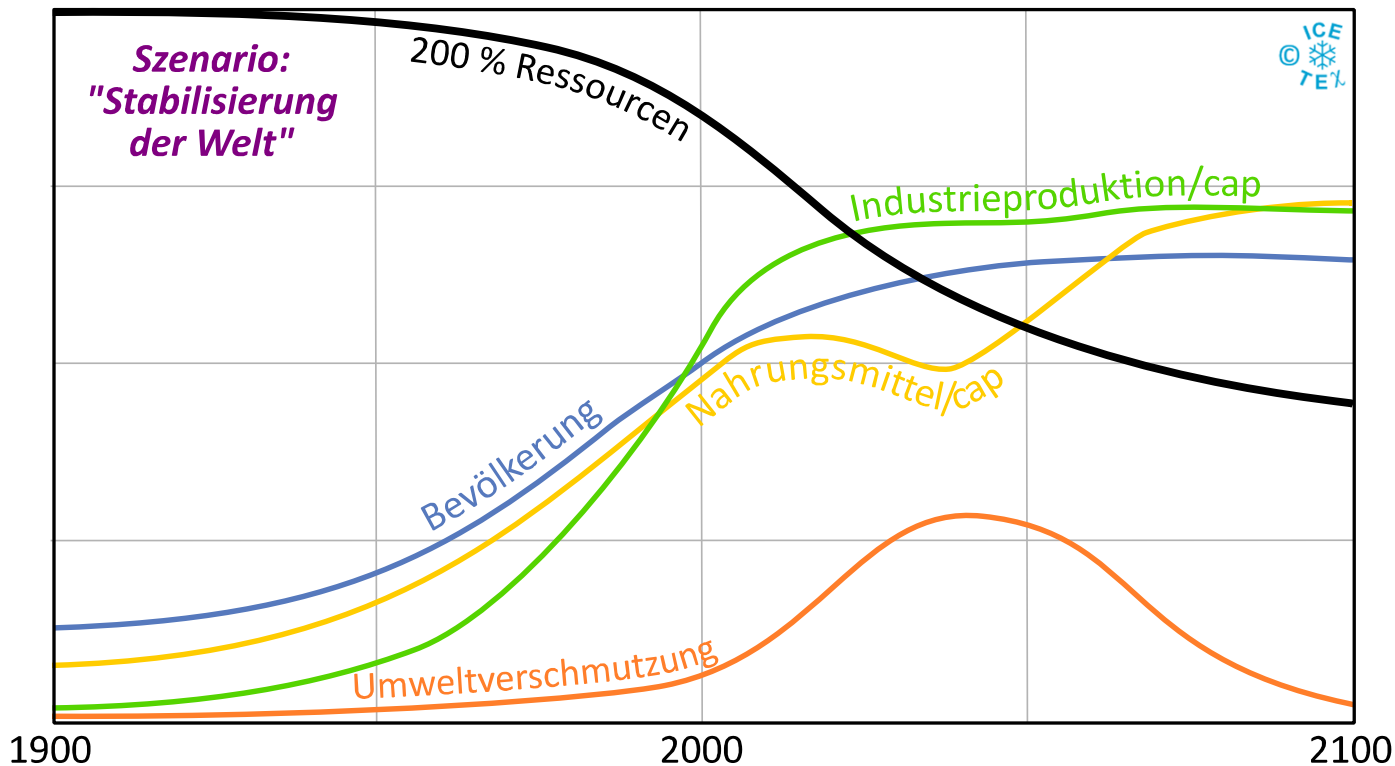
Entwicklungspfade

- regulierter Ressourcenabbau
- beispiellose Innovationen

Konsequenzen

- Anstieg, Maxima u. Rückgang von
 1. Industrieproduktion
 2. Umweltverschmutzung
- Rückgang, aber Wiederanstieg der Nahrungsmittelproduktion
- Stabilisierung der Bevölkerung
- kein gesellschaftlicher Kollaps
 - aber hoher Ressourcenverbrauch
 - jahrzehntelanger Nahrungsmangel
 - Mangel: Gesundheits-, Bildungsdienste

Modell: „Stabilisierung der Welt“



Entwicklungspfade

- **Investitionen** in Bildung, Gesundheit
- **unregulierter** Ressourcenabbau
- **unregulierte** Industrieproduktion

Konsequenzen

- Anstieg, Maxima u. Rückgang von Umweltverschmutzung
- Rückgang, aber Wiederanstieg der Nahrungsmittelproduktion
- **kein gesellschaftlicher Kollaps**
 - verminderter Ressourcenverbrauch
 - aber zeitweiser Nahrungsmangel
 - geringes Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum

Club of Rome



Sandrine Dixson-Declève

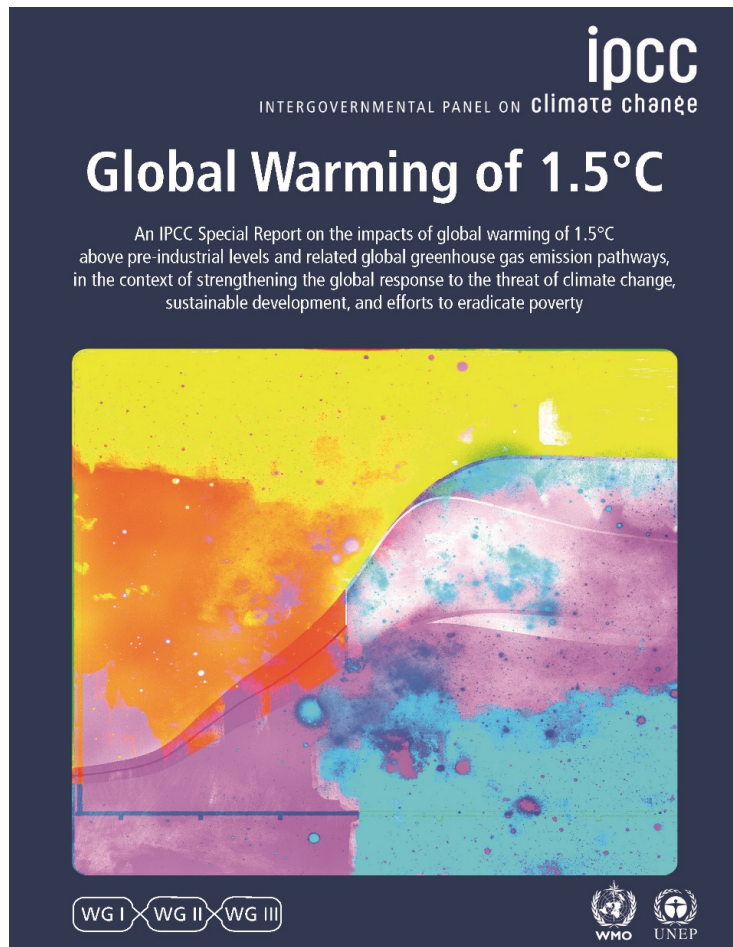
Sandrine Dixson-Declève

Ko-Präsidentin des Club of Rome seit 2018

- ***Wenn wir nichts machen,
haben wir als Menschheit keine Chance zu überleben.***
 - *Heute haben die Finanzmärkte das Sagen,
die ‚Investment Community‘ diktiert alles.*
- *Wir brauchen einen endgültigen Ausstieg aus fossiler Energie,
– wir müssen unsere Mobilität neu denken,
– wir müssen einen neuen Umgang mit der Industrie finden.*

Spiegel-Online, 18.1.2023

Vorschläge des Weltklimarats zum Ausstieg aus fossiler Energie



„Die Auswirkungen der globalen Erwärmung“

- zur Vorbereitung der 24. UN-Klimakonferenz
- Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C: Machbarkeit, Sinnhaftigkeit und Folgen

Ergebnisse

- das 1,5-°C-Ziel ist erreichbar, wenn
 - die THG-Emissionen **sehr** schnell gesenkt werden,
 - CO₂ in großem Umfang aus der Atmosphäre entfernt wird
 - und die Politik deutlich ambitionierter agiert

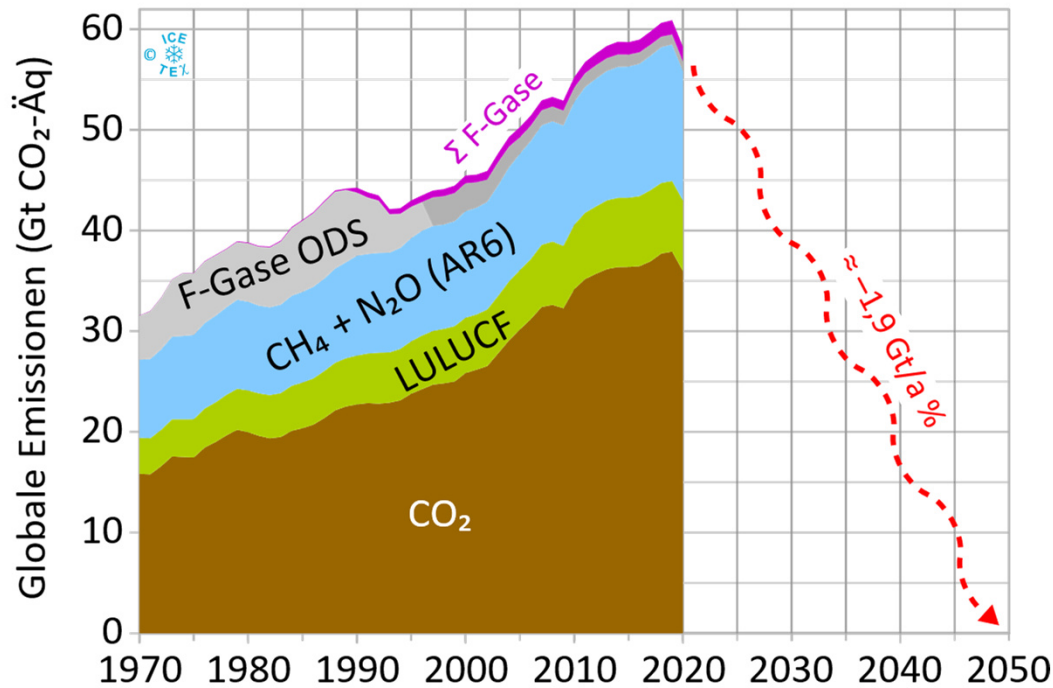
Ziel bis 2050: Netto-Null-Emissionen

- Jedes bisschen Erwärmung zählt
Jedes Jahr zählt.
Jede Entscheidung zählt!

Was bedeutet Netto-Null?

- Netto-Null ist der Gleichgewichts-Zustand zwischen
 - der Menge an produzierten u. emittierten Treibhausgasen und
 - der Menge an aus der Atmosphäre entfernten Treibhausgasen.
- Ein grobes Null-Ziel würde bedeuten, *alle* Emissionen auf Null zu reduzieren.
- Das ist nicht realistisch. Ein Emissions-Rest wird bleiben.
Dieser muss aber vollständig ausgeglichen werden.

Der Weg zu einem globalen Netto-Null bis 2050



Emissionsanstieg 1970 – 2020

$\emptyset \approx + 0,55 \text{ Gt CO}_2\text{-Äq/a}$

(Anstieg der Weltbevölkerung um $\approx 114 \%$)

Emissionsrückgang 2020 – 2050

$\approx - 1,9 \text{ Gt CO}_2\text{-Äq/a}$

(Weltbevölkerung wird weiter ansteigen)

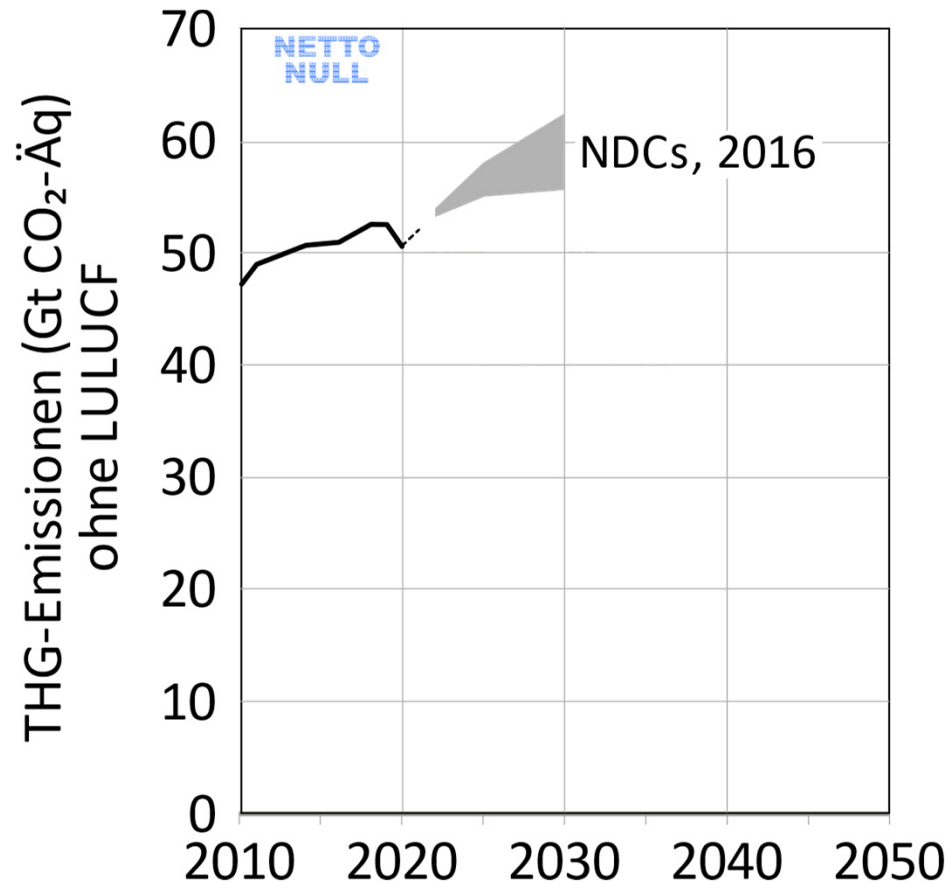
Wie soll das gehen?

Der Weg zu Netto-Null: Nationale Beiträge zur Emissionsminderung

... die von allen Staaten der Welt geleistet werden müssten

Nationale, festgelegte Beiträge bis 2016

(NDCs = National Determined Contributions)



NDCs

- beschlossen in Paris, 2015
- in deutschen Medien und BMWK: „Nationale Selbstverpflichtungen“
aber ohne Verbindlichkeit
- ein Widerspruch in sich!

Wirkung bis 2030

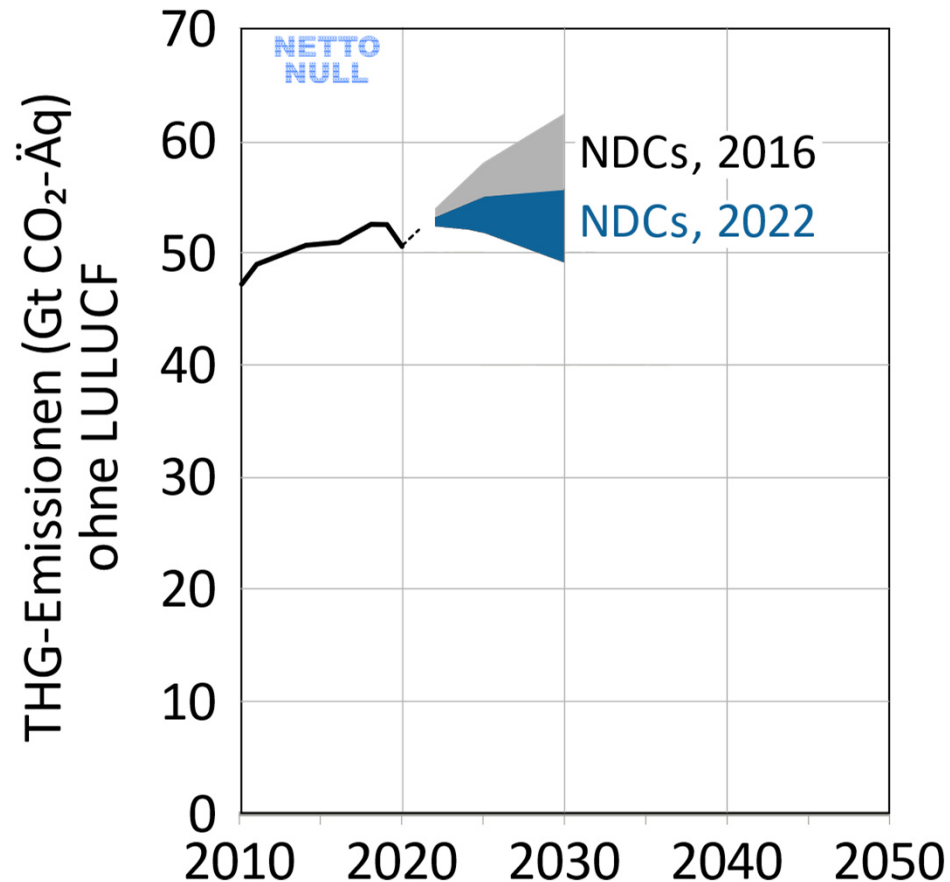
- Emissions-Anstieg um $\approx 12 \dots 24 \%$

Deutliche Nachbesserung erforderlich!

- Erfolgt ist: *zaghafte* Nachbesserung →

Nationale, festgelegte Beiträge bis September 2022

(NDCs = National Determined Contributions)



NDCs

- beschlossen in Paris, 2015
- in deutschen Medien und BMWK: „Nationale Selbstverpflichtungen“
aber ohne Verbindlichkeit
- ein Widerspruch in sich!

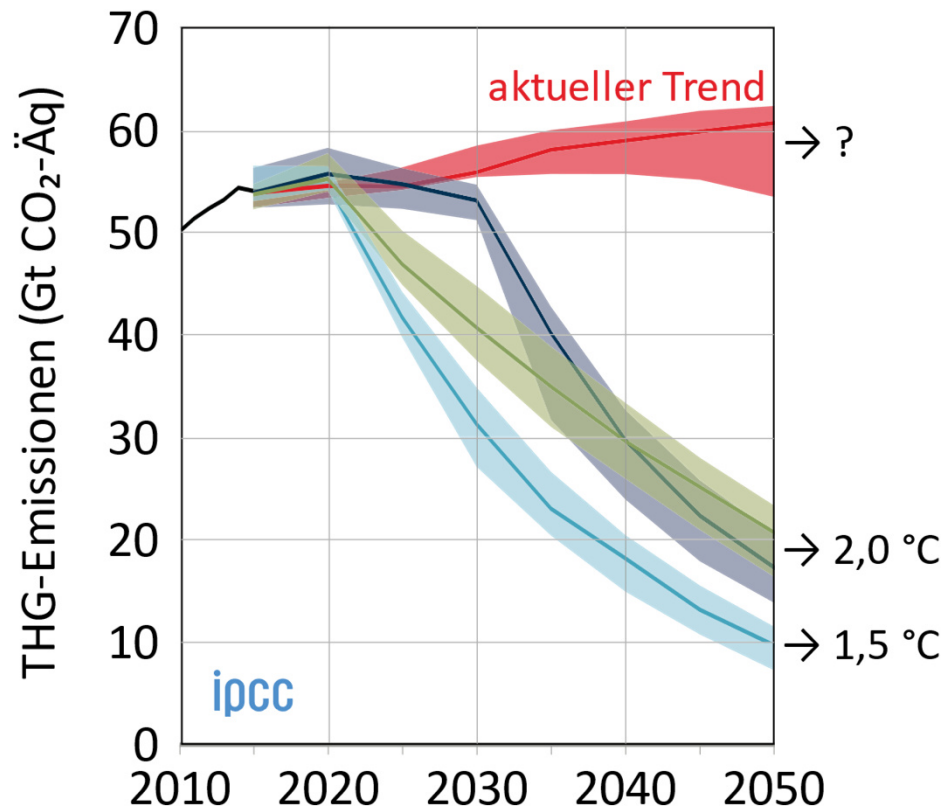
Wirkung mit Nachbesserungen bis 2030

- Emissions-Änderung $\approx -3 \dots +11 \%$

→ **Wirkliche** Nachbesserung erforderlich!

Trend-Fortschreibung bis 2050

(ohne Ozone Depleting Substances = ODS)



NDCs bis 2021

- reichten nicht für Emissionsminderung

NDCs bis September 2022

- 94 nachgebesserte NDCs ...
sind weiterhin nicht ausreichend!
- noch nicht einmal 2 °C wird erreicht

Abschlussbericht des Weltklimarats – Sachstandsbericht 6

Veröffentlichung am 20.3.2023



SO – 17.3.2023

Abschlussdokument des Weltklimarates

Wer für E-Fuels und Gasheizungen ist, sollte diesen Bericht lesen

Ein Gastbeitrag von Niklas Höhne



Zum sechsten Mal tragen Forscher das Wissen zum Klimawandel zusammen. Wie bedrohlich die Szenarien sind, haben viele Politiker noch nicht verstanden. Besonders die Verfechter des Marktes liefern zu wenige Lösungsideen.

Gastbeitrag von Niklas Höhne, IPCC Lead Author Uni Wageningen, Niederlande

- „Das Szenario ohne Klimaschutz ist keine Option mehr, da wir als Gesellschaft **nicht überleben** würden.“
- *In dieser Zukunft*
 - würde eine Kaskade von Kipppunkten im Klimasystem angestoßen,
 - wären die Veränderungen so gravierend, dass eine Anpassung an den Klimawandel **unmöglich** wäre.
- Diese fundamentale Bedrohung scheint jedoch von weiten Teilen der Gesellschaft **und der Politik** nicht verstanden zu sein.
- Die erklärten Verfechter des Marktes halten sich mit konkreten Vorschlägen zurück und argumentieren **abseits der Klimakrise.**“

**Ersatz für politische Maßnahmen:
Professionelles Greenwashing**

Netto-Null-Greenwashing

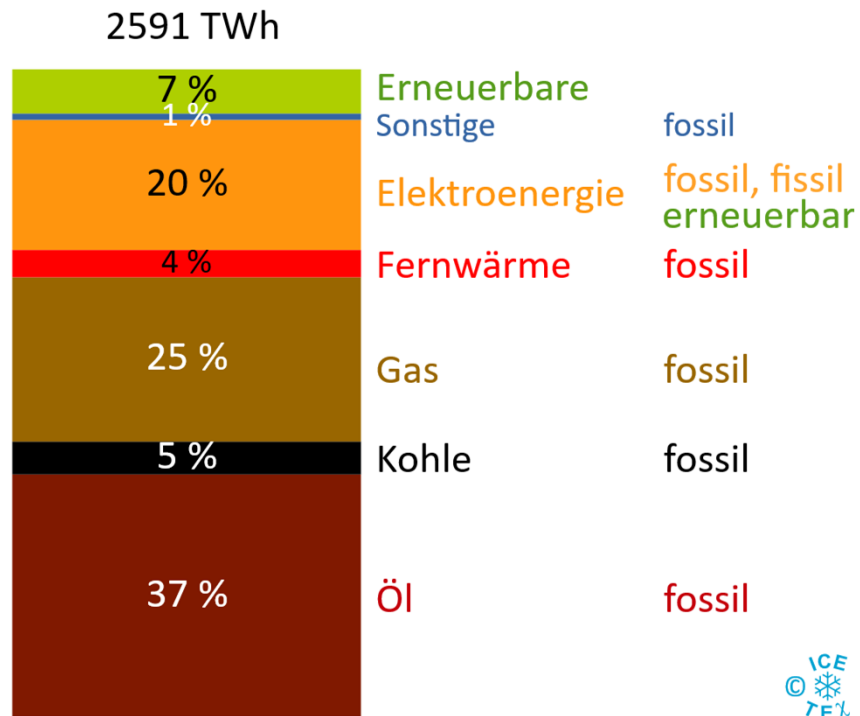
- *„Es gibt Unternehmen und Finanzinstitute, deren Netto-Null Statements Schlupflöcher haben, die breit genug sind, um mit einem Diesel-LKW durchzufahren“.*
(High-Level Expert Group on the Net Zero Emissions Commitments of Non-State Entities, 8 November 2022)
- Das sind diejenigen, die
 - weiterhin in fossile Brennstoffe investieren,
 - Emissionen mit schäbigen CO₂-Gutschriften ausgleichen
 - und hinter verschlossenen Türen Lobbyarbeit betreiben, um ehrgeizige staatliche Klimapolitik zu **untergraben**.
- Dazu UN-Generalsekretär António Guterres:
„Wir müssen Null-Toleranz gegenüber Netto-Null-Greenwashing haben. Der Schein muss ein Ende haben!“



Der wichtigste Sektor des Endenergieverbrauchs

Endenergieverbrauch – Deutschland 2018 nach Energieträgern

Endenergieverbrauch Deutschland, 2017
Daten: BMWi, 2019; ArGe Kälte, 2019



Dominierende Energieträger

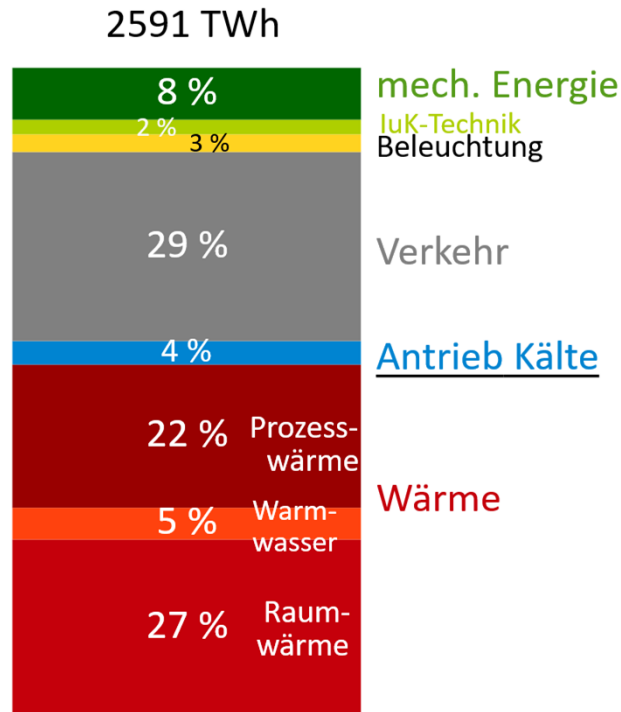
- Öl
- Gas

Anteile

- > 80 %: fossil
- < 20 %: Erneuerbar

Endenergieverbrauch – Deutschland 2019 nach Anwendungen

Endenergieverbrauch Deutschland, 2017
Daten: BMWi, 2019; ArGe Kälte, 2019



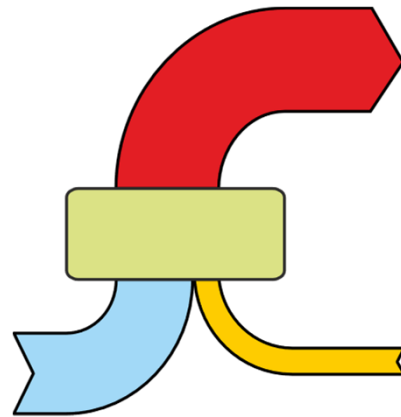
Dominierende Anwendungen

- Wärme (+ Kälte)
- Verkehr

Anteil thermische Energie

- 54 %: Wärme
- 4 %: Antrieb Kälte

Thermodynamische Wärmebereitstellung



Physik der nassen Hand



Wasser

- hat das Bestreben zu verdampfen
- Verdampfen ist ein „Phasenwechsel“:
 - aus flüssigem Wasser
 - wird dampfförmiges Wasser (unsichtbar)
- Verdampfung erfordert (Wärme-)energie
- diese wird der Hand entzogen
- die Hand wird dadurch kälter

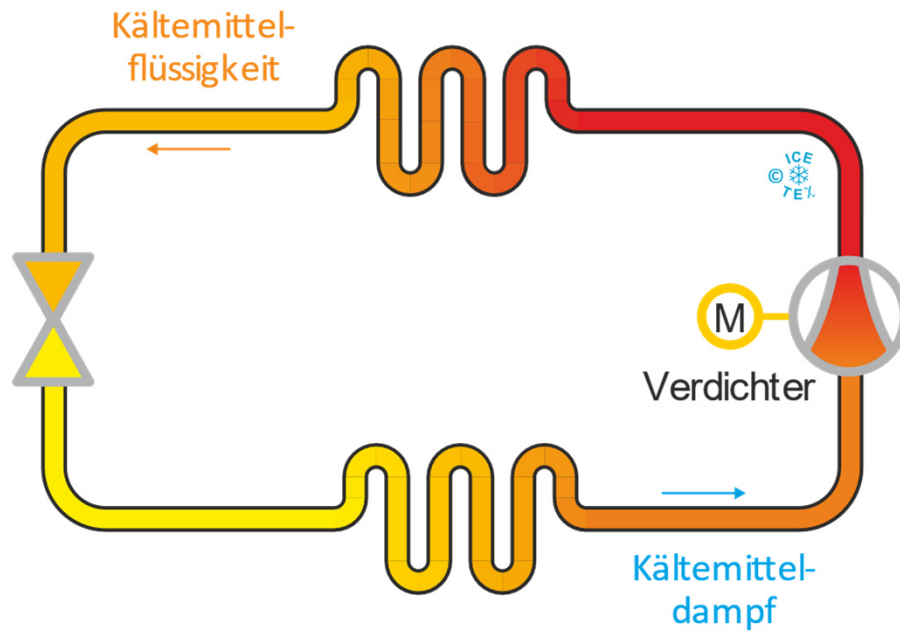
Wasserdampf

- kann wieder flüssig werden:
durch **Abkühlung** oder durch **Kompression**
- z. B. in einer Luftpumpe (Verdichter oder Kompressor)
 - durch Ansaugen von Wasserdampf
 - und anschließendes Komprimieren
- dadurch wird der Wasserdampf warm

Wärmepumpe

- nutzt die Prozesse von **Verdampfung** und **Verflüssigung** mit Aufnahme von Wärme (**Kälte**) und Abgabe von **Wärme**
- in einem geschlossenen Kreislauf

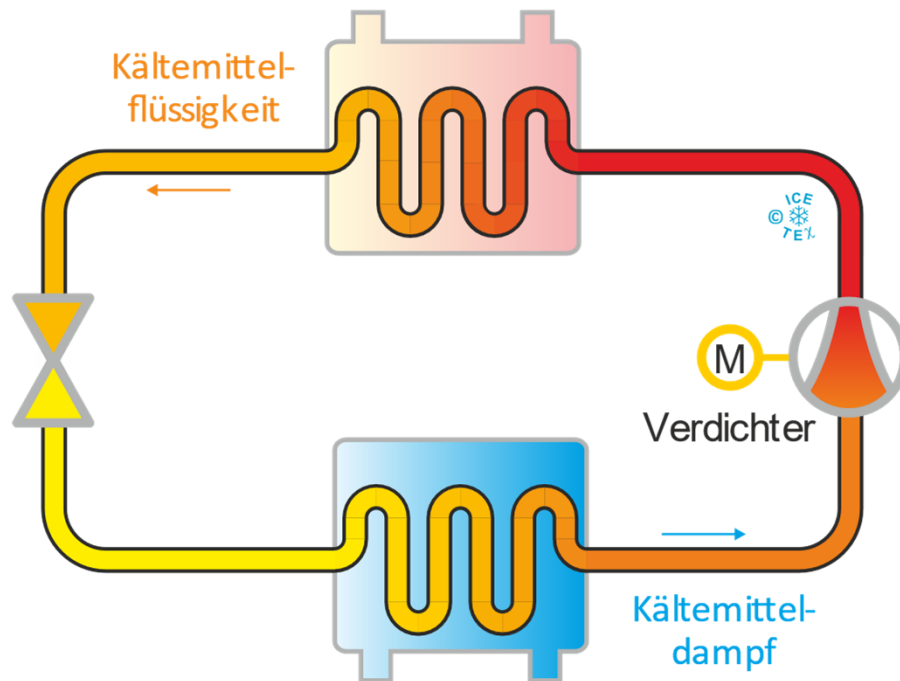
Aufbau und Funktion einer Wärmepumpe



Rohrleitungssystem (meist aus Kupfer)

- gefüllt mit einem „Kältemittel“
- elektr. Verdichter saugt Kältemitteldampf an
- dadurch Druck- und Temperaturerhöhung

Aufbau und Funktion einer Wärmepumpe



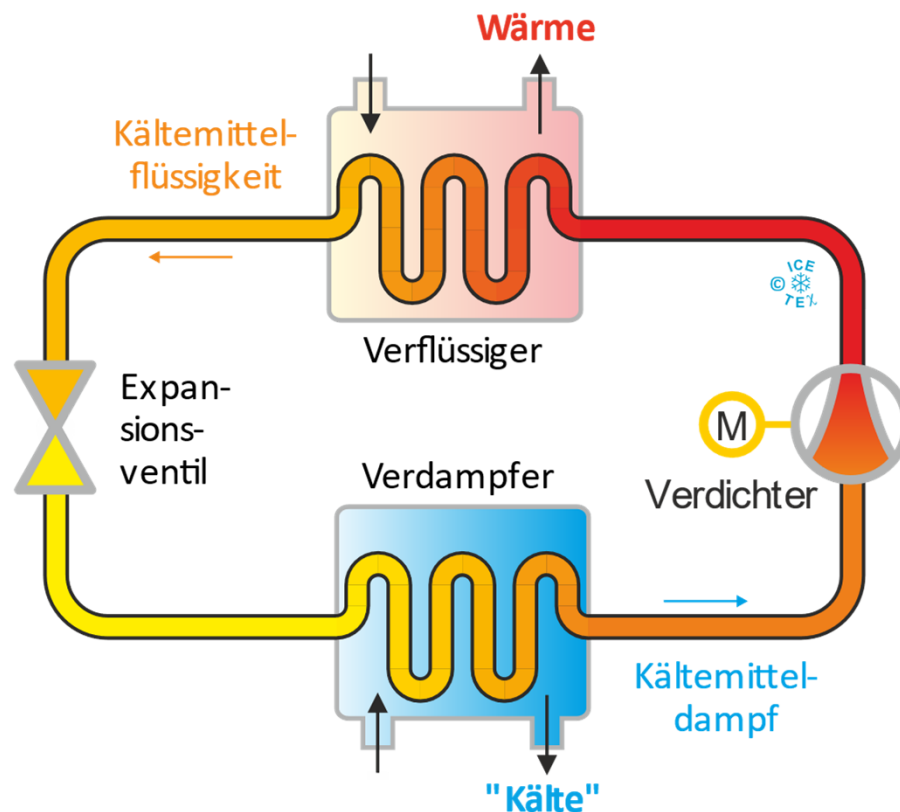
Rohrleitungen aus Kupfer

- gefüllt mit einem „Kältemittel“
- Verdichter saugt Kältemitteldampf an
- dadurch steigen Druck und Temperatur

Wärmeübertrager(schlangen) in Gehäusen

- umspült von Luft oder Wasser zur Zu- und Abfuhr von Wärme

Aufbau und Funktion einer Wärmepumpe



Rohrleitungen aus Kupfer

- gefüllt mit einem „Kältemittel“
- elektr. Verdichter saugt Kältemitteldampf an
- dadurch steigen Druck und Temperatur

Wärmeübertrager(schlangen) in Gehäusen

- umspült von Luft oder Wasser zur Zu- und Abfuhr von Wärme

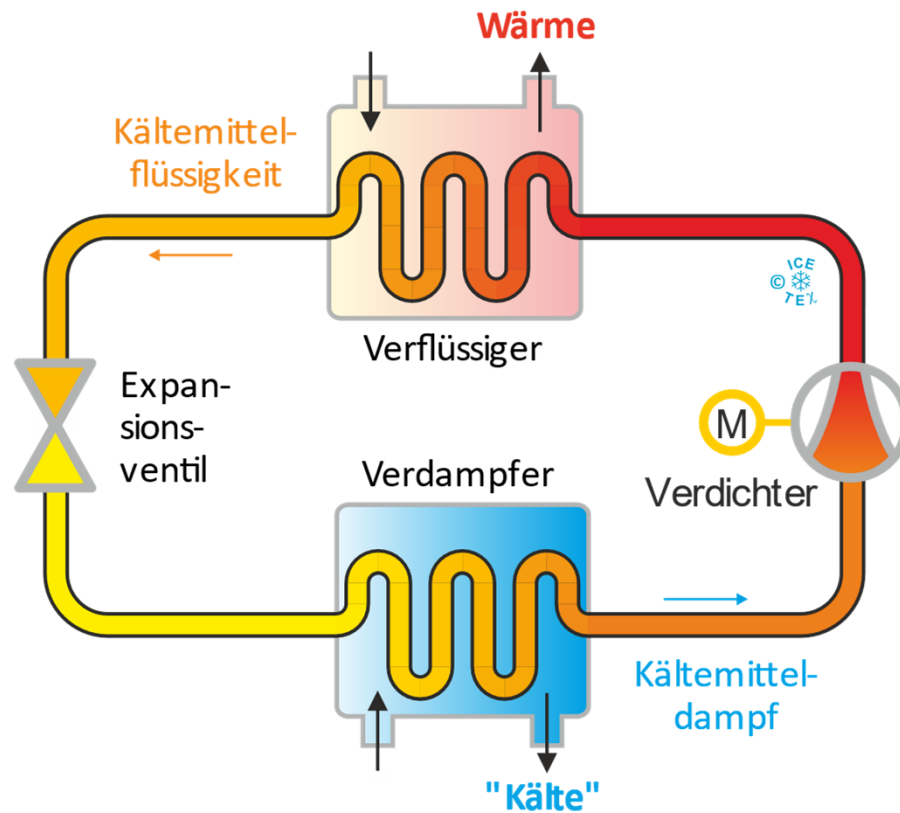
im Verflüssiger

- Kältemittel gibt Wärme ab
- und kondensiert dabei (wird verflüssigt)
- und gelangt über ein Ventil zum Verdampfer

im Verdampfer

- verdampft das Kältemittel,
- entzieht der dortigen Umgebung Wärme („Kälte“)
- und wird wieder angesaugt

Bezeichnungen



Kältemaschine

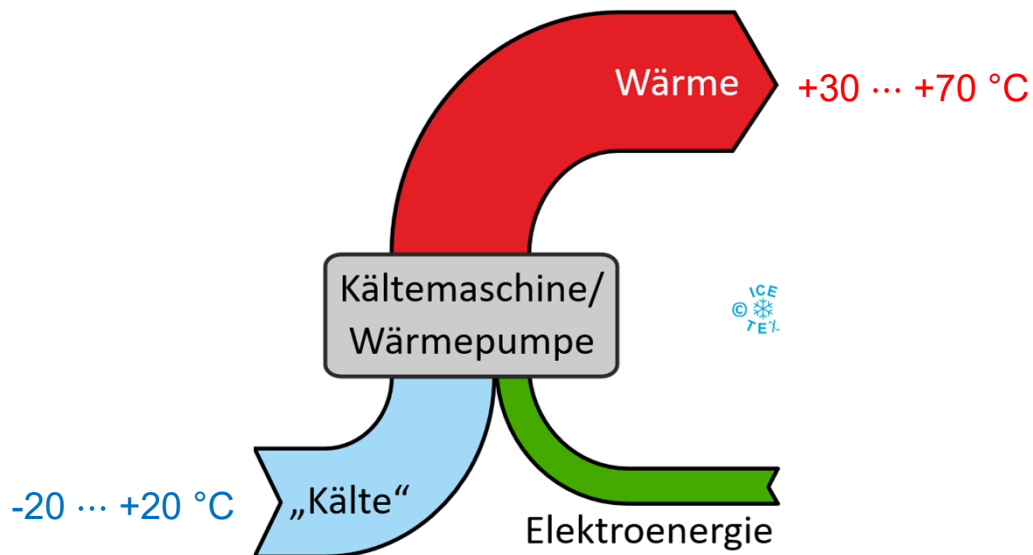
- wenn die kalte Seite genutzt wird

Wärmepumpe

- wenn die warme Seite genutzt wird

Wärmepumpende Maschine

- übergeordneter Begriff

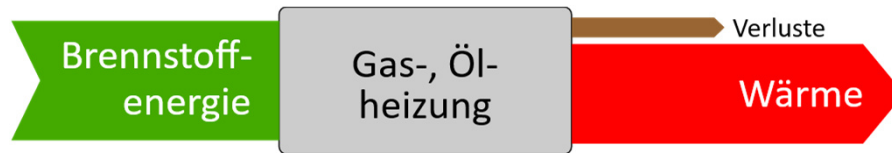


„Kälte-“ + Elektroenergie = Wärmeenergie

Wärmepumpende Maschine

- mit *wenig* Elektroenergie für den Verdichter
- wird *viel* Wärme von einem *niedrigen* auf ein *hohes* Temperaturniveau „gepumpt“
- je geringer der Temperaturhub, desto höher die Effizienz

Aufwand und Nutzen von Wärmeerzeugern



Verbrennung fossiler Energieträger (Gas, Öl)

- 90 – 95 % Nutzen und 10 – 5 % Verluste

Aufwand und Nutzen von Wärmeerzeugern



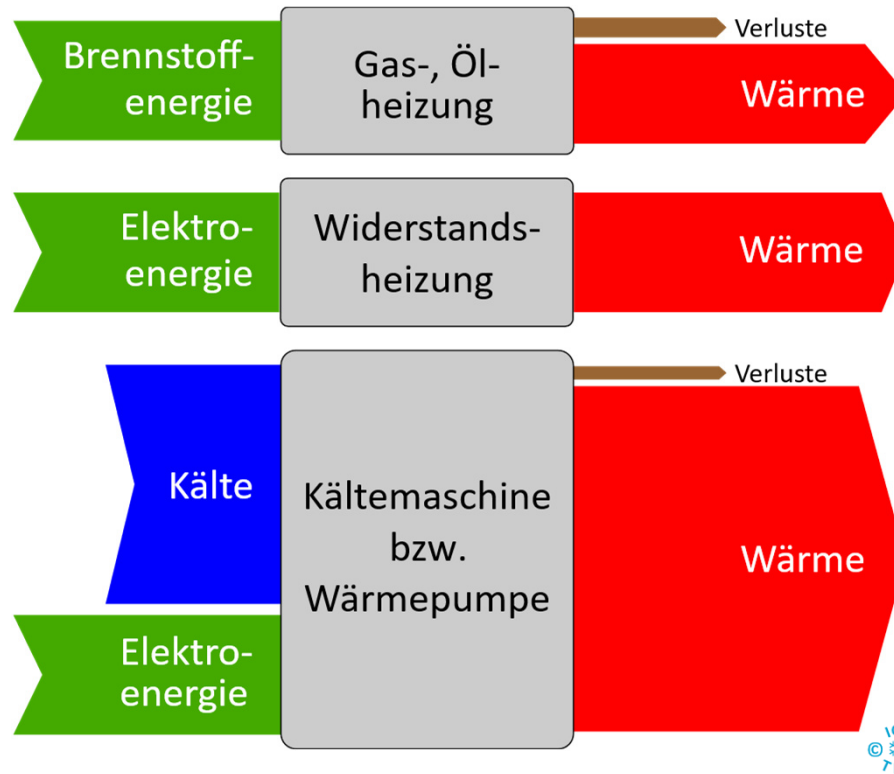
Verbrennung fossiler Energieträger (Gas, Öl)

- 90 – 95 % Nutzen und 10 – 5 % Verluste

Elektrische Widerstandsheizung

- \approx 100 % Nutzen

Aufwand und Nutzen von Wärmeerzeugern



Verbrennung fossiler Energieträger (Gas, Öl)

- 90 – 95 % Nutzen und 10 – 5 % Verluste

Elektrische Widerstandsheizung

- \approx 100 % Nutzen

Elektrisch angetriebene Wärmepumpe

- 200 – 400 % Nutzen (viele Einflussgrößen)

Technische Ausführungen von Wärmeabgabe und -aufnahme

Wärmeabgabe mittels Radiatoren



Radiator mit massiven Kühlrippen,
früher üblich bei hohen Vorlauftemperaturen



Radiatoren mit vielen dünnen Kühlrippen,
gut für niedrige Vorlauftemperaturen



Luft-Wärmeübertrager mit Ventilator,
Luft/Luft-Wärmepumpe

optimal für Wärmepumpen: Fußbodenheizung,
sehr niedrige Vorlauftemperaturen möglich

Wärmequellen: Brunnen- und Erdkolektor

(Quelle: Bundesverband Wärmepumpen)



Saug- und Schluckbrunnen
(Sole/Wasser-System)



Erdkolektoren in ca. 1 m Tiefe
(Sole/Wasser-System)

Wärmequellen: Erdsonde und Luftkollektor

(Quelle: Bundesverband Wärmepumpen)



Sonden (Tiefenbohrung)
(Sole/Wasser-System)



Abkühlung der Außenluft
durch Luftkollektor



Luftkollektor im Garten

WÄRMEPUMPEN IM BESTAND

Forschungsergebnisse und Umsetzungsbeispiele



Dr.-Ing. Marek Miara

VDI Online-Veranstaltung in Kooperation
mit "Deutsche Kälte- und Klimatechnischer
Verein" (DKV)

20.01.2022 Online

Umfang der Feldtests

A background collage of various residential buildings, including houses, townhouses, and apartment blocks, in different colors and styles.

4
abgeschlossene
Feldtests seit
20 Jahren

von
Neubau
bis
nicht sanierter
Bestand

alle Anlagen
für **WW-**
Bereitung
und
Heizung

mehr als
300
Wärmepumpen
-anlagen
vermessen

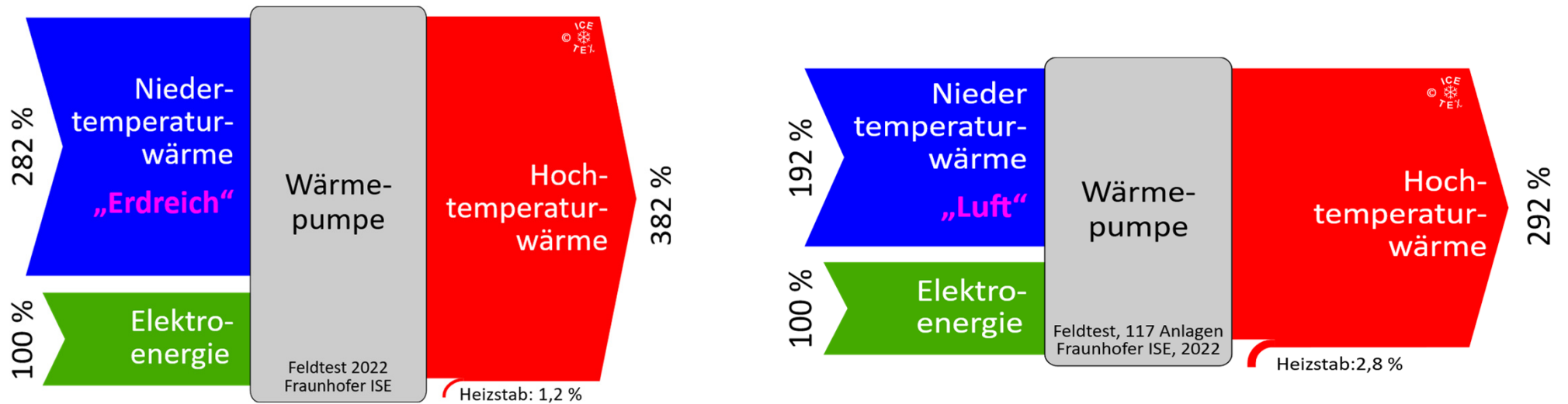
Wärmequellen
Luft
und
Erdreich

Feldtest: Gebäude-Beispiele



Energieeffizienz von Wärmepumpen

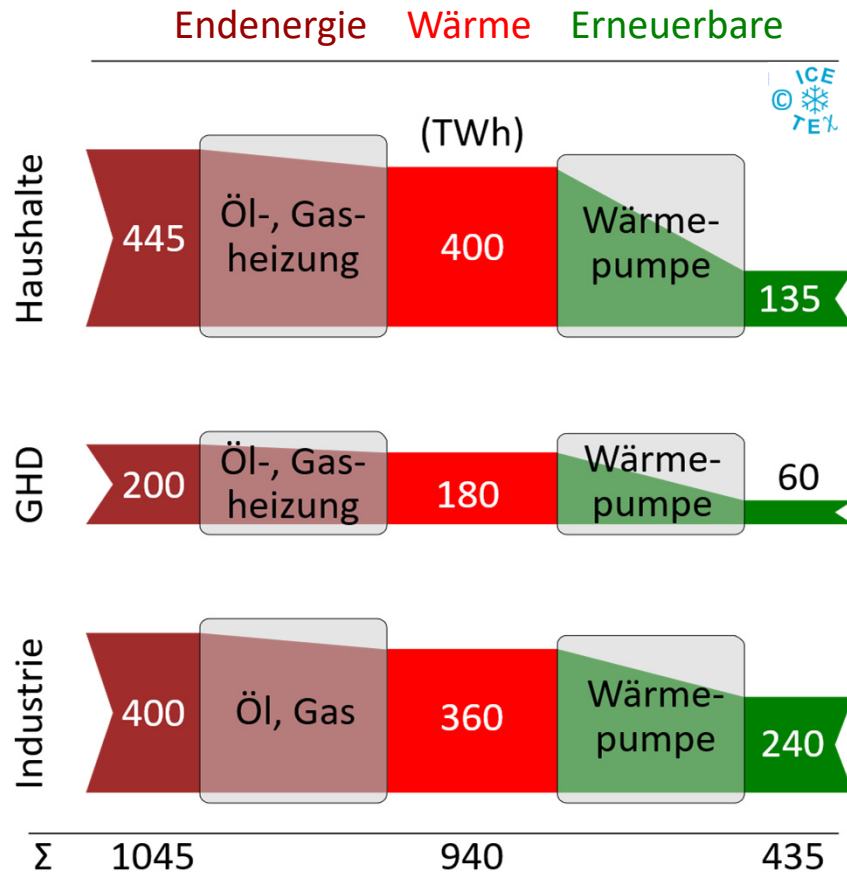
Langzeituntersuchungen, Fraunhofer ISE, 2022



- „Wärmepumpen sind sowohl im Alt- als auch im Neubau ökonomisch und ökologisch sinnvoll“ – M. Miara
- Welche Effekte hätte ein vollständiger Einsatz von Wärmepumpen in Deutschland? →

Intensivierter Wärmepumpeneinsatz in Deutschland

Abschätzung des Bedarfs an Erneuerbaren Energien, 2019



Annahmen für Jahresarbeitszahlen

- Raumwärme, Warmwasser für Haushalte und GHD: 3
- Industrie: 1,5

Nutzen

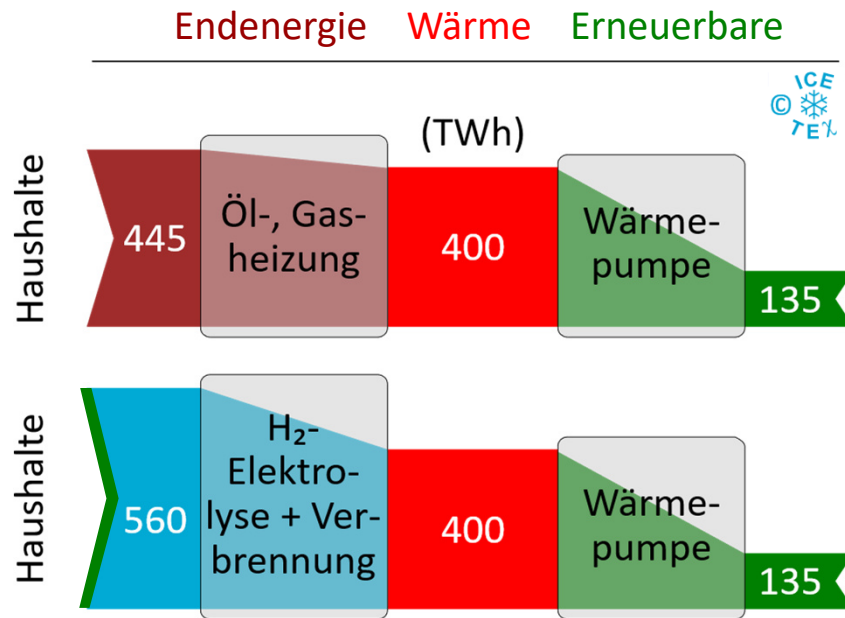
- End-Energiebedarf deutlich reduziert
- Erneuerbare ersetzen Fossile

Elektroenergiebedarf

- zusätzlich ca. 400 % elektrische Energie aus Erneuerbaren in Deutschland erforderlich

Wasserstoffgas statt Wärmepumpen in Deutschland

Abschätzung des Bedarfs an Erneuerbaren Energien, 2019



Wasserstoff-Herstellung

- „Grüner“ Wasserstoff aus Erneuerbaren + Elektrolyse
- Wasserstoff ist keine wirkliche Alternative

Wasserstoff statt Wärmepumpen zur Wärmeerzeugung erfordert ca. die 4-fache Menge elektrischer Energie aus Erneuerbaren

Wärmepumpe in deutschen Medien

Einige Beispiele

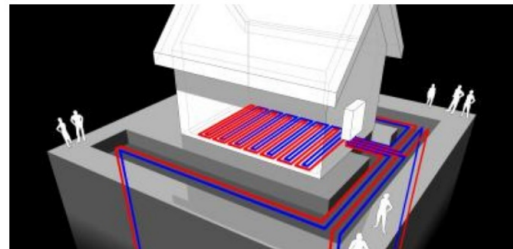


10.2.2022

WELT+ HEIZUNGSBILANZ 2021

Nur noch Wärmepumpe? Deutschland steuert ins Heizungs-Chaos

Endlich löst sich der Sanierungsstau im Heizungskeller: Vaillant, Bosch & Co. melden Verkaufsrekorde. Zwar boomt die Wärmepumpe, doch drei von vier Systemen verbrennen weiter Gas oder Öl. Nach dem Willen der Ampel ist damit 2025 Schluss – möglicherweise viel zu früh.



5.4.2022

WELT+ HEIZUNGS-HANDWERK

Wechsel zur Wärmepumpe – „Was hier passiert, ist zerstörerisch“

Sechs Millionen Wärmepumpen sollen bis 2030 verbaut werden. Doch wer soll sie installieren? Und wann? Verbandschef Helmut Bramann berechnet ein Pensum von gut 2000 Anlagen pro Tag, inklusive der Wochenenden – und berichtet, wie die Branche über diesen politisch entfachten Hype denkt.

QUASI-PFLICHT

Der teure Wärmepumpen-Hype

VON JULIA LÖHR, BERLIN - AKTUALISIERT AM 25.01.2022 - 09:01



Mit den neuen Heizungen soll alles besser werden – effizienter und grüner in jedem Fall. Doch viele Gebäude sind dafür überhaupt nicht geeignet. Was die Kosten des Heizens betrifft, warnen Fachleute vor einer bösen Überraschung.

- Es wird viel geunket, spekuliert und behauptet ...
- nichts wird mit Fakten und Daten hinterlegt, Fachwissen ist Mangelware

Energieverbrauch – global

- exorbitanter Anstieg seit 1950

Anteile 2021

- 32 %: Öl = fossil
- 28 %: Kohle = fossil
- 25 %: Gas = fossil

Emissionen – global

- exorbitanter Anstieg seit 1950
- $\approx 2/3$: CO₂ fossil
- $\approx 1/3$: sonstige Treibhausgase

Gefahren des Klimawandels – *Club of Rome*

- „Wenn wir nichts machen, haben wir als Menschheit keine Chance zu überleben.“

Kälte-, Klima- und Wärmepumpentechnik

- ist systemrelevant und alternativlos
- großes Potenzial bei erneuerbarem Antrieb
 - Einsparung fossiler Energieträger
 - Minderung der nationalen Emissionen
 - Arbeitsplätze →