

Dipl. Ing. Bruno Lindorfer:

## **KLIMA-NEUTRALITÄT („GREEN DEAL“) der EU bis 2050, im speziellen für das größte Industrieland der EU, Deutschland**

*Untertitel: Einige bekannte, aber viele kaum bekannte Punkte!*

### **1 GREEN DEAL der EU / Deutsche ENERGIE-WENDE**

Die **Europäische Kommission (EC)** hat unter der Präsidentschaft von **Ursula von der Leyen** ein entsprechendes **GREEN DEAL**-Gesetz (Europäisches Klimagesetz) am **4. März 2020** vorgestellt und in weiterer Folge beschlossen, mit dem Ziel, **bis 2050** in der Europäischen Union die Netto-Emissionen von Treibhausgasen auf null zu reduzieren und somit als erster Kontinent **2050 klima-neutral** zu werden.

Am 17. September 2020 kündigte die EC an, das vorgesehene Reduktionsziel auf 55 % der Treibhausgasemissionen von 1990 zu verschärfen.

Am 14. Juli 2021 wurde von der EC ein entsprechendes Paket "**Fit for 55**" mit neuen Richtlinien und Verordnungen der Europäischen Kommission zur Klimapolitik der Europäischen Union vorgestellt. Mit ihm soll das im European **GREEN DEAL** verankerte Ziel, den Ausstoß von Treibhausgasen in der EU bis 2030 um mindestens 55 Prozent gegenüber dem Ausstoß 1990 zu reduzieren und Europa bis 2050 **klima-neutral** zu machen, erreicht werden.

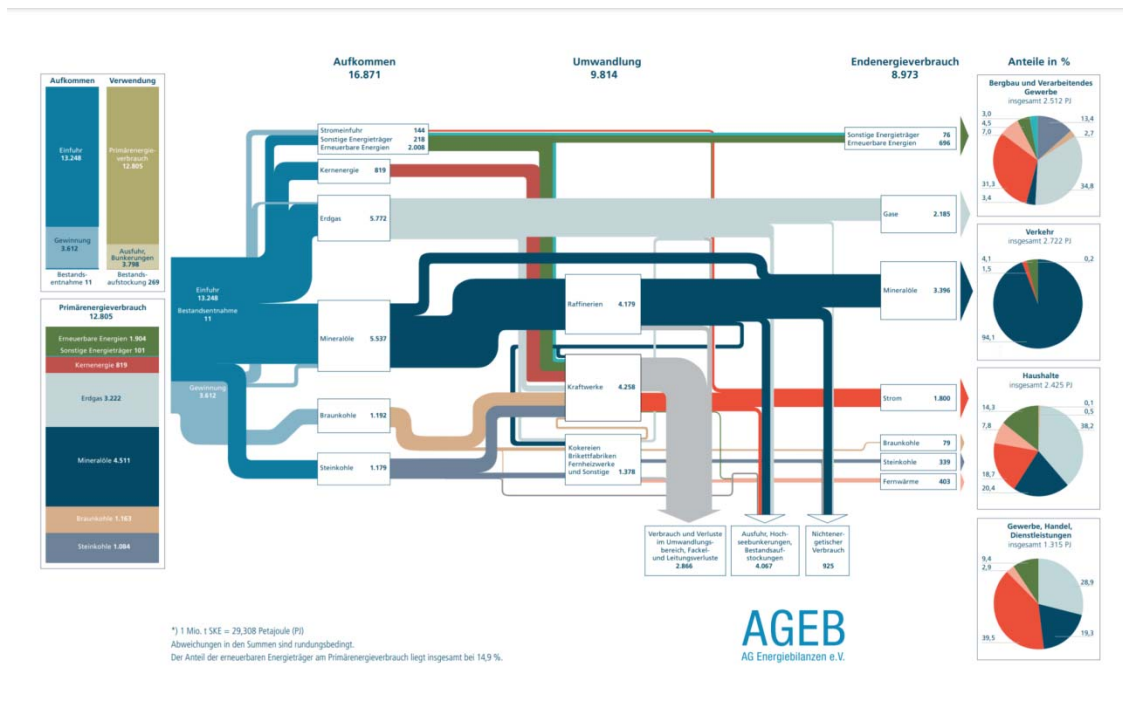
**Der mit Abstand größte CO<sub>2</sub>-Emittent weltweit, in der EU und in Deutschland sind fossile Kraftwerke (Kohlestrom).** Kohlestrom macht weltweit ca. 55% der gesamten weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen aus, die Abgase aller PKWs machen „nur“ ca. 14% der weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Deutschland investiert seit ca. 20 Jahren stark in sog. renewable Stromerzeugung (Windkraft und Photovoltaik (PV)).

#### **1.1 Energieverbrauch Deutschland 2019**

Die sog. Deutsche **ENERGIE-WENDE** ist aber bisher in Wahrheit keine **ENERGIE-WENDE**, sondern nur eine **STROM-WENDE**. Strom macht aber nur ca. 20% des gesamten deutschen Energieverbrauches aus, 80% sind fossile Energieträger (Kohle, Öl, Erdgas) für Industrie, Prozesswärme und Heizen, fossile Kraftstoffe für Mobilität (PKW, LKW, Schiff, Flugzeug) etc., siehe **Abbildung 1** sowie **Tabelle 1**.

Da der Wind nicht immer dann zuverlässig bläst und die Sonne (im Winter) nicht immer dann scheint, wenn viel Strom gebraucht wird, braucht man bei einem hohen Anteil an **nicht grundlast-fähigem, renewablen Strom sehr große Stromspeicher.**



**Abbildung 1: Energieflussbild Deutschland 2019 (Source: AGEb)**

Endenergieverbrauch Deutschland 2019 (AGEb)	absolutely in PETAJoule (PJ)	absolutely in TWh	in %
Renewable	696	193	7,7%
Natural Gas	2185	607	24,3%
Mineral Oil	3396	943	37,8%
Electricity	1800	500	20,0%
Coal and others	896	249	10,2%
<b>TOTAL</b>	<b>8973</b>	<b>2494</b>	<b>100,0%</b>

**Tabelle 1: Endenergieverbrauch Deutschland 2019 (Source: AGEb)**

Da elektrischer Strom in den notwendigen, gigantischen Dimensionen im zumindest 10 TWh-Maßstab nicht kostengünstig speicherbar ist, setzt Deutschland als sog. „Übergangs-Technologie“ auf **Gaskraftwerke**.

## 1.2 Teufel mit „Belzebug“ austreiben (Methan statt Kohle)

**Gaskraftwerke** verbrennen **Erdgas**.

**Erdgas** besteht immer zu mehr als 95% aus **Methan (CH<sub>4</sub>)**.

**Der Treibhauseffekt von Methan (GWP Greenhouse Warming Potential) ist ca. 25-fach höher als der von CO<sub>2</sub>** und außerdem ist der Treibhauseffekt von CO<sub>2</sub> durch die gigantisch hohe Anzahl von CO<sub>2</sub>-Molekülen in der Atmosphäre von 1.1x10<sup>22</sup> Molekülen CO<sub>2</sub> bereits in hohem Masse gesättigt, der Treibhauseffekt von Methan ist aber nicht gesättigt.

Methan ist also für die Erderwärmung durch den Treibhauseffekt wesentlich gefährlicher, als CO<sub>2</sub>.

Allerdings sind derzeit die Mengen der anthropogenen Emissionen von CO<sub>2</sub> um mehrere Größenordnungen größer als jene von Methan.

Bei jedem Gaskraftwerk entstehen aber Leckagen von Methan. Wenn also künftig viele Gaskraftwerke gebaut werden, erhöhen sich auch die Methan- Emissionen substantiell.

Man treibt also bei Umstellung von Kohle auf Gaskraftwerke Teufel mit Belzeubub aus (Methan statt CO<sub>2</sub>).

### 1.3 ENERGIE - Wichtiger Faktor für die Wettbewerbsfähigkeit jedes Wirtschaftsstandortes

**Die verlässliche Verfügbarkeit von Energie zu global wettbewerbsfähigen Preisen ist einer der wichtigsten Schlüssel für die Wettbewerbsfähigkeit jedes Wirtschaftsstandortes.**

Insofern wundert es mich als Ingenieur, dass offenbar viele Wirtschaftspolitiker in der EU davon ausgehen, dass der **GREEN DEAL** bis 2050 eine gemähte Wiese ist.

**Das ist er definitiv NICHT!**

Für Industrienationen - wie Deutschland - wird der **GREEN DEAL** extrem schwierig und teuer, wie ich versuche in diesem Dokument auszuführen.

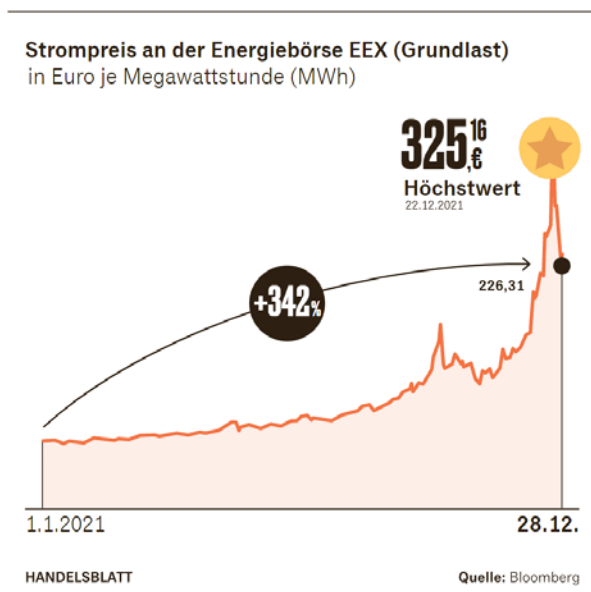
Ich meine, der **GREEN DEAL** ist bis 2050 aus vielen guten Gründen kaum schaff-bar!

Man sieht ja derzeit, dass schon „kleine“ Probleme wie z.B., dass Russland seit Mitte 2021 an die EU nur die Gasmengen lt. Vertrag liefert, aber nicht mehr, gemeinsam mit einem moderaten Anspringen der post-Corona Konjunktur, zu massiven Problemen in der EU führen.

Der Gaspreis und der Strompreis sind im Jahr 2021 **DRAMATISCH um +325%** gestiegen (siehe **Abbildung 2**).

Unternehmen in den USA haben das relativ billige US-Fracking-Gas und zahlen nur ca. 1/3 des Gaspreises im Vergleiche zu den Unternehmen in der EU.

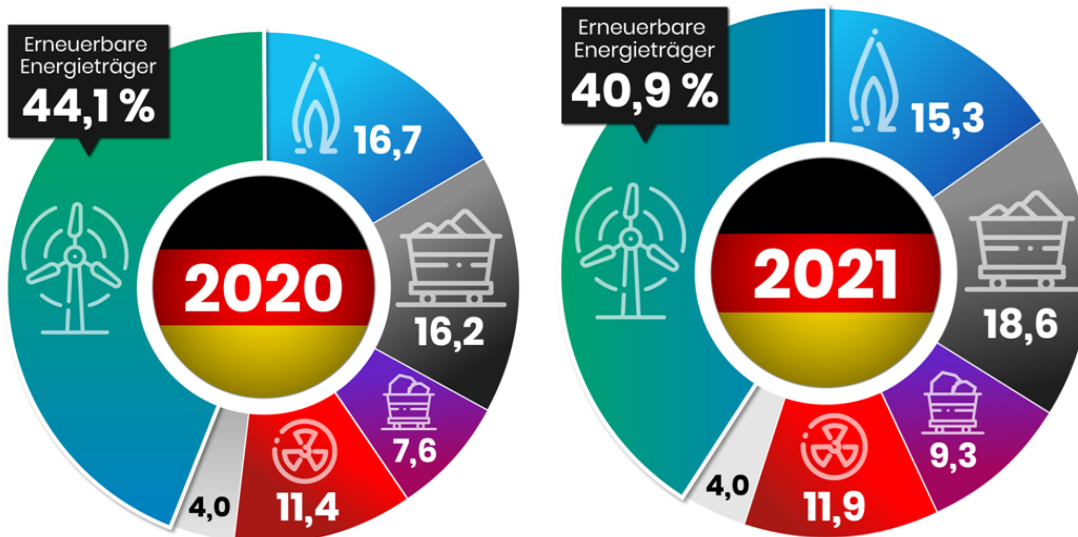
Die EU verspielt gerade eine wichtige Komponente der Wettbewerbsfähigkeit der EU.



**Abbildung 2: Strompreis in der EU: Jänner bis Dezember 2021**

Fakt ist jedenfalls, dass Renewabler Strom in Deutschland mit einem Marktanteil von nur 40,9% im Jahr 2021 verloren hat gegenüber 44,1% in 2020 - siehe **Abbildung 3**. Der große Gewinner 2021 war Braunkohle und Steinkohle, die jeweils ca. 2% Marktanteil an der Stromerzeugung dazugewonnen haben, und zwar nicht aus Jux und Tollerei, sondern weil eine stabile Stromversorgung nach Abschaltung einiger deutscher Kernkraftwerke gar nicht anders aufrecht zu halten ist.

Erneuerbare Erdgas Braunkohle Steinkohle  
Kernenergie Sonstige konv. Energieträger



**Abbildung 3:** Anteil der Energieträger an der Stromerzeugung in Deutschland im Jahresvergleich, in Prozent (Quelle: BDEW)

#### 1.4 ENERGIE, EXERGIE versus ANERGIE

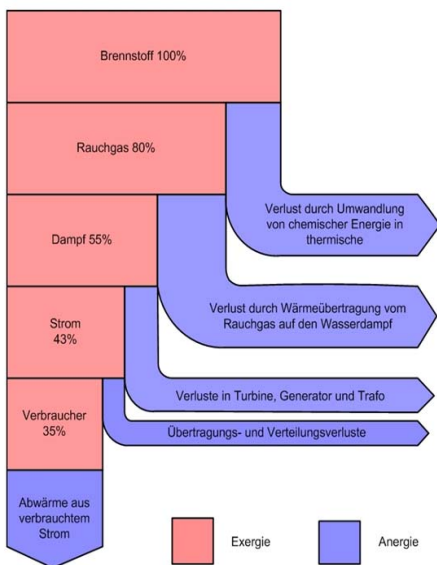
Entscheidend beim Thema **ENERGIE** sind, was viele leider nicht wissen, die **EXERGIE**-Flussdiagramme und die bestmögliche Nutzung der **EXERGIE**.

Heutzutage reden (leider) sehr viele Personen (Politiker, Medien Fridays-for-Future, etc.) über das Thema **ENERGIE**, die nicht einmal den Unterschied zwischen „technischer Arbeit“ und „Leistung“ verstehen (d. h. den Unterschied zwischen „kWh“ und „KW“)

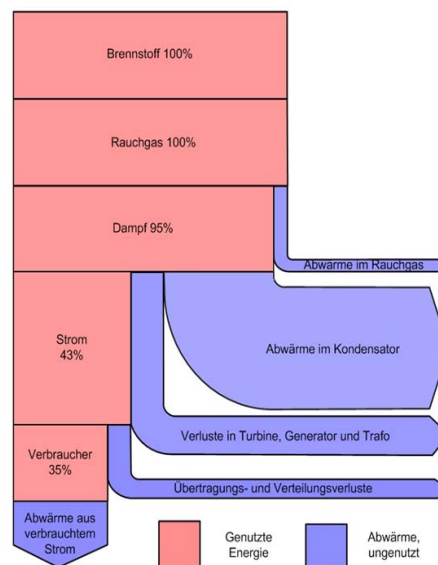
Um zum Thema **ENERGIE** sinnvolle Konzepte und Energiepolitik machen zu können, MUSS man aber zumindest den **1. und 2. Hauptsatz der Thermodynamik** wirklich verstehen.

- Technisch-physikalisch ist es Unsinn von „Energieverbrauch“ bzw. „Energievernichtung“ zu reden.
- Energie kann nach dem Energieerhaltungssatz der Physik weder verbraucht noch „vernichtet“ werden.
- Das Einzige, was verbraucht bzw. „vernichtet“ werden kann, ist **EXERGIE** (siehe Flussdiagramm **Abbildung 4**)
- Nach den Gesetzen der Thermodynamik besteht **ENERGIE** aus **EXERGIE** und **ANERGIE**.
- **EXERGIE** ist der wertvolle Energieanteil, der in jede andere Energieform umgewandelt werden kann (z. B. elektrischer Strom). **ANERGIE** ist minderwertige Energie, z. B. Niedertemperaturwärme, die nur zu einem sehr kleinen Teil in andere Energieform umgewandelt werden kann.

## Exergieflussbild



## Energieflussbild



**Abbildung 4:** Quelle: WIKIPEDIA: Vereinfachtes **Exergie-** und **Energie-**Flussbild der Stromerzeugung und aus einem Dampfkraftwerk

## 2 Bedarf an Renewablen Strom in Deutschland bis 2050

### 2.1 STROMWENDE - ENERGIEWENDE - DEKARBONISIERUNG in Deutschland

Der ehemalige deutsche Wirtschaftsminister Altmaier hat bis ca. 2019 gesagt, dass der Stromverbrauch in Deutschland als Folge des „**GREEN DEALS**“ bis 2050 nicht stark steigen wird.

Erst im letzten Jahr seiner Amtszeit (d.h. 2021) musste Altmaier einräumen, was die Experten seit Jahren sagen, nämlich, **dass der Stromverbrauch in Deutschland als Folge des „GREEN DEALS“ bis 2050 STARK steigen wird.**

Der Stromverbrauch in Deutschland war im Zeitraum 2008 bis 2019 relativ stabil bei **ca. 600 TWh p.a.** (Tera-Watt-Stunden) p.a. (= 600 x 10 hoch 12 Wh)

Im Corona-Jahr 2020 war der Stromverbrauch etwas niedriger und betrug ca. 550 TWh.

Die Stromerzeugung soll in Deutschland bis 2035 auf 100% „**Renewable**“ umgestellt werden, davon ca. 65% aus **Windkraft**, der Rest (35%) auf PV und andere „Renewables“ (Deutschland hat relativ wenig Sonnenstunden).

Deutschland hat bereits per 31.12.2021 etliche Kernkraftwerke abgeschaltet hat geplant im Rahmen der ENERGIE-WENDE, Ende 2035 das letzte Kohlekraftwerk abzuschalten.

Die Ampel-Koalition die Deutschland seit November 2021 im Amt ist, beabsichtigt den Kohleausstieg von 2035 auf 2030 vorzuverlegen.

Spätestens ab 2035 soll also die gesamte Stromerzeugung in Deutschland zu 100% aus Renewables kommen.

**Bis 2050 sollen aber auch die gesamte Wirtschaft und Industrie und auch die Privaten Energie-Verbraucher „DE-KARBONISIERT“, also „KLIMA-NEUTRAL“ sein.**

Dadurch ergibt sich ein großer zusätzlicher Bedarf an erneuerbarem Strom, z.B. für die Umstellung der gesamten, deutschen Stahlindustrie von der Hochofenroute (Koks) auf erneuerbaren Wasserstoff, für die Umstellung aller fossilen Heizungen auf Wärmepumpen mit erneuerbarem Strom etc.

## 2.2 Elektro-technische Bedenken gegen 100% Erneuerbare Strom

Nach Ansicht vieler Elektrotechnik-Ingenieure braucht jedes (Industrie-)Land einen gewissen Anteil an sog. grundlast-fähiger Stromerzeugung, d.h. einer Stromerzeugung, die jederzeit Strom produzieren kann, auch wenn kein Wind bläst und keine Sonne scheint. Windstrom und Solarstrom (PV) sind NICHT „grundlast-fähig“.

Dampfkraftwerke (Kohlekraftwerke, Kernkraftwerke und Gaskraftwerke) haben alle Turbinen mit großen, schweren Rotoren. Diese schweren Rotoren stabilisieren mit Ihrer großen Massenträgheit die Frequenz im Stromnetz (diese muss immer sehr exakt auf 50 Hz geregelt werden). Nach Ansicht vieler Elektrotechnik-Ingenieure braucht jedes Stromnetz einen gewissen Anteil an großen, schweren Rotoren, um die Netzfrequenz stabil zu halten.

## 2.3 Studien zum Bedarf an Erneuerbarem Strom bis 2035 / 2050

Es gibt eine Vielzahl von Studien zum Bedarf an Erneuerbarem Strom in Deutschland bei 2035 / 2050.

Beispielhaft sind nachstehend die Prognosen von **AGORA** sowie der **deutschen Akademie der Wissenschaften** aufgelistet.

AGORA prognostiziert für 2050 einen Strombedarf von ca. 620 TWh, die Akademie von ca. 1000 TWh.

Ich komme auf deutlich höhere Werte von ca. 1400 TWh (+/- 20%) im Jahr 2050, also mehr als das Doppelte von AGORA (außer die deutsche Wirtschaft bricht bis 2050 total zusammen, was nicht zu wünschen ist.)

Meines Erachtens sind in den meisten deutschen Studien die Zahlen extrem optimistisch, d.h. geschönt dargestellt. Insbesondere wird in den meisten Studien der Bedarf der CO<sub>2</sub>-intensiven Industrien, z.B. der Stahlindustrie, massiv unterschätzt.

Die von AGORA für 2050 prognostizierten ca. 620 TWh halte ich für viel zu wenig.

	<i>Agora Energiewende</i>	<i>Akademie der Wissenschaften</i>
<i>Prognostizierter Strombedarf</i>	620 Terrawattstunden	1000 Terrawattstunden
<i>Benötigte installierte Windkraftleistung</i>	130 Gigawatt	225 Gigawatt <sup>12</sup>
<i>Bis 2050 zusätzlich benötigte WEA á 3,5 MW zirka</i>	7.000	35.000
<i>Insgesamt benötigte Anzahl von Windenergieanlagen</i>	37.000	65.000

**Tabelle 2:** Übersicht Studien-Vergleich, Prognosen für 2050  
Source: Deutsches Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende (KNE)

## 2.4 Eigene, grobe Abschätzung dieses Bedarfes an renewablen Strom in Deutschland als Folge des GREEN DEALS im Jahr 2050 (bzw. 2035):

<b>Bedarfes an renewablen Strom in Deutschland 2050 bzw. 2035 (alle Werte grobe Schätzwerte)</b>	Bis 2035 [TWh]	Bis 2050 [TWh]
Zusätzlicher Strombedarf durch organisches Wachstum des konventionellen Stromverbrauches (ca. 600 TWh im Jahr 2021) z.B. durch stark steigendes Mobile Computing, stark steigender Stromverbrauch von Datacentern. Organisches Wachstum angenommen mit ca. +1% p.a. bis 2050	+ 80 TWh	+ 190 TWh
Umstellung aller Verbrenner PKW auf e-Autos mit Renewablem Strom (vom Bestand ca. 50% bis 2035)	+ 50 TWh	+ 100 TWh
Umstellung aller fossilen Heizungen auf Wärmepumpen mit Renewablem Strom (ca. +200 TWh bis 2050, davon 30% bis 2035)	+ 60 TWh	+ 200 TWh
Umstellung der chemischen Industrie von Fossilen auf Renewable Wasserstoff (ca. +100 TWh, davon 20% bis 2035)	+ 20 TWh	+ 100 TWh
Umstellung der deutschen Stahlindustrie von Kokskohle auf Renewable Wasserstoff (ca. +110 TWh, davon 20% bis 2035)	+ 20 TWh	+ 110 TWh
Umstellung der deutschen Zementindustrie und anderer CO2-intensiver Industrien von Fossilen auf Renewable Wasserstoff Kokskohle auf Renewable Strom bzw. Wasserstoff (ca. +100 TWh, davon 20% bis 2035)	+ 20 TWh	+ 100 TWh
<b>Summe ZUSÄTZLICHER Strombedarf ab 2022</b>	<b>+250 TWh</b>	<b>+ 800 TWh</b>
Stromverbrauch bisher. d.h. im Jahr 2021	600 TWh	600 TWh
<b>Gesamtsumme Strombedarf Deutschland 2035</b>	<b>850 TWh</b>	<b>1400 TWh</b>

Für den Bedarf an renewablen Strom in Deutschland im Jahr 2050 ergibt sich also als grober Schätzwert ca. 1400 TWh p.a., davon ca. 900 TWh (65%) aus Windkraft und ca. 500 TWh aus PV und anderen Renewables.

Diese 1400 TWh p.a. sind das 2,3 fache des Stromverbrauches in Deutschland im Jahr 2021 (600 TWh).

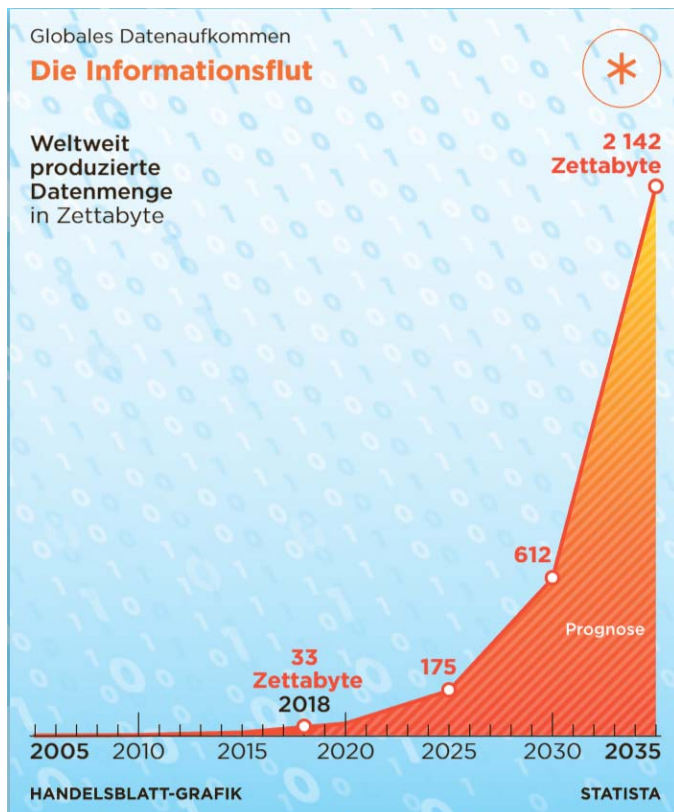
Den Bedarf für das Jahr 2035 schätze ich grob mit ca. 850 TWh ab, wobei auch diese 850 TWh zu 100% renewabler Strom sein muss, da 2035 in Deutschland das letzte Kohlekraftwerk abgeschaltet werden soll (ev. schon 2030).

Diese Zahlen sind mit schätzungsweise +/-20% Unsicherheit behaftet, insbesondere abhängig von der Konjunktur der deutschen Wirtschaft:

Ist die Konjunktur gut, werden die Werte höher, ist die Konjunktur schwach, niedriger.

## 2.5 Stark steigender Stromverbrauch durch stark steigendes Mobile Computing sowie den stark steigender Stromverbrauch von Datacentern

Nach einem Bericht im HANDELSBLATT wird das mobile Datenstreaming bis 2040 **EXPLODIEREN** auf ca. 2142 Zetta-Byte im Jahr 2035 (=2142x10<sup>21</sup> Byte) und einen gigantischen Zuwachs beim Stromverbrauch nach sich ziehen!



**Abbildung 5: Explosion der globalen Datenmenge ab ca. 2030**

Source: HANDELSBLATT, 16. Mai 2019

## 2.6 Windräder

**Ca. 65% der Renewables Stromerzeugung sollen in Deutschland 2050 aus Windkraft kommen, d. h. ca. 900 TWh Windenergie im Jahr 2050.**

Windräder erreichen an windstarken on-shore Standorten nur ca. 2500 Vollast-Stunden im Jahr, an windstarken off-shore Standorten bis zu 5000 Vollast-Stunden im Jahr.

Windräder sind außerdem, das wissen viele nicht, relativ reparaturanfällig, viel reparaturanfälliger, als Wasserturbinen, und Windräder sind schwer zu reparieren (man braucht einen 200 m hohen Kran oder Schwerlast-Hubschrauber off-shore).

### 2.6.1 Technische Daten sehr großer Windräder der 5000 kW (= 5 MW) Klasse:

Nennleistung:	5.000 kW
Rotor-Durchmesser:	ca. 126,0 m
Rotor Nabenhöhe:	ca. 135 m
Maximale Höhe Flügelspitze:	ca. 200 m (Zum Vergleich: Der Kölner Dom ist 157 m hoch).
Rotorgewicht:	ca. 364,0 t
Gondelgewicht:	ca. 348,0 t
Turmgewicht	bis zu 2.500,0 Tonnen Stahlbeton und Grobblech, abhängig von der Konstruktion
Fundament:	ca. 2000 - 3000 Tonnen Beton

**Bei der Annahme on-shore Standort und ca. 2500 Vollaststunden im Jahr liefert so ein Windrad der 5000 kW Klasse also 5000x10 hoch 3 x 2500h = 12,5 GWh Strom p.a.**



**Deutschland braucht im Zuge der Energiewende im Jahr 2050 ca. 900 TWh (= 900.000 GWh) p.a. erneuerbaren Strom.**

Deutschland erzeugt derzeit (2021) ca. 300 TWh erneuerbaren Strom, vor allem Windstrom.

Die bestehenden, alten Windräder sind aber relativ klein und unwirtschaftlich (ihnen fehlt die „economy of scale“), außerdem überalten Windräder technisch nach ungefähr 20 Jahren.

Daher werden 2050 die alten Windräder gebaut vor 2020 kaum mehr in Betrieb sein, die ca. 900 TWh (= 900.000 GWh) Windstrom im Jahr 2050 müssen also aus nach 2021 neugebauten Windrädern kommen.

## **2.7 Notwendiges Neubautempo Windräder in Deutschland bis 2050**

**Deutschland muss zur Erreichung der KLIMA-NEUTRALITÄT im Zeitraum 2022 bis 2050 900.000 GWh / 12,5 GWh = 72.000 zusätzliche, neue große Windräder der 5000 kW Klasse bauen.**

**Das bedeutet die Inbetriebnahme von 2571 neuen, großen Windrädern der 5 MW Klasse pro Jahr, bzw. 7 großen Windrädern TÄGLICH! jeden Tag bis 2050!**

Im Jahr 2021 gingen ca. 450 neue Windkraftanlagen in Deutschland in Betrieb.

**Wenn Deutschland also bei der Windkraft in dem Tempo weitertut, wie 2021, dann dauert es in Deutschland  $72000 / 450 = 160$  Jahre!**

**Deutschland müsste also das Bautempo von großen Windrädern der 5 MW Klasse um einen Faktor 6 gegenüber 2021 steigern!!**

**Das ist aus meiner Sicht als Ingenieur unmöglich!**

**Die Barrieren, die dies unmöglich machen, sind einerseits der gigantischen, für diese bis 2050 zu bauenden 72.000 Windräder benötigten Werkstoffe (siehe §2.8), und andererseits ein eklatanter Mangel an qualifizierten Elektro-Monteuren.**

Sowohl für die Montage von Windrädern als auch für die Montage von Photovoltaik-Anlagen braucht man sehr viele qualifizierte Elektro-Monteure.

### **Ein Beispiel:**

Das kleine Österreich hat ambitionierte Ausbauziele für Photovoltaik-Anlagen.

Lt. Aussage des Generaldirektors der oberösterreichischen ENERGIE AG fehlen für die hohen Ausbauziele für Photovoltaik-Anlagen in Österreich ca. 60.000 qualifizierte Elektro-Monteure. Österreich wird also die Ausbauziele für PV-Anlagen klar verfehlen, aber nicht aus Geldmangel, sondern aus Mangel an qualifizierten Elektro-Monteuren. Ich kenne keine konkreten Zahlen für den Mangel an qualifizierten Elektro-Monteuren in Deutschland, aber ich vermute, das Problem ist ähnlich.

## **2.8 Werkstoffengpass für die global bis 2050 zu bauenden 72.000 Windräder**

Aufgrund der großen Anzahl der bis 2050 neu zu bauenden großen Windrädern (72.000 Stück) ergeben sich einerseits die bekannten Engpässe bei seltenen Elementen wie Seltene Erden, Neodymium, Dysprosium etc.

Kaum bedacht wird aber, dass es auch bei Massenmaterialien wie **Stahl**, Kupfer und **Beton** aufgrund der extrem großen Mengen Engpässe geben wird.

Es gibt etliche, seriöse Studien die die benötigten Materialien für ein Windrad je GW angeben, z.B.:

- IRENA: Critical Materials For The Energy Transition, <https://irena.org/Technical-Papers/Critical-Materials-For-The-Energy-Transition>
- DLR: „Materialbedarf von Stromerzeugungssystemen – Szenarien-Pfadanalyse für Deutschland“, <https://elib.dlr.de/98018/1/Materialbedarf%20von%20Energieerzeugungssystemen.pdf>
- EUROPEAN COMMISSION: Raw materials demand for wind and solar PV technologies in the transition towards a decarbonised energy system, <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC119941>

Nachstehende Tabelle 2 ist aus dem IRENA-Report „Critical Materials For The Energy Transition“.

Die anderen Studien geben aber ähnliche Werte je GW Leistung an.

**Table 2:** Material usage estimates (t/GW) for different types of wind turbine

MATERIAL	RANGE	DD-EESG	DD-PMSG	GB-PMSG	GB-DFIG
Concrete	243 500-413 000	369 000	243 000	413 000	355 000
Steel	107 000-132 000	132 000	119 500	107 000	113 000
Polymers	4 600	4 600	4 600	4 600	4 600
Glass/carbon composites	7 700-8 400	8 100	8 100	8 400	7 700
Aluminium	500-1600	700	500	1600	1400
Boron	0-6	0	6	1	0
Chromium	470-580	525	525	580	470
Copper	950-5 000	5 000	3 000	950	1 400
Dysprosium	2-17	6	17	6	2
Iron (cast)	18 000-20 800	20 100	20 100	20 800	18 000
Manganese	780-800	790	790	800	780
Molybdenum	99-119	109	109	119	99
Neodymium	12-180	28	180	51	12
Nickel	240-440	340	240	440	430
Praseodymium	0-35	9	35	4	0
Terbium	0-7	1	7	1	0
Zinc	5 500	5 500	5 500	5 500	5 500

Bei den Türmen für Windkraftanlagen gibt es unterschiedliche Konstruktionen:

- Stahlbetonringe
- Stahlrohre
- Mischkonstruktionen aus Stahlbeton und Grobblechstahl

Je nach der Turm-Konstruktion ist nur ein kleiner Teil des Stahlbedarfes aus Grobblechstahl, oder ca. 50%.

Für eine große 5MW Windturbine ergibt sich daher als **vorsichtige** Schätzung grob folgender Bedarf an Stahl und Beton:

Stahl: ca. 5 GW x 120 Tonnen = 600 Tonnen Stahl, davon ein Teil Grobblech

Beton: ca. 5 GW x 300 Tonnen = 1500 Tonnen Beton

Allein für die bis 2050 neu zu bauenden 72.000 neuen 5MW Windräder in Deutschland würden folgende Werkstoffe gebraucht:

**Stahl:** 72.000 x 600 Tonnen Stahl = **43 Millionen Tonnen Stahl** (davon geschätzt ca. 50%, also ca. 20 Millionen Tonnen dickes Stahlblech, sog. **Grobblech**)

**Beton:** 72.000 x 1500 Tonnen Beton = **108 Millionen Tonnen Beton**

Deutschland erzeugt derzeit ca. 3,0 Millionen Tonnen Grobblech-Stahl p.a.:

20 Millionen Grobblech / 3,0 = 6,7 Jahre!!

D.h. für die 108 Millionen Tonnen Grobblech für die bis 2050 neu zu bauenden 72.000 neuen Windräder würde also die gesamte deutsche Grobblech-Produktion von 6,7 Jahren benötigt. Kein anderer Kunde würde in diesen 6,7 Jahren Grobblech bekommen können. Meines Erachtens ist das unrealistisch!

Bei Kupfer, seltenen Erden (für die Elektro-Generatoren), Neodymium, Dysprosium etc. ist das Problem genau so groß oder noch größer, und daher m.E. bis 2050 unerschaffbar!

Das bottle neck für diese große Anzahl an Windrädern ist nicht das Geld, sondern das sind die gigantische Mengen an Stahl, Kupfer, Seltene Erden und Beton, die man für diese Windräder und PV-Anlagen etc. brauchen würde!

**DI Dr. Höber von der MU-Leoben** hat ausgerechnet, dass die für die globale De-Karbonisierung, zu der sich die meisten Staaten der Welt im Pariser Klima-Abkommen 1995 bekannt haben, weltweit ca. 7 Millionen Windräder der 5000 kW Klasse neu gebaut werden müssten sowie eine gigantische Fläche an PV-Anlagen etc., und Dr. Höber hat das unter dem Titel:

„Erneuerbare Energien: Warum die Rechnung nicht aufgeht“

im **PROFIL** im Mai 2021 publiziert (siehe <https://www.profil.at/wissenschaft/erneuerbare-energien-warum-die-rechnung-nicht-aufgeht/401375021>)

Lt. **DI Dr. Höber übersteigt der Materialbedarf für die globale De-Karbonisierung die Jahresproduktion von Kupfer um einen Faktor 14,0, bei Stahl um einen Faktor 3,9 etc. siehe Tabelle 3.**

	Materialbedarf bis 2050	Jahresproduktion	Vielfaches der Jahresproduktion benötigt
Kupfer	350 Mio Tonnen	25,0 Mio Tonnen	~ 14,0
Aluminium	470 Mio Tonnen	65,3 Mio Tonnen	~ 7,2
<b>Stahl</b>	<b>7,2 Mrd Tonnen</b>	<b>1,87 Mrd Tonnen</b>	~ 3,9
Beton	12,5 Mrd Tonnen	4,10 Mrd Tonnen	~ 3,0

**Tabelle 3: Globaler Materialbedarf bei Kupfer, Stahl etc. für die globale De-Karbonisierung**

## 2.9 Durch den Bau der Windräder induzierten CO<sub>2</sub>-Emissionen

**Umweltfreundliche Stahlwerke mit Hochofenroute emittieren insgesamt ca. 1,5 Tonnen CO<sub>2</sub> je Tonne Stahl (der Großteil des CO<sub>2</sub> kommt aus dem Hochofen).**

Umweltfreundliche Zementwerke emittieren insgesamt ca. 0,6 Tonnen CO<sub>2</sub> je Tonne Zement. Je Tonne Beton braucht man ca. 0,25 Tonnen Zement, insgesamt entstehen also je Tonne Beton ca.  $0,25 \times 0,6 = 0,15$  Tonnen CO<sub>2</sub>.

Für ein Windrad der 5MW Klasse benötigt man insgesamt ca. 600 Tonnen Stahl und 1500 Tonnen Beton.

Das ergibt je Windrad  $600 \times 1,5 + 1500 \times 0,15 = 1125$  Tonnen CO<sub>2</sub>.

Deutschland muss bis 2050 72.000 Windräder der 5MW Klasse neu bauen:

**Bei deren Herstellung werden also  $72.000 \times 1125 = 81.000.000$  Tonnen CO<sub>2</sub> (= 81 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> emittiert!!**

Alle deutschen PKW stoßen ca. 100 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> p.a. aus.

**Bei der Herstellung der Materialien (Stahl, Beton) für die bis 2050 benötigten 72000 Windräder wird also zirka so viel CO<sub>2</sub> ausgestoßen, wie alle 60 Millionen Verbrenner PKW in Deutschland in 9 Monaten ausstoßen.**

## 2.10 STROM-SPEICHER

**Nicht-grundlastfähige, renewable Stromerzeugung (Wind, PV) braucht gigantisch große Strom-Speicher.**

Da der Wind nicht immer dann bläst und die Sonne nicht immer dann scheint, wenn in Deutschland viel Strom gebraucht wird, braucht renewable Stromerzeugung (Wind, PV) gigantisch große Strom-Speicher.

Die zum heutigen Stand bestens bewährten Stromspeicher (hoher Zyklen-Wirkungsgrad von über 80%) und relativ kostengünstig je TWh sind sog. Pump-Speicherkraftwerke.

### 2.10.1 Pump-Speicher-Kraftwerkgruppe Malta-Tal in Kärnten

Das mit Abstand größte Speicherkraftwerk Österreichs (und eines der größten Europas) ist die Hauptstufe der Pump-Speicher-Kraftwerkgruppe Malta-Tal in Kärnten, die die aus der Kolnbreinsperre gespeist wird.

**Technische Daten Hauptstufe Pump-Speicherkraftwerk Kolnbreinsperre, Maltatal, Österreich:**

- Fallhöhe: 1106 m
- Maximaler Turbinendurchfluss: 80 m<sup>3</sup>/sec (=  $80 \times 10^3$  kg/s)
- Maximale elektrische Leistung: 730 MW
- Speichersee: Fläche: 2,55 km<sup>2</sup> (=  $2,55 \times 10^6$  m<sup>2</sup>), Wasserinhalt: 200 Mio m<sup>3</sup> (=  $200 \times 10^9$  kg),
- Oberwasserspiegel max: 1902 m Seehöhe, minimal 1750 m Seehöhe,
- Energieinhalt: ca. 588 GWh

Die Hauptstufe Kolnbreinsperre könnte also bei „Dauer-Vollgas“ ca. 122 GWh pro Woche liefern.

Bei „Dauer-Vollgas“ wäre der Speicher nach ca. 28 Tagen leer (672 Voll-Last-Stunden). Nach spätestens 28 Tagen muss also der Speicher mit (Überschuss-) Strom und Pumpen wieder aufgefüllt werden.

Deutschland brauchte im Jahr 2020 (Corona-bedingt) nur ca. 550 TWh elektrischen Strom.

Die benötigte Leistung schwankt in Deutschland zwischen 40 GW (Sommer, nachts) und 80 GW (Winter, am Tag).

(Der höchste Wert wurde in Deutschland am 23. Januar 2019 um 17.00 Uhr mit 82,7 Gigawatt gemessen. )

80 GW dividiert durch die 730 MW der Hauptstufe Kölnbreinsperre ergibt ca. 110.

Deutschland bräuchte also nach Abschaltung aller grundlastfähigen Atomkraftwerke und Kohlekraftwerke ca. 110 Speicherkraftwerke von dem großen Typ „Hauptstufe Kölnbreinsperre“, um eine windlose Woche überstehen zu können.

Das ist – leider - unmöglich!

### 2.10.2 Pumpspeicher-Kraftwerk Goldisthal in Thüringen

Das mit Abstand größte Pumpspeicher-Kraftwerk Deutschlands ist **Goldisthal** im westlichen Thüringer Schiefergebirge am Fluss Schwarza (in Betrieb seit 2004).

Auszug aus der vattenfall-„Werbebroschüre“ zu Goldisthal

(<https://powerplants.vattenfall.com/de/goldisthal/>):

Das Kavernenkraftwerk Goldisthal hat eine installierte Leistung von 1060 Megawatt (MW).

Das Oberbecken hat ein Fassungsvermögen von 13 Millionen Kubikmeter Arbeitswasser, **ausreichend für ca. 9 Stunden Turbinenvolllastbetrieb.**

Vom Stillstand auf volle Leistung (1060 MW) benötigt das Kraftwerk etwa 100 Sekunden. Diese schnelle Verfügbarkeit macht es zu einem wichtigen Baustein der Energiewende, da es auf die stark schwankende Einspeisung der regenerativen Energien schnell reagieren kann. Pumpspeicherwerke sind ein Garant für die Netzstabilität.

**Diese nur 9h Turbinenvolllastbetrieb von Goldisthal sind sehr gering im Vergleich zu den 672 Voll-Last-Stunden des österr. Pumpspeicher-Kraftwerks Kölnbreinsperre.**

Das liegt an der sehr kleinen Fallhöhe von Goldisthal im Vergleich zu den 1106 m Fallhöhe von Kölnbreinsperre.

Mit Pumpspeicher-Kraftwerken nach dem Muster Goldisthal kann man also - leider – längere Dunkelflauten (länger als 24h) nicht überbrücken, auch wenn man 100 davon hätte (was topologisch in Deutschland mangels hoher Berge gar nicht möglich wäre).

## 3 „e-Mobility versus Verbrenner“ (De-Karbonisierung aller PKWs)

Zum Thema „e-Mobility versus Verbrenner“ gibt es ca. seit dem Jahr 2000 zig-Tausende Dokumente und Studien und eine sehr emotional geführte Diskussion, die zig-Bücher füllen würden. Diese „Büchse der Pandora“ öffne ich hier nicht!

Von mir gibt es eine separaten Vortrags-Foliensatz zu dem Thema „e-Mobility versus Verbrenner“ mit 60 Folien.

**Nachstehend einige wenig bekannte Punkte zur e-Mobility:**

### 3.1 Der Anteil der e-Autos am globalen Bestand ist noch sehr gering

Auch wenn der Prozentsatz der e-Autos bei Neuzulassungen seit 5 Jahren steigt, so ist dennoch der Anteil der e-Autos am globalen Bestand noch extrem gering, kleiner als 0,5%.

Da das Durchschnittsalter aller PKWs der Welt älter als 10 Jahre ist, dauert es auch 10 Jahre und mehr, bis die Neuzulassungen von e-Autos voll auf den Bestand der PKWs durchschlagen.

**Globaler Bestand an reinen e-Autos (sog. BEVs) am 31.12.2020.**

(ohne Plug-in HYBRIDE, denn diese haben einen Verbrenner an Bord) in Millionen:

China:	3,54
Europa:	1,80
USA:	1,10
RoW:	0,40

-----  
**Summe: 6,84 Millionen e-Autos am 31.12.2020**

Der **Globaler Bestand** an PKWs betrug am 31.12.2020 ca. 1450 Millionen.

**Der Anteil der e-Autos an den PKW GLOBAL betrug also am 31.12.2020 nur ca. 0,47%.**

**Tabelle 4: Anteil der e-Autos a PKW-Bestand GLOBAL, 31.12.2020**

**Bei den Neuwagen-Zulassungen waren die Anteile der reinen e-Autos („BEVs“) in 2020**

natürlich höher, variierten aber stark von Staat zu Staat, z.B.:

Norwegen:	45,0%
Niederlande:	14,0%
Deutschland:	2,0%
China:	4,0%
USA:	1,7%

**Tabelle 5: Anteile der reinen e-Autos an den PKW-Neuzulassungen, 2020**

Kritisch sind bei den e-Autos z.B. die Verfügbarkeit von Rohstoffen in den künftig benötigten, großen Mengen (Lithium, Kobalt, seltenen Erden etc.) sowie die Anzahl der öffentlichen Ladestationen und der SUPER CHARGER und deren extrem hoher Stromverbrauch. Das wird aber erst ab einem gewissen Prozentsatz der e-Autos am globalen Bestand kritisch (ich schätze bei mehr als ca. 30% am globalen Bestand. Davon sind wir aber beim derzeitigen Anteil von 0,47% am globalen PKW-Bestand noch sehr weit entfernt. Dieser kritische Anteil wird m.E. frühestens ca. 2035 erreicht (in Norwegen früher).

Das Recycling-Problem der Auto-Akkus wird noch später kritisch, erst wenn sehr viele e-Autos älter als 10 Jahre geworden sind, also erst ab ca. 2040.

### **3.2 Kaum bekannter, kritischer „Nebeneffekt“ der De-Karbonisierung aller PKWs („e-Mobility“)**

Die De-Karbonisierung der PKWs bedeutet nicht nur einen starken Anstieg des Verbrauches von renewablem Strom, sondern erfordert auch - was vielen nicht bewusst ist - den Abbau gigantischer Mengen an Lithium-Salzen und Metallerzen (Kupfer-Erze, Kobalt-Erze etc.)

"Ein Li-Ionen Akku für ein typisches Elektroauto größerer Leistung (150 kW +) wiegt etwa 500 kg und enthält ca. 12 kg Lithium, 30 kg Nickel, 20 kg Mangan, 15 kg Kobalt, 100 kg Kupfer, 200 kg Aluminium, Stahl und Kunststoff.

Um so einen Li-Ionen Akku herzustellen, müssen für das Lithium 10 Tonnen Salz verarbeitet werden, 15 Tonnen Erz zu Kobalt, 2 Tonnen Erz für Nickel und 12 Tonnen Erzkupfer.

Insgesamt müssen ca. 200 Tonnen Erde und Erze für eine einzige Batterie ausgegraben werden (Quelle: Bengt Karlsson in ÅBO Stories).

Auf der Welt werden derzeit ca. 90 Millionen neue PKWs p.a. hergestellt, Tendenz steigend, vor allem in Asien.

**90 Millionen x 200 Tonnen = 18,0 Milliarden Tonnen Salze, Gestein und Erze (= 18 Billionen kg), die JÄHRLICH umgegraben werden müssen für die Rohstoffe für die Akkus für die e-Autos.**

**18,0 Milliarden Tonnen Gestein ist eine gigantische Masse und die zum Umgraben benötigten Riesen-Bagger brauchen eine große Menge Diesel und stoßen eine große Menge CO<sub>2</sub> aus.**

### 3.3 In Europa Kaum bekanntes Konzept der Wechselakkus

Ein kritisches bottle neck aus Kundensicht bei der e-Mobility ist die im Vergleich zu Kraftstoffen **extrem geringe Energiedichte der Akkus**, wobei die Li-Ionen Akkus noch am besten sind.

**Auch die modernste Akkutechnik (Hochleistungs-Lithium-Ionen Akku) ist in der Energiedichte um einen Faktor ca. 65 schlechter als z. B. Diesel-Kraftstoff**

(Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Energiedichte> )

Energieträger	Energiedichte ca. in [MJ/kg]	Energiedichte in [Wh/kg]
Ni-Cd Akku	0,14	39,00
Li-Ionen Akku	0,65	180,00
Kraftstoff (Diesel)	42,00	11.700,00
Atomare Kernspaltung	80.000.000,00	22000000000,00

**D. h. ein Lithium-Ionen Hochleistungs-Akku, dessen Energieinhalt 60 kg Diesel (= 72 Liter) entspricht, wiegt 3900 kg!** (Dichte Diesel: 833 kg/m<sup>3</sup>)

Diese geringe Energiedichte führt zu **hohen Gewichten der Akkus** (der Akku des TESLA S hat 650 kg), **relativ kurzen Reichweiten** und **sehr langen Ladezeiten** (mehrere Stunden). Es gibt zwar Schnell-Ladestationen, aber diese haben andere große Nachteile, sowohl für die EVUs, als auch für die Akkus (diese werden beim Schnell-Laden sehr heiß, Reduzierung der Lebensdauer etc.) In Privathäusern geben die Stromanschlüsse und die Mittelspannungs-Trafos diese hohen Ladeleistungen der sog SUPER-CHARGER von 300 kW und mehr ohnehin nicht her. Mehrfach Schnell-Ladestationen sind de facto nur direkt neben einer Hochspannungsleitung oder direkt neben einem Kernkraftwerk machbar.

Einige chinesische Autofirmen (z.B. **NIU**) setzen daher auf das Konzept mit Wechsel-Akkus. Das Akku-Paket ist unten am Wagenboden mit einem Schnell-Wechselsystem befestigt und kann an den Akku-Wechselstationen z.B. mit Handling-Robotern in 100 Sekunden (also gleich schnell wie das Tanken eines Verbrenners) gegen einen frisch geladenen Akku getauscht werden. Der leere Akku kann in der Akku-Wechselstation in aller Ruhe in Zeiten von Überschuss von Renewablem Strom langsam und schonend geladen werden.

Ich bin davon überzeugt, dass sich die e-Mobility als Massenanwendung (p.a. werden global 90 Millionen PKWs neu gebaut!), falls überhaupt, dann nur mit so einem Wechsel-Akku-System durchsetzen wird. Warum das kein europäischer Autohersteller entwickelt und erprobt, sondern nur die Chinesen, verstehe ich nicht.

## 4 De-Karbonisierung der Stahlindustrie

Deutschland und Europa sollen lt. dem **GREEN DEAL** spätestens 2050 **KLIMA-NEUTRAL** sein. Das bedeutet u.a. auch die De-Karbonisierung aller CO<sub>2</sub>-intensiven Industrien bis 2050 (Stahlindustrie, chemische Industrie, Zement-Industrie etc.)

Die Eisen- und Stahlerzeugung ist für ein Viertel der gesamten, globalen, industriellen CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich.

Weltweit wurden 2020 ca. 1.870 Millionen Tonnen Stahl hergestellt, davon ca. 57% in China und 7% in der EU. Von den 1.870 Millionen Tonnen Stahl global werden ca.

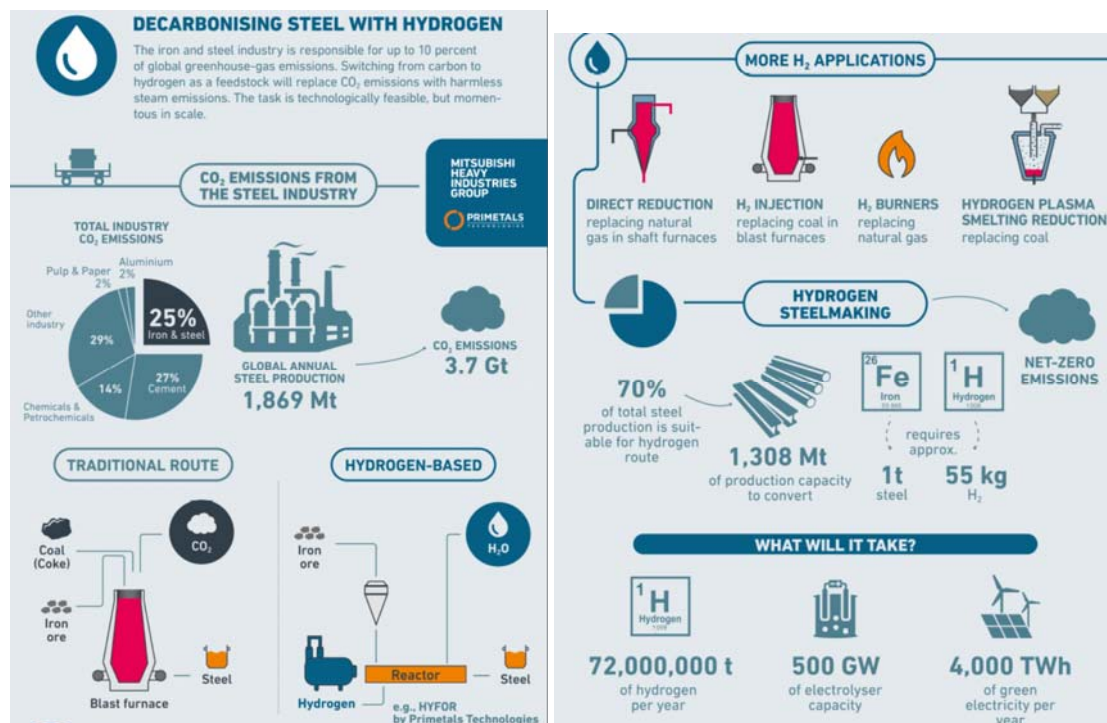
1.300 Millionen Tonnen (65%) via der sog INTEGRIERTEN Hochofenroute hergestellt, bei der die Reduktion des Eisenerzes mit Koks erfolgt, und die daher sehr hohe CO<sub>2</sub>-emissions generiert (ca. 1,4 CO<sub>2</sub> Tonnen je Tonne Stahl). Die alternative Route der Stahlherstellung mittels Schrott und Elektro-Ofen emittiert deutlich weniger CO<sub>2</sub>, hat aber andere Nachteile.

Die Umstellung der CO<sub>2</sub>-intensiven Hochofenroute auf Reduktion mit renewablen Wasserstoff ist technisch machbar, braucht aber extrem große Mengen renewablen Strom, je Tonne Roheisen theoretisch (im günstigsten Fall) ca. 3,1 MWh erneuerbaren Strom je Tonne reduziertes Eisen („Eisenschwamm“), in der Praxis aufgrund von Verlusten ca. 3,5 bis 4 MWh / t Eisen (z.B. lt. Publikationen der VOEST-ALPINE).

In **Abbildung 6** von PRIMETALS ist das gut dargestellt:

Man braucht ca. 55 kg Wasserstoff je Tonne Roheisen.

Weltweit bräuchte man 4000 TWh (= 4 Peta-Watt-Stunden) erneuerbaren Strom für die Umstellung der Stahlindustrie von der Hochofenroute auf Wasserstoffreduktion (das ist ca. das 60-ig fache des gesamten Stromverbrauches von Österreich.)



**Abbildung 6: De-Karbonisierung der Stahlindustrie Source: PRIMETALS**

Deutschland produziert derzeit ca. 28 Millionen Tonnen Roheisen via Hochofenroute.



Für die Umstellung bis 2050 von 28 Millionen Tonnen Roheisen auf erneuerbaren Wasserstoff braucht man ca.  $28 \times 4 = \text{ca. } 110 \text{ TWh}$  erneuerbaren Strom.

Diese extrem große Menge an erneuerbarem Strom ist also mehr als jene Strommenge, die man brauchen würde, wenn alle 60 Millionen PKWs in Deutschland auf e-Autos umgestellt würden (ca. 100 TWh)!

Und natürlich können die Wasserstoff-Stahlwerke nicht nur dann laufen wenn die Windparks Strom produzieren, d.h. wenn der Wind bläst oder die Sonne scheint, sondern Stahlwerke müssen permanent 24x365 laufen!!

AGORA gibt in den Studien deutlich geringere Werte für die De-Karbonisierung der Stahlindustrie an (nur ca. die Hälfte). Ich halte die Angaben von AGORA für unrealistisch. Ich meine, wenn Energiewende- und Technologie-Experten - wie AGORA - unrealistisch niedrige Verbräuche an erneuerbarem Strom für die Umstellung von energie-intensiven Industrien, wie die Stahlindustrie, an die Politik melden, dann erweist man damit dem Industriestandort Deutschland einen schlechten Bärendienst, denn diese unrealistisch niedrige Verbräuche sind nicht einzuhalten. Das böse Erwachen kommt dann am „Ende des Tages“, d. h. 2050!

Wo soll ab 2050 im Winter bei Dunkelflaute (kein Wind) die gigantische Strommenge, die das Industrieland Deutschland braucht, herkommen?

## 5 Ausblick / **INVERSE ROBIN HOOD POLITIK** der EU

**Die Hoffnung, dass bis 2040 völlig neue technische Lösungen für das Energieproblem der globalen Menschheit gefunden werden, schätze ich sehr gering ein.**

An der **Kernfusion** z.B. wird seit 1970 geforscht und entwickelt, die Technologie ist aber nach 50 Jahren noch sehr weit von der Marktreife entfernt.

### 5.1 Die **GIGANTISCHE** Dimension des ständig wachsenden Energieverbrauches der Menschheit ist das wahre Problem

**Der mit Abstand größte Treiber für den starken Anstieg des Welt-Energieverbrauches seit 1945 ist die Explosion der Weltbevölkerung:**

**Die Weltbevölkerung betrug im Jahr 1800 ca. 900 Millionen, im Jahr 2000 ca. 6 Milliarden, derzeit (2021) ca. 7,8 Milliarden, und die Prognose für 2100 ist ca. 10 Milliarden Menschen.**

**Das Problem ist, dass der Energieverbrauch der Menschheit GIGANTISCH ist und weiter steigt. (siehe z.B. <https://de.wikipedia.org/wiki/Weltenergiebedarf>)**

**2019 lag der Welt-Primärenergiebedarf  
bei ca. 580 Exajoule (EJ) (EXA =  $10^{18}$ )  
ausgeschrieben sind das 58000000000000000000 Joule.**

**Diese 580 Exajoule entsprechen etwa 160 Peta-Wattstunden (PWh),  
ausgeschrieben sind das 160000000000000000 Wh.**

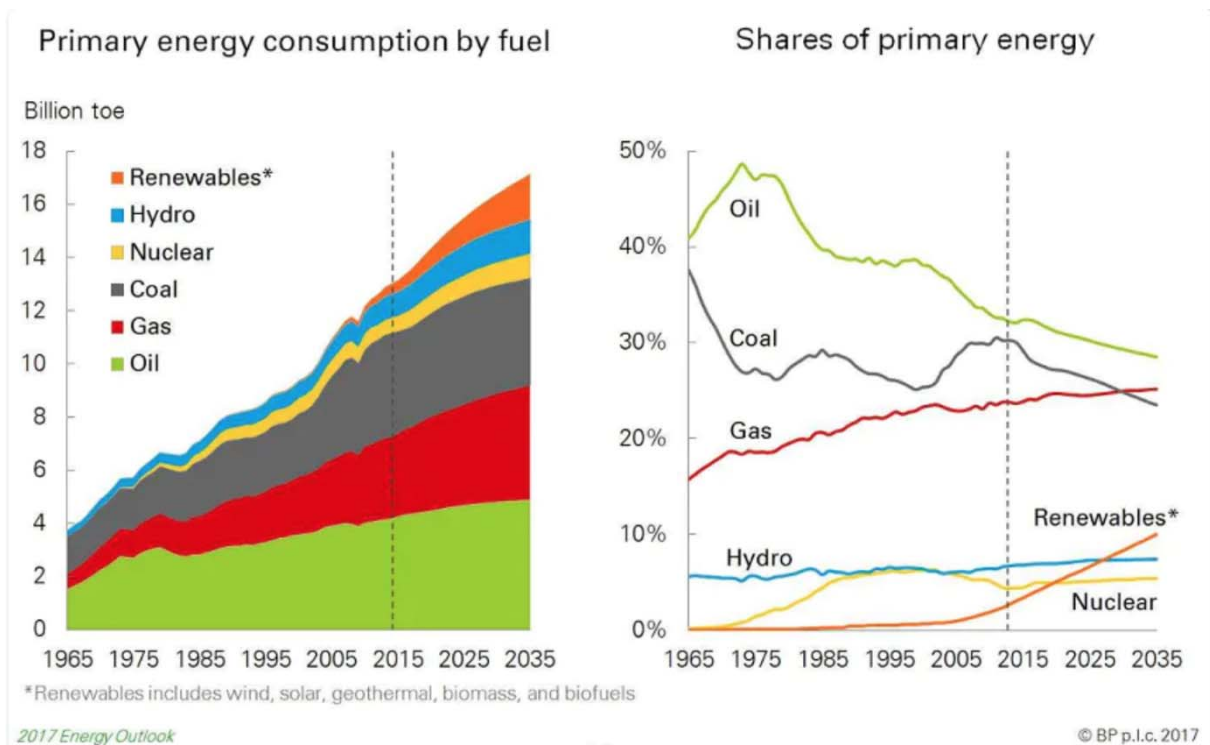
## 5.2 Mehr als 80% des Welt-Energieverbrauchs sind derzeit fossile Energieträger

Nur ein kleiner Teil dieses Welt-Energieverbrauchs ist derzeit renewable, mehr als 80% dieses gigantischen sind Welt-Energieverbrauchs sind fossile Energieträger (Kohle, Öl, Gas).

Von 1990 bis 2008 stieg der Weltenergiebedarf um +39 % und er steigt weiter (außer im Pandemiejahr 2021).

Diese fossilen Energieträger emittieren sehr große und wachsende Mengen an CO<sub>2</sub> siehe Abbildung 7, Abbildung 8, Abbildung 9, Abbildung 10, Abbildung 11, Abbildung 12 und Abbildung 13.

Sehr vereinfacht kann man sagen, der globale Verbrauch an Primärenergie steigt seit 1965 kontinuierlich, Peak Oil war 1975, seit 1975 sinkt der relative Anteil von Öl (der absolute Verbrauch von Öl steigt aber auch noch immer), die Anteile von Kohle, Wasser und Kernenergie am steigenden Energieverbrauch sind seit 1975 mehr oder weniger gleich, die Anteile der Renewablen steigen global seit 2005, aber sie steigen langsam.



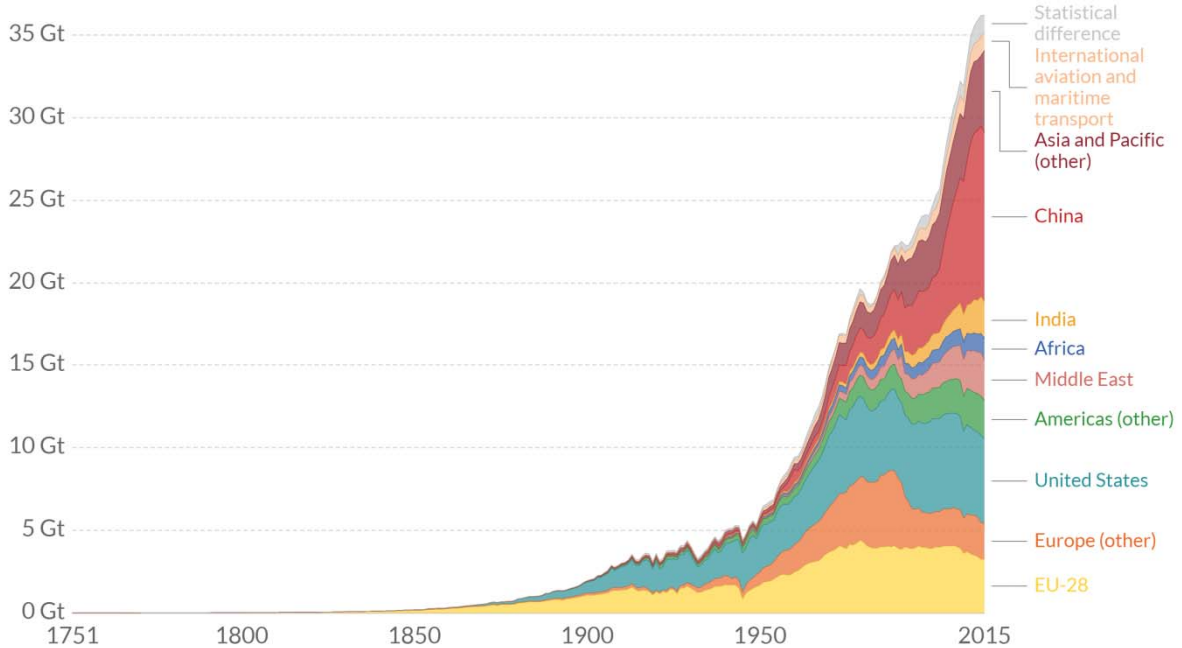
**Abbildung 7: Global Share of Primary Energy, 1965-2035**

Source: 2017 ENERGY OUTLOOK

## Annual CO<sub>2</sub> emissions by world region

Annual carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions measured in billion tonnes (Gt) per year

Our World  
in Data



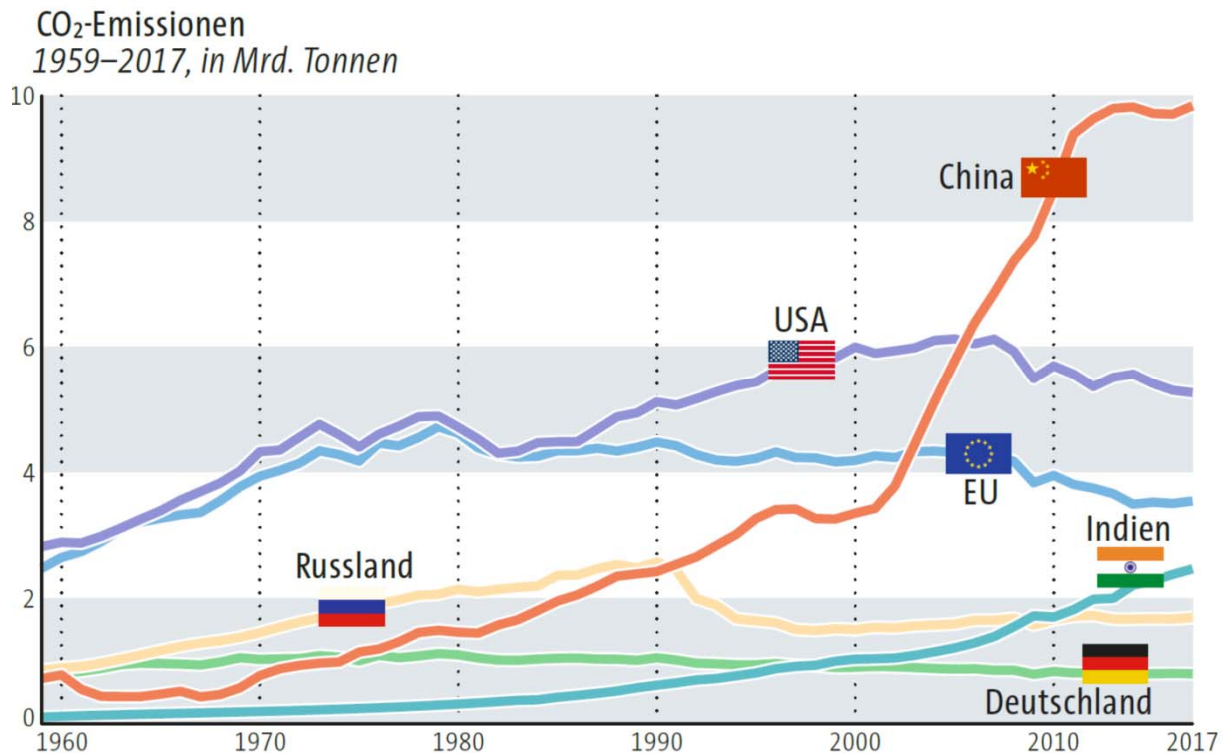
Source: Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC)

Note: Emissions data have been converted from units of carbon to carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) using a conversion factor of 3.67. Regions denoted "other" are given as regional totals minus emissions from the EU-28, USA, China and India. Here, we have rephrased the general term "bunker (fuels)" as "international aviation and maritime transport" for clarity.

CC BY

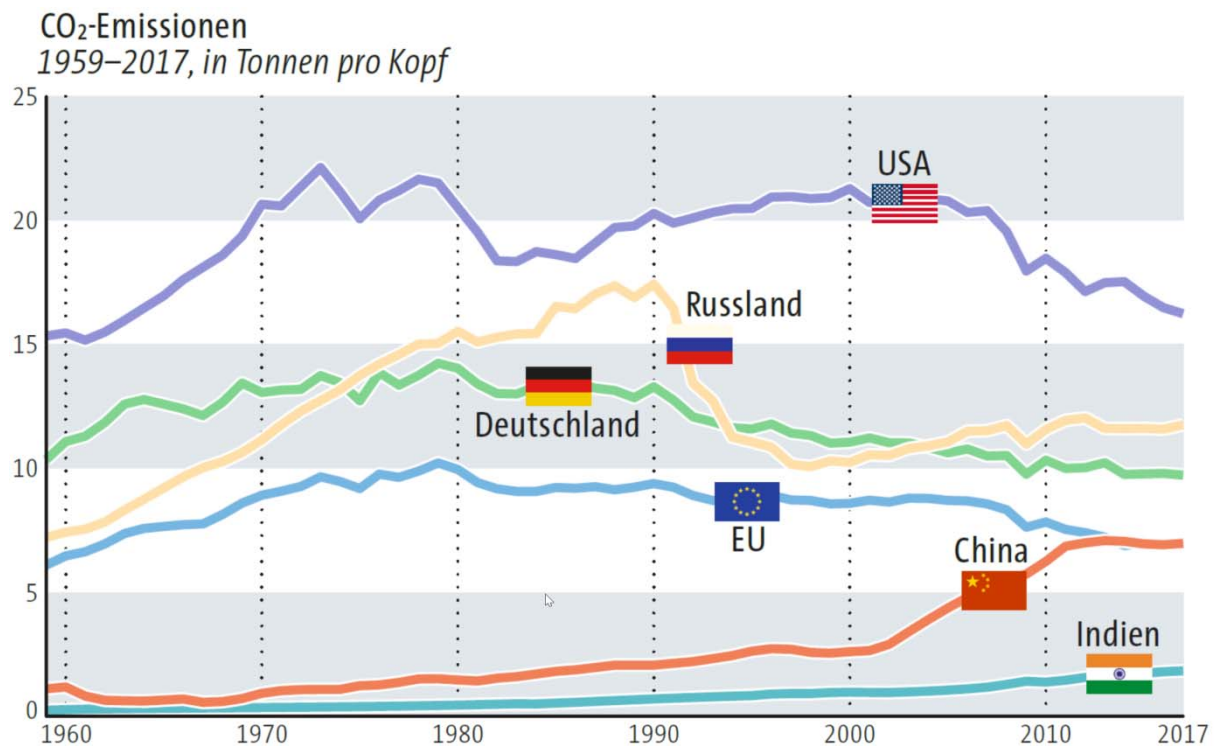
### Abbildung 8: Annual CO<sub>2</sub> Emissions by World Region 1751-2015

Source: <https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions>



### Abbildung 9: CO<sub>2</sub>-Emissions (absolut): 1959-2017

Quelle: Atlas der Globalisierung

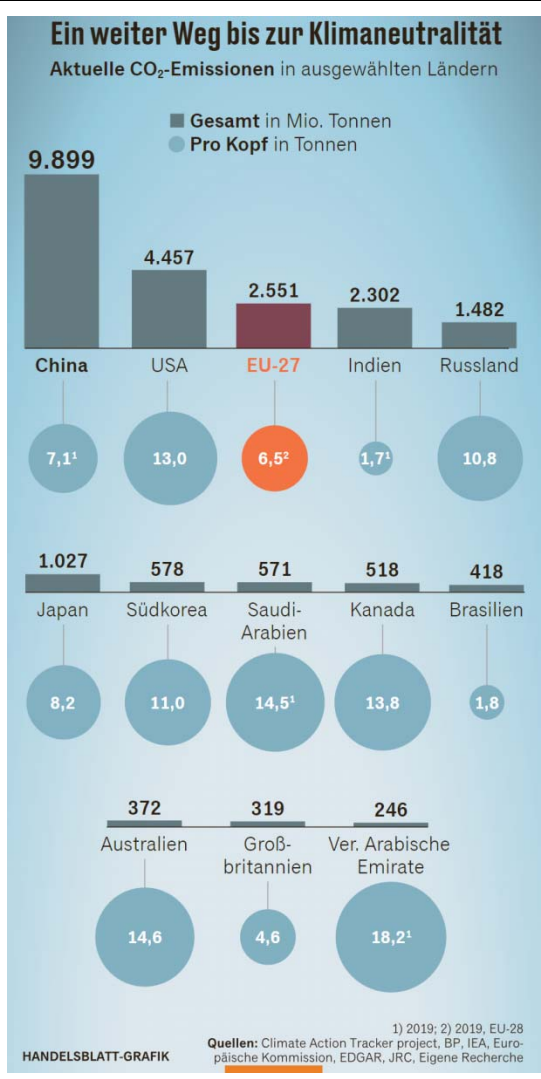


**Abbildung 10: CO<sub>2</sub>-Emissions pro Kopf: 1959-2017**

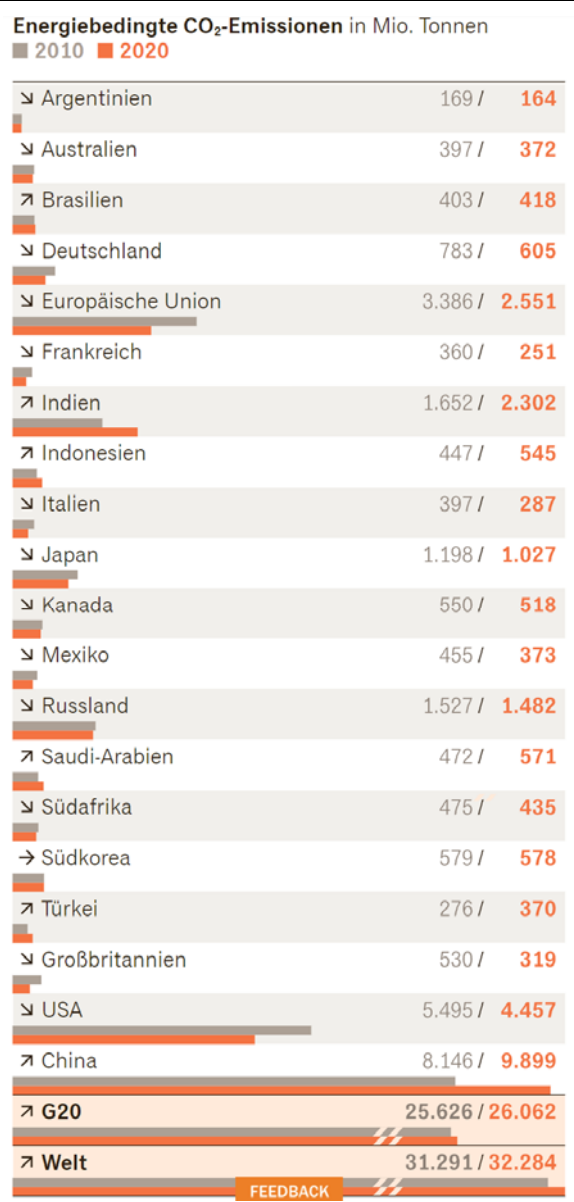
Quelle: Atlas der Globalisierung

Prozentuell am Stärksten gestiegen sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen von 2010 bis 2020 (siehe **Abbildung 12:**

- Indien: +40%
- Türkei: +34%
- In China sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen „nur“ um +21% gestiegen.
- In Europa sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen gesunken um -25%
- In USA sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen gesunken um -19%
- Global (Welt) sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen nur gering gestiegen um +3%.

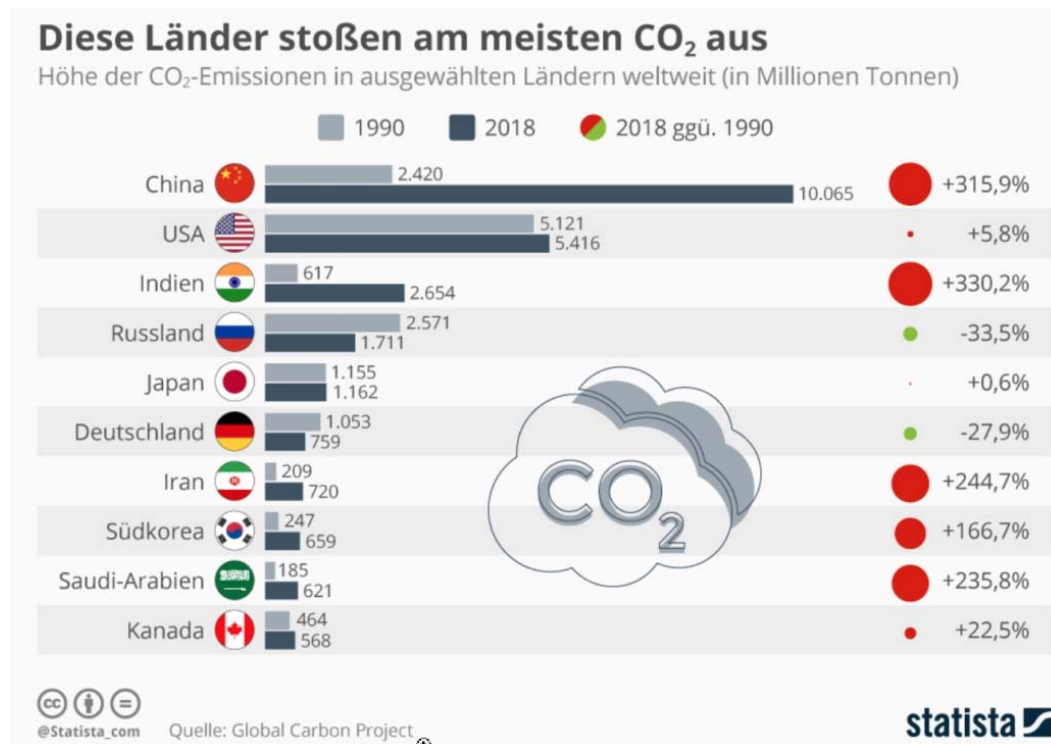


**Abbildung 11: CO<sub>2</sub>-Emissionen in ausgewählten Ländern 2020**



**Abbildung 12: Entwicklung CO<sub>2</sub>-Emissionen G20 2010 bis 2020**

Die höchsten absoluten Zuwächse der CO<sub>2</sub>-Emissionen von 1990 bis 2018 gab es in China, die höchsten prozentuellen Zuwächse in Indien - siehe **Abbildung 13**.



**Abbildung 13: CO<sub>2</sub>-Ausstoss 1990 und 2018** Quelle: Global Carbon Project

### 5.3 Unabhängig davon, was die EU macht, wird der globale CO<sub>2</sub>-Ausstoss bis 2050 stark steigen

Die EU will beim Thema CO<sub>2</sub> Vorreiter („GREEN DEAL“) sein, **ABER:**

**Unabhängig davon, ob es die EU bis 2040/2050 schafft, klimaneutral zu werden oder nicht, wird der globale CO<sub>2</sub>-Ausstoss bis 2050 meines Erachtens weiter massiv steigen:**

Von den 8 Milliarden Menschen auf der Welt sind **ca. 2 Milliarden bettelarm**.

Diese armen Menschen haben derzeit noch keinen Strom, kein fließendes Trinkwasser, keinen Kühlschrank, kein Auto etc.

**Diese ca. 2 Milliarden bettelarmen Menschen (in den Entwicklungs- und Schwellenländern), haben völlig andere Sorgen als die CO<sub>2</sub>-Konzentration der Erdatmosphäre!**

Diese 2 Milliarden armen Menschen wollen auch mal Strom, Kühlschrank, Auto etc. haben. Dann wird der CO<sub>2</sub> Ausstoß dieser 2 Milliarden Menschen massiv steigen.

**Ich bin daher zutiefst davon überzeugt, dass der globale CO<sub>2</sub>-Ausstoss bis 2050 nicht nur nicht sinken wird, sondern bis 2050 massiv steigen wird!**

#### 5.3.1 Indien

In Indien haben derzeit ca. 300 Millionen Menschen keinen Strom, kein Trinkwasser, keinen Kühlschrank etc.

In Indien steigen die per Capita CO<sub>2</sub>-Emissionen sehr stark: Von 1,28 Tonnen p.a. (2010) auf 1,94 (2018), also um +52% in nur 8 Jahren.

Steigerung CO<sub>2</sub> Indien in absoluten Zahlen:

Von 2,12 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub> auf 3,34 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub>

siehe [https://de.wikipedia.org/wiki/Liste\\_der\\_L%C3%A4nder\\_nach\\_Treibhausgas-Emissionen](https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_L%C3%A4nder_nach_Treibhausgas-Emissionen)

In Indien ist also **allein die Steigerung** (+1218 Millionen Tonnen) viel grösser als der gesamte CO<sub>2</sub>-Ausstoss von Deutschland! (Der gesamte CO<sub>2</sub>-Ausstoss von Deutschland betrug in 2019 ca. 800 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>).

SPIEGEL WISSENSCHAFT: Die Regierung Indiens geht davon aus, dass sich die Pro-Kopf-CO<sub>2</sub>-Emissionen bis zum Jahr 2030 nahezu verdreifachen

werden. siehe <https://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/neue-schaetzung-indiens-co2-ausstoss-steigt-rasant-a-646511.html>

### 5.3.2 Bangladesch

**Bangladesch** z.B. hat derzeit eine per capita CO<sub>2</sub>-Emission von nur 0,56 Tonnen p.a. Das ist um eine Faktor 17 ! weniger als Deutschland, wird aber rasch steigen!

Bangladesch hat derzeit 164 Millionen Einwohner, Tendenz stark steigend!

### 5.4 GREEN DEAL CO<sub>2</sub> Policy der EU: „INVERSE ROBIN HOOD POLITIK“

Ich bezeichne den **GREEN DEAL** der EU (von der Leyen, Gewessler, Bärbock etc. ) als **INVERSE ROBIN HOOD POLITIK** (hab ich diese Bezeichnung mal im INTERNET gelesen und diese Bezeichnung trifft es)

Die EU fördert z.B. mit großzügigen Prämien, die auch der kleine Steuerzahler der EU zahlen muss, €60.000 teure TESLAs als **Drittwagen für Reiche**.

Der **GREEN DEAL** der EU nimmt also den Armen das Geld weg und schenkt es den Reichen für Förderungen für TESLAs und 2,5 Tonnen Plug-in Hybrid SUVs mit jeweils mehr als 250 PS.!

**Meines Erachtens ein extrem unsozialer Wahnsinn!**

**Robin Hood** hat das Umgekehrte gemacht:

Er hat den Superreichen Geld weggenommen und den Armen gegeben!

Der **GREEN DEAL** ist also eine **INVERSE ROBIN HOOD POLITIK!**

Früher oder später werden die Armen in Europa das kapieren und dann gibt es in Europa massive Bürgerproteste gegen den extrem unsozialen **GREEN DEAL** (vgl. **Gelbwesten** in Frankreich)!

### 5.5 Was würde ich tun?

Was ich vorschlagen würde, wenn ich betr. des ENERGIE-PROBLEMS der Menschheit etwas zu sagen hätte, hab ich in einem separaten Dokument zusammengefasst. Ich hab aber auch kein Patentrezept!

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>GREEN DEAL der EU / Deutsche ENERGIE-WENDE .....</b>	<b>1</b>
1.1	Energieverbrauch Deutschland 2019.....	1
1.2	Teufel mit „Belzebug“ austreiben (Methan statt Kohle).....	2
1.3	ENERGIE - Wichtiger Faktor für die Wettbewerbsfähigkeit jedes Wirtschaftsstandortes .....	3
1.4	ENERGIE, EXERGIE versus ANERGIE .....	4
<b>2</b>	<b>Bedarf an Renewablen Strom in Deutschland bis 2050 .....</b>	<b>5</b>
2.1	STROMWENDE - ENERGIEWENDE - DEKARBONISIERUNG in Deutschland ..	5
2.2	Elektro-technische Bedenken gegen 100% Renewablen Strom .....	6
2.3	Studien zum Bedarf an Renewablem Strom bis 2035 / 2050 .....	6
2.4	Eigene, grobe Abschätzung dieses Bedarfes an renewablen Strom in Deutschland als Folge des GREEN DEALS im Jahr 2050 (bzw. 2035): .....	7
2.5	Stark steigender Stromverbrauch durch stark steigendes Mobile Computing sowie den stark steigender Stromverbrauch von Datacentern .....	7
2.6	Windräder .....	8
2.7	Notwendiges Neubautempo Windräder in Deutschland bis 2050.....	9
2.8	Werkstoffengpass für die global bis 2050 zu bauenden 72.000 Windräder.....	9
2.9	Durch den Bau der Windräder induzierten CO <sub>2</sub> -Emissionen .....	11
2.10	STROM-SPEICHER .....	12
<b>3</b>	<b>„e-Mobility versus Verbrenner“ (De-Karbonisierung aller PKWs) .....</b>	<b>13</b>
3.1	Der Anteil der e-Autos am globalen Bestand ist noch sehr gering .....	13
3.2	Kaum bekannter, kritischer „Nebeneffekt“ der De-Karbonisierung aller PKWs („e-Mobility“).....	14
3.3	In Europa Kaum bekanntes Konzept der Wechselakkus .....	15
<b>4</b>	<b>De-Karbonisierung der Stahlindustrie .....</b>	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>Ausblick / INVERSE ROBIN HOOD POLITIK der EU .....</b>	<b>17</b>
5.1	Die GIGANTISCHE Dimension des ständig wachsenden Energieverbrauches der Menschheit ist das wahre Problem .....	17
5.2	Mehr als 80% des Welt-Energieverbrauchs sind derzeit fossile Energieträger .....	18
5.3	Unabhängig davon, was die EU macht, wird der globale CO <sub>2</sub> -Austoss bis 2050 stark steigen .....	22
5.4	GREEN DEAL CO <sub>2</sub> Policy der EU: „INVERSE ROBIN HOOD POLITIK“ .....	23
5.5	Was würde ich tun? .....	23