

Peter Müller

Die Ursachen des Klimawandels und die Notwendigkeit und die Möglichkeiten des Erhalts eines stabilen Klimas

Der Klimawandel ist zu Recht ein Dauerthema in den Medien.

Die ungebremste Fortsetzung der heutigen Wirtschaftsweise würde vielerorts auf der Erde die Bedingungen für die menschliche Existenz zerstören.

Energieeinsparung und erhöhte Effizienz sind sehr wichtig aber nicht ausreichend.

Ein rascher Umstieg auf die dauerhaft verfügbaren und langfristig kostengünstigen erneuerbaren Energien bietet einen Ausweg aus den derzeitigen Problemen.

Beispiele für den erreichten hohen Lebensstandard

Arbeitsbedingungen: Erleichterung früherer körperlich schwerer Arbeiten in Landwirtschaft, Bauwesen und Industrie, kürzere Wochen- und Jahresarbeitszeit

Wohnbedingungen: Gesunde, helle, beheizte Wohnungen zunehmender Größe mit gefliestem Bad und anderen Annehmlichkeiten (u.a. Waschmaschine)

Materielle Versorgung: Überfülle an Lebensmitteln und Konsumgütern zu niedrigen Preisen, regelmäßige zuverlässige Entsorgungsleistungen

Medizinische Betreuung: Mannigfache Diagnoseverfahren, breite Palette von Medikamenten, Operationen schwierigster Art, Implantation künstlicher Gelenke oder Zähne, Sehhilfen und Hörgeräte

Bildung: Umfangreiche Schulbildung, den eigenen Fähigkeiten entsprechende freie Berufswahl, schneller Zugriff auf das weltweite Wissen übers Internet

Verkehr: Vielfach genutzte Reisemöglichkeiten mit Bahn, Bus, Auto, Flugzeug
Ein König konnte früher höchstens 6-spännig über einfache Wege fahren. Gegenwärtig fährt man dagegen 120-spännig über glatte, saubere Straßen.
Ein Auto dient heutzutage auch dazu, Brötchen vom Bäcker zu holen oder ein Kind 500 m zur Schule zu bringen, damit es nicht laufen muss.

Der gegenwärtige hohe Lebensstandard basiert hauptsächlich auf der **breiten Nutzung fossiler Energierohstoffe**, die mit der Einführung von James Watts kohlebeheizter Dampfmaschine 1769 begann.

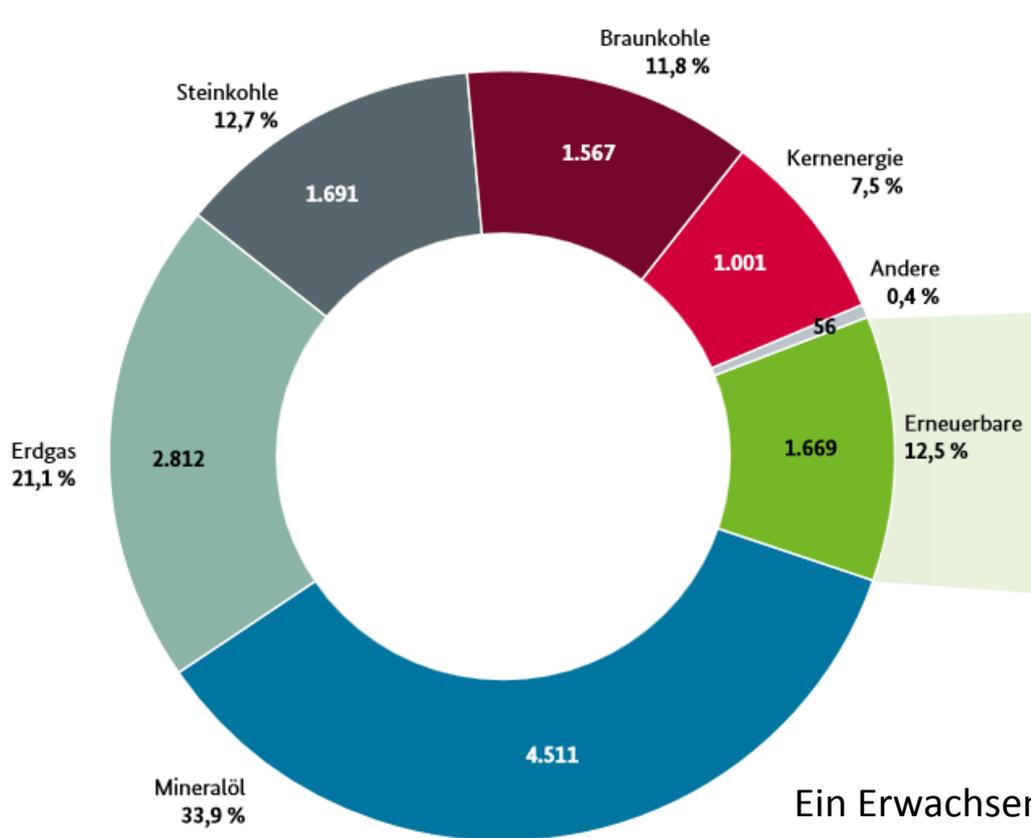
Zuvor stand den Menschen nur die eigene Kraft, die Kraft von Tieren und die einfacher Wasser- oder Windmühlen zur Verfügung.

Inzwischen gibt es eine Vielzahl von Antriebsmethoden, wobei insbesondere der seit etwa 100 Jahren verfügbare elektrische Strom eine große Rolle spielt.

Der Begriff **Primärenergie** bezeichnet die in den geförderten oder importierten Rohstoffen enthaltene Energie vor Umwandlung.

Der Primärenergieverbrauch betrug 2015 in Deutschland 13307 PJ = $3,70 \times 10^{12}$ kWh.

Quelle: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie



Anteil
fossiler
Ressourcen
33,9 %
21,1 %
12,7 %
11,8 %
79,5 %

Die Division von $3,70 \times 10^{12}$ kWh durch die Zahl der Einwohner ergibt einen Primärenergieverbrauch von **45.080 kWh/Einwohner und Jahr!**

Dieser Wert entspricht im zeitlichen Mittel einem Leistungsbezug von **5,20 kW/Einwohner.**

Ein Erwachsener kann auf einem Energiefahrrad eine Dauerleistung von **100 W** aufbringen.
Der Bezug von 5,2 kW bedeutet, dass derzeit für jeden von uns **52 Energiesklaven** rund um die Uhr arbeiten.



Energiefahrrad: Durch kontinuierliches Treten erzeugt ein elektrischer Generator (Dynamo) Strom für eine Energiesparlampe (leicht), eine 60 W-Glühlampe oder ein Radio (möglich) und einen Kochendwasserbereiter (zu schwer).

Warum ist die gegenwärtige Wirtschaftsweise nicht nachhaltig?

1. Die enorme Importabhängigkeit von Deutschland und anderen Ländern bei Energierohstoffen
2. Die Endlichkeit fossiler und atomarer Ressourcen (Absehbarkeit des Endes leicht zu fördernder Energierohstoffe)
3. Lebensbedrohliche Klimaänderungen durch die Emission von CO₂ und andere Spurengase in die Atmosphäre

Energieimporte Deutschlands (Quelle: BMWi2/2016)

Erdöl 98 %,

Erdgas 87 %

Steinkohle 87 %

Atomenergie 100 %

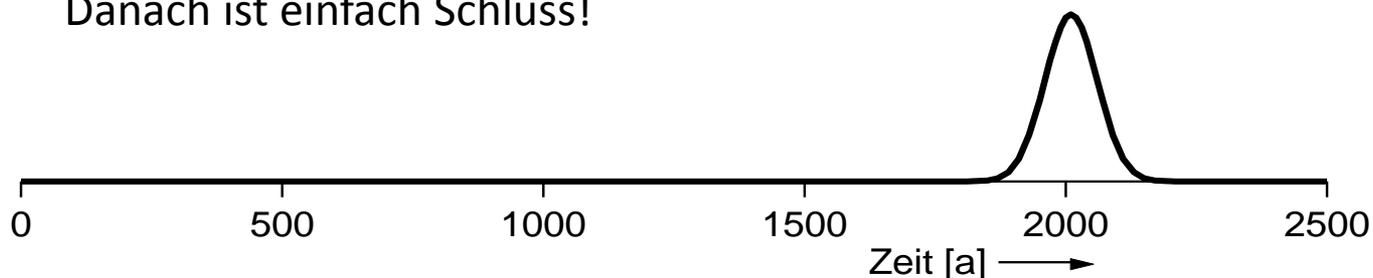
Der Import verursacht in Deutschland Kosten von ≈ 80 Milliarden Euro,
d.h. ca. 1000 Euro pro Einwohner und Jahr!

Heimische erneuerbare Energien reduzieren die Importabhängigkeit!

Mit dem Geld aus den ölimportierenden Ländern lassen sich reiche Lieferländer moderne Märchenpaläste bauen, kaufen Panzer und andere Waffen, erwerben Anteile an profitablen Konzernen und finanzieren weltweit den Bau von Moscheen.

Über größere historische Zeiträume hinweg betrachtet entspricht die Förderung und Nutzung von Kohle, Öl und Gas nur dem kurzfristigen Abbrennen eines Streichholzes.

Danach ist einfach Schluss!



Im Hinblick auf die Endlichkeit der Vorräte ähnelt unsere derzeitige Situation der einer Person, die eine unverhoffte Erbschaft antrat und nun eine Zeit lang vom ererbten Kapital lebt.

Der Hauptgrund für einen raschen Umbau der Energieversorgung ist nicht die Endlichkeit der Vorräte an Kohle oder von Erdöl, Erdgas sondern die durch die **Verbrennung der fossilen Energieträger verursachte Klimaänderung!**

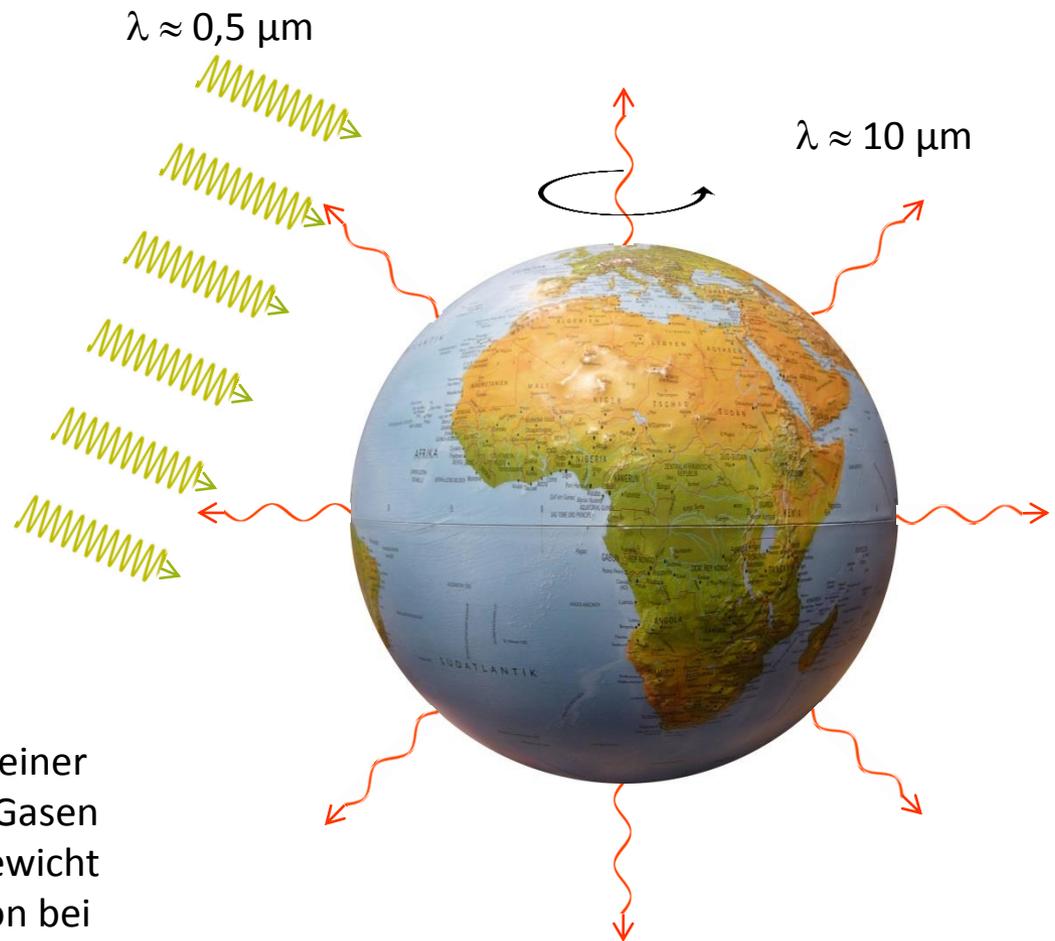
Das zeigt sich, wenn man das Strahlungsgleichgewicht der Erde betrachtet.

Die Einstrahlung der Sonne auf die Erde erfolgt außerhalb der Atmosphäre mit einer Bestrahlungsstärke von **1,367 kW/m² (Solarkonstante)**.

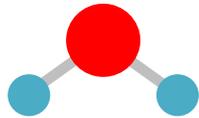
Von der Erdoberfläche wird gleichzeitig langwellige Strahlung in alle Richtungen des **-270 °C** kalten Weltraums emittiert.

Ohne eine Atmosphäre bzw. mit einer Atmosphäre aus nur einfachsten Gasen würde sich ein Strahlungsgleichgewicht zwischen Absorption und Emission bei einer mittleren Temperatur der Erdoberfläche von **-18 °C** einstellen.

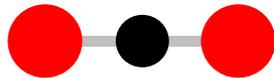
Die Treibhausgase H₂O und CO₂ in der Atmosphäre behindern die Energieabstrahlung von der Erde und bewirken eine mittlere Temperatur auf der Erdoberfläche von **+15 °C**.



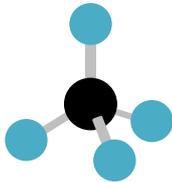
Die wichtigsten Treibhausgase in der Atmosphäre



Wasser H₂O



Kohlendioxid CO₂



Methan CH₄



Distickstoffoxid (Lachgas) N₂O

In Deutschland entfielen 2014 bei der Freisetzung von Treibhausgasen
87,9 % auf Kohlendioxid,
6,2 % auf Methan,
4,3 % auf Distickstoffoxid und
1,6 % auf fluorhaltige Gase.

Quelle: Umweltbundesamt

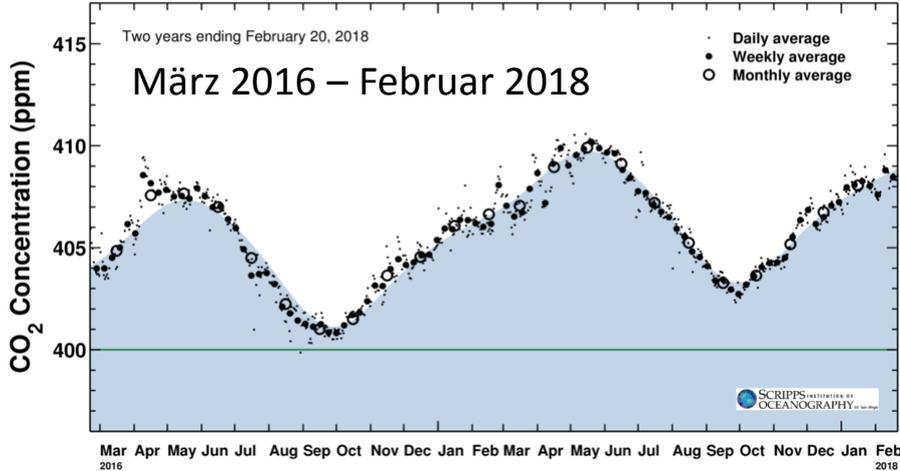
Messung der CO₂-Konzentration in 3400 m Höhe auf dem Berg Mauna Loa in Hawaii

Die grüne Linie bei 400 ppm = 400 part per million = 0,04 % CO₂

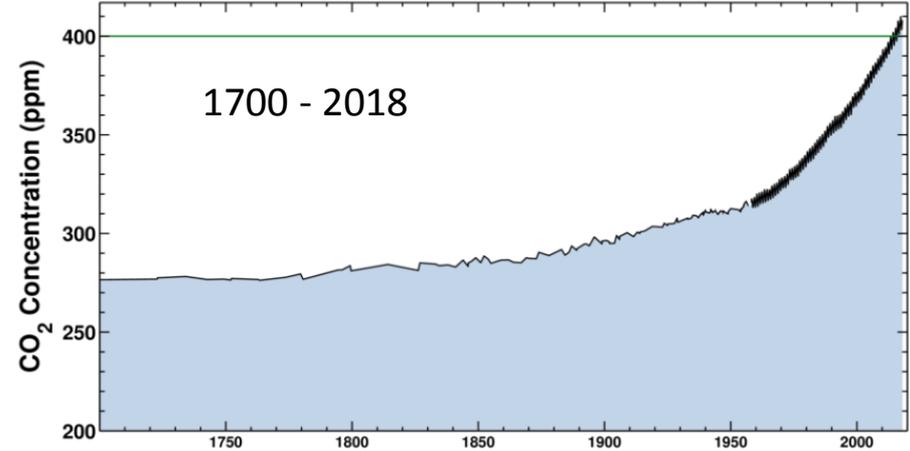
Latest CO₂ reading
February 20, 2018

408.50 ppm

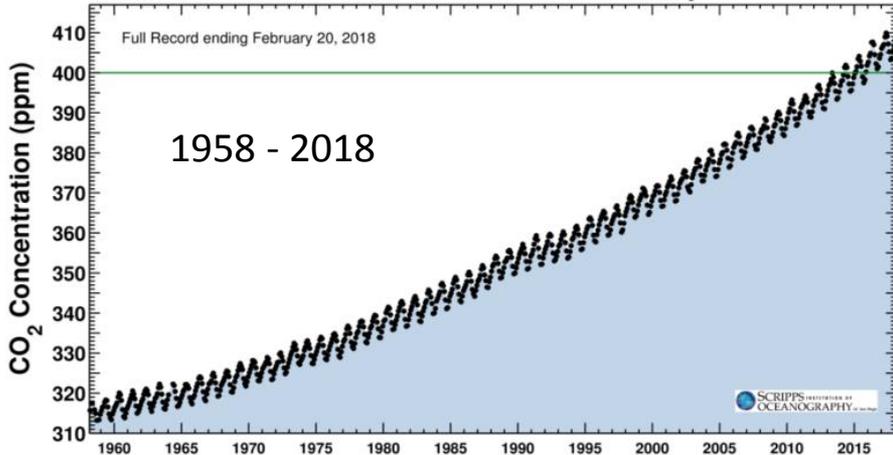
Carbon dioxide concentration at Mauna Loa Observatory



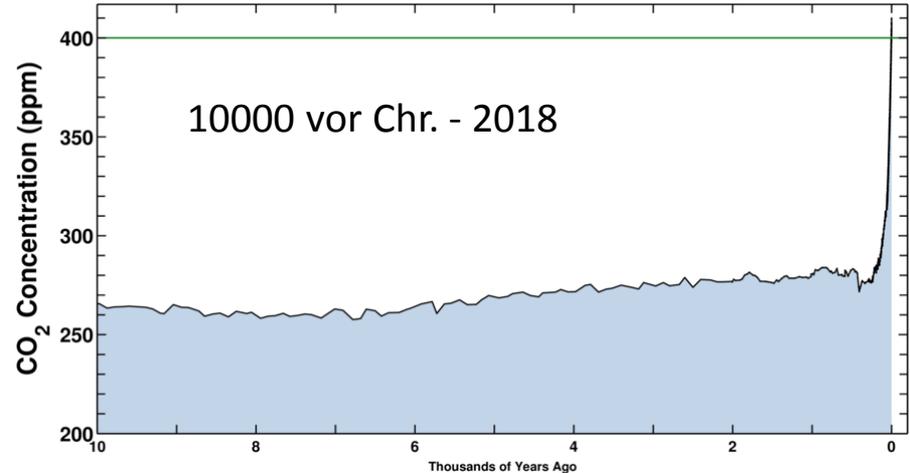
Ice-core data before 1958. Mauna Loa data after 1958.



Carbon dioxide concentration at Mauna Loa Observatory



Ice-core data before 1958. Mauna Loa data after 1958.



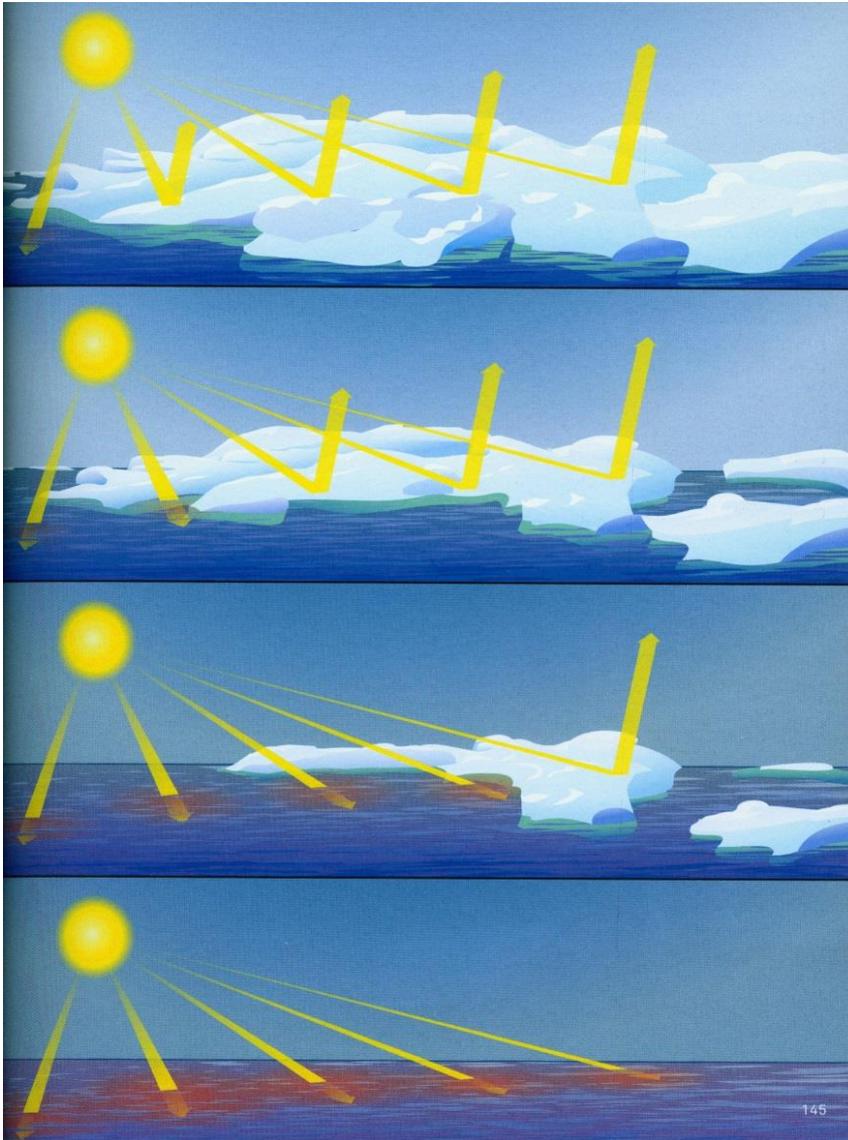
Welche Konsequenzen hat der Anstieg der Temperatur auf der Erde?

1. Graduelle (lineare) Änderungen

- Veränderung von Jahreszeiten und Vegetationsdauern
- Verschieben von Klimazonen
- Zunahme von Wetterextremen (Dürren, Stürme, Überflutungen)
- Verheerende Ausdehnung von Wüsten
- Anstieg des Meeresspiegels
- Erwärmung und Versauerung der Meere
- Ausbreitung von Parasiten und tropischen Krankheiten
- Übersteigen der Grenztemperatur für Pflanzenwachstum
- Einschränkung der Möglichkeiten für menschliches Leben

2. Einfluss von Kipp-Elementen (nichtlineare Prozesse)

Kritische Abläufe sind zu erwarten, wenn durch Erwärmung Prozesse angestoßen werden, die wegen des Überschreitens von kritischen Werten, von sogenannten Kipp-Punkten (tipping points), selbständig weiterlaufen und nicht rückgängig gemacht werden können.



Al Gore, Wir haben die Wahl, Riemann, 2009

Kippelement Arktisches Meereis

Ohne Abschmelzen wird ein großer Teil des Sonnenlichts reflektiert und trägt damit nicht zur Erwärmung bei.

Überall dort jedoch, wo das Eis verschwindet nimmt die Absorption des Sonnenlichts zu und fördert damit eine weitere Erwärmung (sich selbst verstärkender Prozess, positive Rückkopplung!).

Einwände von sogenannten Klimaskeptikern

Allgemeine Meinungen von Mitbürgern

- Das Klima hat sich doch immer schon verändert.
- Wir können das Klima überhaupt nicht beeinflussen.
- Das ist doch alles nur Angstmacherei (Geschäftemacherei).

Einige Argumente u.a. von Lobbyisten der großen Energiemonopole

- Das CO₂ in der Luft stammt nicht von der Verbrennung von Kohle, Öl und Gas.
- Natürliche Quellen tragen ein Vielfaches zu jener Kohlendioxidmenge bei (Vulkane).
- Kohlendioxid kommt mit 400 ppm doch nur in Spuren in der Erdatmosphäre vor.
- Der Wasserdampfgehalt sei viel entscheidender.
- Kohlendioxid ist infolge Sättigung der Absorption des CO₂ kein wichtiges Treibhausgas.
- Temperaturanstiege werden durch Aktivitäten der Sonne verursacht.
- Die Wissenschaft sei sich noch gar nicht einig.
- Gezielte Verbreitung von Zweifeln durch finanzstarke Fossile-Energien-Lobby.

Wie die UN-Klimakonferenz im Dezember 2015 gezeigt hat, ist sich die Weltgemeinschaft, entgegen der Meinung der Klimaskeptiker, der Probleme voll bewusst.

Nach vielen vorangegangenen, ergebnislosen Verhandlungen wurden in Paris in harten Sitzungen konkrete Klimaschutzziele vereinbart, die auf eine Begrenzung der Erhöhung der Erdtemperatur von maximal **2 Grad** (besser **1,5 Grad**) zielen.

Die Untersuchungen der Klimaforscher zeigen nun, dass zur Einhaltung der 2-Grad-Grenze höchsten noch etwa **800 Milliarden Tonnen CO₂** in die Atmosphäre emittiert werden dürfen.

Wie kann bzw. sollte diese Menge, dieses **Kohlendioxid-Budget**, möglichst gerecht unter den Ländern und den Bewohnern der Erde verteilt werden?

Gegenwärtig leben **7,4 Milliarden Menschen** auf der Erde.

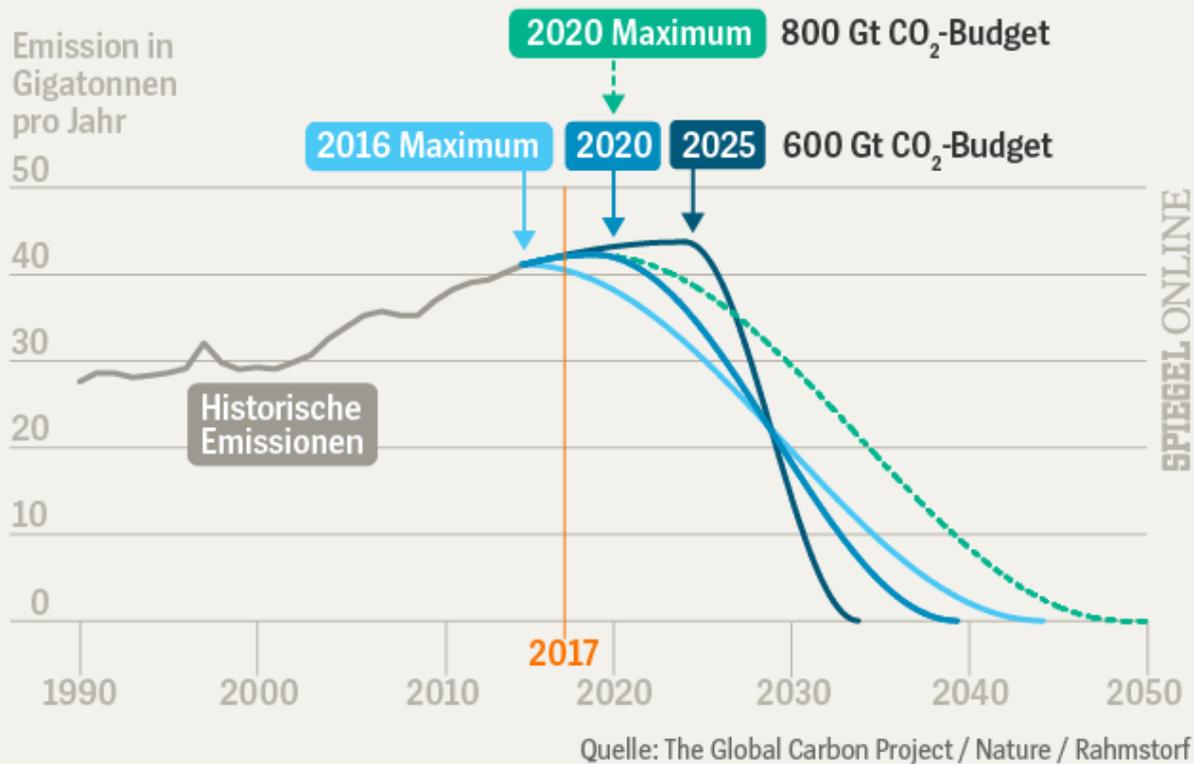
Bei Gleichverteilung des verbleibenden Budgets von 800 Mrd. t darf jeder Erdbewohner die Atmosphäre nur noch als Deponieraum für **110 Tonnen CO₂** benutzen.

Die ärmeren südlichen Länder lehnen jedoch eine Gleichverteilung ab, da sie zur wirtschaftlichen Aufholjagd höhere Emissionswerte beanspruchen und da ihre Bevölkerung weiter sehr stark zunimmt.

Die CO₂-Emissionen betragen gegenwärtig pro Einwohner und Jahr im überreichen Katar **40 t**, in den USA **17 t**, in Deutschland **11 t** und auf der gesamten Erde im Mittel **4,9 t**.

Vollbremsung fürs Klima

Emissionsszenarien passend zu Pariser Klimazielen
(Erwärmung 1,5 bis 2,0 Grad)



Wird es möglich sein, die 2-Grad-Grenze einzuhalten?

Wenn die Erdbewohner den politischen Willen zur Einhaltung haben, dann ist ein rascher Umstieg von fossilen Energien auf erneuerbare Energien machbar!

Die technischen Voraussetzungen zur Nutzung von Sonne, Wind & Co sind gegeben.

<https://scilogs.spektrum.de/klimalounge/die-koalitions-gespraechе-und-das-deutsche-emissionsbudget/>

Beitrag der verschiedenen Stromproduzenten wie er im Jahr 2017 bei den Privatkunden aus der Steckdose kam

Braunkohle	24,3 %	
Steinkohle	15,2 %	
Atomenergie	13,1 %	
Gas	8,4 %	
Windstrom	18,8 %	} 38,4 % erneuerbare Energien
Biomasse	8,7 %	
Solarstrom	7,0 %	
Wasserkraft	3,9 %	
Andere	0,6 %	

Quelle:

https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/daten-zu-erneuerbaren-energien/Stromerzeugung_2017.pdf



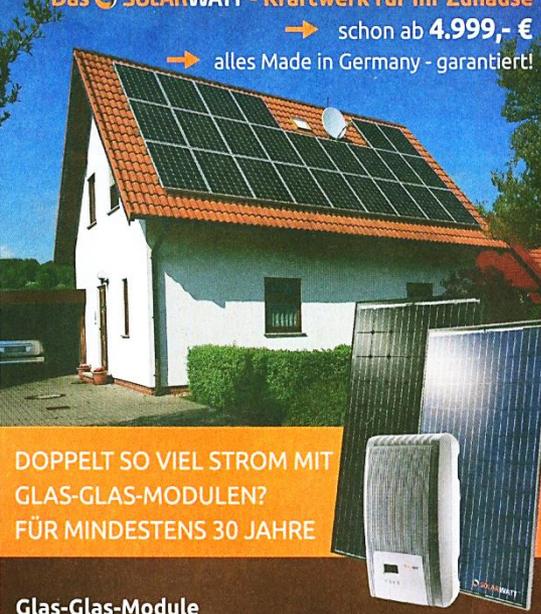
20 Jahre Jubiläum | Seite 2

AKTION „Heiße-Solar-Herbst“

Preise haben Gültigkeit für Bestellungen bis 21.12.2016

Unglaublich!!!

Das **SOLARWATT®-Kraftwerk für Ihr Zuhause**
 → schon ab **4.999,- €**
 → alles Made in Germany - garantiert!



SOLARWATT®-Kraftwerk „Einsteiger“

2,7 kWp komplett, bestehend aus:

- 10 Solarwatt-Modulen 60P-270Wp
- Wechselrichter StecaGrid2500
- Aufdachmontageset aus Edelstahl-Aluminium für Ziegeldach
- einlagig → dachparallel
- Netzanschluss und Anmeldung beim örtlichen Netzbetreiber
- inklusive Montage
- inklusive Solarwatt-Komplettschutz „Vollkasko“
- Stromspeicher-Nachrüstung (Solarwatt MyReserve) ist jederzeit und unkompliziert machbar!!!
- andere Leistungspakete (z.B. 4,0 kWp) natürlich nach Anfrage möglich

DOPPELT SO VIEL STROM MIT GLAS-GLAS-MODULEN? FÜR MINDESTENS 30 JAHRE

Glas-Glas-Module
 Die unverwüsthche, ertragsstarke und wirtschaftlich attraktive Lösung für ihr Zuhause.

- deutlich mehr Ertrag (kWh) gegenüber herkömmlichen Solarmodulen
- 30 Jahre Produkt- und Leistungsgarantie
- 100% „Made in Germany“

Höchste Stabilität und sicher gegen Umwelteinflüsse + Maximale Ertragszuverlässigkeit über Jahrzehnte + Zuverlässige Nutzbarkeit über mehrere Generationen + Inklusive Versicherung gegen Diebstahl, Schäden und Ertragsausfall

Beratung, Planung, Verkauf und Montage bei:

SOLARSTROM
 Volkmar Jaehning

Gegründete Solarfachkraft vom DGS und TÜV Rheinland
 Mitglied der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie

Ihr **SOLARWATT®-PREMIUM** Partner in Elsterwerda und Umgebung

Tel. 035 33/ 16 38 81
 Fax 035 33/ 799 60 93
 Mobil 0172/ 354 84 84

E-mail: solarvj@aol.com
 Unterweg 1 • 04910 Elsterwerda

Noch Fragen?
www.solarwatt.de/komponenten/solarmodule/glas-glas

SOLARWATT®
 power to the people

Anzeige aus dem Kreisanzeiger

Eine Firma aus Elsterwerda hier im Elbe-Elster-Kreis installiert hocheffiziente Glas-Glas-Photovoltaikmodule aus Dresdener Produktion mit einer Produkt- und Leistungsgarantie von 30 Jahren!

Diese Doppelglas-Module garantieren durch ihre Langzeitstabilität eine besonders hohe Wirtschaftlichkeit.

Die Stromerzeugung der abgebildeten PV-Anlage würde pro Jahr erfordern im Kraftwerk Jänschwalde **8,4 t Braunkohle** verbunden mit der Umwandlung von 1 m² Kulturlandschaft in Tagebaufläche und der Emission von 8,4 t CO₂ oder für ein Atomkraftwerk **160 g Uran**.

Vorteile der photovoltaischen Stromerzeugung

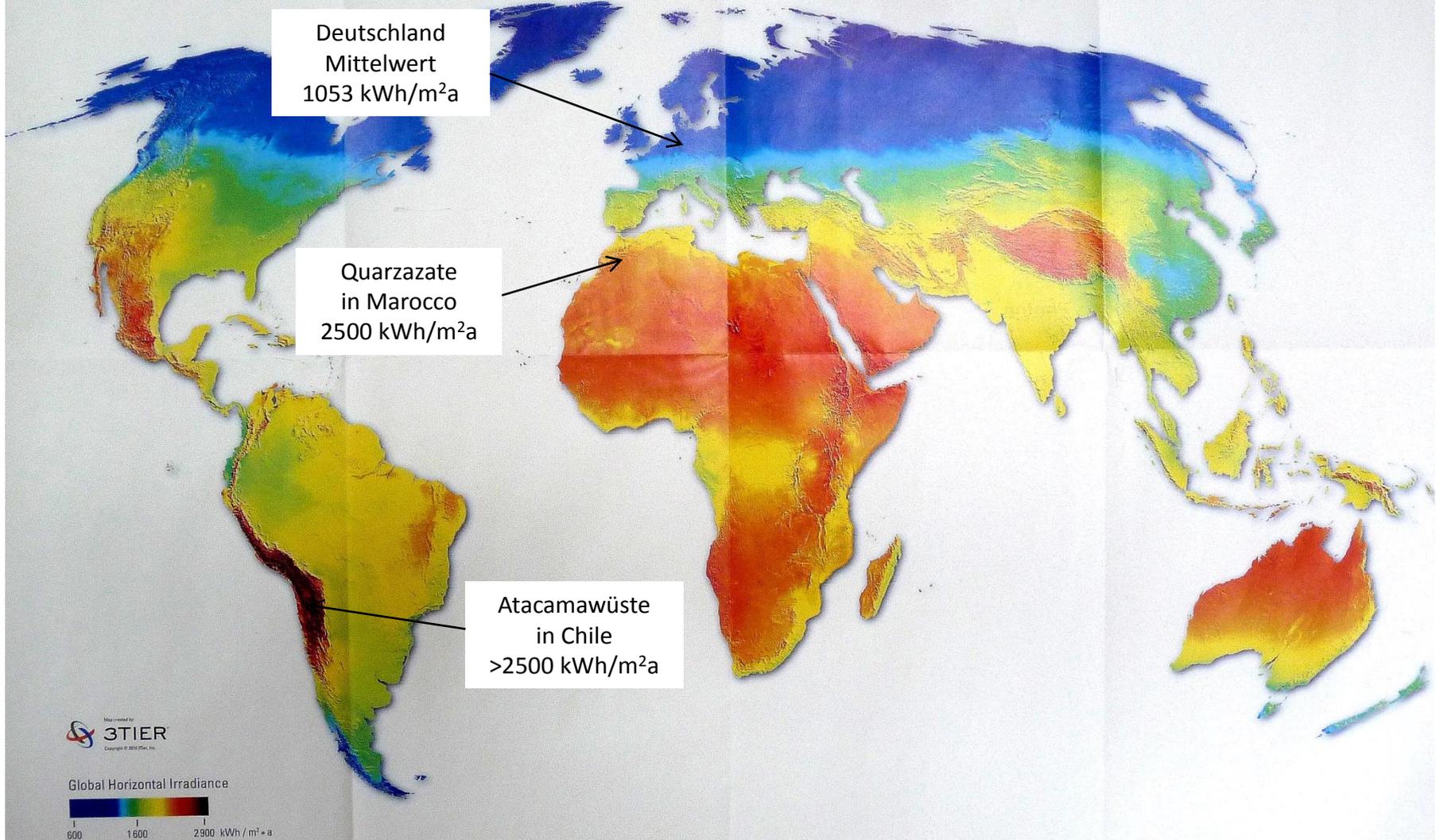
- Direkte Umwandlung von Lichtenergie durch einen faszinierenden elektronischen Prozess
- Keine bewegten Teile und keine Materialabnutzung
- Keine Zuführung von Betriebsstoffen
- Keine Schadstoffemission und keine Geräuschentwicklung
- Außerordentlich hohe Langzeitstabilität und relativ geringe Wartungskosten
- Hohe Unfallsicherheit
- Möglichkeit des Recyclings und der Wiederbenutzung der Materialien
- In Deutschland 2018 mittl. Zuschlagswert von **4,73 Cent/kWh** bei Freiflächenanlagen
- In Halbwüsten ermöglichen PV-Anlagen durch ihre Schatten besseres Pflanzenwachstum

Nachteile der photovoltaischen Stromerzeugung

- Die Montage von Photovoltaik-Anlagen erfordert zunächst hohe Investitionskosten.
- Abhängigkeit der Energieerzeugung von Wetterbedingungen, Tageszeit und der Jahreszeit
- Im Falle südlicher Länder, wo im Sommer Stromnetze zusammenbrechen, gibt es jedoch eine ideale zeitliche Übereinstimmung mit dem Strombedarf für die Klimaanlage.

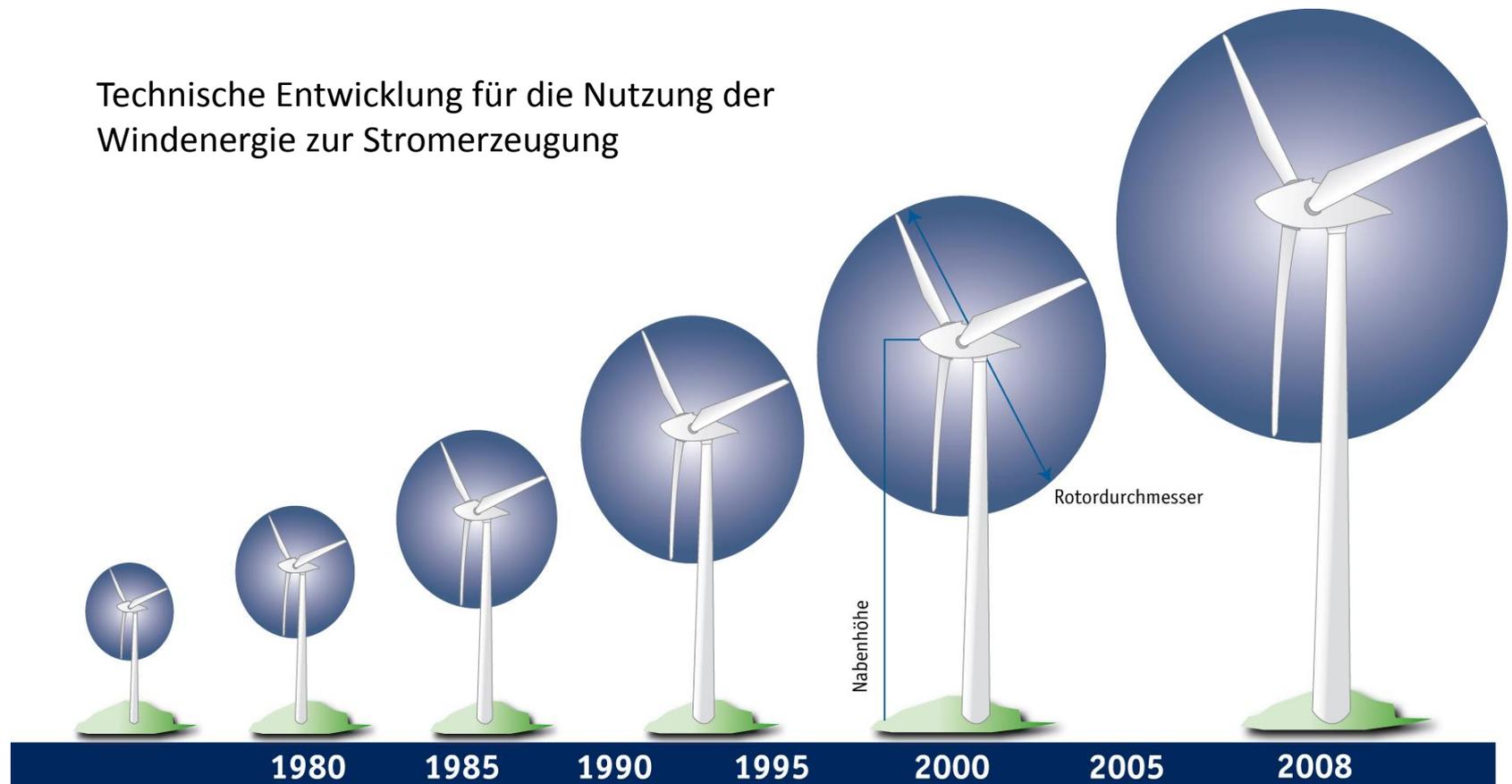
GLOBAL SOLAR IRRADIANCE MAP

Photon



Vergütung von Strom neuer PV-Anlagen in Chile **2,6 Cent/kWh** und in Mexiko **2,8 Cent/kWh!**

Technische Entwicklung für die Nutzung der Windenergie zur Stromerzeugung

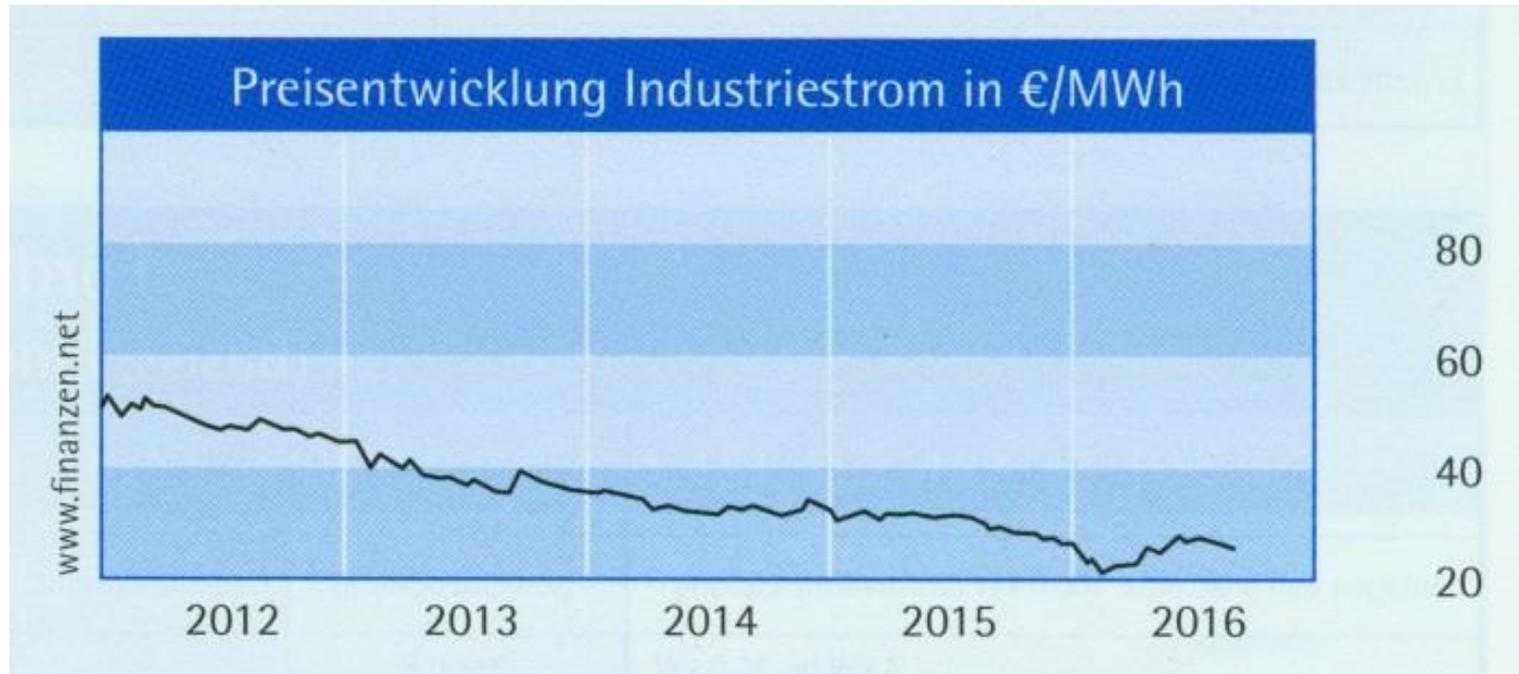


	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2008
Nennleistung	30 kW	80 kW	250 kW	600 kW	1.500 kW	3.000 kW	6.000 kW
Rotordurchmesser	15 m	20 m	30 m	46 m	70 m	90 m	126 m
Nabenhöhe	30 m	40 m	50 m	78 m	100 m	105 m	135 m
Jahresenergieertrag	35.000 kWh	95.000 kWh	400.000 kWh	1.250.000 kWh	3.500.000 kWh	6.900.000 kWh	ca. 20.000.000 kWh

Vollaststunden [kWh/kWa]	1167	1188	1600	2083	2333	2300	3333
Effizienz	13 %	14 %	18 %	24 %	27 %	26 %	38 %

In Jänschwalde Emission von **1,2 kg CO₂ pro kWh!** Eine 3 MW-Anlage erspart somit ca. **8.300 t CO₂/a.**

China allein baut so viele Windräder wie der Rest der Welt zusammen!



Der Preis für Industriestrom lag 2011 bei **6 Cent/kWh** (60 €/MWh) und schwankt jetzt zwischen **2 und 3 Cent/kWh**.

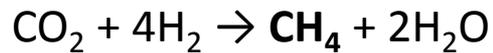
Quelle: Sonnenenergie 5'2016

Die in unseren Breiten notwendige saisonale Speicherung von Solar- und Windstrom kann erfolgen durch die Umwandlung in Methan und die Nutzung ausgedehnter Erdgasspeicher

Zerlegung von Wasser durch Elektrolyse mit Hilfe von (überschüssigem) Strom aus Solar- und Windkraftanlagen



Erzeugung von Methan in Erdgasqualität durch die Sabatier-Reaktion



bzw. von Methanol für die chemische Industrie

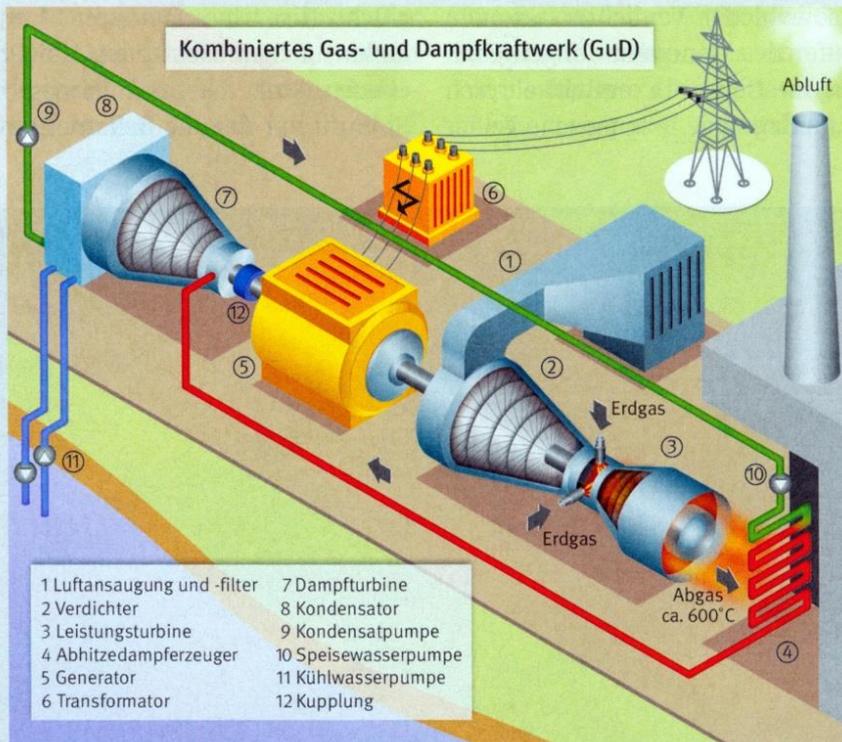


Nach dem kürzlich im Technikumsmaßstab erreichten 76 % ist bei der Methanisierung von Strom im Industriemaßstab ein Wirkungsgrad von **80 %** zu erwarten (Karlsruher Institut für Technologie 2018).

Für dieses Methan (künstliches Erdgas) stehen ausgedehnte Erdgasspeicher mit sehr großem Speichervolumen zur Verfügung.



DAS GuD-PRINZIP



Flexible Stromerzeugung durch schnell regelbares GuD-Gaskraftwerk

Elektrische Leistung **561 MW!**

Wirkungsgrad bei der Umwandlung von Primärenergie Erdgas in Strom **60,4 %!**

Pro kWh Elektroenergie werden nur **0.33 kg CO₂** emittiert.

Ignoriert man in Deutschland die Elektromobilität?

In Deutschland trägt der Verkehr mit 22 % zur CO₂-Emission bei. Diese hat in den letzten 5 Jahren um 5 % **zugenommen!**

Marktanteil von E-Autos ist noch äußerst gering

Bis 2030 sollen in China 40 % aller Autos elektrisch fahren!

Der chinesische Autobauer BYD hat 2017 einen rein elektrisch angetriebenen Fernbus vorgestellt. Mit seiner Reichweite von bis zu 300 km (190 Meilen) ist er der Konkurrenz überlegen.

Diese chinesische Firma BYD fertigt seit Ende 2016 E-Busse in Ungarn und künftig auch in Nordfrankreich.



Weltweit durch erneuerbare Energien

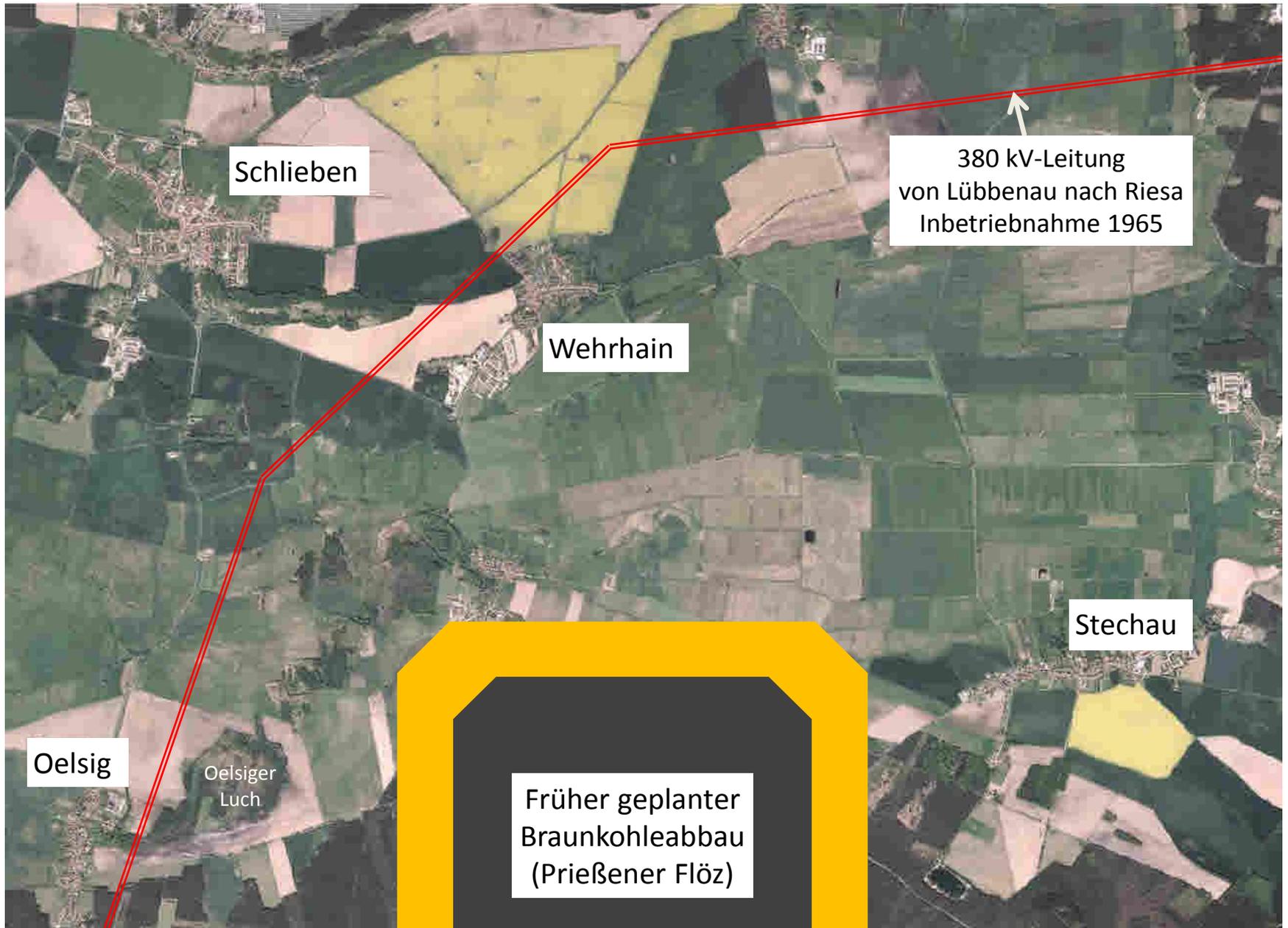
- Sichere und kostengünstige Energieversorgung
- Arbeitsplätze und positive wirtschaftliche Entwicklung
- **Stabilisierung des Klimas auf der Erde**

Die Mehrkosten für erneuerbare Energien von heute sind gesicherte Energie, vermiedene Umweltschäden und niedrige Energiekosten von morgen.

Hermann Scheer

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Zusatzfolien



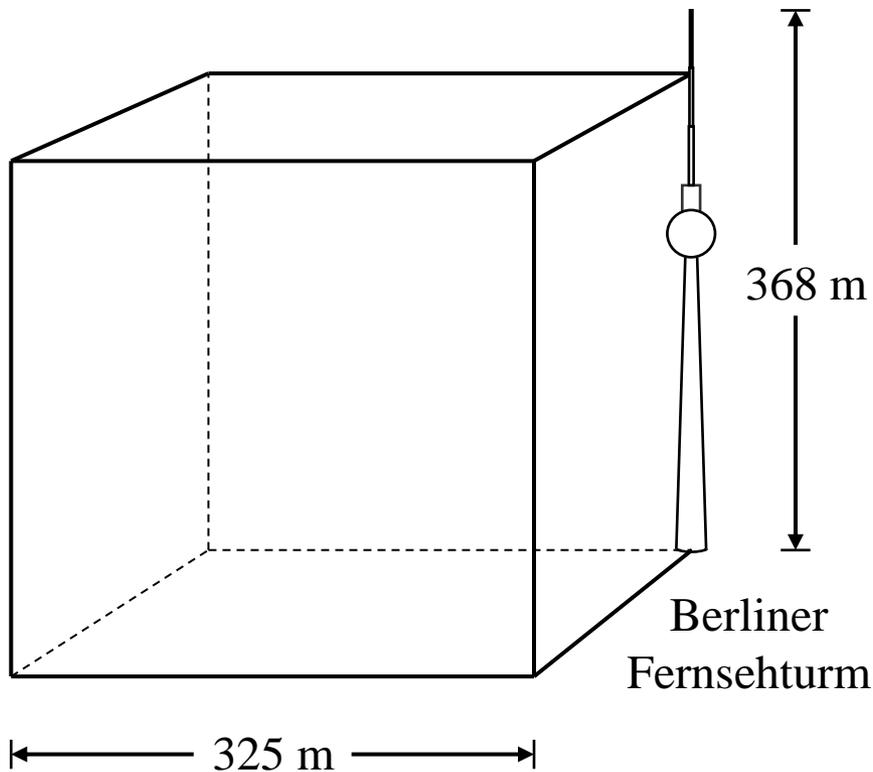
Wilhelm Ostwald, der Leipziger Chemienobelpreisträger 1909 (für Katalyse),
schrieb bereits vor über 100 Jahren bezüglich der Verwirtschaftung der
"kapitalisierten Vorräte in Gestalt der fossilen Brennstoffe":

Wir haben es hier (gemeint sind die fossilen Brennstoffe) also mit einem Anteil unserer Energiewirtschaft zu tun, der sich etwa wie eine unverhoffte Erbschaft verhält, welche den Erben veranlasst, die Grundsätze einer dauerhaften Wirtschaft vorläufig aus den Augen zu verlieren und in den Tag hinein zu leben. Hervorgehoben werden muss dabei, dass auch ein sparsamer Verbrauch die Erschöpfung nur hinausschieben, nicht vermeiden kann.

Bezüglich der globalen Nutzung oder Nichtnutzung der Sonnenenergie schrieb er:

Die dauerhafte Wirtschaft muss ausschließlich auf die regelmäßige Benutzung der Strahlungsenergie (d.h. Sonnenenergie) gegründet werden. Die täglich neu eingefangenen und umgewandelten Mengen Strahlungsenergie, welche, wirtschaftlich gesprochen, eine regelmäßige Einnahme sind dürfen daher nach Ablegung der erforderlichen Reserven auch regelmäßig verbraucht werden.

Anreicherung der Erdatmosphäre mit Treibhausgasen



In Deutschland werden im Mittel **30 kg CO₂** pro Einwohner und Tag (als Müll) in die Lufthülle emittiert!

Ohne den ständigen Austausch der Luft würde diese Emission innerhalb von zwei Jahren eine Verdoppelung der CO₂-Konzentration verursachen, nach 30 Jahren würde sogar der MAK-Wert (0,5 % CO₂) überschritten werden.

Zur Klimastabilisierung ist eine rasche **Reduktion der CO₂-Emission auf 10 % des derzeitigen Wertes und später auf 0 % nötig!**

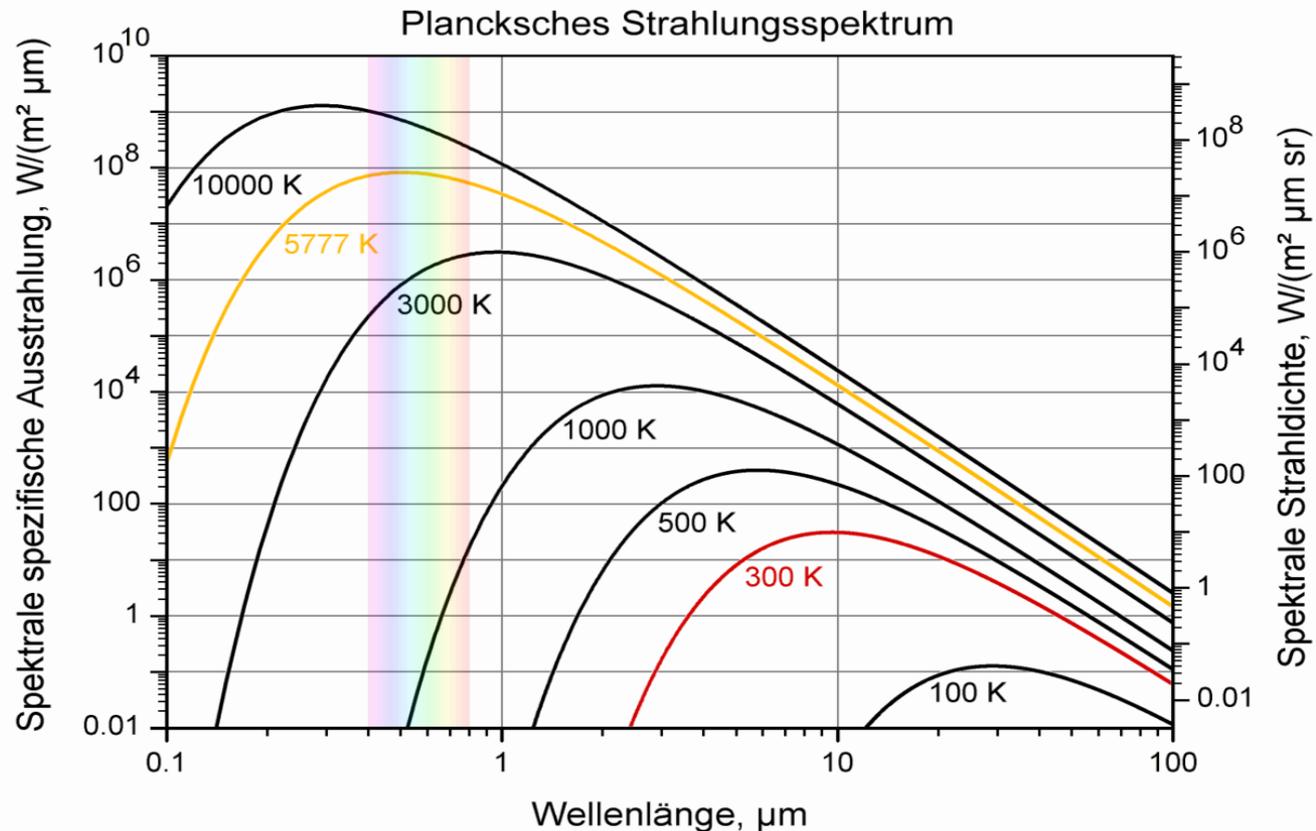
Zum Vergleich: In den USA erfolgt (wie früher in der DDR) die Freisetzung von **60 kg CO₂ pro Einwohner u. Tag.**

Luftwürfel/Einwohner bei Gleichverteilung der über Deutschland festgehalten gedachten Luft

Spektrale Verteilung der Strahlung (Energie pro Wellenlängenintervall) eines idealen Schwarzen Körpers bei unterschiedlichen Temperaturen.

wikipedia.org/wiki/Wärmestrahlung

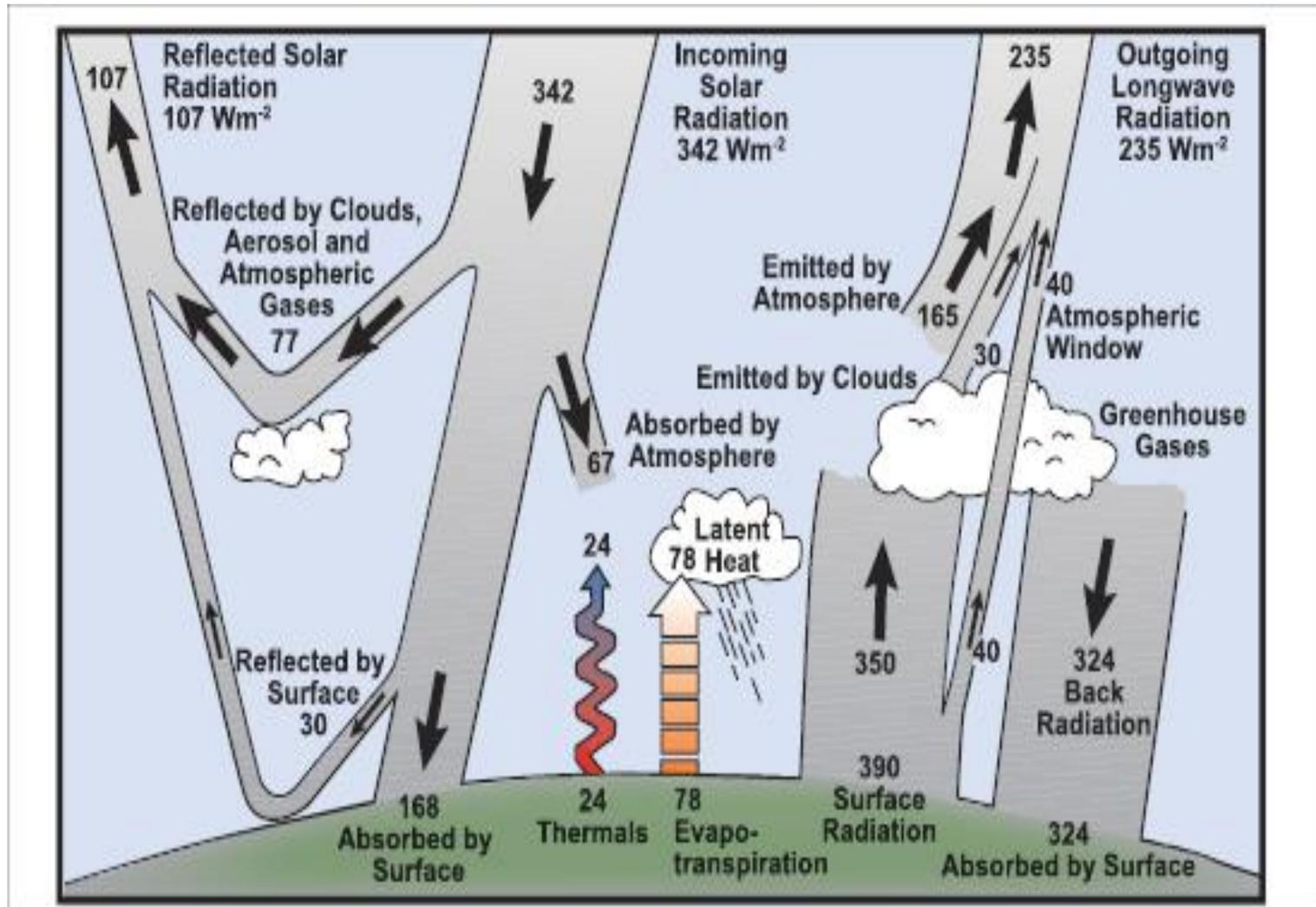
Das sichtbare Licht hat eine Wellenlänge von 0,38 μm (violett) bis 0,78 μm (rot). Ab einer Temperatur von ca. 600 $^{\circ}\text{C}$ (873 K) wird in geringem Maße (kurzwelliger Ausläufer) auch sichtbares Licht in Form roter Strahlung emittiert.



https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/faq-1-1.html

FAQ 1.1 What Factors Determine Earth's Climate?

Hinweis von Rahmstorf, ferner siehe Graphik Seite 2



Die Entdeckung und Erforschung des natürlichen Treibhauseffekts

Literaturempfehlung: Hans Joachim Schellnhuber , "Selbstverbrennung, Die fatale Dreiecksbeziehung zwischen Klima, Mensch und Kohlenstoff", C. Bertelsmann Verlag 2015

Der Franzose **Jean Baptiste Joseph Fourier** (1768 – 1830)

„Die Hitze der Sonne, die in Form von Licht einfällt, hat die Fähigkeit transparente Medien zu durchdringen, und verliert diese Fähigkeit wenn sie nach Wechselwirkung mit irdischen Objekten in Wärmestrahlung ohne Licht umgewandelt wird.“

Der Ire **John Tyndall** (1820 – 1895)

„Wasserdampf in der Atmosphäre ist eine Decke, welche das Pflanzenleben nötiger braucht als die Menschen Kleidung. Wenn man diesen Dampf nur für eine einzige Sommernacht aus der Lufthülle entfernte, würde die Sonne am Morgen über Land im eisernen Griff des Frostes aufgehen.“

Der Schwede **Svante Arrhenius** (1859 – 1927)

Er hat in ambitionierten Untersuchungen erstmals die durch CO₂-Anreicherung in der Atmosphäre zu erwartenden Temperaturerhöhungen berechnet. Mit Arrhenius beginnt die Erforschung des durch den Menschen verursachten Treibhauseffekts.

Gegenwärtige wissenschaftliche Aktivitäten

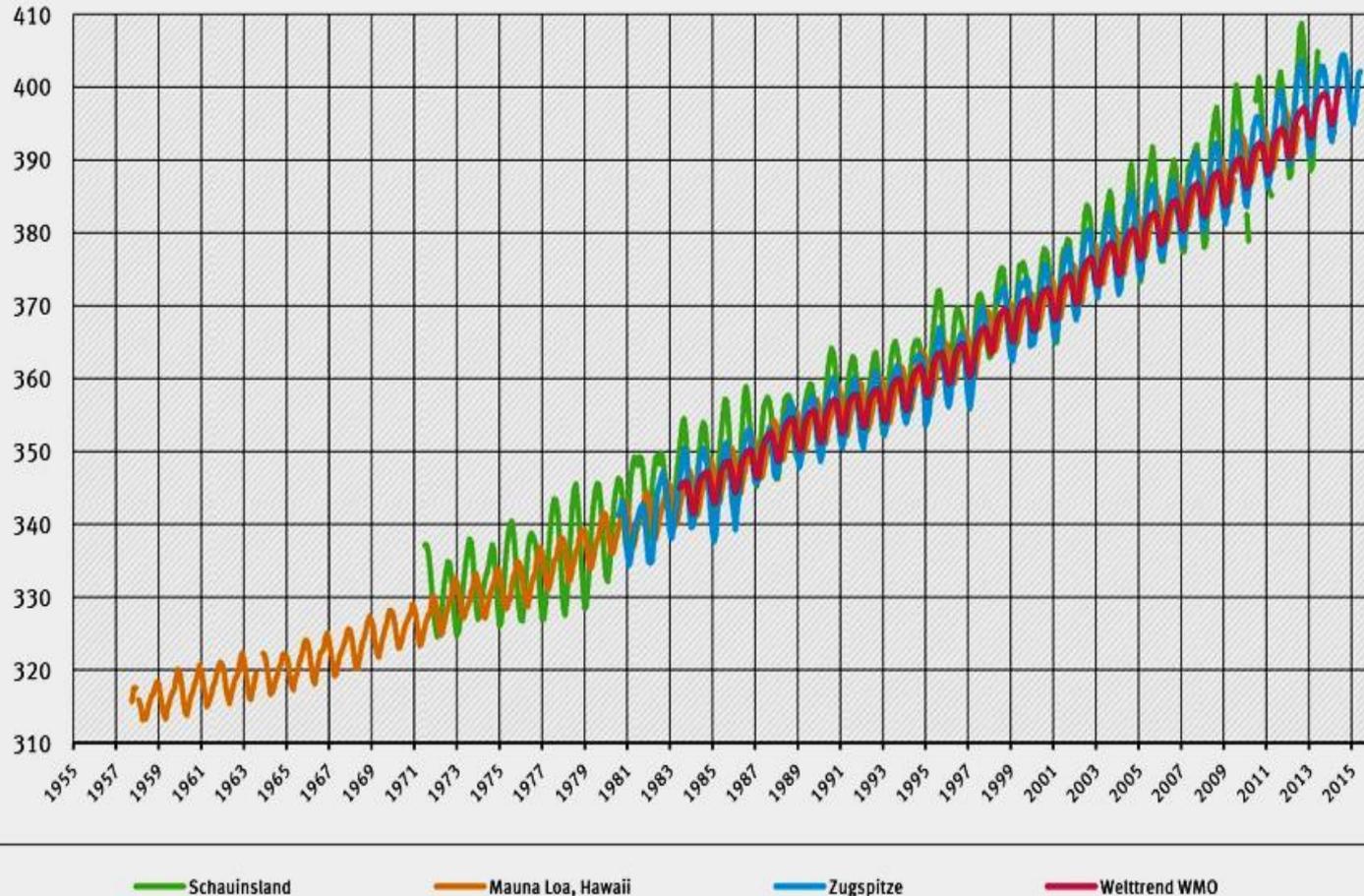
Ausgehend von Daten aus einem weltweiten Netz von Messstationen über solare Einstrahlung, Konzentration der Treibhausgase, Temperatur, Luftdruck sowie über die Wechselwirkung zwischen Land bzw. Ozeanen und der Atmosphäre erfolgen Berechnung und Voraussage globaler und lokaler Klimaänderungen mit Hilfe modernster Höchstleistungsrechner.

In Deutschland geschehen diese Forschungen hauptsächlich im 1992 gegründeten Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK, 320 Mitarbeiter), das mit vielen anderen wissenschaftlichen Einrichtungen in der Welt kooperiert.

Mitarbeiter des PIK beraten die Bundesregierung, die EU, die UNO, den Papst, die Weltbank u.a.m.

Kohlendioxid-Konzentration in der Atmosphäre (Monatsmittel)

Kohlendioxid in parts per million* bezogen auf das Volumen (ppmV)



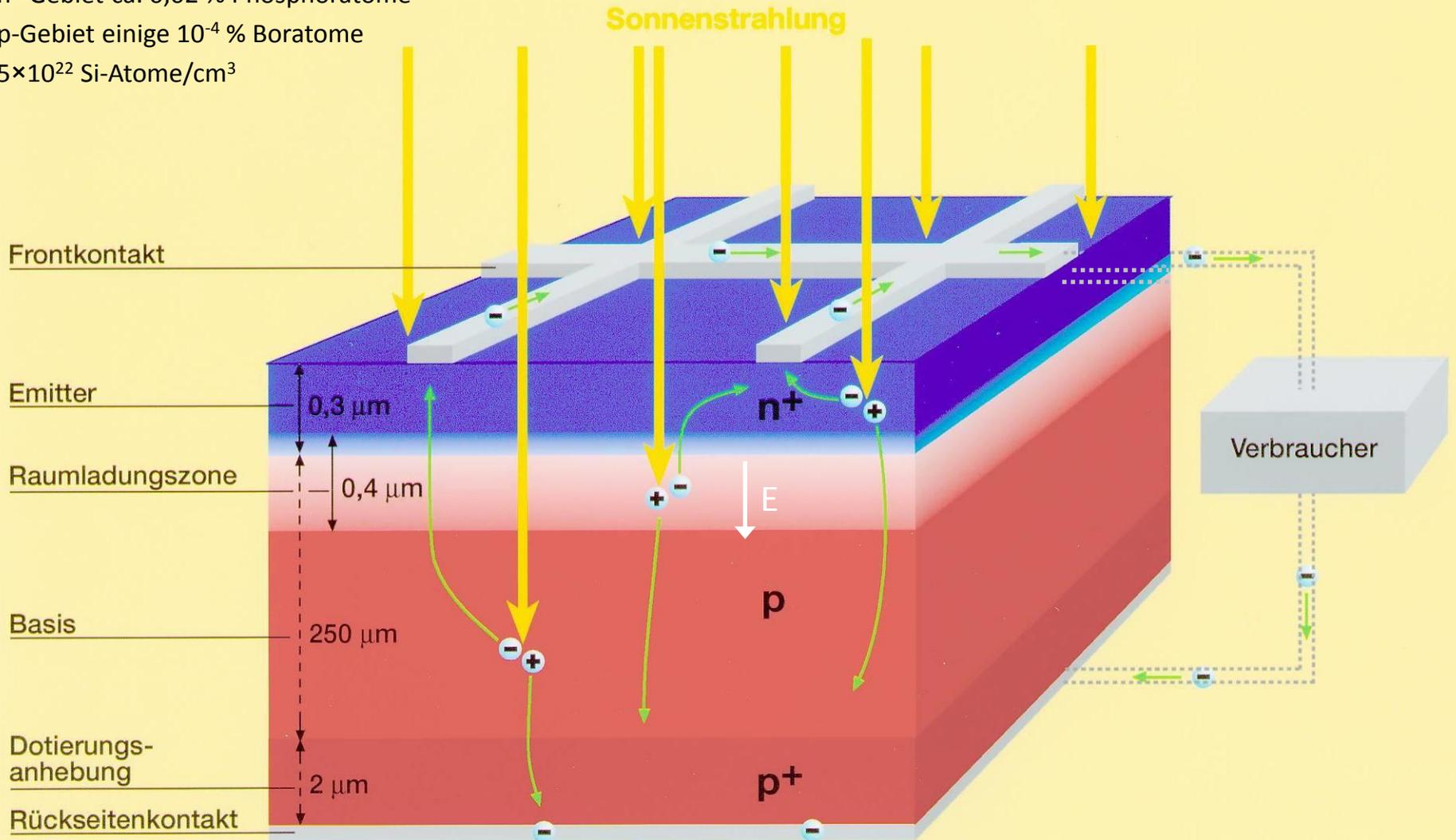
*1 ppm = 10⁻⁶ = 1 Teil pro Million = 0,0001 %, angegeben als Molenbruch

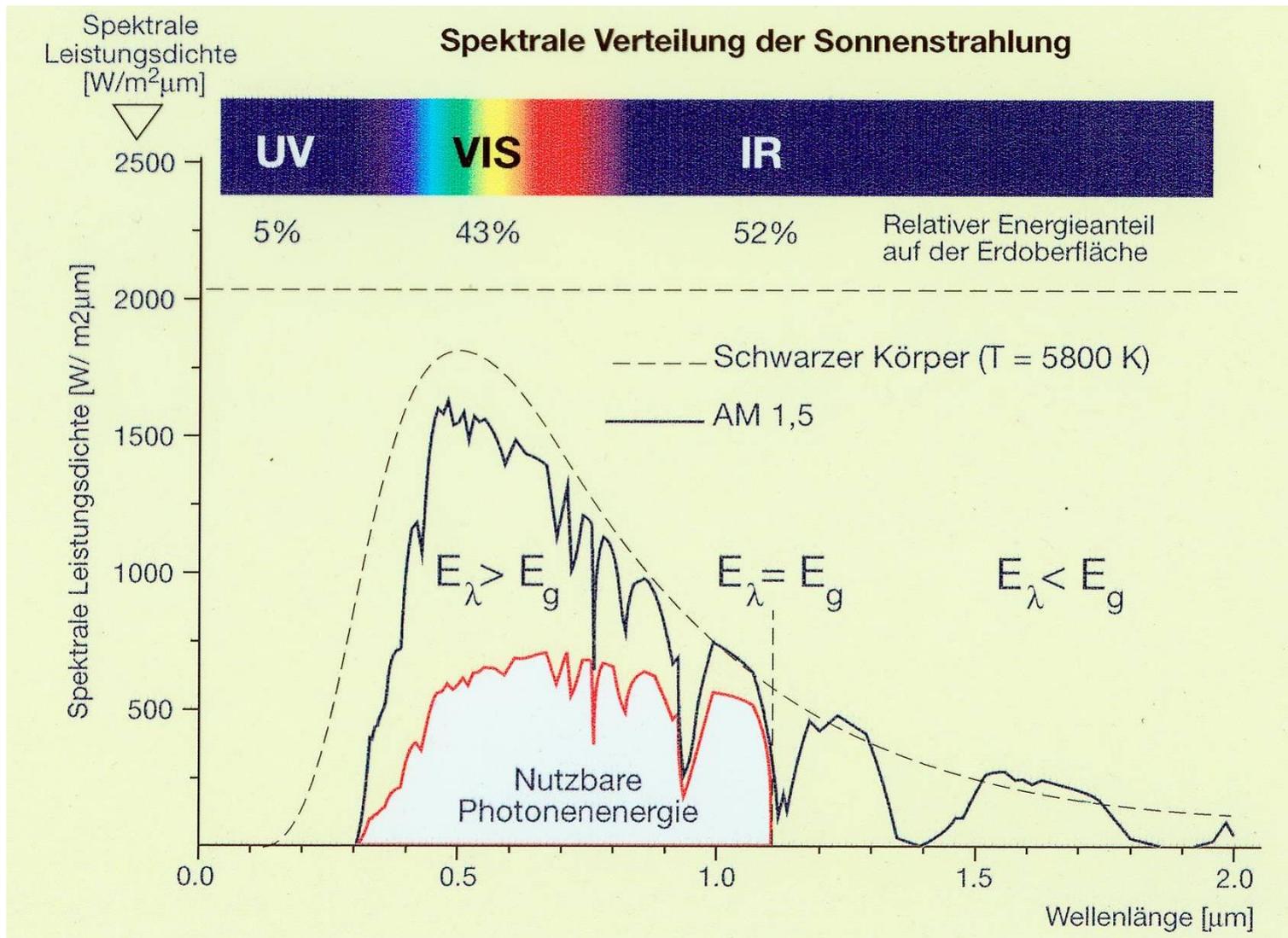
Quelle: Umweltbundesamt (Schauinsland, Zugspitze), NOAA Global Monitoring Division and Scripps Institution of Oceanography (Mauna Loa, Hawaii), World Meteorological Organization, WDCGG (World Trend)

© Umweltbundesamt | Kohlendioxid-Konzentration in der Atmosphäre (Monatsmittel)

Aufbau einer Siliziumsolarzelle

n^+ -Gebiet ca. 0,02 % Phosphoratome
 p -Gebiet einige 10^{-4} % Boratome
 5×10^{22} Si-Atome/cm³



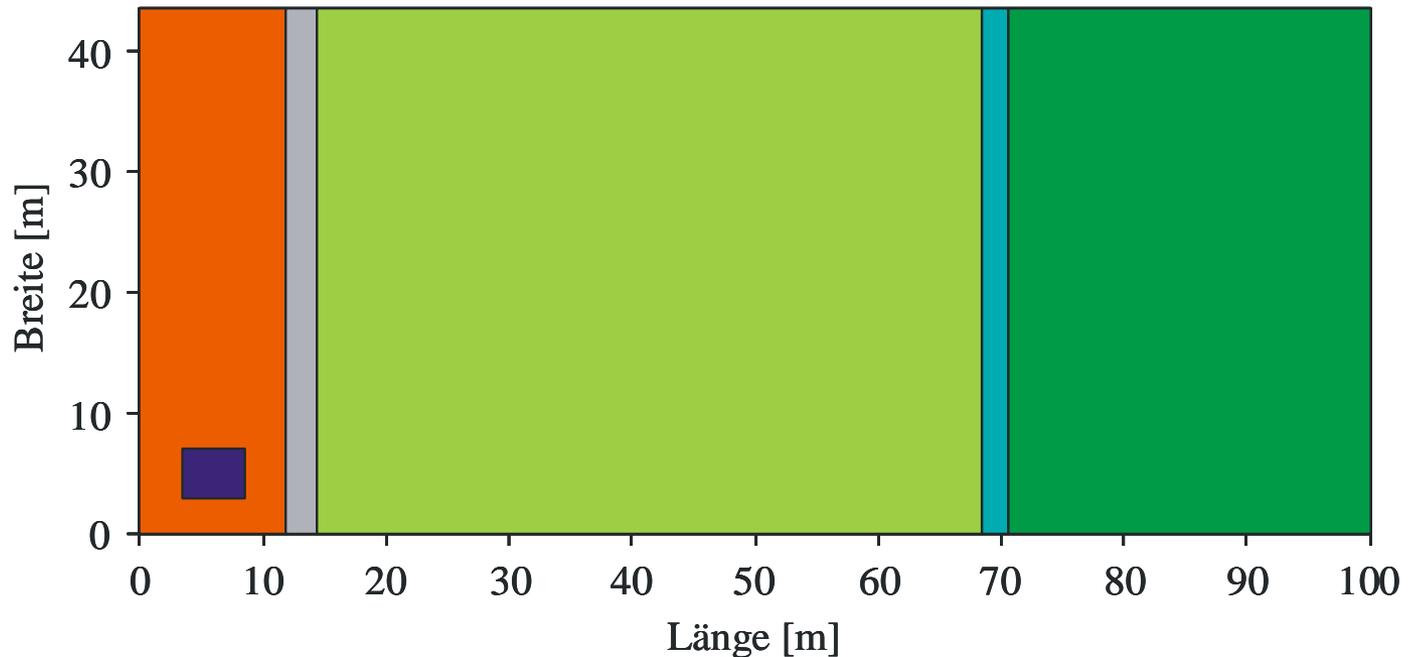


Für Silizium-Solarzellen ergibt sich ein maximal möglicher Wirkungsgrad von $\approx 29\%$ (eine Sonne).

Im Laboratoriumsmaßstab werden inzwischen Werte von ca. 25 % erreicht.

Der Wirkungsgrad von Hochleistungsmodulen mit 60 oder 72 Zellen liegt derzeit nahe 20 %!

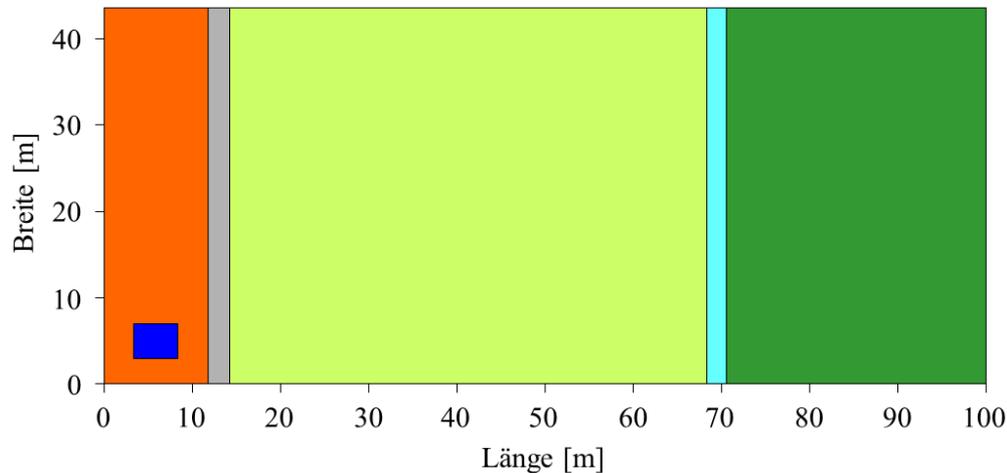
Fläche pro Einwohner in Deutschland ($100 \times 43,5 = 4350 \text{ m}^2$) und deren relative Nutzung



- Siedlungs- und Verkehrsfläche
 - Sonstige Flächen
 - Landwirtschaftsfläche
 - Wasserfläche
 - Waldfläche
- Personenbezogener Anteil (20 m^2) der für die Photovoltaik geeigneten Flächen in Deutschland (Dächer, Fassaden, Böschungen und Lärmschutzwände), mit deren Hilfe etwa **25 % der benötigten Elektroenergie** erzeugt werden könnte.

Keine Flächenprobleme bei breiter Anwendung der Photovoltaik!

Fläche pro Einwohner in Deutschland $43,50 \times 100 = 4350 \text{ m}^2$



Fläche pro Einwohner in anderen Ländern im Verhältnis zu der der Bundesrepublik (F_D)

DDR $1,5 \times F_D$
Frankreich $2 \times F_D$
USA $7 \times F_D$
Bangladesh $0,20 \times F_D$
Indien (in 2100) $0,38 \times F_D$

Fruchtbarer Boden, günstiges Klima, intensive Düngung(!)
Trotzdem Probleme bei der Eigenversorgung mit Lebensmitteln

**Fläche pro Einwohner in Bangladesh $8,7 \times 100 = 870 \text{ m}^2$
(in der Zukunft Abnahme auf 600 m^2 pro Einwohner!)**



Volksrepublik China

Durch rigoros durchgeführte Einkindpolitik hat in den vergangenen 30 Jahren die Bevölkerung von 1,30 Mrd. nur auf 1,36 Mrd. anstelle von den sonst erwarteten ca. 1,8 Mrd. zugenommen.

China verfügt mit 20 % der Weltbevölkerung über weniger als 10 % der Landwirtschaftsfläche der Erde.

China hat zur Versorgung der eigenen Bevölkerung (wie Korea und Saudi-Arabien) große landwirtschaftliche Nutzflächen in Afrika gekauft bzw. für 99 Jahre gepachtet.

Inzwischen hat China auch in Frankreich 18.000 Hektar fruchtbares Ackerland gekauft.

Gesellschaftliche und soziale Dimensionen der Nutzung erneuerbarer Energien

- Die künftige Energieversorgung wird auf dezentralen Strukturen basieren.
- Dabei kommt es auf einen intelligenten Mix der verschiedenen erneuerbaren Energien an, wofür technische Lösungen existieren.
- Wind- und Solarenergie ergänzen sich häufig. Biomasse (speicherbar) und Wasserkraft sind für Spitzenbedarf nutzbar und Wasserkraft und Geothermie können eine Grundlastversorgung übernehmen.
- Dezentrale Energieerzeugung ermöglicht Stabilität und Erreichung von Energieautonomie (lokale und regional vernetzte Energiebereitstellung).
- Anstelle von (multinational agierenden) Monopolen mit zwangsläufigem Preisdiktat gibt es viele kleine unabhängige Produzenten mit breiter Eigentumsstreuung (individueller Besitz, Bürgergemeinschaftsanlagen oder Stadtwerke).
- Die Nutzung erneuerbarer Energien hat eine positive Rückwirkung auf die soziale Stellung und das Bewusstsein der Menschen.

Zukunftschancen für die Region Elbe-Elster

National und auf EU-Ebene gibt es die dringende Forderung: "**Weg vom Öl!**"

Durch die Verteuerung des Erdöls wird die Bedeutung der Landwirtschaft zunehmen. Mittel- und langfristig werden **Landwirte zugleich Energie- und Rohstoffwirte** sein. Wenn Strom, Heizenergie und Kraftstoff im ländlichen Gebiet künftig selbst erzeugt werden, verbleibt das Geld in der Region.

Es bestehen bei uns **gute Einstrahlungsbedingungen für die Solarenergienutzung**. Die durch die Photovoltaik gegebene Möglichkeit privat sauberen Strom zu erzeugen, führt zu einem neuen Verständnis bezüglich Energieversorgung und Energienutzung. Wenn geeignete eigene Dachflächen fehlen, bestehen Gelegenheiten zur Beteiligung an **Bürgersolarstromanlagen**.

Die Rahmenbedingungen für privates Engagement bei der Energieerzeugung sind in Deutschland in vieler Hinsicht beispielhaft. Das EEG ist Vorbild in der Welt.

Die Nutzung erneuerbarer Energien schafft zukunftsfähige Arbeitsplätze und eröffnet sichere Perspektiven für die junge Generation.

Natürliches Energieangebot der EE in Deutschland

nach H. Graßl, 29.1.2010

Solarstrahlung = 115 Watt/m²

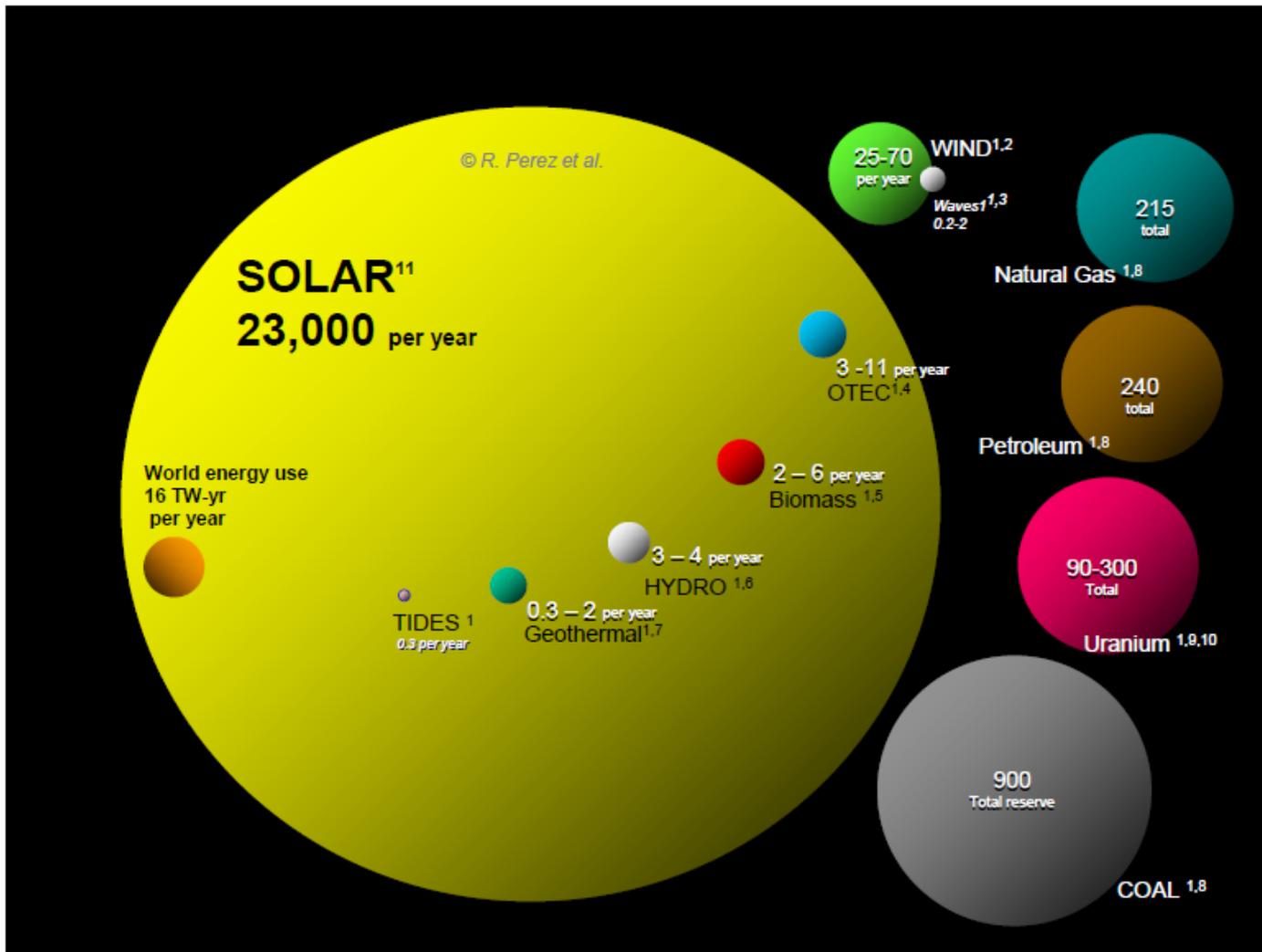
Windenergie ~ 3 W/m²

Bioenergien ~ 0,2 W/m²

Wasserkraft ~ 0,1 W/m²

Geothermie ~ 0,1 W/m²

PV ist ca. um den Faktor 100 ertragreicher als Bioenergie !!!



Comparing finite and renewable planetary energy reserves (Terawatt-years). Total recoverable reserves are shown for the finite resources. Yearly potential is shown for the renewables.

DRAFT 1/27/09 Perez et al. for publication in the IEA/SHC SOLAR UPDATE

(*OTEC Ocean Thermal Energy Conversion, Meereswärmekraftwerk*)

The 23,000 TWyear per year solar ball corresponds only to a part of the whole solar irradiation.