

# *Energiewende zwischen Wunsch und Wirklichkeit*

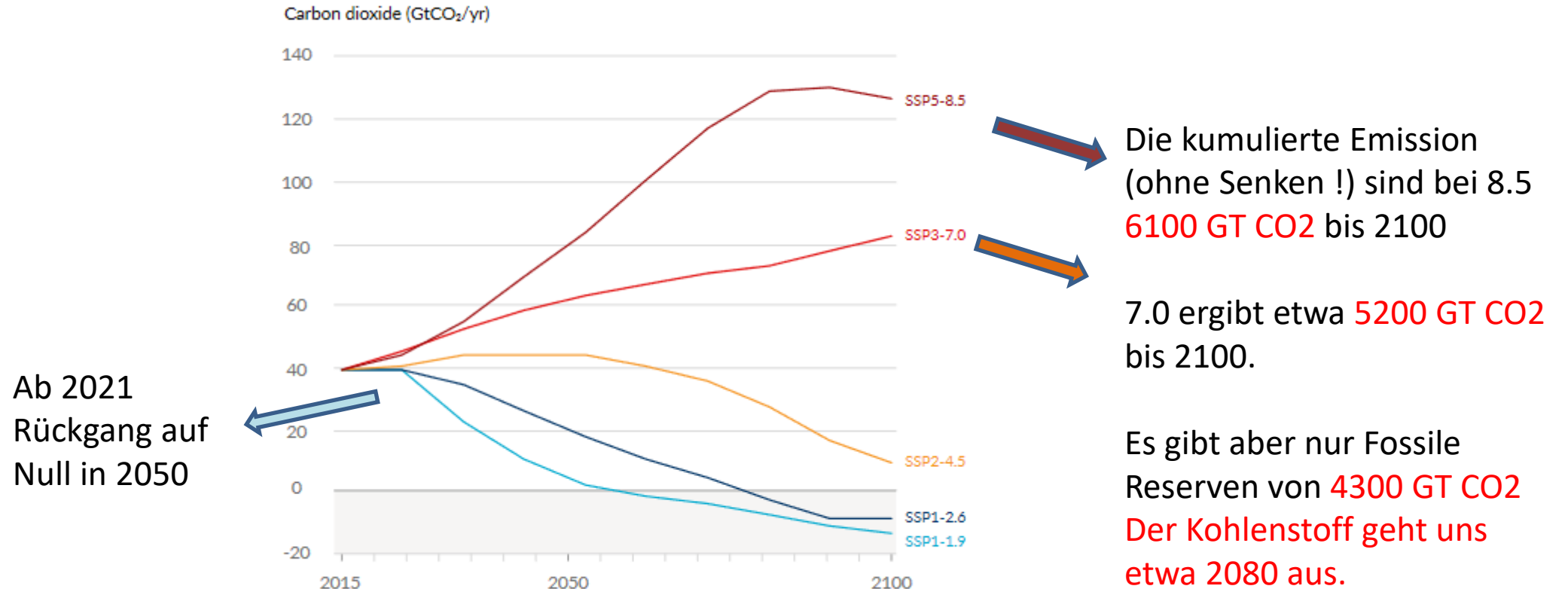
Prof. Dr. Fritz Vahrenholt  
EIKE Klima-und Energiekonferenz  
Schlosshotel Gera

13.11.2021 15:45

Fritz Vahrenholt  
Sebastian Lüning



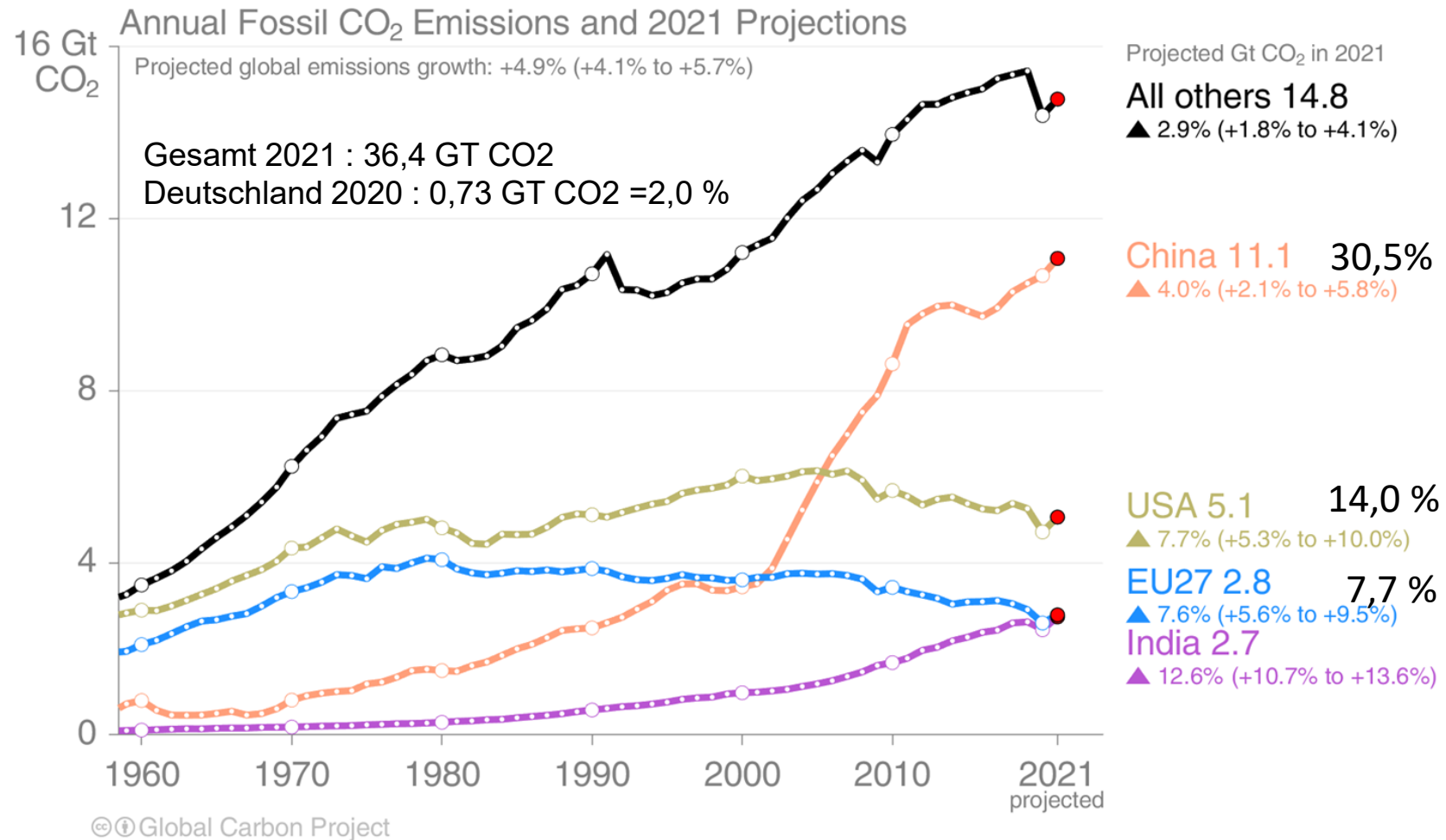
# Die IPCC Szenarien 8.5, 7.0 und 1.9 sind völlig unreal



	Near term, 2021–2040		Mid-term, 2041–2060		Long term, 2081–2100	
Scenario	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

Bis 2040 kein Unterschied in der Erwärmung zwischen den realistischen Szenarien, bis 2060 0,3 °C Unterschied

# CO<sub>2</sub>- Emissionen von 1960 bis 2021



Quelle: Friedlingstein et. al.  
Globalcarbonproject.org

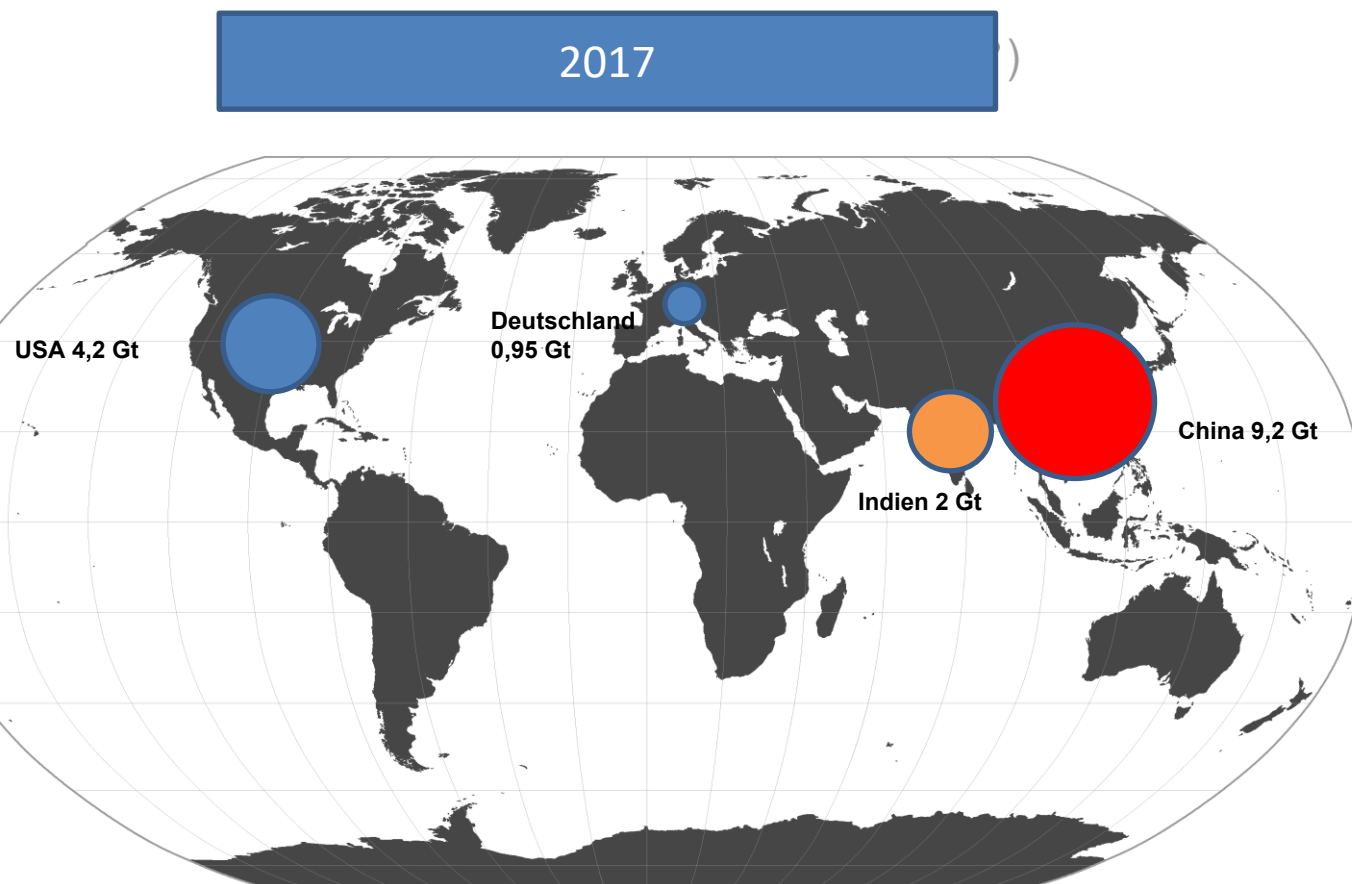
# CO2 Emissionen laut Pariser Abkommen

Effizienz : CO2-Emission  
pro 1000 \$ BIP

Schweiz	0,07 t
Schweden	0,08 t
Frankreich	0,10 t
<b>Deutschland</b>	0,15 t
Japan	0,22 t
USA	0,25 t
Russland	0,48 t
China	0,50 t
Welt	0,29 t

Das bedeutet : eine Verlagerung  
einer Produktion aus Deutschland  
nach China erhöht die CO2-  
Emission auf mehr als das  
**Dreifache**

EU-Kommission 2020 EUR 30358EN



Quelle: NDC Paris,  
climateactiontracker.org

# CO2 Emissionen laut Pariser Abkommen

2030

## Emission pro Kopf 2019

Saudi Arabien 18,6 t

Australien 16,8 t

USA 16,1 t

Kanada 15,9 t

Süd-Korea 11,9 t

Russland 11,5 t

Iran 9,4 t

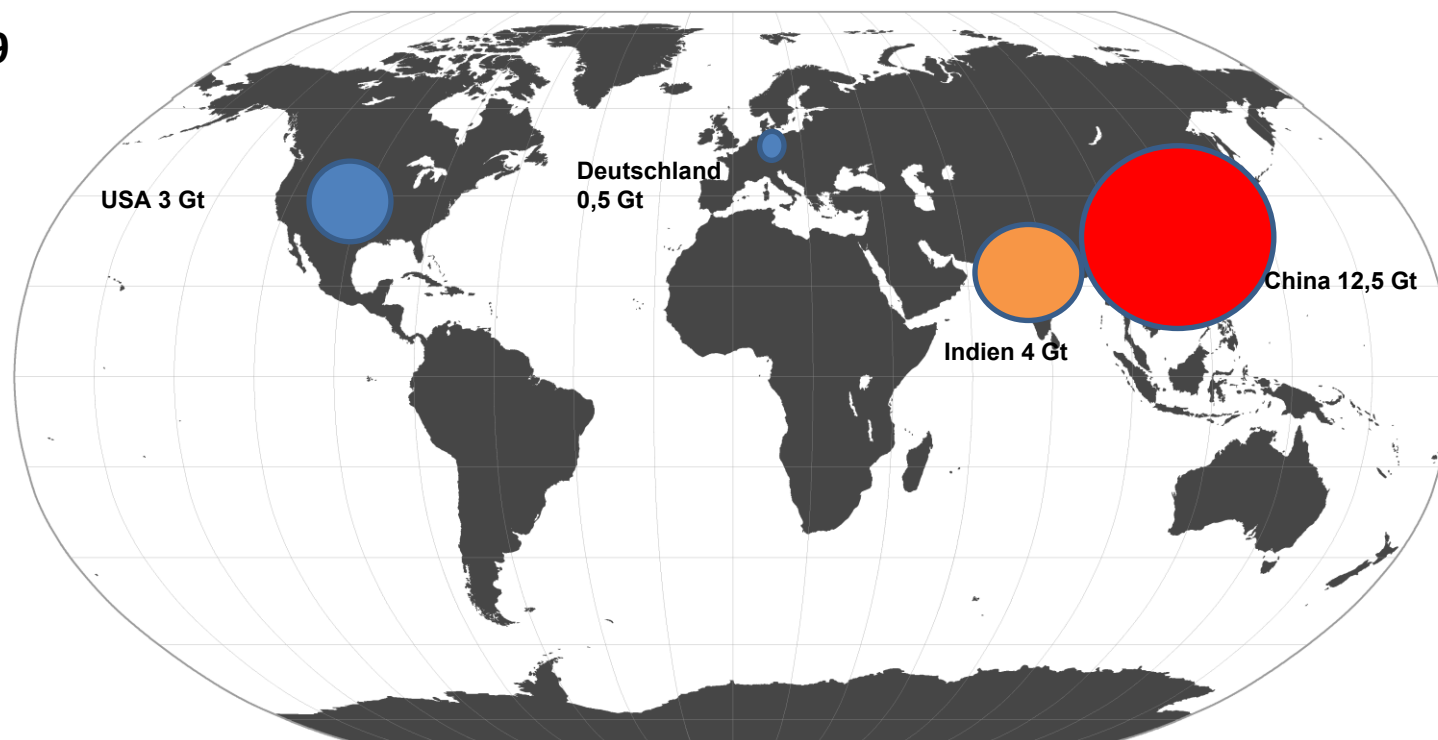
Niederlande 9,1 t

**Deutschland** 8,8 t

Japan 8,7 t

China 7,1 t

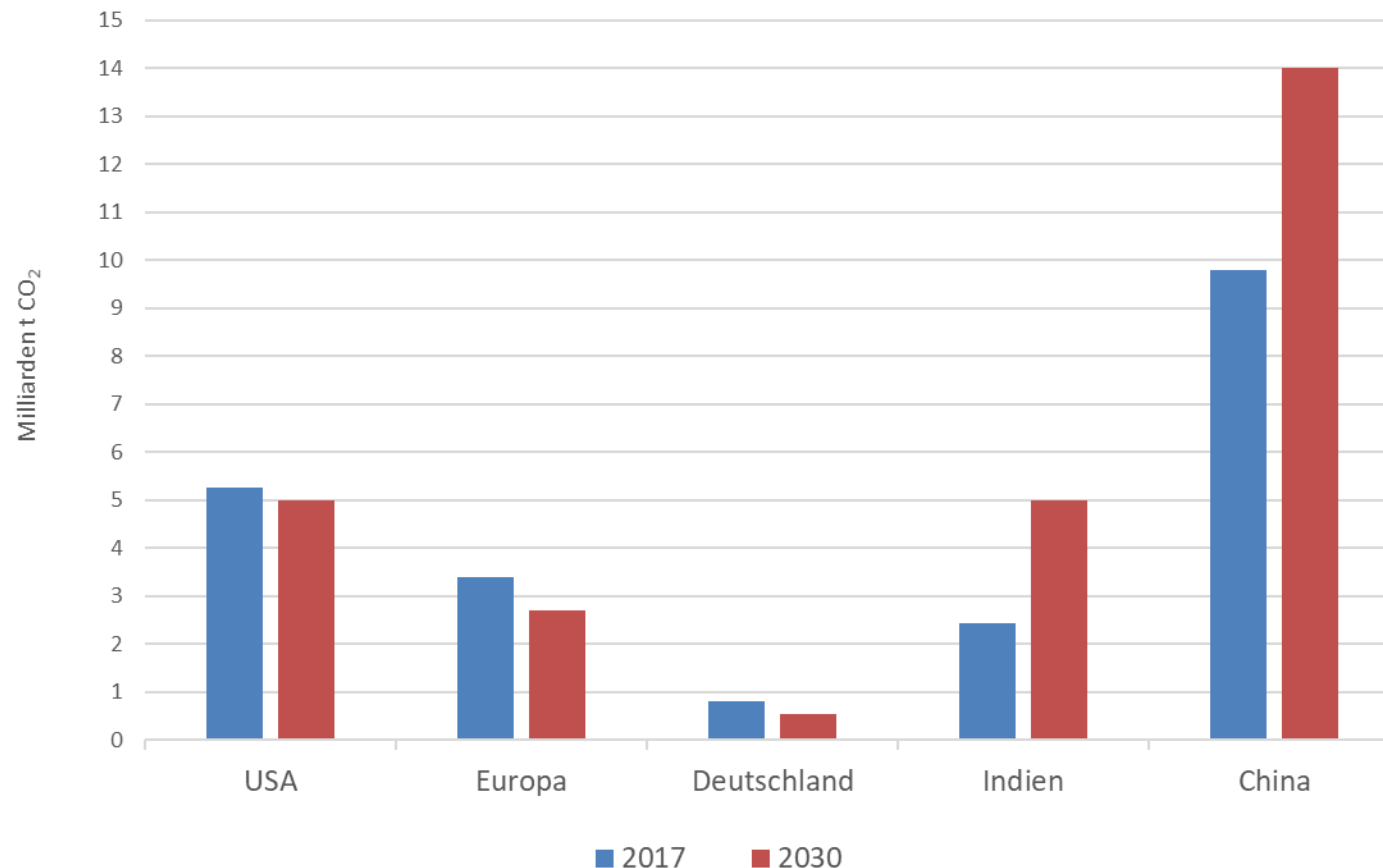
Quelle : Globalcarbonproject.org



Quelle: Climateactiontracker.org

# CO<sub>2</sub> Minderungszusagen zum Pariser Abkommen bis 2030 im Vergleich zur heutigen Emission

Seit 1990 ist die CO<sub>2</sub>-Emission wie kaum in einem anderen Land um – 40 % reduziert worden. Nach Greta Thunberg ist Deutschland der Hauptschurke. Die Emission der letzten 50 Jahre belaufen sich bei der USA auf 250 Milliarden t, China 225 Milliarden t und erst an sechster Stelle Deutschland mit 45 Milliarden t. Dabei sind die Emissionen der DDR, einem Land mit den höchsten CO<sub>2</sub>-Emissionen der Welt einbezogen.



# Die planwirtschaftlichen Ziele der Bundesregierung nach dem Klimaschutzgesetz vom 24.6.2021 in Mio. t CO2

„Anlage 2 – Zulässige Jahresemissionsmengen für die Jahre 2020 bis 2030 (zu § 4)

Jahresemissionsmenge in Millionen Tonnen CO <sub>2</sub> -Äquivalent	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Energiewirtschaft	280		257								108
Industrie	186	182	177	172	165	157	149	140	132	125	118
Gebäude	118	113	108	102	97	92	87	82	77	72	67
Verkehr	150	145	139	134	128	123	117	112	105	96	85
Landwirtschaft	70	68	67	66	65	63	62	61	59	57	56
Abfallwirtschaft und Sonstiges	9	9	8	8	7	7	6	6	5	5	4 <sup>cc</sup>

North Stream  
Gas = 100  
Mio. t CO2

„Anlage 3 – Jährliche Minderungsziele für die Jahre 2031 bis 2040 (zu § 4)

	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Jährliche Minderungsziele gegenüber 1990	67%	70%	72%	74%	77%	79%	81%	83%	86%	88% <sup>cc</sup>

2045

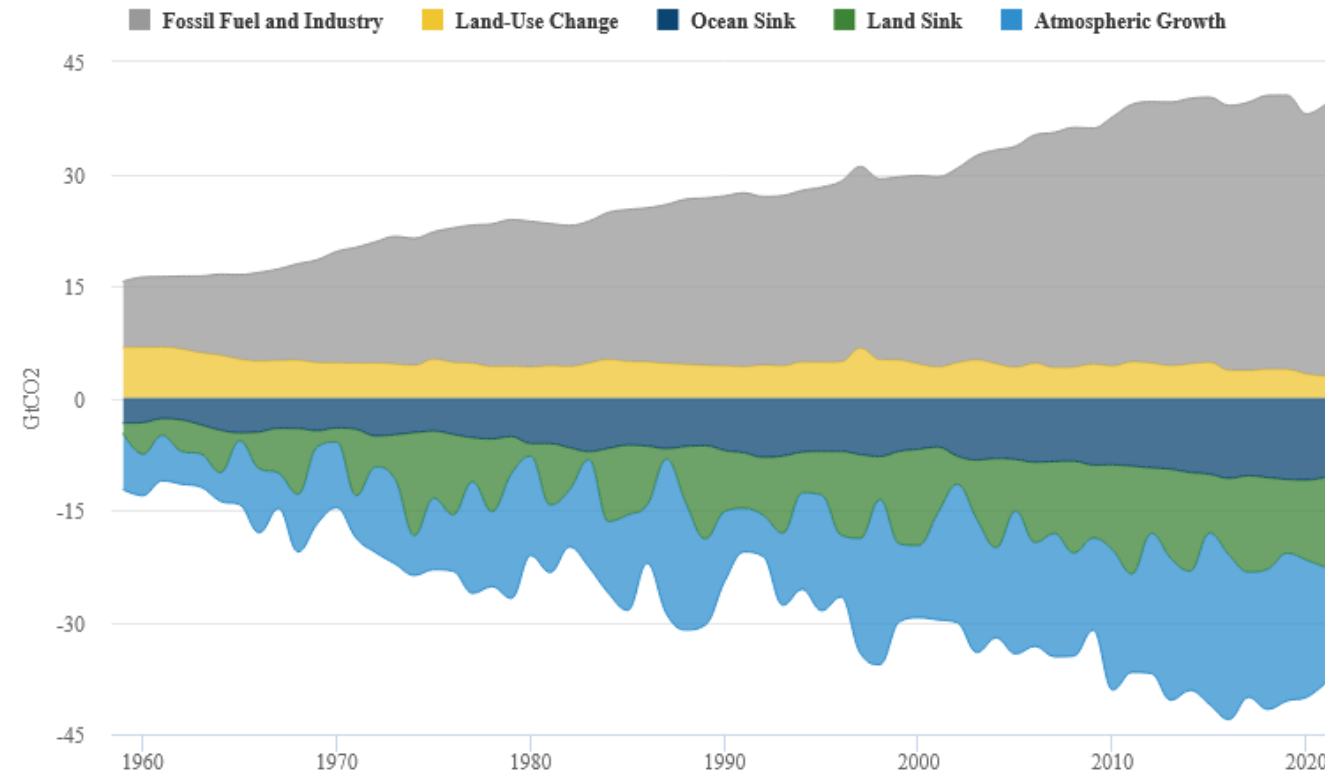
Netto Null

Mio. t CO2    412    375    350    325    287    262    237    212    175    150

24

# Aber : Die Ozeane und die Pflanzen nehmen 55 % des emittierten CO<sub>2</sub> auf

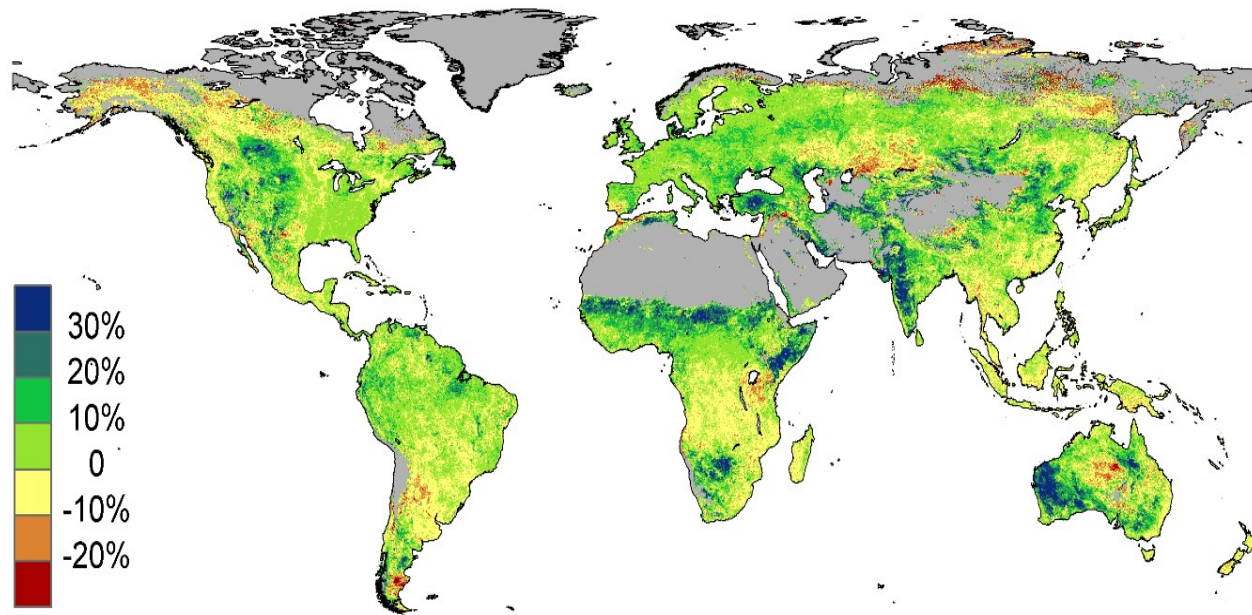
Global Carbon Budget, 1959-2021



Quelle:  
Global Carbon Project



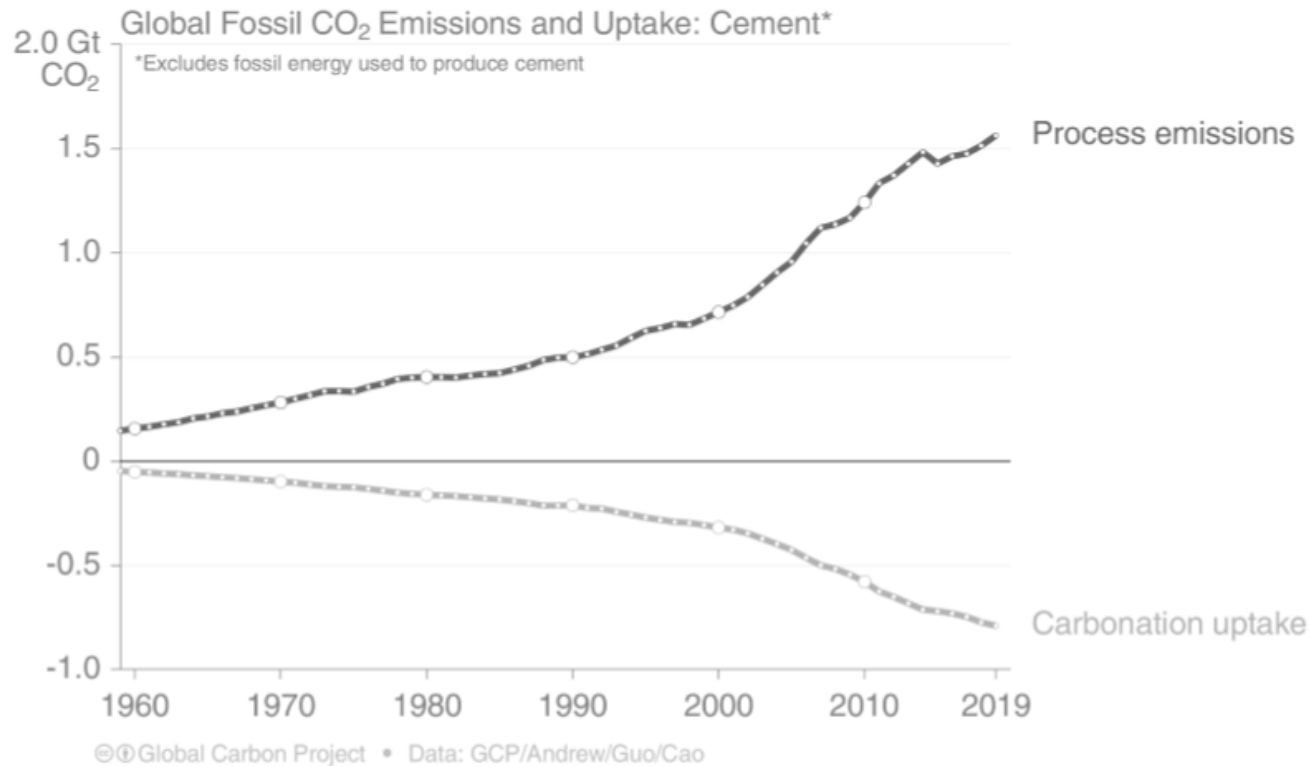
# Die Erde wird grüner



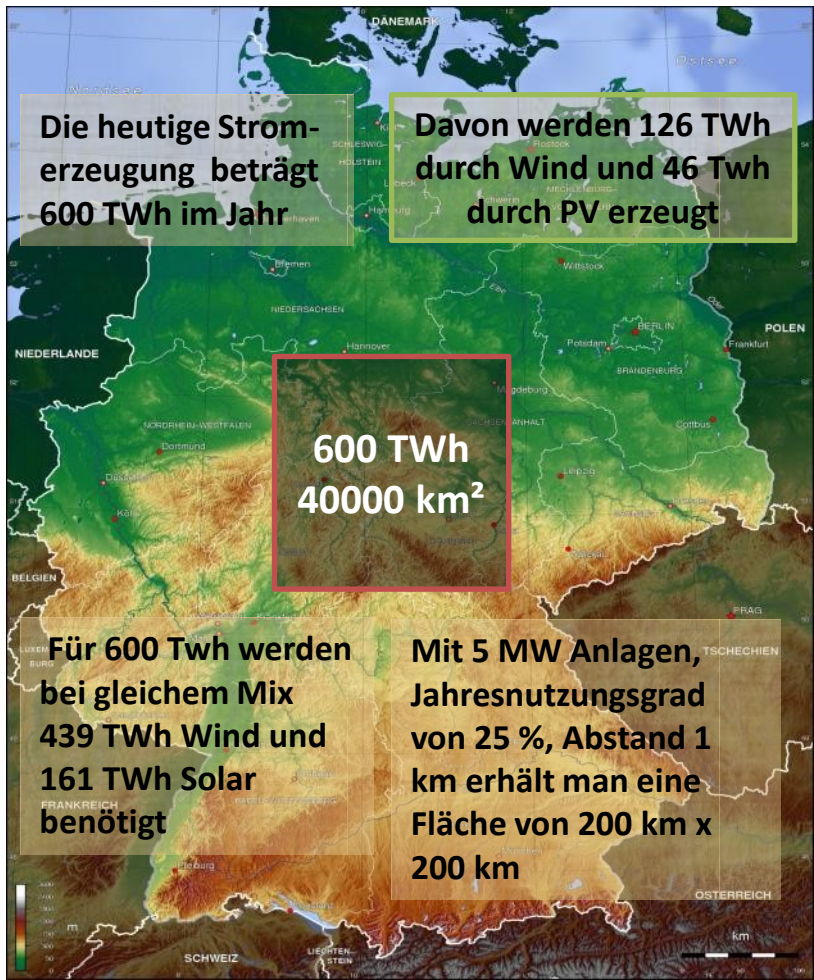
Myneni, Boston University 2016

# Auch wenn es das Bundesverfassungsgericht nicht wissen will: es gibt Senken : Ozeane, Pflanzen und ... Beton

The production of cement results in 'process' emissions of CO<sub>2</sub> from the chemical reaction  
During its lifetime, cement slowly absorbs CO<sub>2</sub> from the atmosphere



Source: [Andrew, 2019](#); [Guo et al 2020](#); [Cao et al 2020](#); [Friedlingstein et al 2020](#); [Global Carbon Budget 2020](#)

A topographic map of Germany and surrounding regions, including Denmark, Poland, Czech Republic, Austria, Switzerland, and Liechtenstein. The map shows elevation with a color scale from green (low) to brown (high). Major cities and regions are labeled. Four text boxes are overlaid on the map, providing statistics and requirements for electricity production.

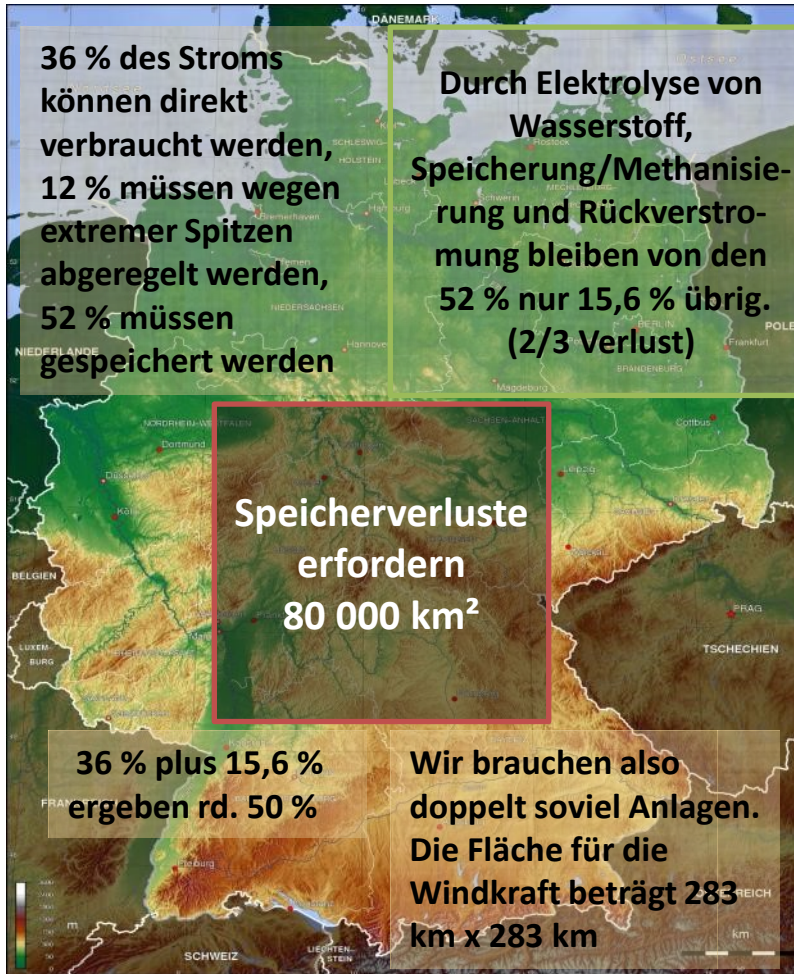
**Die heutige Strom-  
erzeugung beträgt  
600 TWh im Jahr**

**Davon werden 126 TWh  
durch Wind und 46 TWh  
durch PV erzeugt**

**600 TWh  
40000 km<sup>2</sup>**

**Für 600 TWh werden  
bei gleichem Mix  
439 TWh Wind und  
161 TWh Solar  
benötigt**

**Mit 5 MW Anlagen,  
Jahresnutzungsgrad  
von 25 %, Abstand 1  
km erhält man eine  
Fläche von 200 km x  
200 km**



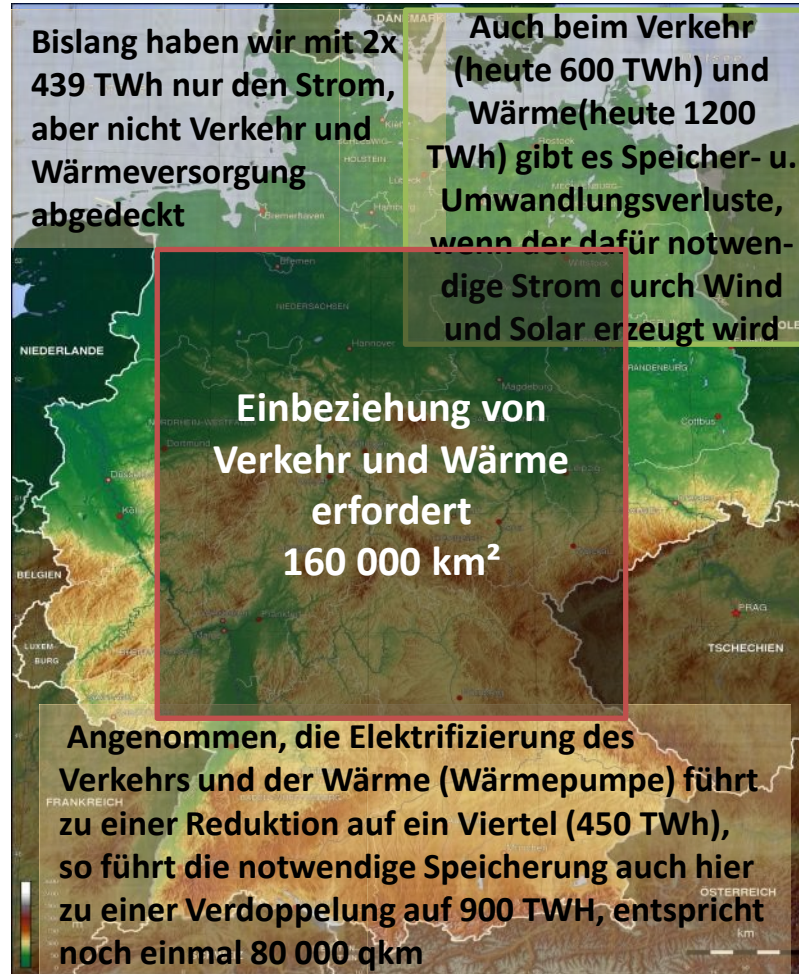


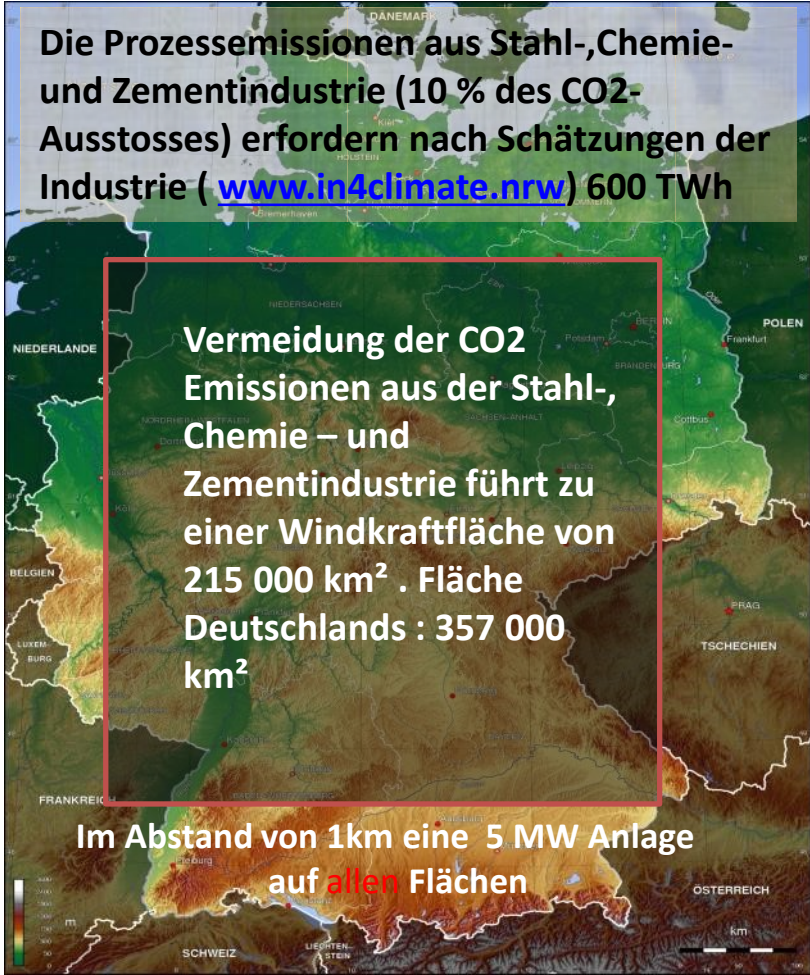
Bislang haben wir mit 2x  
439 TWh nur den Strom,  
aber nicht Verkehr und  
Wärmeversorgung  
abgedeckt

Auch beim Verkehr  
(heute 600 TWh) und  
Wärme (heute 1200  
TWh) gibt es Speicher- u.  
Umwandlungsverluste,  
wenn der dafür notwen-  
dige Strom durch Wind  
und Solar erzeugt wird

Einbeziehung von  
Verkehr und Wärme  
erfordert  
160 000 km<sup>2</sup>

Angenommen, die Elektrifizierung des  
Verkehrs und der Wärme (Wärmepumpe) führt  
zu einer Reduktion auf ein Viertel (450 TWh),  
so führt die notwendige Speicherung auch hier  
zu einer Verdoppelung auf 900 TWh, entspricht  
noch einmal 80 000 qkm



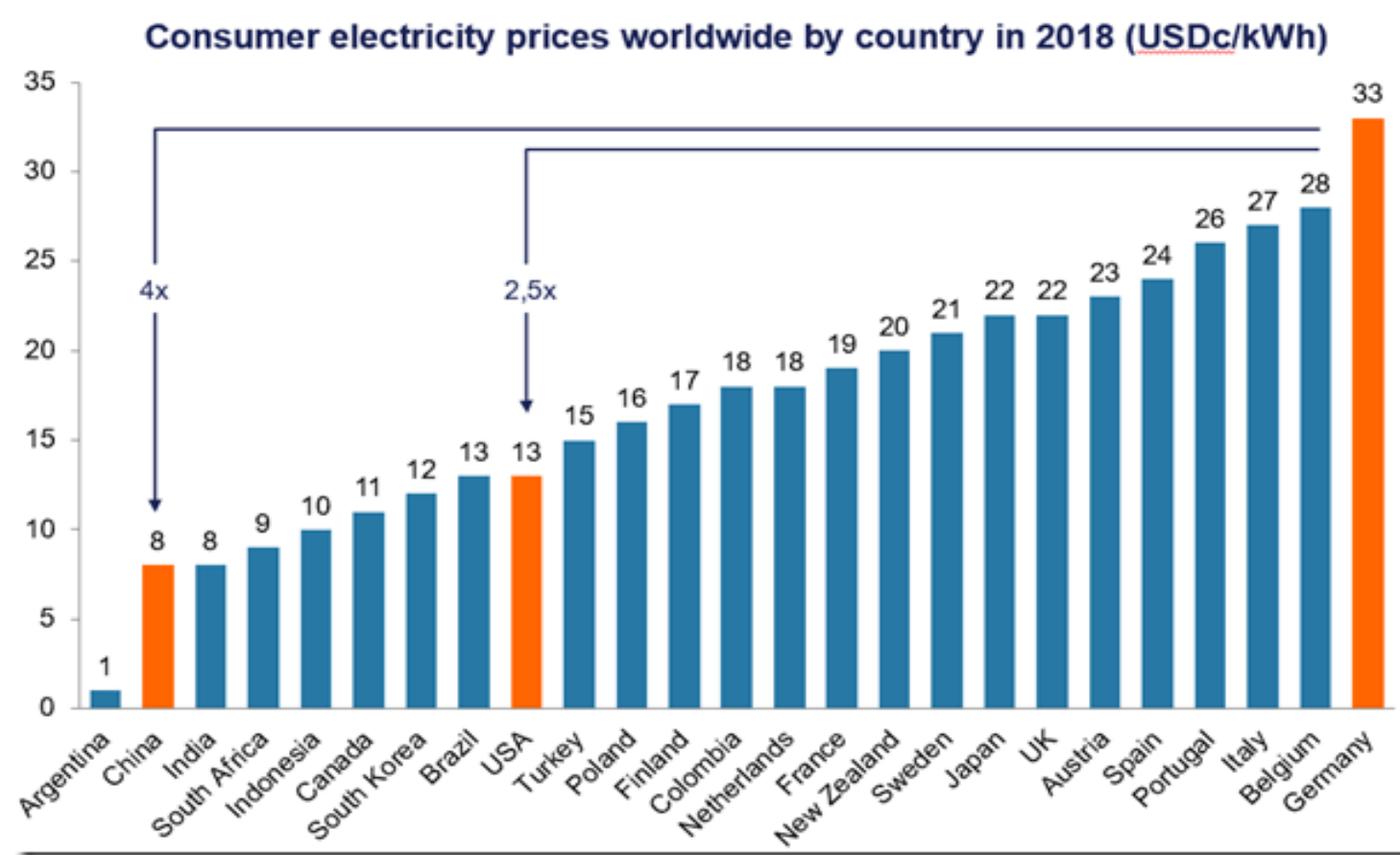


Die Prozessemissionen aus Stahl-, Chemie- und Zementindustrie (10 % des CO<sub>2</sub>-Ausstosses) erfordern nach Schätzungen der Industrie ( [www.in4climate.nrw](http://www.in4climate.nrw)) 600 TWh

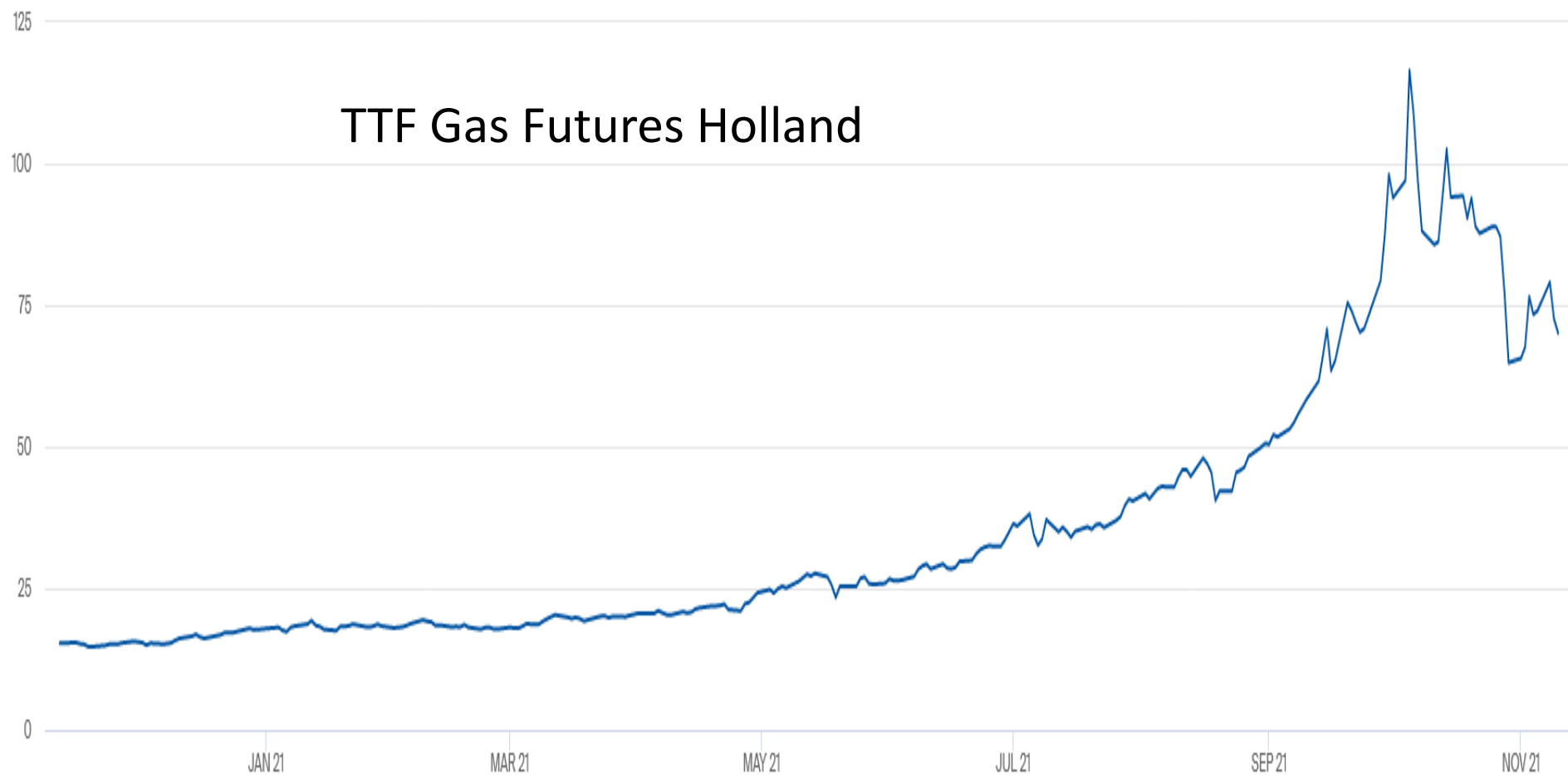
Vermeidung der CO<sub>2</sub> Emissionen aus der Stahl-, Chemie – und Zementindustrie führt zu einer Windkraftfläche von 215 000 km<sup>2</sup> . Fläche Deutschlands : 357 000 km<sup>2</sup>

Im Abstand von 1km eine 5 MW Anlage auf **allen** Flächen

# Deutschland: weltweit höchste Strompreise hinter Ruanda, Mali und Burkina Faso



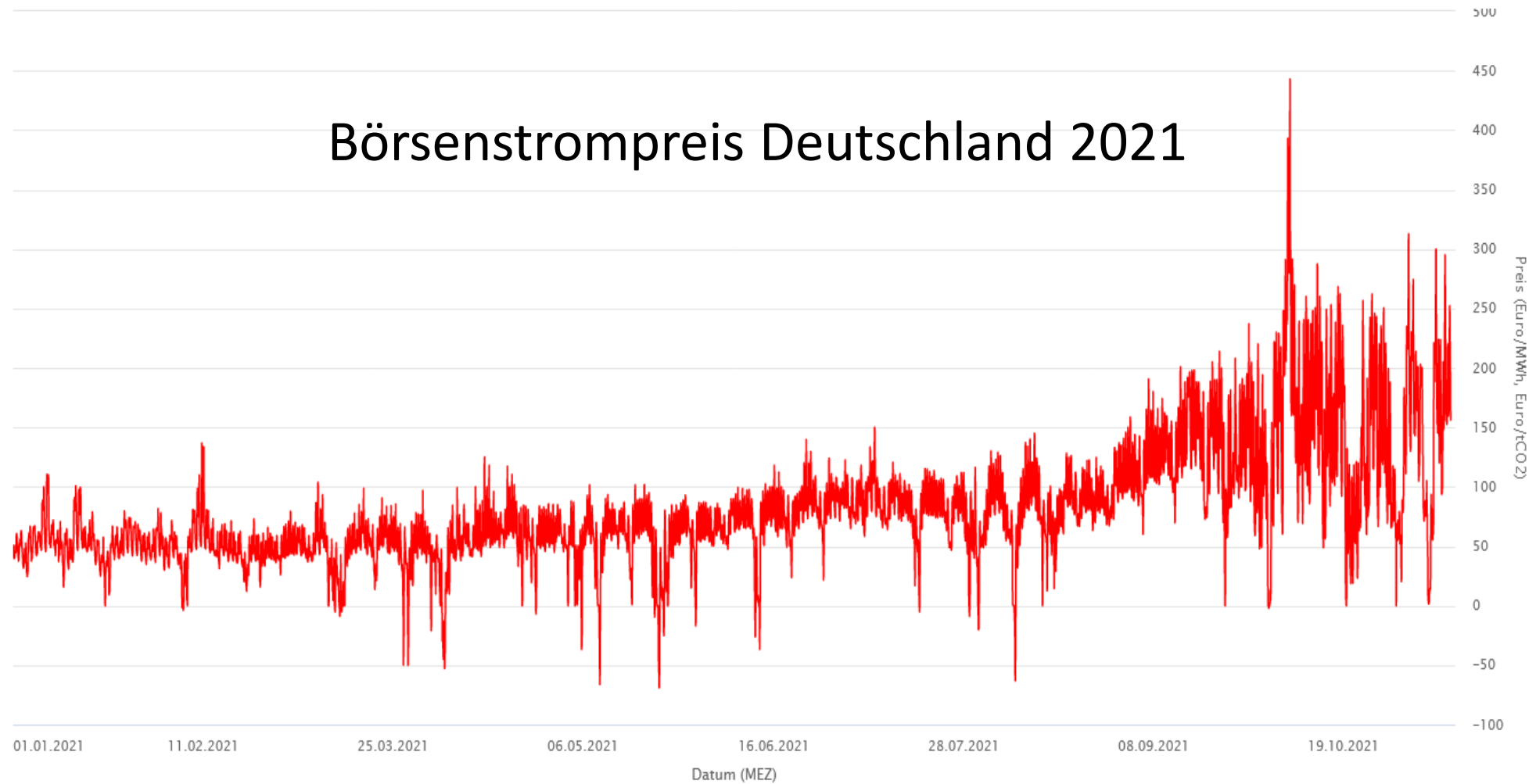
# Die Gaspreise haben sich vervierfacht



ICE Index Dutch TTF Gas Futures

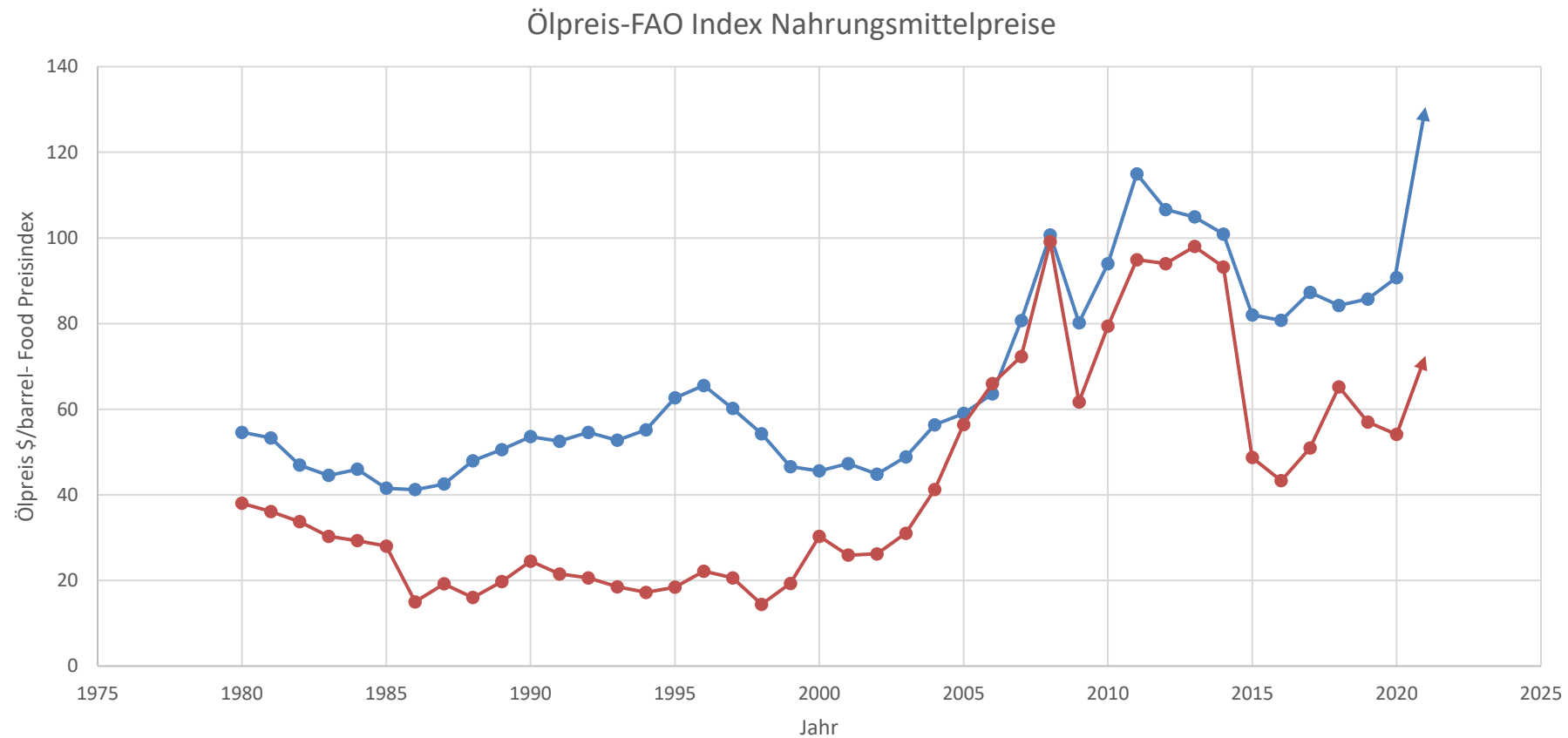


# Die Strompreise haben sich verdreifacht

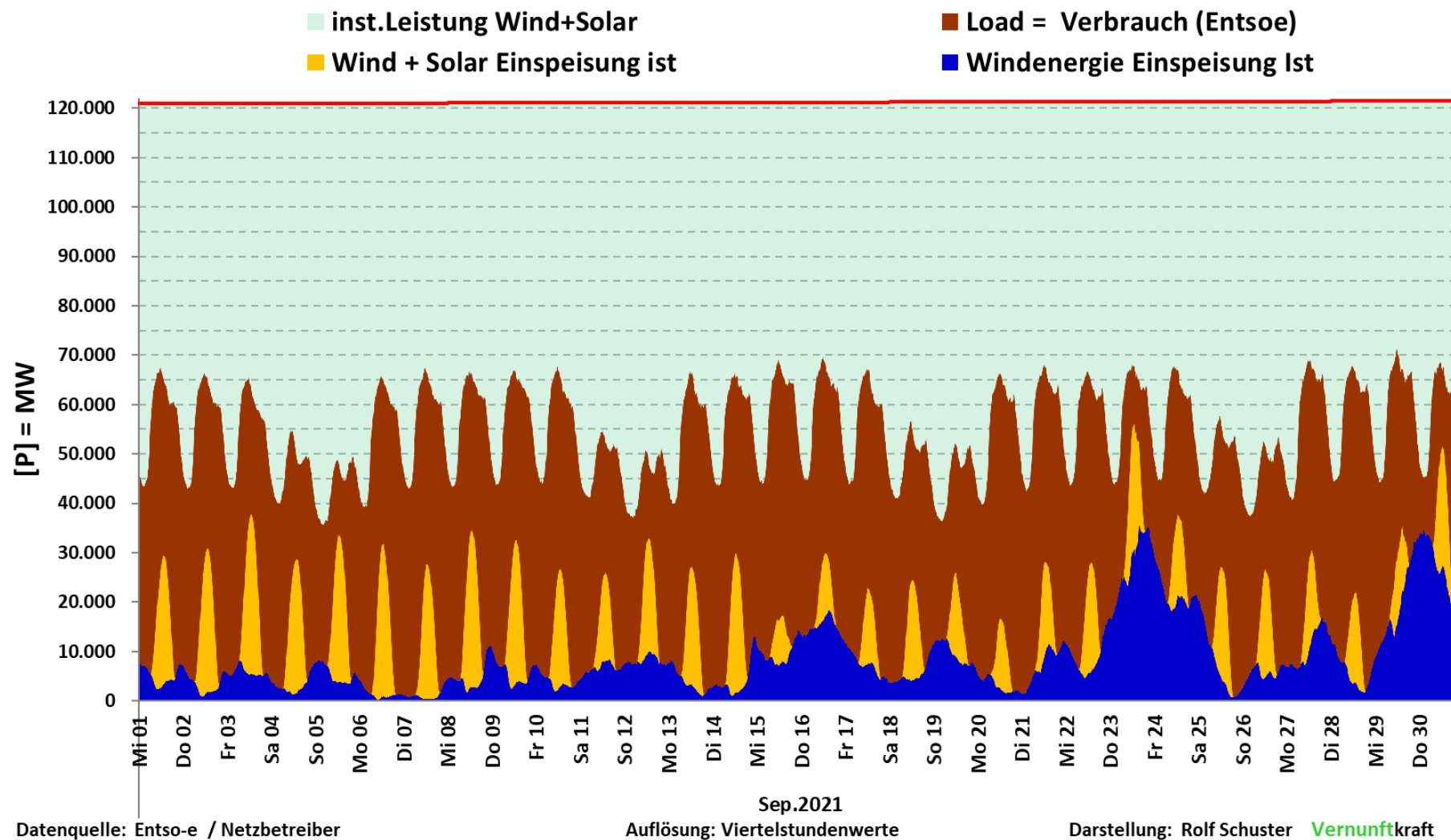


# Nahrungsmittelpreis folgt dem Ölpreis

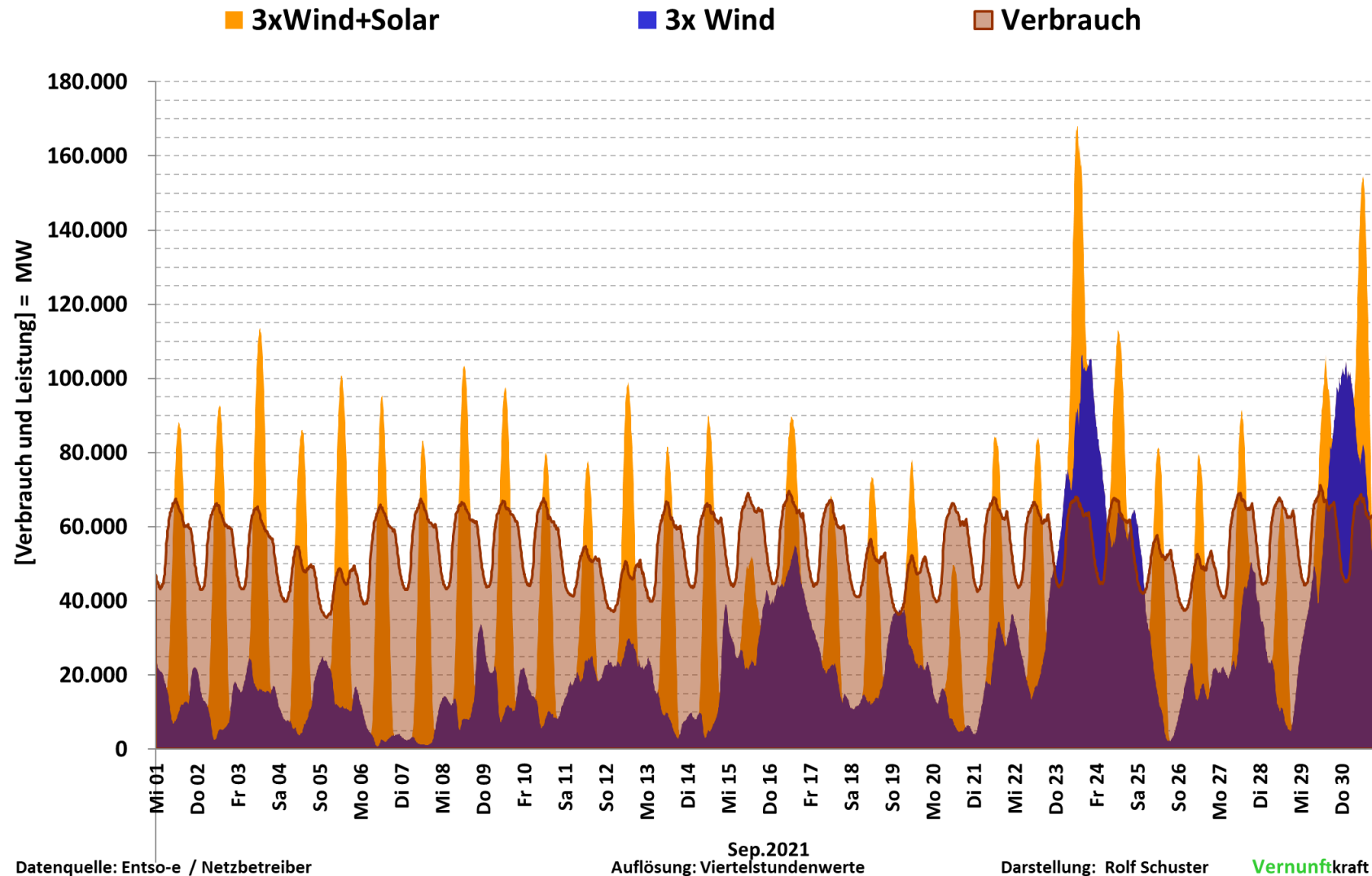
## Private Investitionen in Öl und Gas bleiben aus



# Dunkelflaute : Stromproduktion September 2021



# Verdreifachung von Wind- und Solarkapazität: die Dunkelflaute bleibt bestehen



# Wir brauchen Speicher

- Deutschland verbraucht heute durchschnittlich **1,6 TWh** Strom pro Tag (rd. 600 TWh im Jahr)
- Bis 2050 sollen sowohl Strom, Verkehr und Wärme auf Basis von Wind- und Solarenergie gewonnen werden. Acatech: 1150 TWh (ohne Industrie) : **2,4 TWh** pro Tag
- Dunkelflaute (Windstille im Winter) kann 5-10 Tage andauern.
- Man benötigt also gigantische Speicher , um die Strommenge für 5-10 Tage vorrätig zu haben
- Es gibt drei technische Möglichkeiten
  - Pumpspeicherkraftwerke
  - Batterien
  - Wasserstoff

# Pumpspeicher und Batterien als Speicher

- Deutschland hat heute 0,040 TWh Pumpspeicher. Das EU-Projekt e-storage kommt zum Ergebnis, dass alle zusätzlichen geologischen Speichermöglichkeiten von Österreich bis Norwegen zwischen 2 und 3 TWh Kapazität ergeben: gerade **ein Tag** Deutschlands zukünftigen Strombedarfs.
- 46 Mio. Pkws mit 60 KWh Ladeleistung ergäben 2,4 TWh. Geht man optimistisch davon aus, dass die Hälfte des Stroms in den Batterien angezapft werden kann, reicht das nicht einmal für **einen halben Tag**.

# Stationäre Batterien und Wasserstoff

- Für 10 Tage Flaute läge die Investition (100 €/KWh Lithiumbatterie) **schon heute** bei 2400 Milliarden (Acatech: „völlig unrealistisch und nicht bezahlbar“). Teslas größter Speicher in Südaustralien liefert 129 MWh = 0,00013TWh
- Die einzig technisch mögliche Lösung der Stromspeicherung wäre Wasserstoff durch Elektrolyse von Wasser. Doch in der Kette: Strom zu Wasserstoff – Speicherung- Rückverstromung **verliert man 2/3 der Energie**. Die Kosten heute: ca. 30 -50 €ct/kwh.

# Beispiel Frankfurter Flughafen

Am **Frankfurter Flughafen** wurden in Vor-Corona-Zeiten die Flugzeuge jährlich mit 5,4 Mio. Kubikmeter Kerosin betankt. Der Energiegehalt entspricht 50 TWh. Dafür benötigen wir bei der Herstellung synthetischer Kraftstoffe mindestens 100 TWh Strom – soviel wie heute durch **alle Windkraftanlagen an Land** (105 Twh).



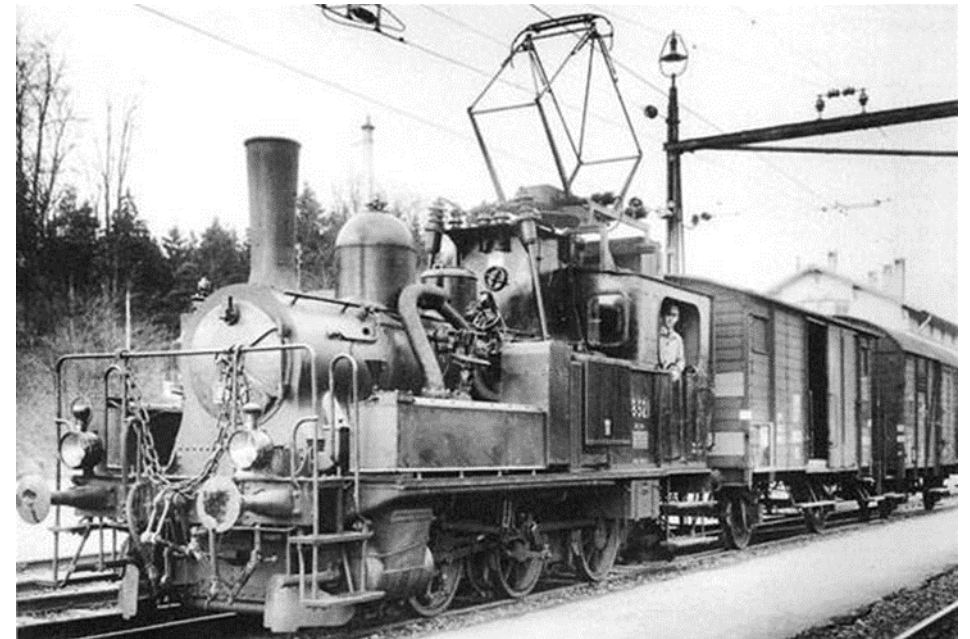


# Die Kosten des Wasserstoffstroms

Heutiger Wind- und Solarstrom kostet ca. 6 €ct/kwh

Wirkungsgrade :	Elektrolyse	70 %
	Verdichtung	90 %
	Speicherung	100 %
	Rückverstromung(Gasturbine)	25 %
	<b>Gesamt</b>	<b>16 %</b>

Kapital und Betriebskosten des Prozesses	12	€ct/kwh
Man benötigt $100/16 = 6,25$ mal soviel Strom	37,5	€ct/kwh
Summe	ca.50	€ct/kwh



Die Schweizer Bundesbahn erhitze in den 40er Jahren Dampflokomotiven mit Strom  
**Wirkungsgrad 10 %**

# Das CO<sub>2</sub>- freie Kohlekraftwerk CCS-carbon capture sequestration

Weltweit gibt es 17 laufende CCS-Projekte (USA, Kanada, Norwegen, Island, China, Indien), die CCS Anlage in Schwarze Pumpe in Deutschland wurde 2014 stillgelegt und anschliessend nach Kanada verkauft



# Keine weitere Abschaltung von Kernkraftwerken

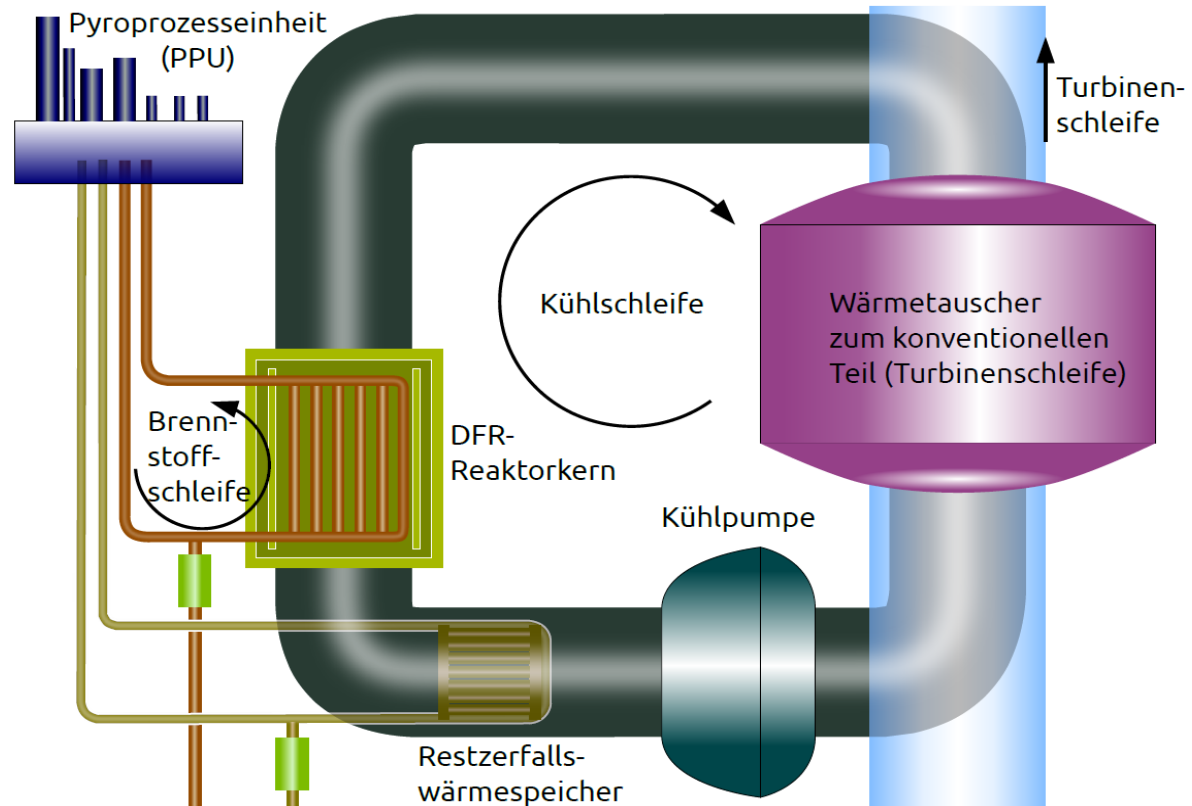


In den nächsten 14 Monaten gehen 6 Kernkraftwerke vom Netz. Sie produzieren 64 TWh Strom, das sind 11 % der deutschen Stromerzeugung - das entspricht rein rechnerisch der Hälfte der Windkapazität an Land. Selbst bei Verdopplung des Zubautempos für Windkraft werden für 15 000 Anlagen 8 Jahre benötigt (2030). Und dann hat man gesicherte Leistung durch Zufallsstrom ersetzt. Man braucht also noch die gleiche Leistung an Gaskraftwerken als backup.

# Die sichere Kernenergie ohne langlebige Rückstände

## Der Dual-Fluid Reaktor

- der DFR erzeugt keinen langlebigen Atommüll, im Gegenteil er baut den bestehenden Atommüll ab
- die Energieeffizienz ist etwa 1000 mal so groß wie bei Stromerzeugungen auf Basis erneuerbaren Energien
- das Kraftwerk ist inhärent sicher
- die Erzeugungskosten für Strom sollen unter 1 €ct pro Kilowattstunde liegen

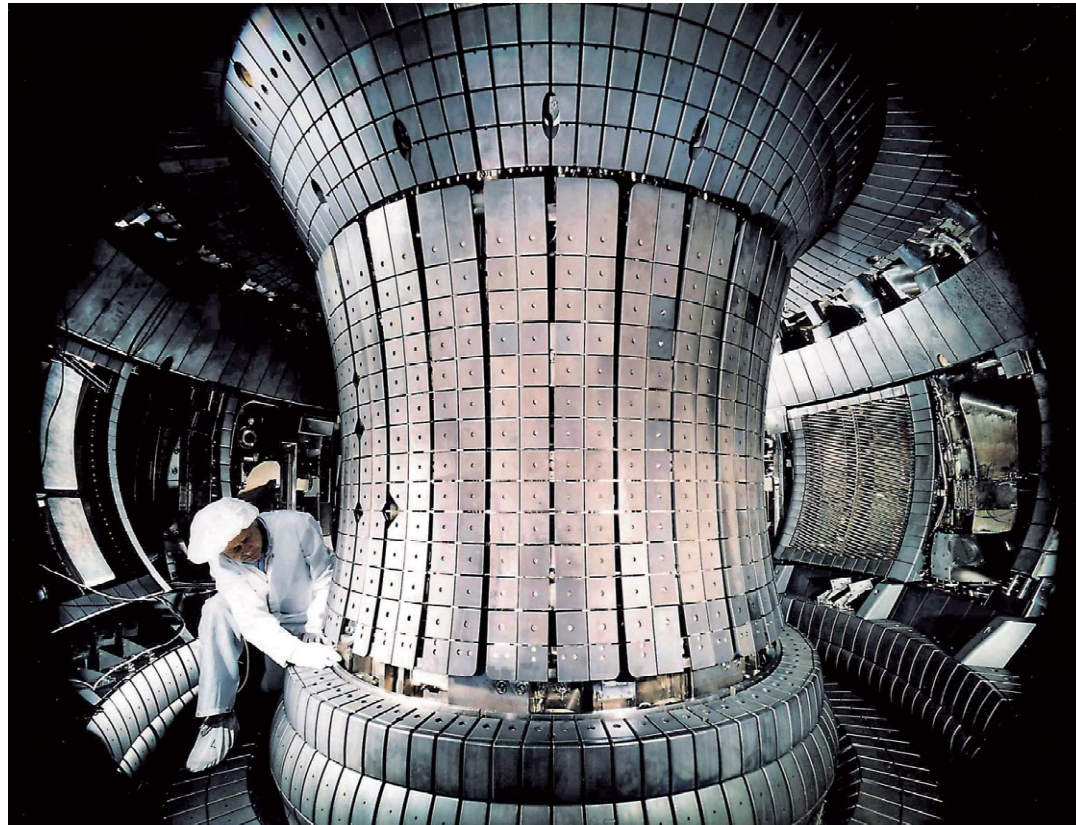


Quelle: IFK Berlin 2019



# Der Fusionsreaktor Iter und 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

# Zusammenfassung

1. Wir müssen den CO<sub>2</sub>-Ausstoss weltweit reduzieren, möglichst ab 2050 um die Hälfte weltweit.
2. Dies wird mit Wind- und Solarenergie allein nicht funktionieren
3. Es ist weder dem Klima noch unserer Gesellschaft gedient, wenn wir durch einen Alleingang Deutschlands Industrie, deren Wertschöpfung und deren Arbeitsplätze verlieren und die Produkte im Ausland mit höheren CO<sub>2</sub> Emissionen erzeugt werden (Carbon leakage)
4. Wir müssen alle Pfade zur Erzeugung CO<sub>2</sub>-freier Energie entwickeln
5. Selbst der IPCC empfiehlt in seinem letzten Bericht AR5, Teil 3, S. 569 (*Achieving deep cuts will require more intensive use of technologies such as **renewable energy, nuclear energy and CCS***. Weiter : *no single mitigation option will be sufficient*. Kernenergie und CCS ist in Deutschland verboten . **Warum folgen wir hier nicht der Wissenschaft ?**
6. In den nächsten 15 Monaten gehen 6 Kernkraftwerke vom Netz. Sie produzieren 64 TWh Strom, das sind 11 % der deutschen Stromerzeugung- das entspricht rein rechnerisch der Hälfte der Windkapazität an Land. Bei Verdopplung des Zubautempos werden 8 Jahre benötigt (2030).
7. Die Gaspreise haben sich auf Grund der wirtschaftlichen Erholung, aber auch auf Grund der Klimapolitik vervierfacht, die Strompreise verdreifacht. Steuern und Abgaben auf Strom und Energie müssen gesenkt werden.



Danke für Ihre Aufmerksamkeit !

Weitere aktuelle Informationen finden Sie auf:

[www.unerwunschte-wahrheiten.de](http://www.unerwunschte-wahrheiten.de),

[kaltesonne.de](http://kaltesonne.de) oder

[vahrenholt.net](http://vahrenholt.net)