



Verein zur Weiterentwicklung
der Energiewende Europas

Energiewende – erneuerbare Energien Eine globale Perspektive

Univ.-Prof. Dr. Georg Brasseur

Institut für Elektrische Messtechnik und Sensorik



Technische Universität Graz



Warum braucht die Welt grüne Energie?

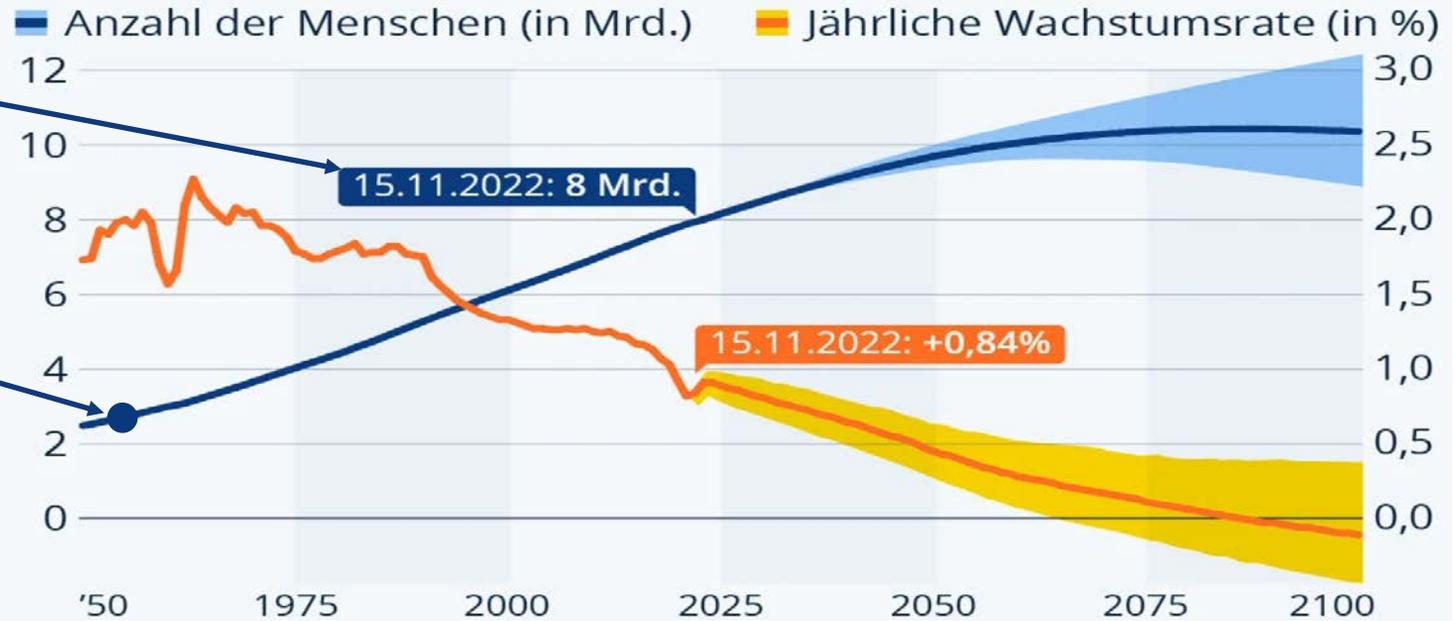
- Weil **Treibhausgase** und insbesondere **CO₂-Emissionen** durch die Verwendung **fossiler Energie – Kohle, Erdöl und Erdgas –** wesentlich zum **Klimawandel** beitragen.
- Weil die **globale Erwärmung** mit **spürbaren Auswirkungen** voranschreitet.

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

Wachstum, Wohlstand und Energiehunger treiben den Klimawandel an

Weltbevölkerung erreicht die 8-Milliarden-Marke

Anzahl der Menschen und jährliche Wachstumsrate der Weltbevölkerung



In 70 Jahren verdreifacht

1953

Mein Geburtsjahr
2,5 Mrd.

* ab 2022 Prognose nach dem Medium-Szenario mit mittlerer Fertilität
Quelle: UN Population Division



Globale Primärenergie nach Quellen von 1960 bis 2022

Globaler direkter Primärenergieverbrauch **nach der Substitutionsmethode**

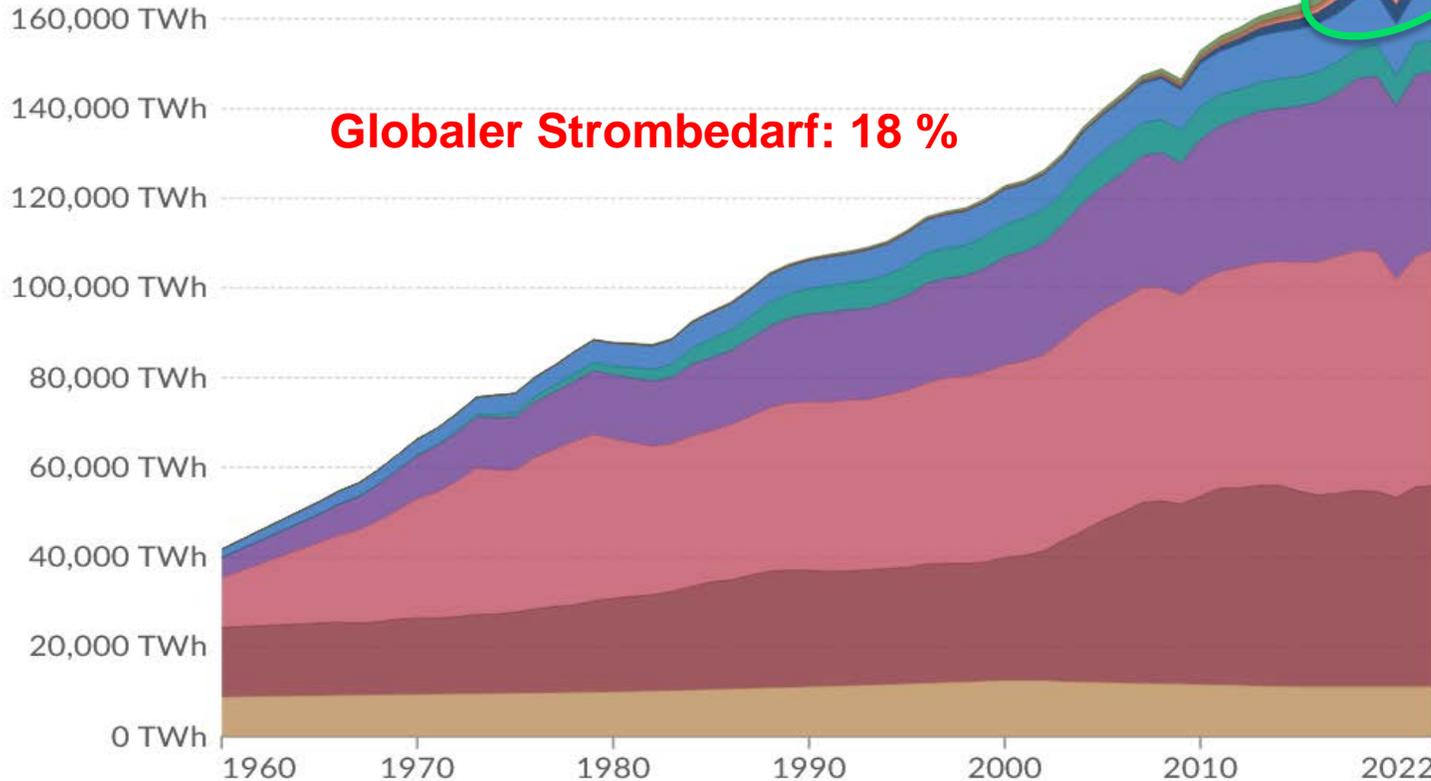
In 2022: 162 200 TWh
ohne traditionelle Biomasse

2018 → 2019: **+1,1 %** 3,4 %

2019 → 2022: **+2,8 %** 5,3 %

Wind + Sonne

2019 → 2022



Globaler Strombedarf: 18 %

Low CO₂:	Low CO₂:
16,6 %	18,2 %
27 100 TWh	30 600 TWh

Zunahme PV + Wind:
60 %

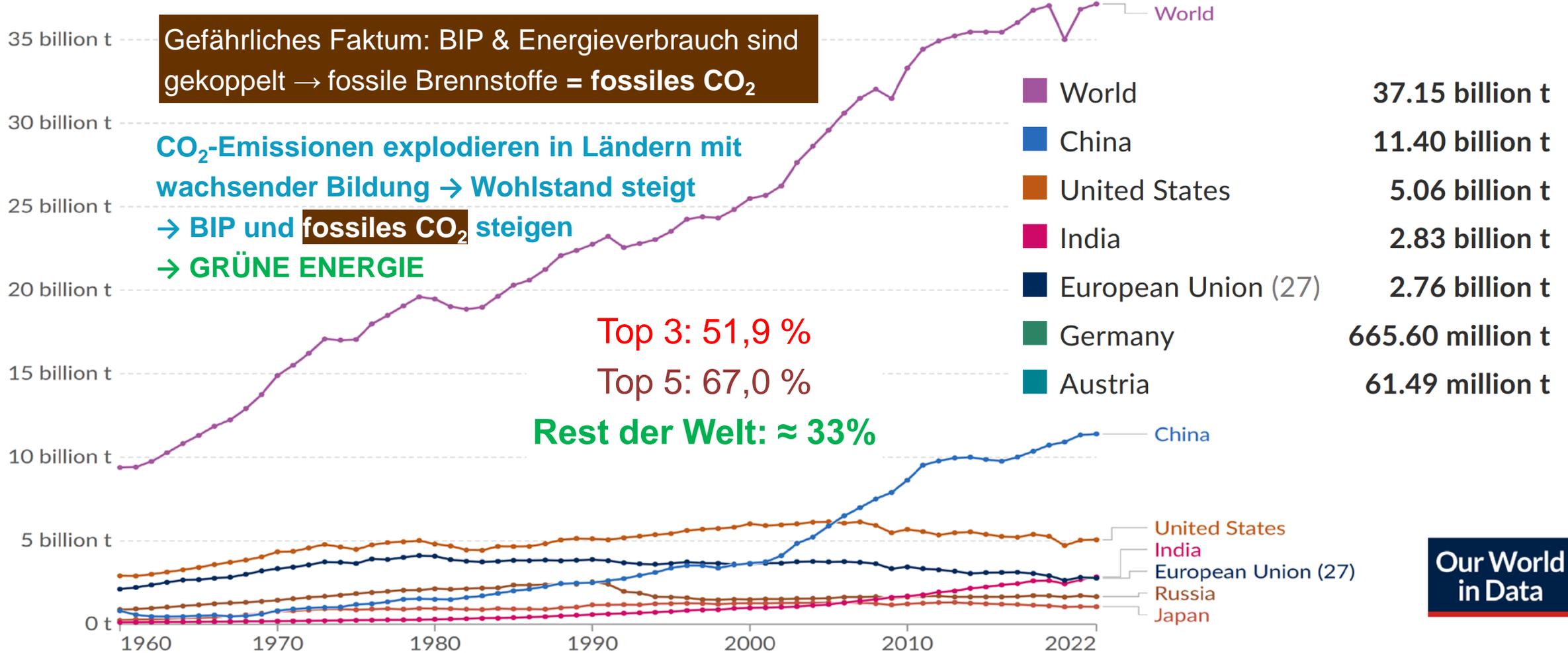
Fossil:	Fossil:
83,4 %	81,8 %
136 100 TWh	137 200 TWh

Nicht angesprochen, da fossil CO₂ neutral

Data source: Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2023); Smil (2017) Note: In the absence of more recent data, traditional biomass is assumed constant since 2015. | [CC BY](#)

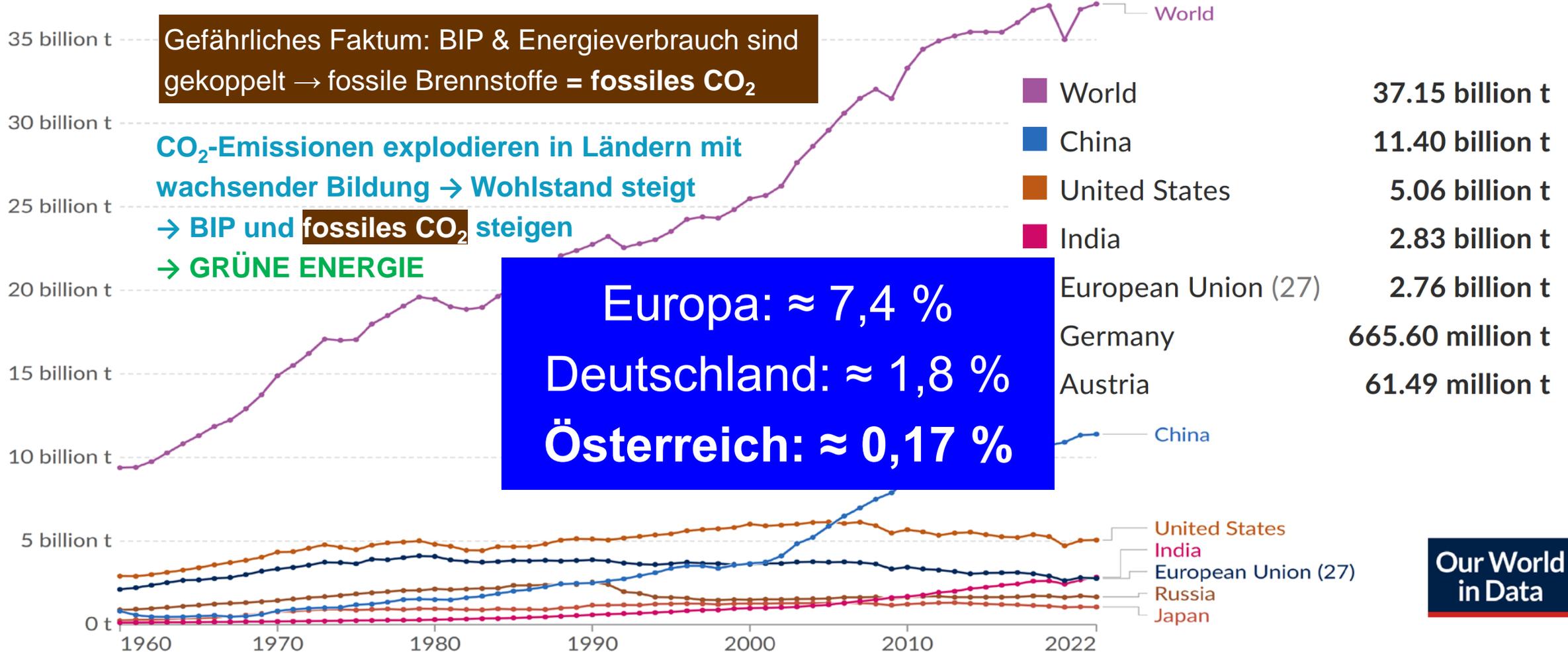
Globale CO₂-Emissionen 1960 – 2022

Die größten CO₂-Emittenten aus fossilen Brennstoffen und der Industrie ohne Landnutzungsänderungen



Globale CO₂-Emissionen 1960 – 2022

Die größten CO₂-Emittenten aus fossilen Brennstoffen und der Industrie ohne Landnutzungsänderungen



Strom **erzeugung** nach Quellen im Jahr 2022



Globale Primärenergie 161 000 TWh = 100 %	Globaler Strombedarf 28 700 TWh = 17,8 %
---	--

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 28 700 TWh 100 %	OECD 11 170 TWh 39 %	Europa 4660 TWh 16 %	Deutschland 560 TWh 2 %	Österreich 73 TWh 0,23 %
Min. CO₂	39 %	48 %	57 %	50 %	77 %
Fossil	61 %	52 %	43 %	50 %	23 %



**Muss wachsen
(inklusive Kernenergie)**

¹ Basierend auf der Bruttoproduktion

https://ourworldindata.org/grapher/elec-mix-bar?country=AUT-OWID_EUR-DEU-OWID_EU27-OWID_WRL, accessed 31.3.24.
https://ourworldindata.org/grapher/elec-mix-bar?tab=table&showSelectionOnlyInTable=1&country=AUT-OWID_EUR-OWID_EU27-DEU-OWID_WRL-OECD+%28E%29, accessed 31.3.24.
https://ourworldindata.org/grapher/electricity-coal?tab=chart&time=latest&showSelectionOnlyInTable=1&country=AUT-OWID_EUR-DEU-OECD+%28E%29-OWID_WRL, accessed 31.3.24.

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 **18 % 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**.

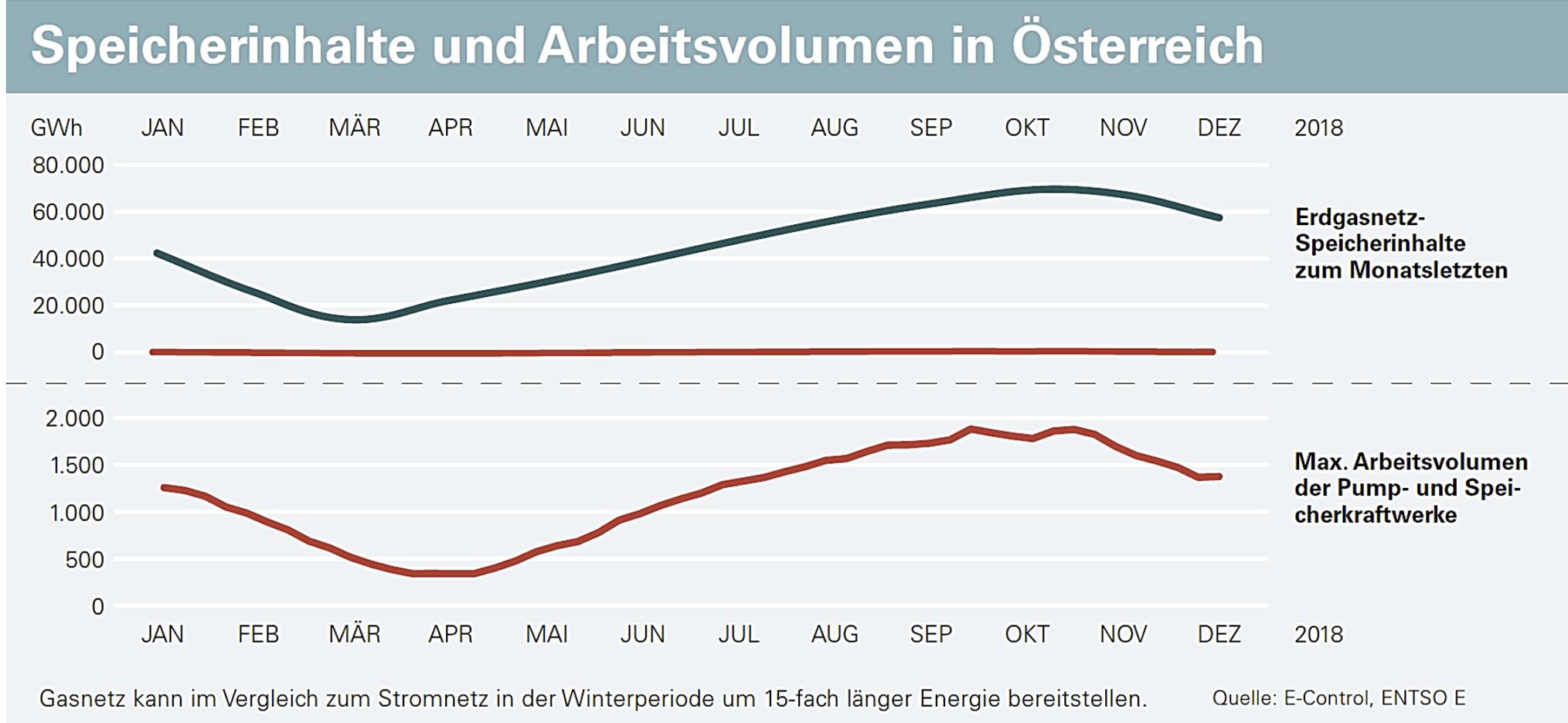
Um die Energiewende zu schaffen, sind daher **drei Maßnahmen** notwendig:

- **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**.

Das missing link: lang- und kurzfristige Energiespeicher

ca. Halbjahresspeicherung von **60 TWh Erdgas** und **1,7 TWh Pumpspeicher**
 x 24

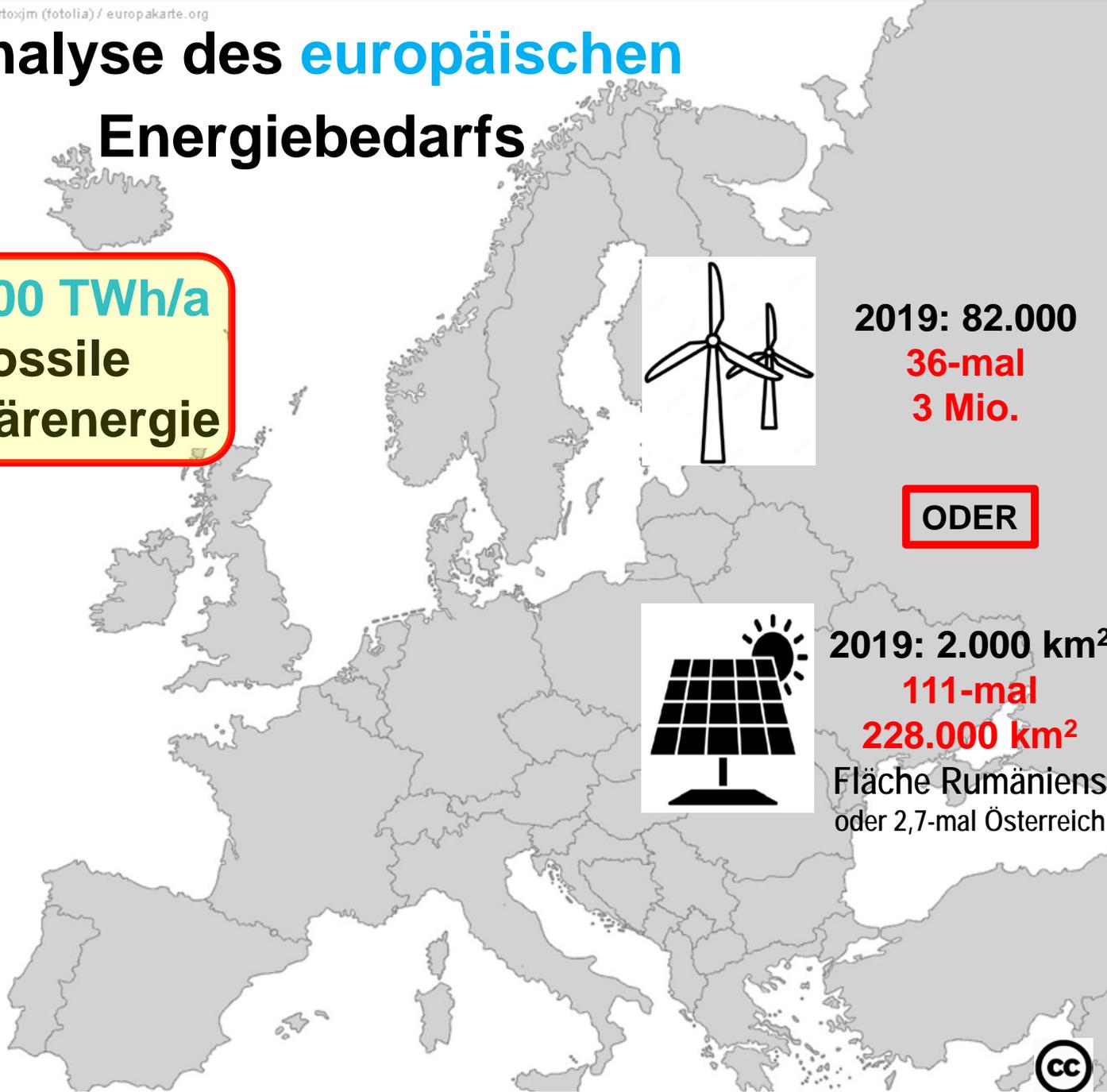


Analyse des europäischen

Energiebedarfs

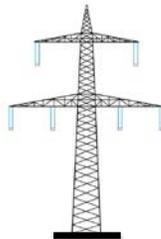
11

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


488 Leitungen
à 4 GW

ODER


35 Erdgas
oder Erdöl
Pipelines
à 55 GW

ODER


4.900 Öltanker
à 350.000 m³

ODER


11.200 LNG-Tanker
à 250.000 m³

14 pro Tag

31 pro Tag

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.

Die harten Tatsachen des **europäischen** Energiebedarfs

- **Europa** ist nicht und wird auch in Zukunft nicht energieautonom sein!
- **Europa** braucht die **Energie** für: $\approx 20\%$ **Strom**, $\approx 50\%$ **Wärme**, $\approx 30\%$ **Verkehr**
- **Europa** kann die benötigte Energie (17100 TWh) **nicht in Form von Strom einführen**, da es keine interkontinentalen Hochspannungsleitungen gibt.
- **Europa** kann die benötigte Energie **nicht in Form von Wasserstoff einführen**, da es keine interkontinentalen **Wasserstoff-Pipelines** oder **Tanker** gibt.

Europa muss daher die benötigte Energie als **eFuels einführen!**

Synthetische gasförmige oder flüssige **grüne** Kraftstoffe:

Methan, Methanol, Benzin, Diesel, Kerosin, Ammoniak etc.

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

1) Weil **optimale Regionen außerhalb Europas** 2-3 mal mehr Wind- & Solarernte bieten: → 2-3 mal¹ **weniger Rohstoffbedarf, Treibhausgase** und **CAPEX & OPEX.**

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

SDG 1



Armut:

SDG 2



und **Hunger:**

3) Weil durch das **Wachstum** und steigendem **Wohlstand** 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

Randbedingungen für eine funktionierende Energiewende

- Die **Staatengemeinschaft** (UNO?) muss für **globalen Frieden** sorgen. Im Krieg sind die Treibhausgasemissionen (THG) irrelevant.

Zur Erinnerung:
CO₂-Emissionen

Europa: $\approx 7,4 \%$; Deutschland: $\approx 1,8 \%$; Österreich: $\approx 0,17 \%$

- Die Politik darf **Europa** und insbesondere **Deutschland** und **Österreich** nicht weiter durch fadenscheinige Energiewendemaßnahmen **deindustrialisieren!**
- Die **Sicherung** der **Arbeitsplätze** und des **Wohlstandes** durch international wettbewerbsfähige Energiepreise ist **wichtiger** als die Senkung der THG.
- Festlegung von **Zielen** für **Treibhausgasemissionen** anhand von LCA Analysen.
- Die Politik** manifestiert die **Technologieoffenheit** durch den Verzicht auf jegliche Technologieverbote.

Ich danke Ihnen für Ihre Aufmerksamkeit und ich freue mich auf die Diskussionen im Workshop!

Weiters bitte ich um Mitgliedschaft oder Spenden für den gemeinnützigen Verein

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

new **e**nergy **t**ransition **E**urope **R**esearch-Association

georg.brasseur@tugraz.at

g.brasseur@neter.at