



Verein zur Weiterentwicklung
der Energiewende Europas

Energiewende und deren technologische Machbarkeit

Die Fakten

Univ.-Prof. Dr. Georg Brasseur

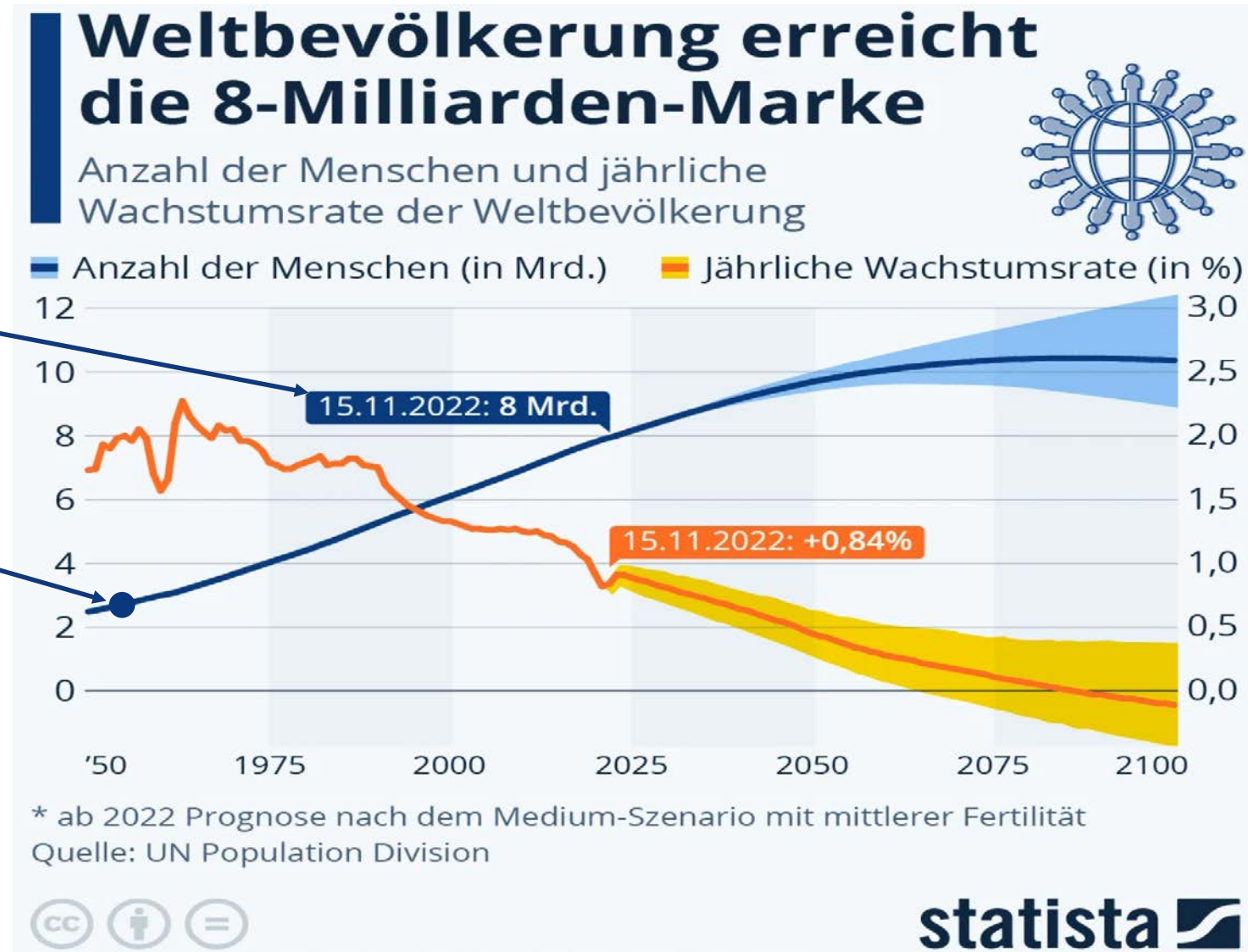
Institut für Elektrische Messtechnik und Sensorik



Technische Universität Graz



Wachstum und Wohlstand treiben den Klimawandel an



In 70 Jahren verdreifacht

**1953
Mein Geburtsjahr
2,5 Mrd.**

Warum braucht die Welt grüne Energie?

- Weil **Treibhausgase** und insbesondere **CO₂-Emissionen** aus **fossiler Energie** wesentlich zum **Klimawandel** beitragen.
- Weil die **Verwertung** von **Kohle**, **Erdöl** und **Erdgas** die Hauptverursacher der **Treibhausgase** sind.
- Weil die **globale Erwärmung** mit **spürbaren Auswirkungen** voranschreitet.

Der Planet ist nicht am Ende, aber ob **die Zukunft für die Menschheit erstrebenswert** sein wird, entscheiden wir heute!

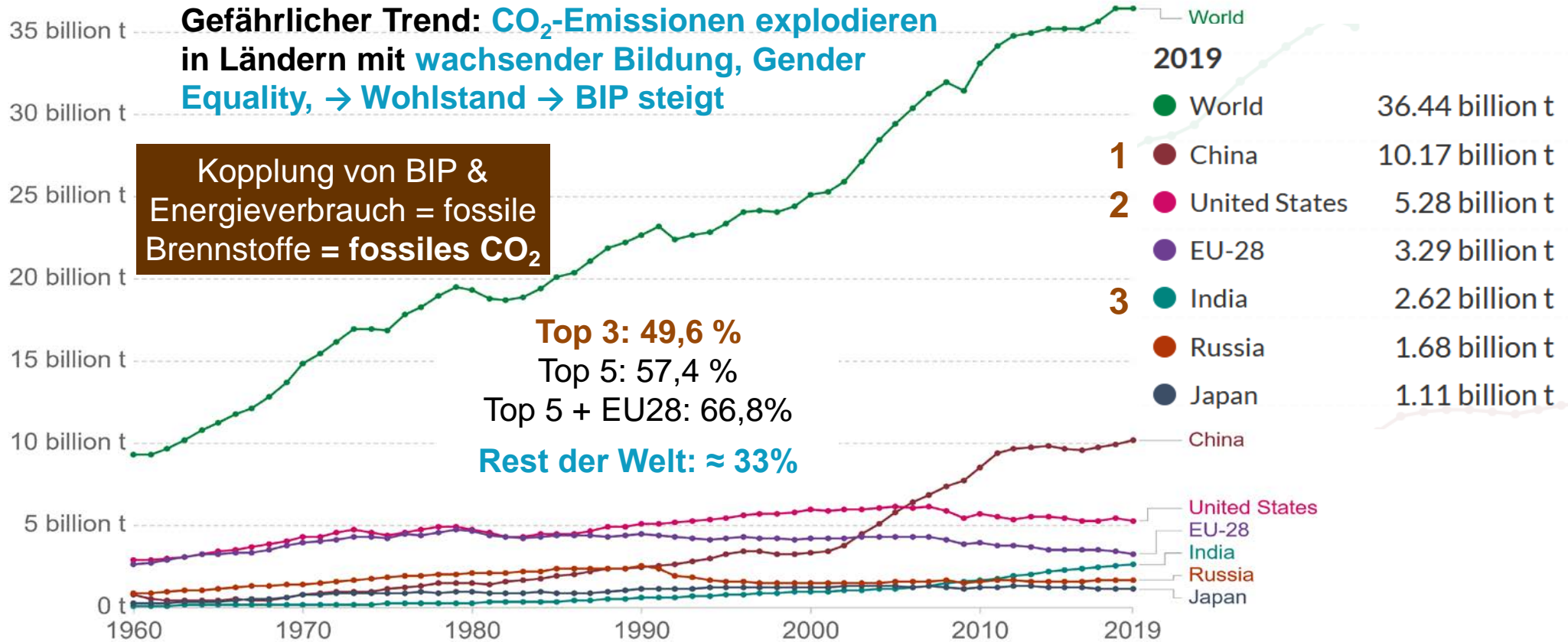
Globale CO₂-Emissionen 1960 – 2019

Die größten CO₂-Emittenten

Annual CO₂ emissions

Carbon dioxide (CO₂) emissions from the burning of fossil fuels for energy and cement production. Land use change is not included.

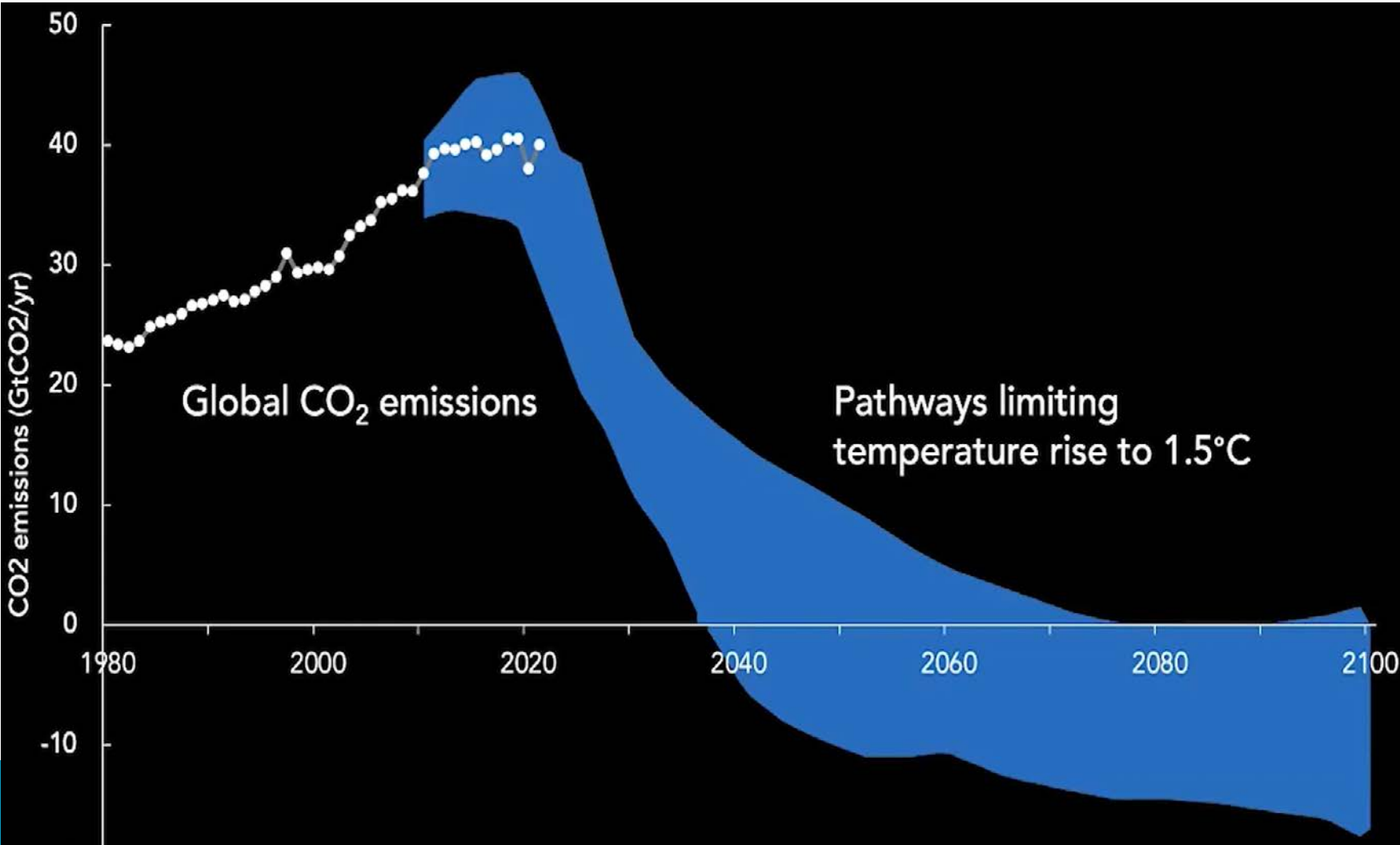
Our World in Data



Source: Global Carbon Project; Carbon Dioxide Information Analysis Centre (CDIAC)
 Note: CO₂ emissions are measured on a production basis, meaning they do not correct for emissions embedded in traded goods.
 OurWorldInData.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions/ • CC BY

Das globale CO₂-Budget bis 2050

Zur Zeit werden jährlich ca. **36 Milliarden Tonne (Gt)** fossiles CO₂ freigesetzt!



IPCC sagt:

Um das **1,5 °C Ziel** mit **50 % Wahrscheinlichkeit** zu erreichen, verbleiben **ab 2020 nur: 500 Gt CO₂**

Emily Shuckburgh, Cambridge Univ. with Trinity in Japan, <https://trinityjapan.org/2022/01/28/17-june-2022-emily-shuckburgh-cambridge-zero/>, Webinar 17. July 2022, Min. 20:20 -21:10, accessed 21.8.2022.

Globale Primärenergie nach Quellen von 1960 bis 2019

In 2019: 162 200 TWh 2018 → 2019: +1,3 %

3,3 %

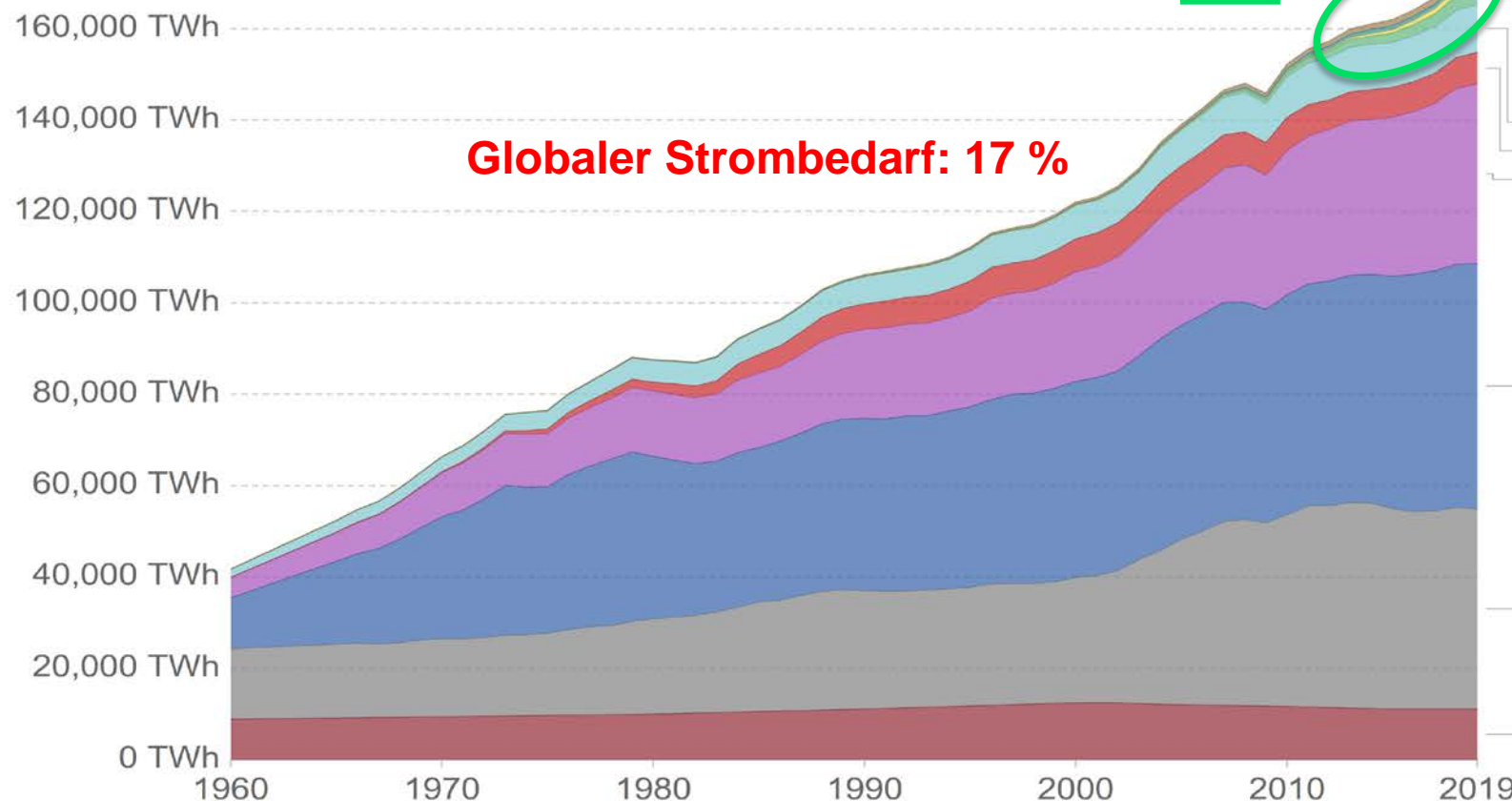
2019 → 2021: +2,0 %

4,6 %

Wind + Sonne

Our World in Data

Globaler Strombedarf: 17 %



	2019	→	2021
Min. CO₂:			
	15.7 %		17.7 %
	25 400 TWh		29 301 TWh
Fossil:			
	84.3 %		82.3 %
	136 800 TWh		136 018 TWh

Nicht angesprochen, da fossil CO₂ neutral

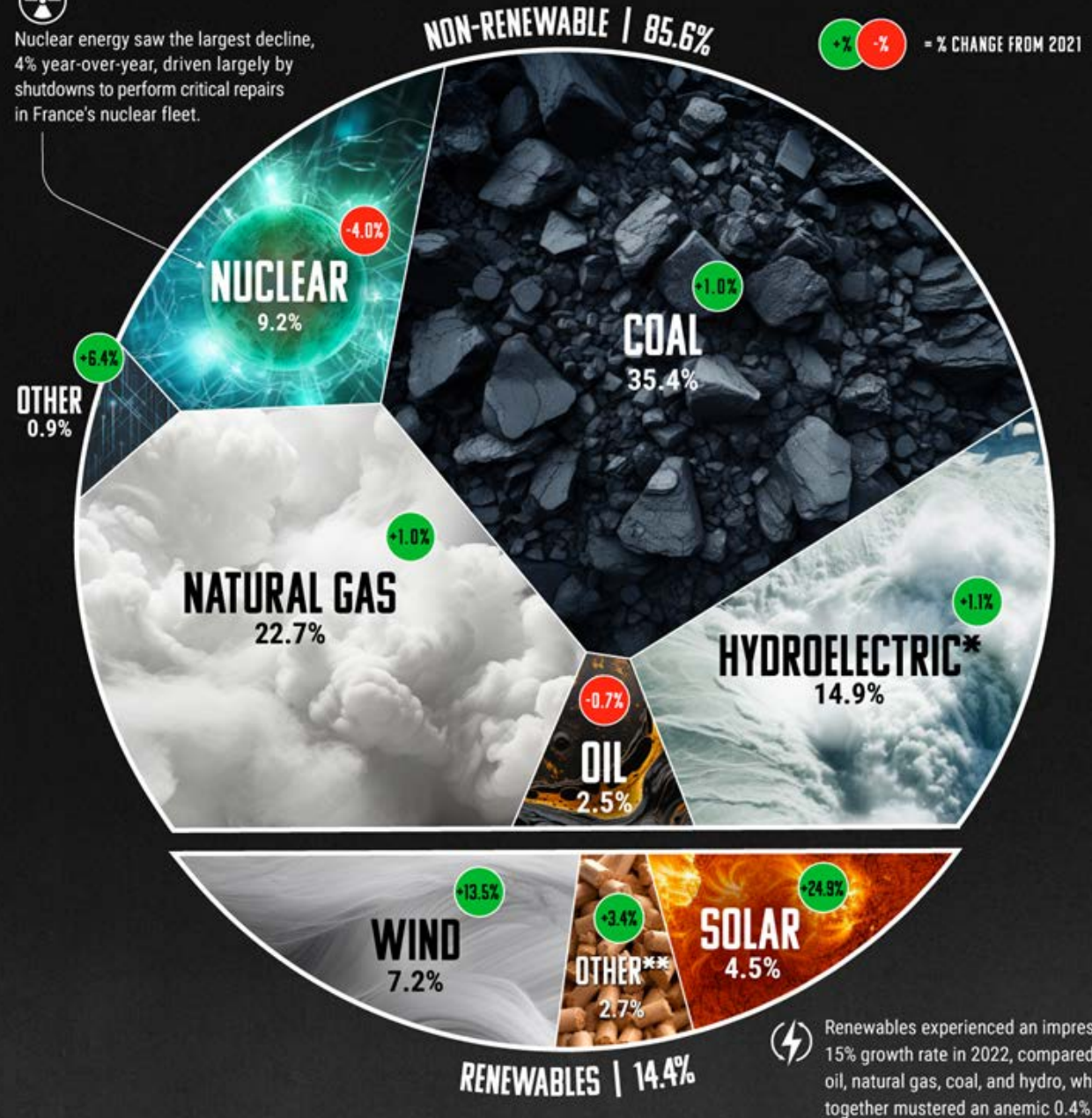
Source: Vaclav Smil (2017) & BP Statistical Review of World Energy

OurWorldInData.org/energy • CC BY

Primärenergie zur globalen Stromerzeugung in 2022



Nuclear energy saw the largest decline, 4% year-over-year, driven largely by shutdowns to perform critical repairs in France's nuclear fleet.



*The Statistical Review excludes hydroelectric energy in their renewable calculations; renewables, including hydro, represented 29% of global electricity generation in 2022.
** Other Renewables includes geothermal, biomass, and other renewable fuels.

Strom **erzeugung** nach Quellen im Jahr 2019

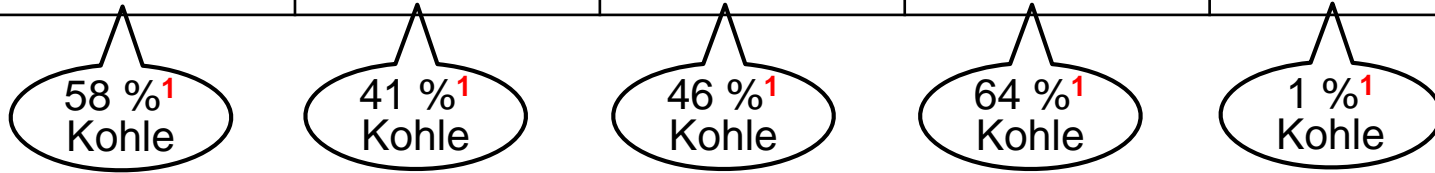


Globale Primärenergie 162 200 TWh = 100 %	Globaler Strombedarf 27 000 TWh = 16,7 %
---	--

OECD Countries

- Australia
- Austria
- Belgium
- Canada
- Czech Republic
- Denmark
- Estonia
- Finland
- France
- Germany
- Greece
- Hungary
- Ireland
- Italy
- Japan
- Korea
- Luxembourg
- Mexico
- New Zealand
- Norway
- Poland
- Portugal
- Slovak Republic
- Spain
- Sweden
- Switzerland
- The Netherlands
- Turkey
- United Kingdom
- United States

Strom- erzeugung	Global 27 000 TWh 100 %	OECD 11 136 TWh 41 %	Europa 3993 TWh 15 %	Deutschland 612 TWh 2,2 %	Österreich 73 TWh 0,27 %
Min. CO₂	37 %	46 %	60 %	55 %	77 %
Fossil	63 %	54 %	40 %	45 %	23 %



**Muss wachsen
(inklusive Kernenergie)**

¹ Basierend auf der Bruttoproduktion

Stromerzeugung nach Quellen im Jahr 2019



Globale Primärenergie 162 200 TWh = 100 %	Globaler Strombedarf 27 000 TWh = 16,7 %
---	--

Verbraucher-Strommix Europa gleich für ALLE Länder Europas

Strom-erzeugung	Global 27 000 TWh 100 %	OECD 11 136 TWh 41 %	Europa 3993 TWh 15 %	Deutschland 612 TWh 2,2 %	Österreich 73 TWh 0,27 %
Min. CO ₂	37 %	46 %	60 %	55 %	77 %
Fossil	63 %	54 %	40 %	45 %	23 %

58 %¹
Kohle

41 %¹
Kohle

46 %¹
Kohle

64 %¹
Kohle

1 %¹
Kohle

Muss wachsen
(inklusive Kernenergie)

¹ Basierend auf der Bruttoproduktion

OECD Countries

- Australia
- Austria
- Belgium
- Canada
- Czech Republic
- Denmark
- Estonia
- Finland
- France
- Germany
- Greece
- Hungary
- Ireland
- Italy
- Japan
- Korea
- Luxembourg
- Mexico
- New Zealand
- Norway
- Poland
- Portugal
- Slovak Republic
- Spain
- Sweden
- Switzerland
- The Netherlands
- Turkey
- United Kingdom
- United States

Globaler Stromerzeugungsmix in Echtzeit

Live We're hiring! Open Source Blog Get our data

ELECTRICITY MAPS

Deutschland
12. Dezember 2022 um 10:00 Geschätzt

706g

32%

25%

spezifische CO₂-Emissionen
(gCO₂eq/kWh)

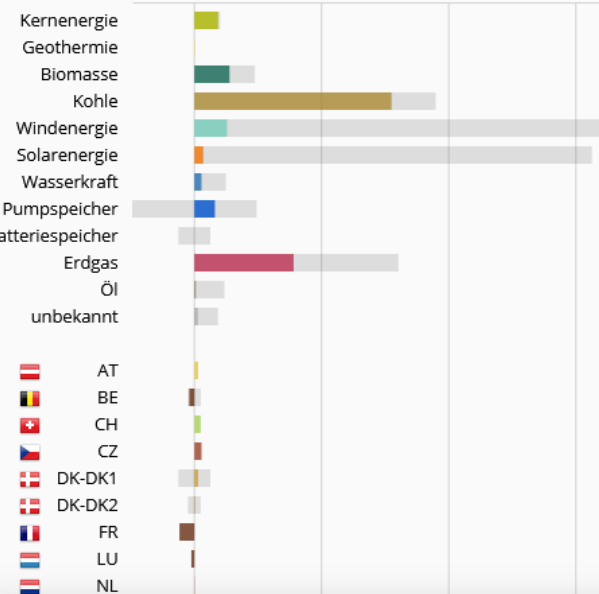
CO₂-arm

regenerativ

Stromverbrauch | CO₂-Emissionen

Ursprung:

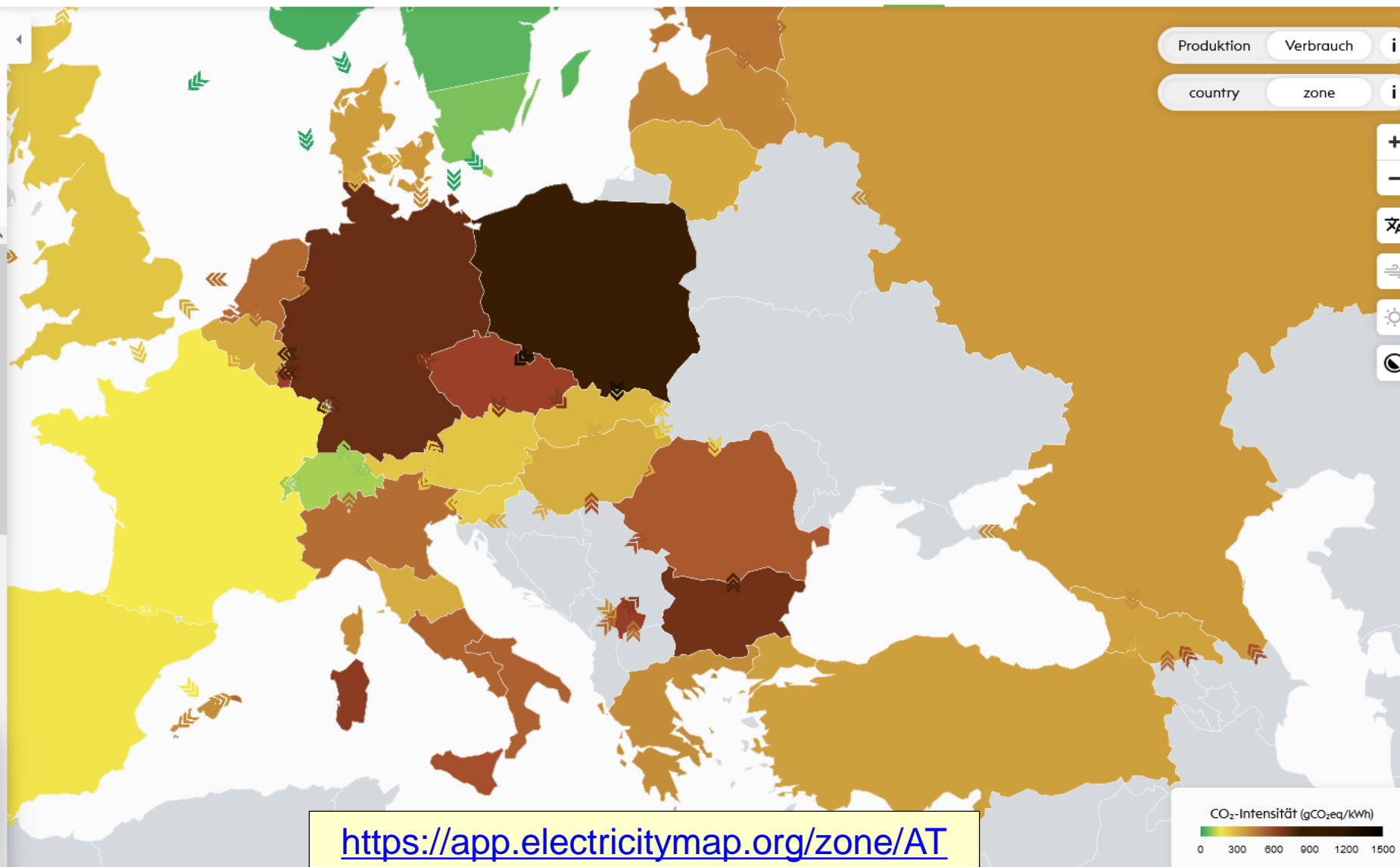
0 GW 20 GW 40 GW 60 GW



Display data from the past

12. Dezember 2022 um 10:00

24 Stunden 30 Tage 12 Monate 5 Jahre



Produktion Verbrauch

country zone



<https://app.electricitymap.org/zone/AT>

Analyse des **globalen** Energiebedarfs

- Die größten **fossilen Energieverbraucher** sind:
 - **global Industrie & Dienstleistungen** gefolgt von **Gebäuden** und
 - in **wohlhabenden Industrienationen** zusätzlich der **Erdöl** basierte **Verkehr**.
- **Energiewende** heißt **Defossilisierung** der **globalen Primärenergie** und nicht nur der Primärenergie, die für die Generierung der **17 % elektrischer Energie** notwendig ist.
- Das **wichtigste Ziel** muss **Strom** aus **nicht fossilen Quellen** sein und der **grüne Strom** muss rascher wachsen als die **Stromzunahme**.

Ein dominant **volatiles Energiesystem** (Sonne & Wind) bedeutet ein angebotsbestimmtes Energiesystem. **Gesellschaft** und **Industrie** brauchen aber wie bisher ein **grünes verbraucherorientiertes Energiesystem**.

Analyse des **globalen** Energiebedarfs

- Die größten **fossilen Energieverbraucher** sind:
 - **global Industrie & Dienstleistungen** gefolgt von **Gebäuden** und
 - in **wohlhabenden Industrienationen** zusätzlich der **Erdöl** basierte **Verkehr**.

Um die Energiewende zu schaffen, sind daher **drei Maßnahmen** notwendig:

- **Energie sparen,**
- **grünen Strom** ausbauen und
- **grüne speicherbare Energieträger** generieren!

Ein **dominant volatiles Energiesystem** (Sonne & Wind) bedeutet ein **angebotsbestimmtes Energiesystem**. **Gesellschaft** und **Industrie** brauchen aber **wie bisher** ein **grünes verbraucherorientiertes Energiesystem**.

Was bedeutet der Umstieg auf ein **volatiles** Energiesystem?

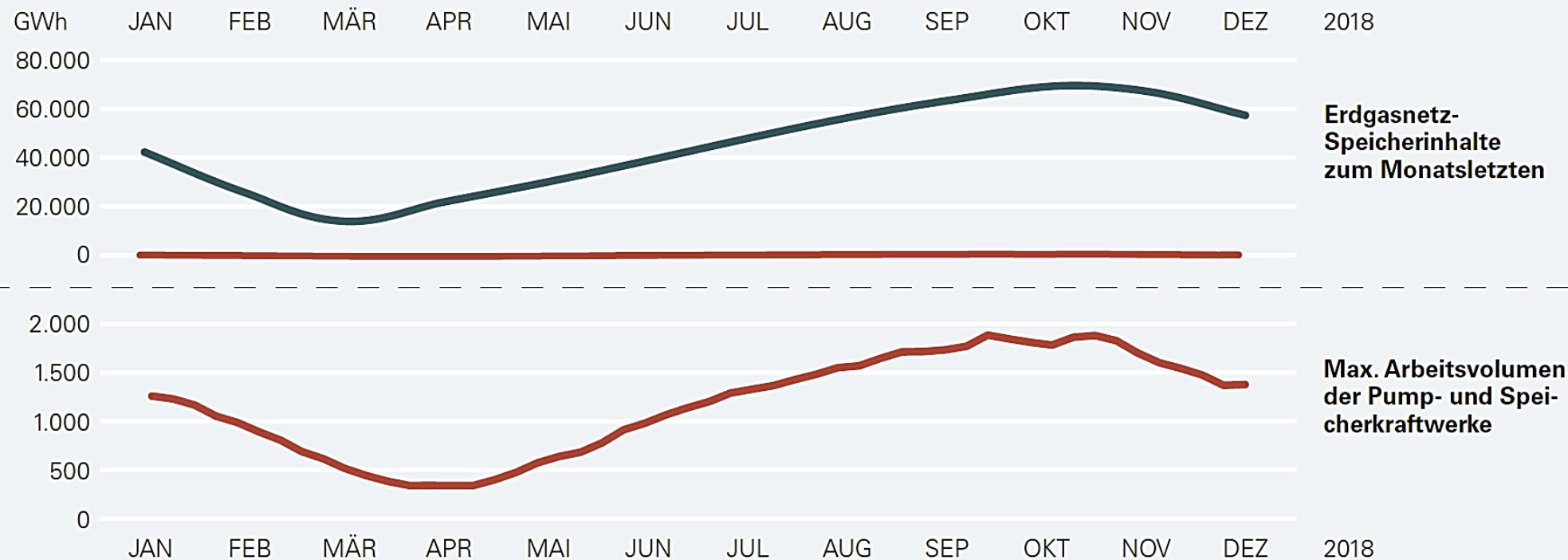
- **1990** → **2020**: Die **EU reduziert** die **GHG** um **1/3** und emittiert heute 9,5 % der globalen GHG. **Global stiegen** die **GHG** um **2/3**. → Wegen **KOHLE!**
- Wenn EU **fossile Energie verbannt**, dann **sinkt** deren Weltmarktpreis und damit **steigt** die Nachfrage in anderen Ländern.
- Es kommt zu Verlagerungseffekten zu diesen Ländern und **wir ruinieren uns selber, ohne dass es dem Weltklima in irgendeiner Weise hilft.**
- Solange andere Industrienationen (Kontinente) vorwiegend **billige fossile Energieträger** verwenden, verliert Europa durch dem Umstieg auf ein vorwiegend **volatiles Energiesystem**, die globale Wettbewerbsfähigkeit.

Das missing link: lang- und kurzfristige Energiespeicher

ca. Halbjahresspeicherung von **60 TWh Erdgas** und **1,7 TWh Pumpspeicher**

x 24

Speicherinhalte und Arbeitsvolumen in Österreich



Gasnetz kann im Vergleich zum Stromnetz in der Winterperiode um 15-fach länger Energie bereitstellen.

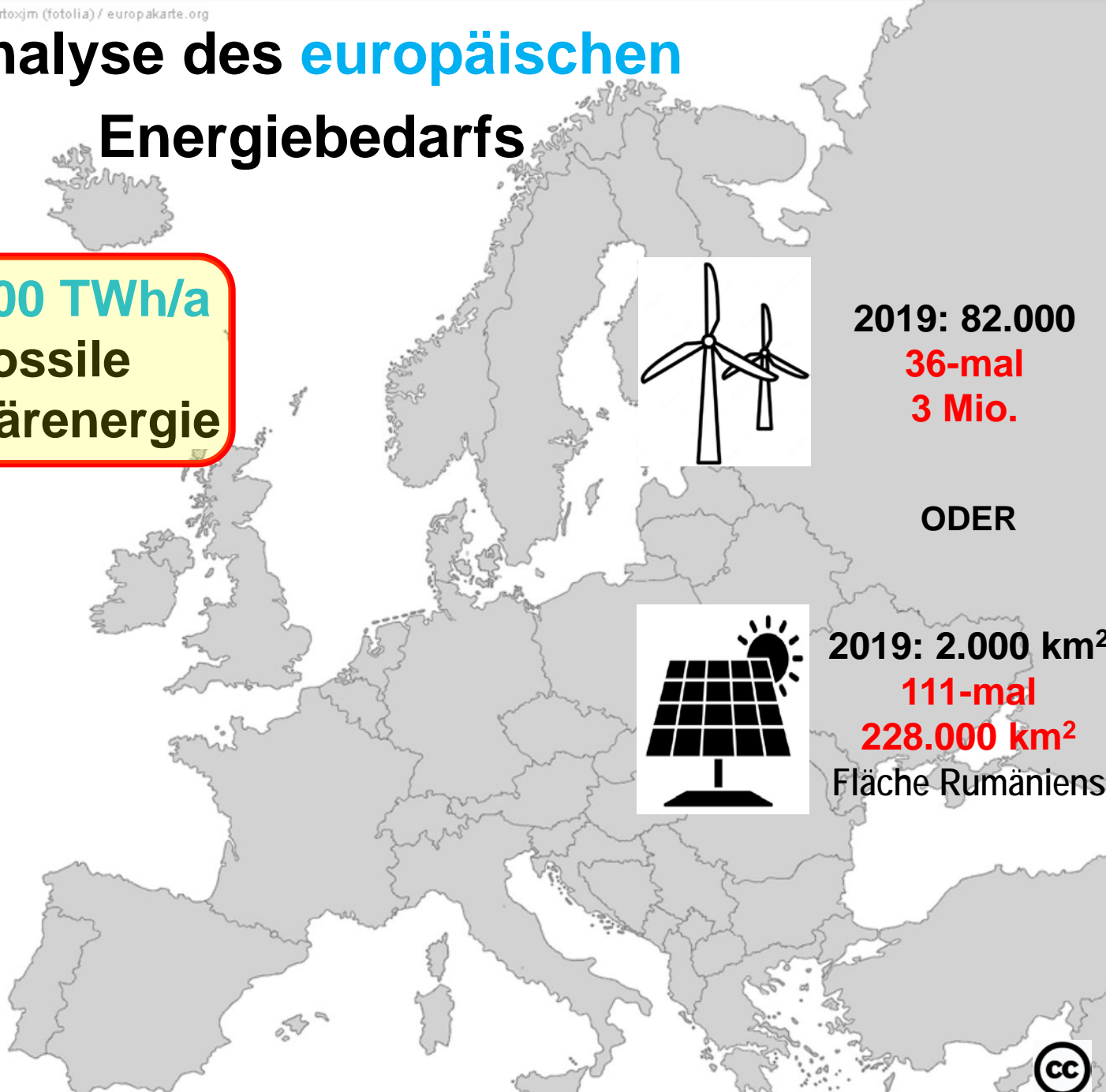
Quelle: E-Control, ENTSO E

Analyse des europäischen

Energiebedarfs

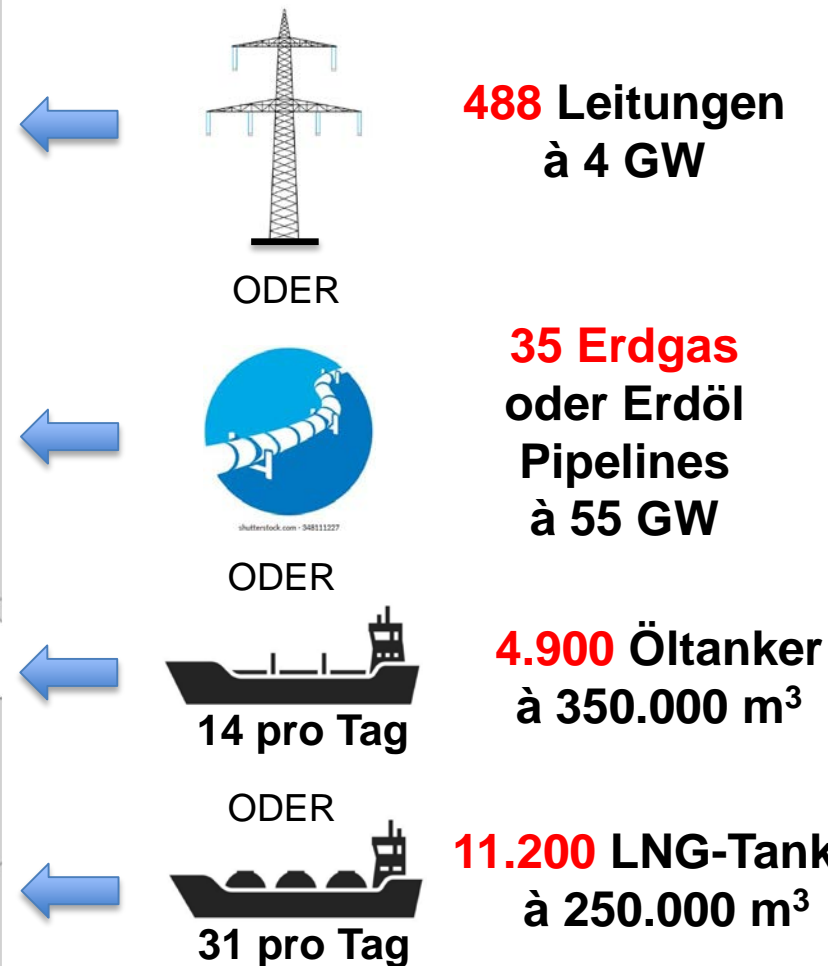
15

17.100 TWh/a
fossile
Primärenergie



Die EU-28 hat im Jahr 2019 Energieprodukte im Wert von **€320 Mrd.** eingeführt¹

Zum Ersatz von
17.100 TWh/a würden benötigt



¹ Bruegel-Report, M. Leonard et al., The geopolitics of the European Green Deal, <https://www.bruegel.org/wp-content/uploads/2021/02/PC-04-GrenDeal-2021-1.pdf>, accessed 11.2.2021.

Rohstoffbedarf für **Windräder** zur **Generierung von 17.100 TWh** in Europa

Der Rohstoffbedarf ist stark bauartabhängig



3 Mio.
à 2,5 MW
On-shore

≈ **3 000 Mio.** Tonnen **Beton** → **15 %** der Weltproduktion (22 000 Mio. Tonnen)

≈ **1 100 Mio.** Tonnen **Stahl** → **55 %** der Weltproduktion (2 000 Mio. Tonnen)

≈ **15 Mio.** Tonnen **Kupfer** → **70 %** der Weltproduktion (21 Mio. Tonnen)

Die **Errichtung** der **grünen Infrastruktur** benötigt

→ riesige Rohstoffmengen und setzt **große Treibhausgasmengen** frei

→ der **Ernteertrag** der Anlagen muss deshalb **hoch** sein

→ **Anlagen** an **optimalen Standorten** errichten und **ENERGIE SPAREN !**

Energietransport

- a) **Strom** aus PV & Wind **von Afrika nach Europa importieren** → Elektrolyse: Wasserstoff & Sauerstoff und ggf. eFuels mit N oder C im Kreislauf in Europa erzeugen.
- b) **Strom** aus PV & Wind **in Afrika erzeugen**, mit Elektrolyse Wasserstoff + Sauerstoff und eFuels mit N oder C **im Kreislauf** erzeugen → **eFuels (Methan!) nach Europa importieren**. Der Sauerstoff zur Freisetzung der Energie stammt aus Europa!
 - **Eine Pipeline** transportiert etwa so viel Energie wie **14 Stromleitungen** à 4 GW
Warum? Weil der Sauerstoff nicht transportiert werden muss, er kommt aus der Luft.
- b) **Masse eFuel** zu Masse Luft ca. **1 zu 14**: → Energiedichte eFuels ca. **12.000 Wh/kg**
- a) **Lithium Batterien**: Oxidationsmittel ist in der Batterie: → Energiedichte ca. **250 Wh/kg**

Arkona Ostsee Windpark

Energiedichte von **grüner** versus fossiler Energie

- **1 GW Windpark** bei 44 % Auslastung mit Nennleistung: → **3,9 TWh pro Jahr**
- **Power-to-X**: z.B. in Flüssigmethan oder Diesel → $\eta = 71-43\%^{1}$ → **2,8 -1,8 TWh/a**
- LNG Tanker (-162 °C) ca. **250 Mio.** Liter; Diesel Tanker ca. **350 Mio.** Liter

Wie lange schätzen Sie, dauert es, bis der Tanker voll ist?



https://www.n-tv.de/wirtschaft/der_boersen_tag/Groesster-Offshore-Windpark-Hohe-See-steht-article21203487.html



<https://gcaptain.com/q-max-Ing-tankers/>

Arkona Ostsee
Windpark

Energiedichte von **grüner** versus fossiler Energie

- **1 GW Windpark** bei 44 % Auslastung mit Nennleistung: → **3,9 TWh pro Jahr**
- **Power-to-X**: z.B. in Flüssigmethan oder Diesel → $\eta = 71 - 43 \%^1$ → **2,8 - 1,8 TWh/a**
- LNG Tanker (-162 °C) ca. **250 Mio.** Liter; Diesel Tanker ca. **350 Mio.** Liter

Betrieb des Windparks zur Füllung eines **LNG Tankers: 7 - 10 Monate** oder **Diesel Tankers: 1 – 1,5 Jahre** (Leerung des Tankers dauert unter 24 h)



https://www.n-tv.de/wirtschaft/der_boersen_tag/Groesster-Offshore-Windpark-Hohe-See-steht-article21203487.html



<https://gcaptain.com/q-max-lng-tankers/>

Arkona Ostsee Windpark

Energiedichte von **grüner** versus fossiler Energie

- **1 GW Windpark** bei 44 % Auslastung mit Nennleistung: → **3,9 TWh pro Jahr**
- **Power-to-X**: z.B. in Flüssigmethan oder Diesel → $\eta = 71-43\%^1$ → **2,8 -1,8 TWh/a**
- LNG Tanker (-162 °C) ca. **250 Mio.** Liter; Diesel Tanker ca. **350 Mio.** Liter

Wind- und Solarenergie haben eine um Größenordnungen geringere „Energiedichte“ als Kohlenwasserstoffe.



Windpark Arkona:
60 Windräder à 6 MW ≈ 385 MW | 39 km²

https://www.n-tv.de/wirtschaft/der_boersen_tag/Groesster-Offshore-Windpark-Hohe-See-steht-article21203487.html



LNG Tanker
mit ca. 250.000 m³

<https://gcaptain.com/q-max-lng-tankers/>

Auswirkungen der **Energiewende** auf den **Verkehr** in Europa

In **Industrienationen** werden **35 %** der **Primärenergie** (**Erdöl**) für den **Transportsektor** und davon ca. 2/3 (21 %) für den **Pkw-Verkehr** verwendet.

Energie am Rad zur Energie im Speicher (Tank)

In **Ballungsräumen** ist der Wirkungsgrad des Antriebsstranges:

- bei Pkw mit **Verbrennungsmotor** **15 – 20 %**
- bei **batterieelektrischen Fahrzeugen (BEV)** **80 %**

Die trügerische Versuchung

Mit einem **BEV** kann man 80 bis 85 % **fossile Primärenergie** einsparen!

Trugschluss: Nicht die Batterie, sondern der **elektrische Antriebsstrang** bewirkt den **hohen Wirkungsgrad**, und damit **die Reduktion der CO₂-Emissionen**, denn:

Strom ist in Europa (4.000 TWh/a) **nur zu 60 % grün** und zu **40 % fossil**.

Auswirkungen der **Energiewende** auf den **Verkehr** in Europa

In **Industrienationen** werden **35 %** der **Primärenergie** (**Erdöl**) für den **Transportsektor** und davon ca. **2/3 (21 %)** für den **Pkw-Verkehr** verwendet.

In B

Der **fehlende grüne Strom** (Residualstrom) muss von **fossilen Kraftwerken** aufgebracht werden.

Deren Einsatzreihenfolge regelt die Merit-Order über die Grenzkosten der Erzeugung.

Trugs

Strom ist in Europa (4.000 TWh/a) **nur zu 60 % grün** und zu **40 % fossil**.

Die von der Politik praktizierte Ankurbelung
der Mobilität mit BEV **verzögert die Energiewende!**

Das Ziel

– die **vollständige Defossilisierung des Stroms** –
wird um Jahre verzögert.

A white line-art architectural drawing of a large, multi-story building with a central dome and classical architectural elements, serving as a background for the title text.

Energiewende und deren technologische Machbarkeit Lösungsvorschläge

Randbedingungen für eine funktionierende Energiewende

- Die **Staatengemeinschaft** (UNO?) muss für **globalen Frieden** sorgen. Im Krieg sind Treibhausgasemissionen irrelevant.
- Implementierung eines **weltweiten Emissionshandels** zur Kontrolle der Treibhausgase über einen „**Climate Club**“¹, an dem möglichst alle Länder teilnehmen.
- Die wohlhabenden **Industrienationen** finanzieren in **Schwellenländern** mit hohem Ernteertrag die grünen Kraftwerke inklusive Syntheseanlagen und erhalten als **Gegenleistung** einen **Teil** der **grünen Energie**. Kein neuer Kolonialismus!

¹ Nordhaus, William D., "Climate Club Futures: On the Effectiveness of Future Climate Clubs" (2021). Cowles Foundation Discussion Papers. 2619, <https://elischolar.library.yale.edu/cowles-discussion-paper-series/2619>, accessed 8.9.2023.

Ein Lösungsvorschlag für die europäische **Energiewende**

- **Europa** steigt möglichst rasch aus **Kohle** aus und drosselt die Verwendung von **Erdöl** und **Erdgas** nur soweit, dass die Wettbewerbsfähigkeit der **europäischen Industrie** durch die steigenden Energiepreise **nicht gefährdet** wird.
- Der **in Europa** generierte **grüne Strom**
 - **speist Verbraucher**, die keine andere Option haben: IKT, Haushalte, Beleuchtung, Bahn, e-Motoren, **Industrie** etc. und
 - **speist Elektrolyseure** für **grünen Wasserstoff** zur **Defossilisierung** der **Industrie**.
- Der **Rest** des **fossilen Primärenergiebedarfs** aus **Öl + Gas + Kohle** muss ersetzt werden durch **transportfähige Energieträger** (Methan, eFuels, etc.) aus **grünem Strom** von Anlagen außerhalb Europas.

Warum sollen **grüne Kraftwerke außerhalb Europas** errichtet werden?

1) Weil **optimale Regionen außerhalb Europas** 2-3 mal mehr Wind- & Solarernte bieten: → 2-3 mal weniger Rohstoffbedarf, **Treibhausgase** und **CAPEX & OPEX**.

Der **PtX Atlas**¹ gibt gute Hinweise über die Verfügbarkeit von **viel Wind** und **Sonne**.

2) Weil **Europa** mit dem aufgezeigten Energiewende-Lösungsvorschlag in **Schwellenländern bekämpft**.



3) Weil durch das **Wachstum in Schwellenländern** insgesamt auch **hohe CO₂-Emissionen** entstehen und Schwellenländer daher den **Zugang** zu **grünen Kraftstoffen** ebenfalls dringend brauchen.

¹ PtX-Atlas, <https://maps.iee.fraunhofer.de/ptx-atlas/> accessed 20.6.2021

eFuels werden Europa unabhängig machen

- **Weil** rund um den Globus¹ **eFuels** aus grünen Quellen **generiert** und **importiert** werden können und damit die **extremen Abhängigkeiten** von den wenigen **Exportländern** für **fossile Energie** wegfallen.
- **Weil** eine Vielzahl von **Schwellenländern** mit gegenüber Europa mindestens dem **doppelten Ernteertrag** von **grüner Energie** als **Lieferanten** infrage kommen.
- **Weil** es ein **Gebot** der **Nachhaltigkeit** ist, den **Rohstoffbedarf** zur Errichtung der grünen Kraftwerke für **eFuels** zu minimieren.
- **Weil** die für **Europa** benötigte Energie nur mit **eFuels ressourcenschonend** und **kostenminimiert** nach Europa importiert werden kann.
- **Weil** nur mit **eFuels** der vollständige Umbau eines **volatilen Energiesystems** in ein **verbraucherorientiertes** gelingen kann.

¹ PtX-Atlas, <https://maps.iee.fraunhofer.de/ptx-atlas/> accessed 20.6.2021

Die Konsequenzen sind...

- Das europäische **Erdgasnetz** muss erhalten bleiben. Neben Strom ist es der **wichtigste Energievektor** zu vielen Haushalten, zur Industrie und den funktionstüchtigen **Backup Kraftwerken**.
- **CO₂-Einsparungen** von ca. **50 %** werden **mittelfristig** durch **Effizienzsteigerungen** (Innovationen!) erreicht, bis durch Beimischung von **synthetischem Methan** das **Gasnetz** in 2040/50 **100 % grün** ist.
- Gas als **Brückentechnologie** ermöglicht die Fokussierung auf den Aufbau **grüner Kraftwerke** sowie **Elektrolyse-** und **Syntheseanlagen**.
- **Keine Ressourcen** (Rohstoffe, Fachkräfte, Finanzmittel) in den **Aufbau** einer zu Gas parallelen Wasserstoff-Infrastruktur investieren(!), sondern in eine Verteil- und Speicherinfrastruktur für den **kostbaren Rohstoff CO₂**.

Beispiel für die Reduktion von **CO₂-Emissionen** in Haushalten

- Ein **Haushalt** hat **1 – 1,5 kW** mittleren **Anschlusswert**.
Das **Wiener Netz** ist auf **2 GW** ausgelegt.
- Ersatz **Gasherd/Backrohr** durch **Induktionskochfeld** und **Elektrobackofen** → **mehr Strombedarf**
- Ersatz der **Gastherme** durch **Wärmepumpe**: **Spart 75 % Heizenergie** → **mehr Strombedarf: 1-3 kW**
- Die **Verteilernetze** werden durch den Mehrbedarf **überlastet** → vorprogrammierte **Stromausfälle**.
- Wie kommt man in **Haushalten** rasch zu mehr **Strom** für **Wärmepumpen**?

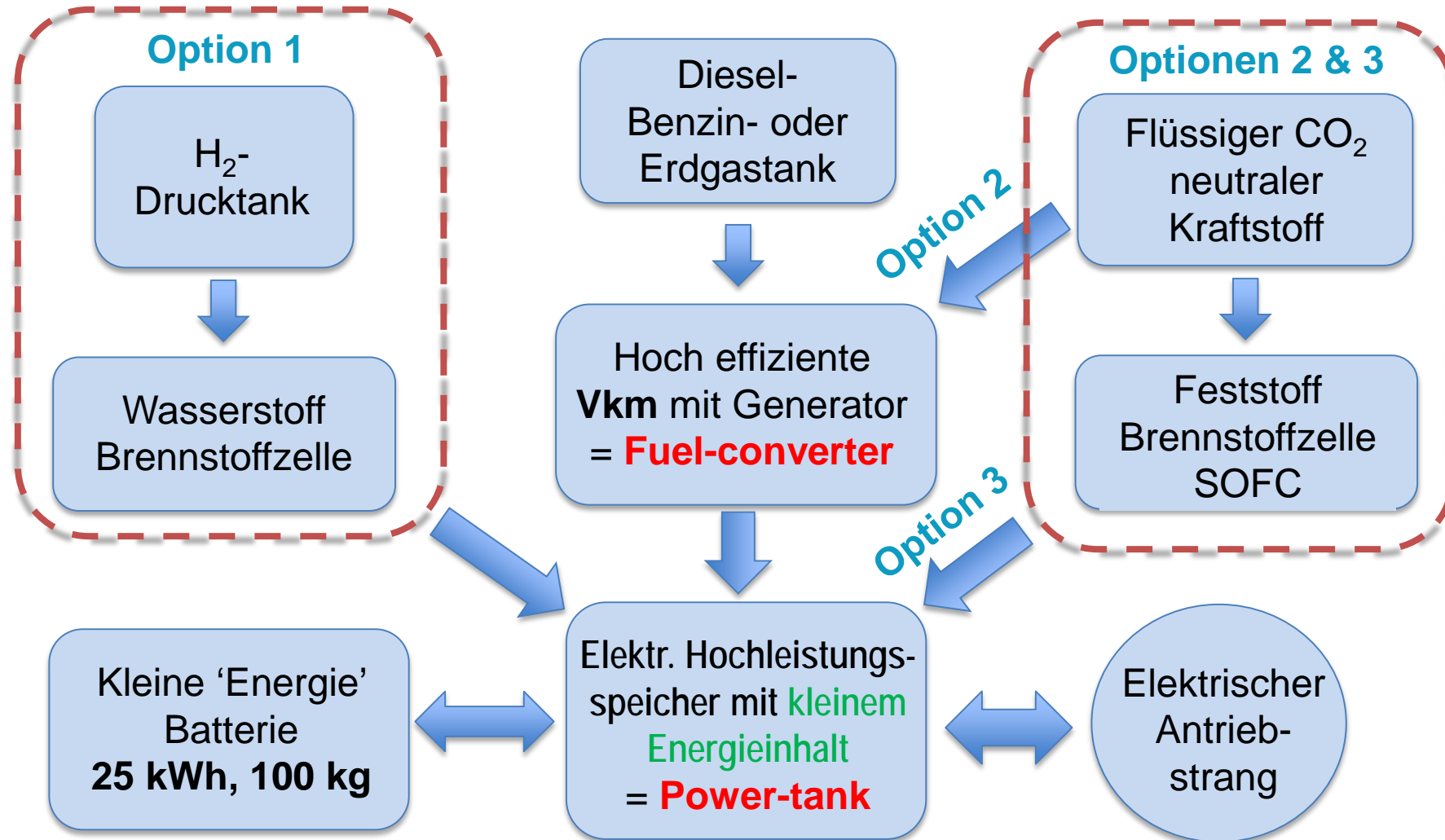
Beispiel für die Reduktion von CO₂-Emissionen in Haushalten

- Ersatz der **Gastherme** durch eine **Gas-Brennstoffzelle** am Netz liefert: **40 % Strom**, 45 % Wärme, 15 % Verluste.
- Die **Brennstoffzelle** versorgt die **Wärmepumpe** und den Haushalt mit **Strom** und macht **Warmwasser**.
- 50 % Energie- und CO₂-Ersparnis, durch **Erdgas Brennstoffzellen** und **Wärmepumpen** bei gleichzeitiger **Entlastung** der **Strom-Verteilernetze** nach dem Modell **Ene-Farm¹** in Japan.
- Fungiert für den Haushalt als **Notstromversorgung** und bringt 10-15 Jahre Zeitgewinn für den erforderlichen **Netzausbau**.

¹ J. Arias, Hydrogen and Fuel Cells in Japan, Oct. 2019, https://www.eu-japan.eu/sites/default/files/publications/docs/hydrogen_and_fuel_cells_in_japan.pdf , Accessed 20.5.2023.

Beispiel für die Reduktion von CO₂-Emissionen des Pkw-Verkehrs

Zusammenwirken eines **Fuel-converters** mit ein oder zwei **elektrischen Speichern**: ein **flexibles und anpassungsfähiges Konzept**



Beispiel für die Reduktion von **CO₂-Emissionen** des Pkw-Verkehrs

- Die gesetzliche **Regelung**, dass Ladestrom für Elektrofahrzeuge keine CO₂-Emissionen verursacht, **muss fallen**. Sie ist physikalisch **falsch**, solange der Ladestrom nicht **100 % grün ist**.
- **Life Cycle Assessment** (LCA) oder zumindest „Well-to-Wheel“ sollte zur Beurteilung aller CO₂-Reduktionsstrategien verpflichtend sein.
- Damit würden Fahrzeughersteller die Möglichkeit verlieren, **Strafzahlungen** wegen Nichteinhaltung der CO₂-Flottengrenzwerte zu **vermeiden**.
- Leistungsstarke SUV wären am Markt nicht mehr wettbewerbsfähig → die CO₂-Emissionen des Verkehrs würden signifikant sinken.

Beispiel für die Reduktion von CO₂-Emissionen des Pkw-Verkehrs

- Es sollten **Elektrofahrzeuge** ohne große Traktionsbatterie mit einem On-Board **Energiekonverter** für **transportfähige Kraftstoffe** wie Benzin, Diesel, Methanol, Ammoniak etc. zu Strom **gefördert** werden.
- **50 % Energiesparen** durch Verwendung eines **elektrischen Antriebstranges** mit Brennstoffzelle oder Verbrennungskraftmaschine, die aber grundsätzlich **nur** als Energiekonverter beim **maximalen Wirkungsgrad**¹ betrieben wird.
- Man **gewinnt 10-15 Jahre Zeit** für den **Import von e-Fuels!**
- **E-Fuels sind wichtig für den Bestand! Europa** könnte zum **Vorreiter** werden.

¹ G. Brasseur, Hochwirkungsgrad Hybridantrieb für nachhaltige Elektromobilität, ÖAW-Verlag, 11.2.2020, https://epub.oeaw.ac.at/0xc1aa5576_0x003b46cd.pdf

Resümee zur **Energiewende** und zur **technologischen Machbarkeit**

- Die **Treibhausgasreduktion** ist ein **globales** und **kein lokales** Thema.
- Die reichen und technologisch führenden **Industrienationen** **und** die armen **Schwellenländer** bestimmen gemeinsam die **Erreichung der Paris-Ziele**.

Für die Umsetzung einer **erfolgreichen Energiewende** sind sofort **fünf Maßnahmen** notwendig:

1. Sofort wirksame **globale Strategien zur Treibhausgasreduktion**:
Energiesparen möglichst ohne Einbußen an **Lebensqualität** → **mit weniger Primärenergie**, insbesondere im Verkehr, **auskommen**. Z.B.: **Brennstoffzelle** statt Gastherme, **Hybridfahrzeuge**...
2. Mit **höchster Priorität** aber **mit Augenmaß (Energiekosten!)** das europäische **Elektrizitätsnetz defossilisieren**. Nur Verbraucher **staatlich subventionieren**, die das **Effizienzkriterium¹** **erfüllen** und damit zur Defossilisierung beitragen. Das gilt beispielsweise für **Wärmepumpen**, **nicht** jedoch für die **Elektromobilität mit BEV**. Das **Gasnetz** weiter erhalten!

¹ Maßnahmen zur Treibhausgasverringering erzeugen bei Umsetzung und Anwendung in der Regel zusätzlich neue Treibhausgase (z. B. durch den Bau und den Betrieb von Anlagen). Das Verhältnis von Verringerung und Erhöhung ist die **Effizienz**.

Resümee zur **Energiewende** und zur **technologischen Machbarkeit**

3. Weltweit an **ertragreichen Standorten** in Kooperation mit den lokalen Entscheidungsträgern **grünes Methan** und **synthetische** flüssige **Kraftstoffe produzieren** und zum Teil **nach Europa importieren**. Kein neuer Kolonialismus, sondern **friedensichernde** Maßnahme!
4. Schaffung **politischer Rahmenbedingungen** zur **Planungs- & Rechtssicherheit** für **Investitionen** mit Laufzeiten von gut **50 Jahren**. Die Energiewende erfordert **Investitionen** in **Milliardenhöhe**, die vorwiegend über **Risikokapital** aufgebracht werden müssen, um in Ländern mit günstigen Standortbedingungen **grüne Kraftwerke zu errichten**.
5. Die **Politik agiert technologieoffen** => **keine Technologieverbote(!)**
 - Sie sollte von einer **Gesinnungsethik** auf eine **Verantwortungsethik** umschwenken.
 - Sie überlässt es der **Wissenschaft**, den **Unternehmen** und den **Verbraucher*innen** funktionierende Lösungen zu erarbeiten, und **redet nicht** bei der **Auswahl von Energiewendetechnologien mit**.

Resümee zur **Energiewende** und zur **technologischen Machbarkeit**

3. Weltweit an **ertragreichen Standorten** in Kooperation mit den lokalen Entscheidungsträgern **grünes Methan** und **synthetische flüssige Kraftstoffe produzieren** und zum Teil **nach**

Die dargelegten Fakten und der Maßnahmenkatalog müssen in einem großen gesellschaftlichen Dialog diskutiert werden.

Es ist die Mission vom Verein netER, eine europäische Plattform zu einer wissenschaftlich fundierten und faktenbasierten Energiewende zu etablieren.

- Sie überlässt es der **Wissenschaft**, den **Unternehmen** und den **Verbraucher*innen** funktionierende Lösungen zu erarbeiten, und **redet nicht** bei der **Auswahl von Energiewendetechnologien mit**.

Ich danke Ihnen für Ihre Aufmerksamkeit und freue mich auf Ihre Fragen!

Ich bitte um Spenden und/oder Mitgliedschaft für den gemeinnützigen Verein

(<https://www.rethink-energy-europe.org/>)

<https://www.neter.at/>

new **e**nergy **t**ransition **E**urope **R**earchassociation

georg.brasseur@tugraz.at

g.brasseur@neter.at