

Klimakrise – was tun?!

Herzlich willkommen beim Klima-Kino Worms

Anmeldung zum Newsletter

www.newsletter.worms.de



Energiekarawane KKMU läuft

www.energiekarawane.worms.de



Worms sucht die STADTRADELN-Stars

www.klimaschutz.worms.de



Schulungen Hitze und Gesundheit

www.hitze-worms.de

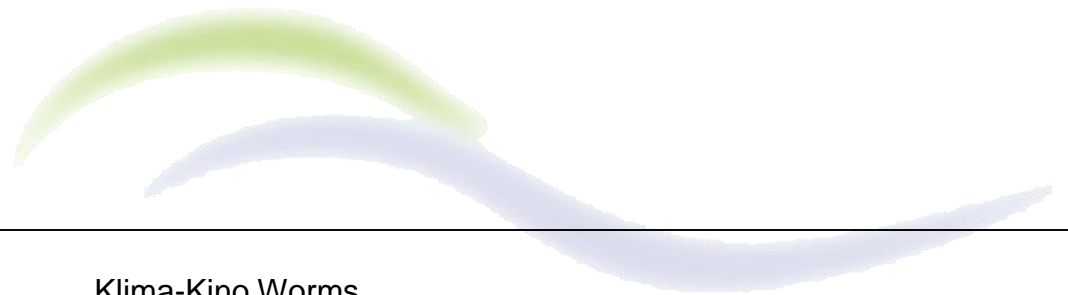


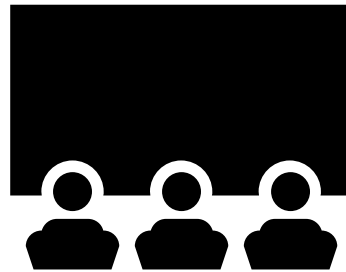
- Begrüßung
- Vortrag „Klimawandel – Ursache, Wirkung, Maßnahmen“
- Statements der Stadtspitze
- Film „Mein Leben auf unserem Planeten“



Frau Bürgermeisterin Stephanie Lohr

BEGRÜßUNG





Vortrag von Herr Jochen Marwede

KLIMAWANDEL – URSACHE, WIRKUNG, MAßNAHMEN

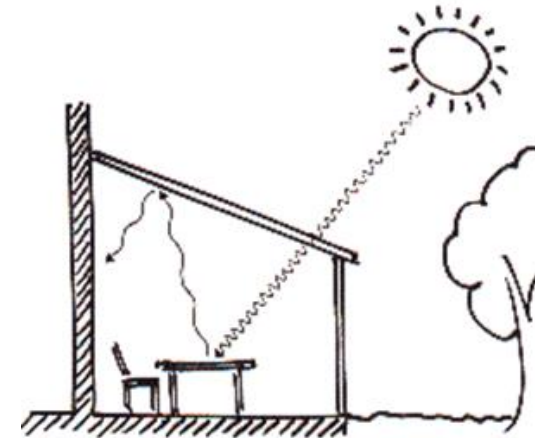
- Vater, Ehemann, Tubist
- Vorstand Wendeware AG
- Photovoltaik-Unternehmer
- ehrenamtlicher Klimaschutzmanager der Ortsgemeinde Hochspeyer
- Projektmanager Bürgerbus Hochspeyer
- Dipl.-Ing. Tiefbohrtechnik
- Erdöl- und Erdgasgewinnung
- Fraktionsvorsitzender Bündnis90/Die Grünen im Kreistag Kaiserslautern

Jochen Marwede

[jochen.marwede@
gmail.com](mailto:jochen.marwede@gmail.com)

mobil 0177 / 62 99
082

- Kurzwelliges Sonnenlicht trifft auf die Erde
- Wird von der Atmosphäre nicht stark absorbiert
- die Erde erwärmt sich und strahlt langwellige Wärmestrahlung ab
- langwellige Strahlung wird von der Atmosphäre stärker absorbiert
- Die Zusammensetzung der Atmosphäre bestimmt, wie stark die langwellige Strahlung absorbiert wird
- CO₂, Methan, Stickoxid, Wasserdampf, FCKW, (Ozon) sind Treibhausgase und verstärken die Absorption von langwelliger Strahlung
- Mit mehr Treibhausgasen in der Atmosphäre wird mehr Wärme zurückgehalten

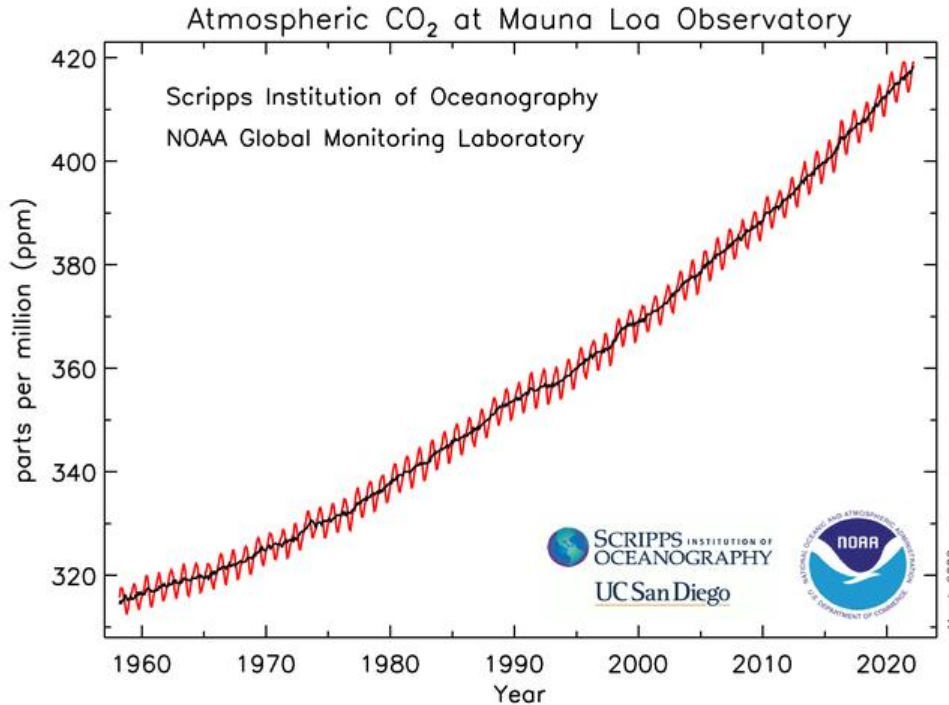


Quelle: ardlер.de

Ach übrigens:

- Luft besteht zu 99,95% aus Stickstoff, Sauerstoff und Argon
- Diese ein- und zweiatomigen Gase absorbieren Wärmestrahlung kaum
- Entscheidend sind die restlichen 0,05% und Wasserdampf

CO₂-Konzentration über moderne Zeiten



- Trend 2 bis 3 ppm Anstieg pro Jahr
- CO₂-Emissionen gut für 4 - 5 ppm pro Jahr
- Die Natur hilft (noch) durch Absorption von CO₂

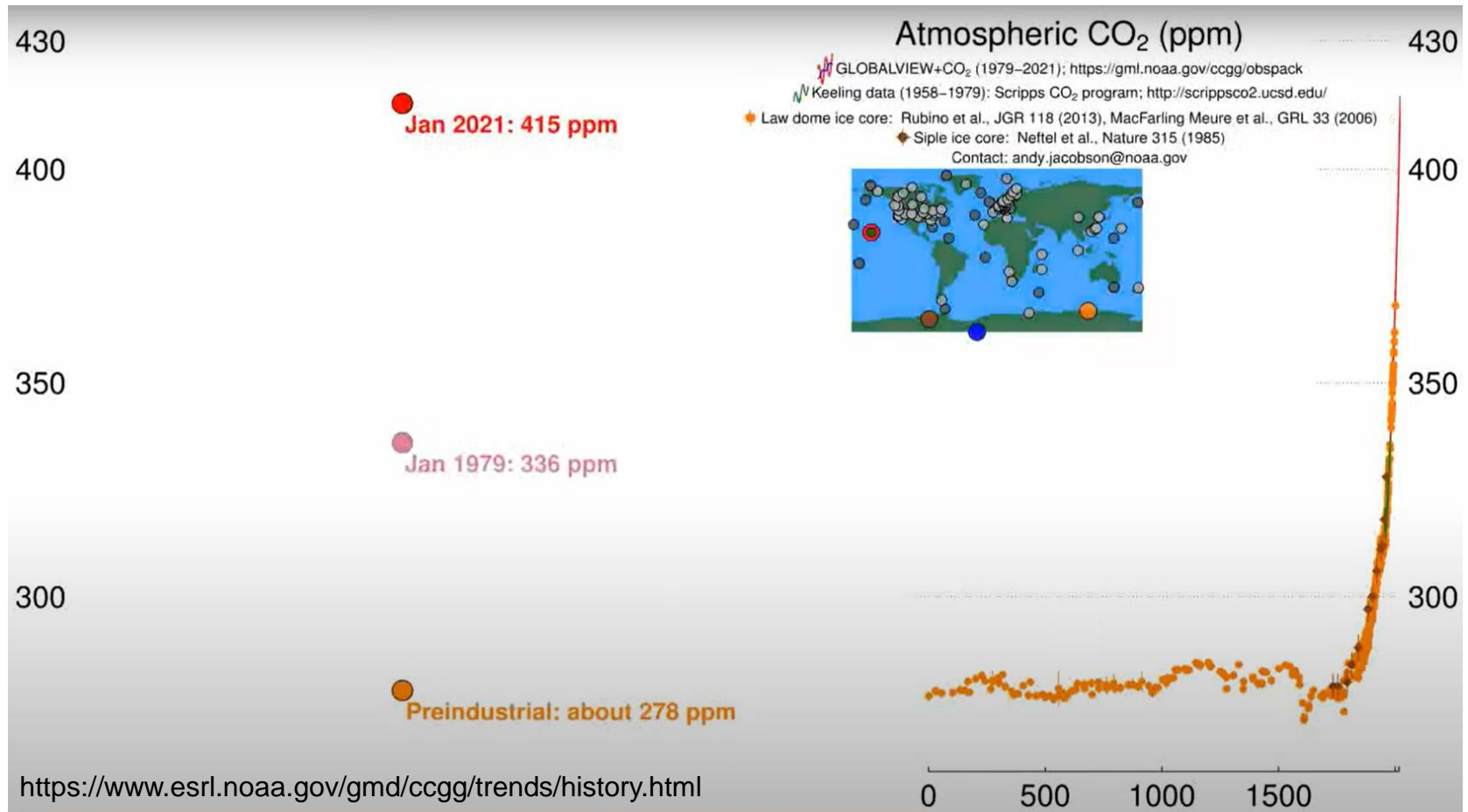
Ach übrigens:

ppm : parts per million

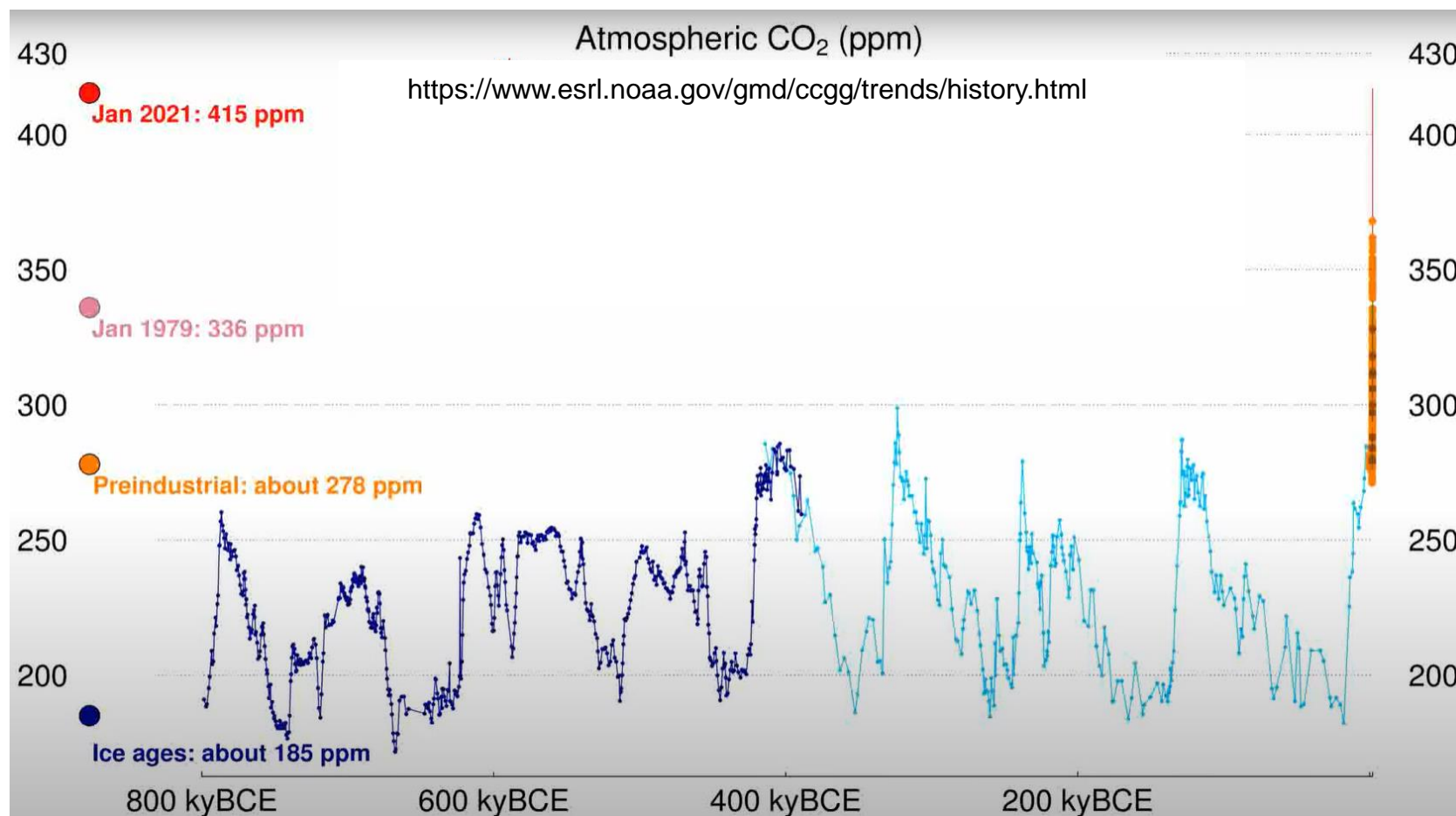
1 ppm = 0,0001 %

400 ppm = 0,04%

CO₂-Konzentration über geschichtliche Zeiten



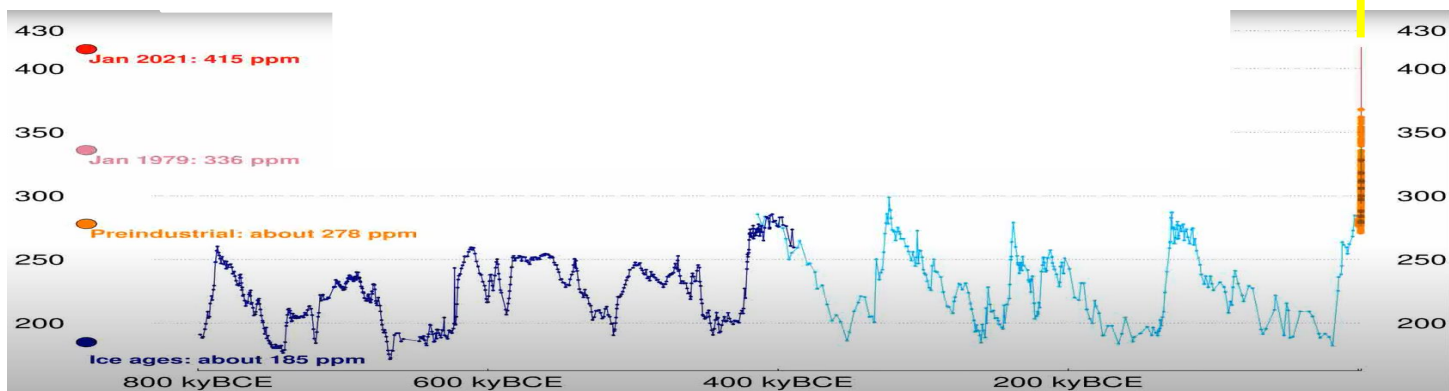
CO₂-Konzentration über erdgeschichtliche Zeiten



CO₂-Konzentration über zukünftige Zeiten

Ach übrigens:
bis 800 ppm gilt als
„gute Luftqualität“ für
Innenräume

<https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/history.html>



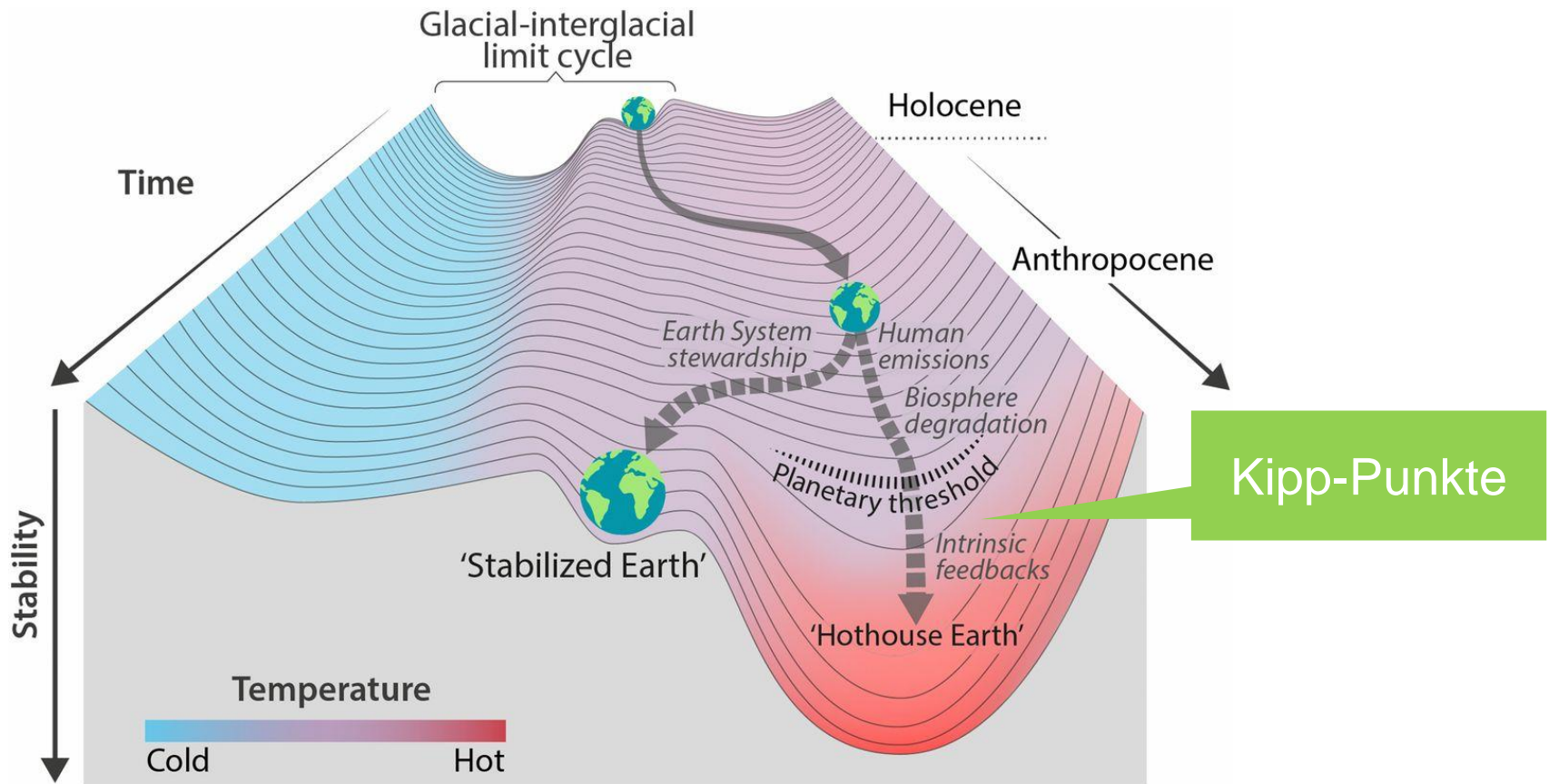
1000 ppm in 2185

800 ppm in 2135

600 ppm in 2085



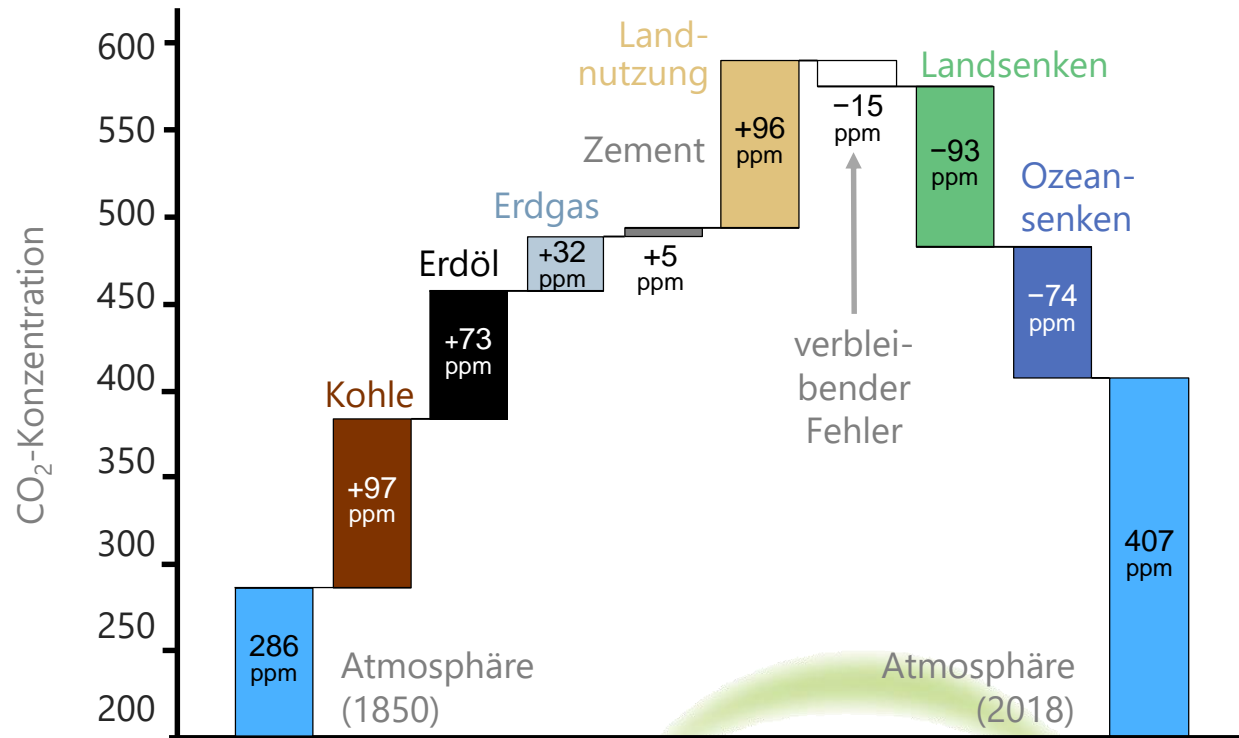
Klima ist metastabil



<https://www.pnas.org/content/115/33/8252>

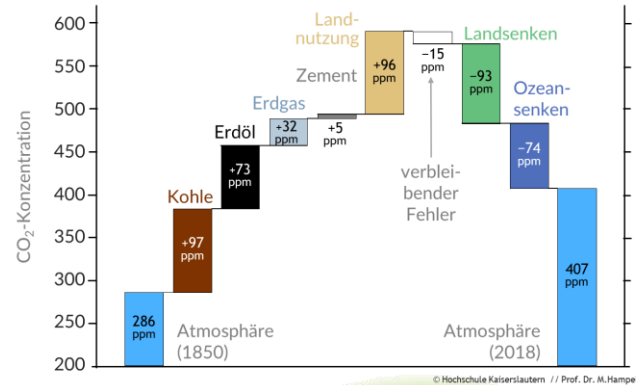
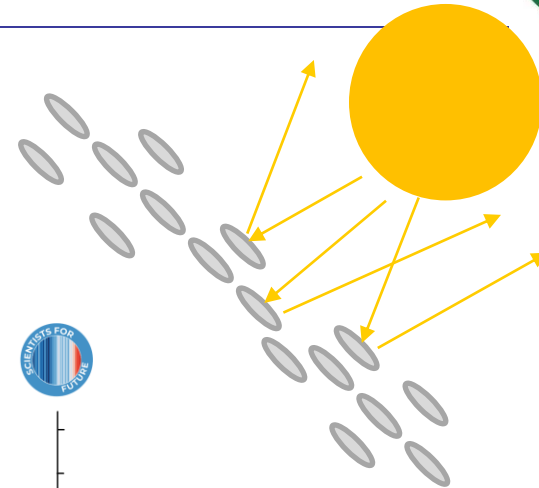


CO₂: Wo kommt es her, wo geht es hin?



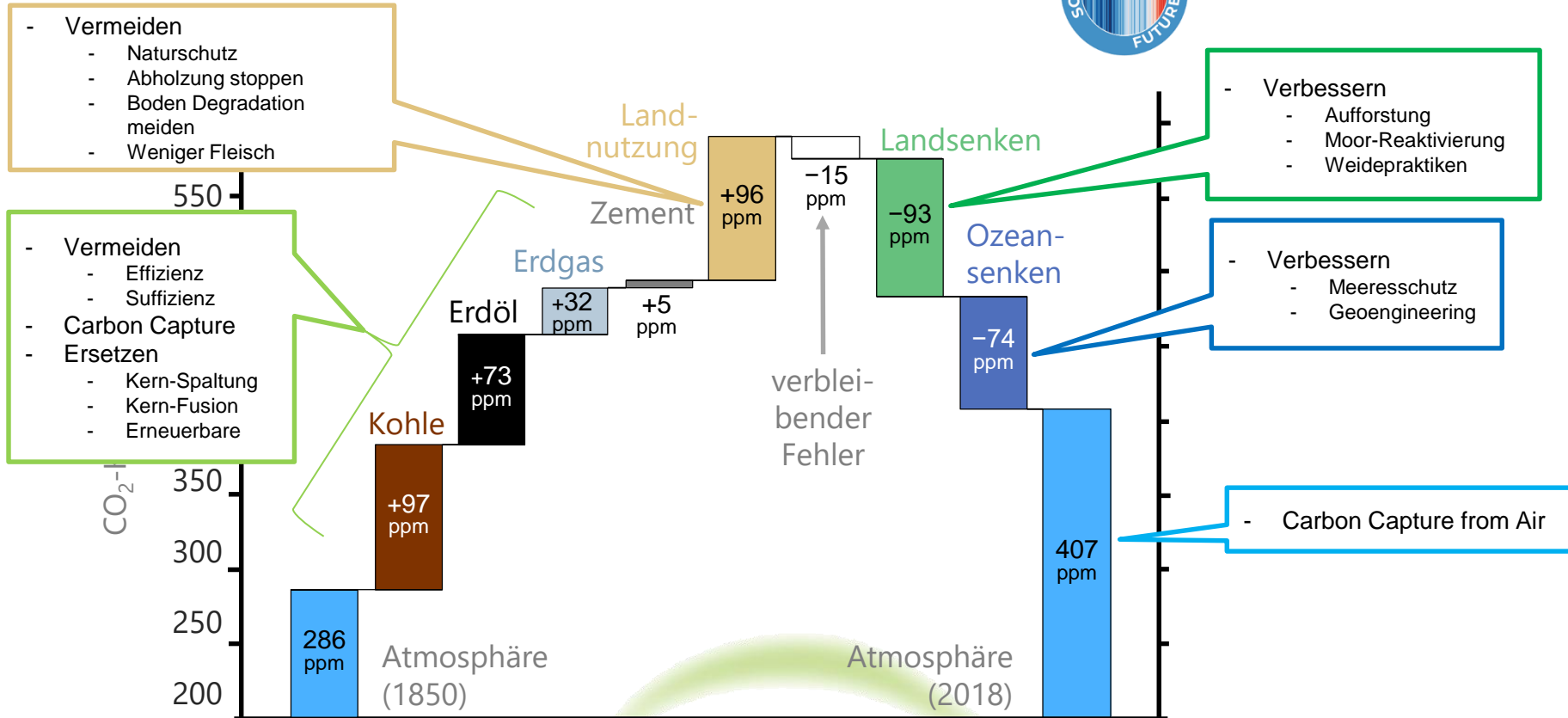
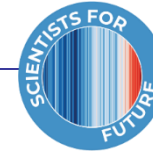
© Global Carbon Project 2019, CC-BY 4.0, modified by G. Hagedorn & C. Eckenbach
© Hochschule Kaiserslautern // Prof. Dr. M. Hampel

- Strahlung reduzieren
 - Objekte in der Umlaufbahn
 - Aerosole in der Atmosphäre
 - Wolken verstärken



Die erwarteten Konsequenzen **können** eintreten,
die unerwarteten Konsequenzen **werden** eintreten!

CO₂: Wo kommt es her, wo geht es hin?

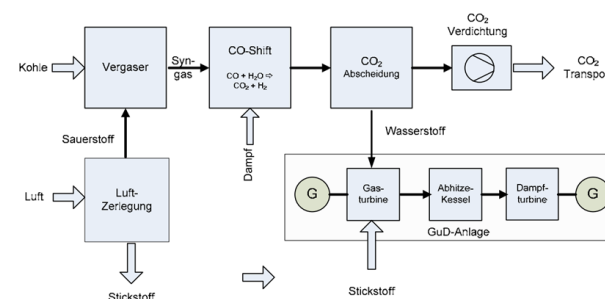


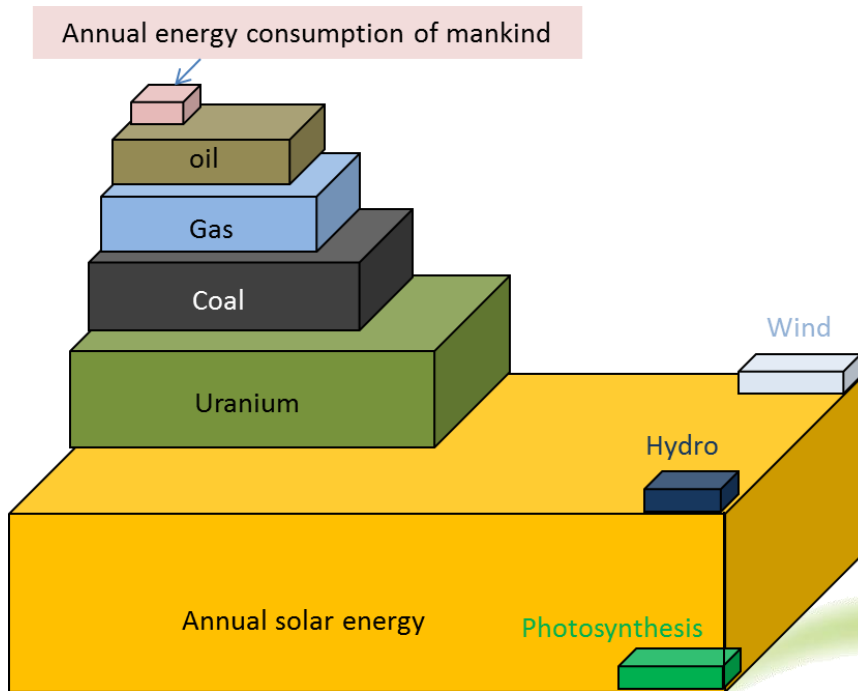
© Global Carbon Project 2019, CC-BY 4.0, modified by G. Hagedorn & C. Eckenbach
© Hochschule Kaiserslautern // Prof. Dr. M. Hampel



CO₂-Abscheidung und Speicherung (CCS)

- CO₂ aus Verbrennungsprozessen abscheiden und langfristig speichern
- Vier technische Pfade:
 1. Rauchgas Dekarbonisierung (Post-Combustion Capture)
 2. Brenngas Dekarbonisierung (Pre-Combustion Capture)
 3. Verbrennung mit Sauerstoff (Oxy-Fuel)
 4. CO₂ Entfernung aus der Atmosphäre
- Lagerung in Porenraum oder Mineralien
- Prinzipielles Problem:
 - Eine Tonne Öl (-CH₂-): Molekulargewicht = $12 + 2 \times 1 = 14$
 - 3,1 Tonnen CO₂: Molekulargewicht = $12 + 2 \times 16 = 44$
 - Enorme Größenordnung: **Faktor 3 mehr Masse, Faktor 4 mehr Volumen**
 - Speicherplatz muss 4 mal so groß sein wie (Öl-)Lagerstätte
- Praktische Probleme:
 - Viel Material- und Energiebedarf (macht das Problem schlimmer)
 - Kosten
 - Risiko der Wieder-Freisetzung





Prof. O. Goebel using data from IEA, world energy outlook

Globaler Energiebedarf:

- 16 TW

Solarstrahlung auf Erdscheibe:

- 127 500 TW

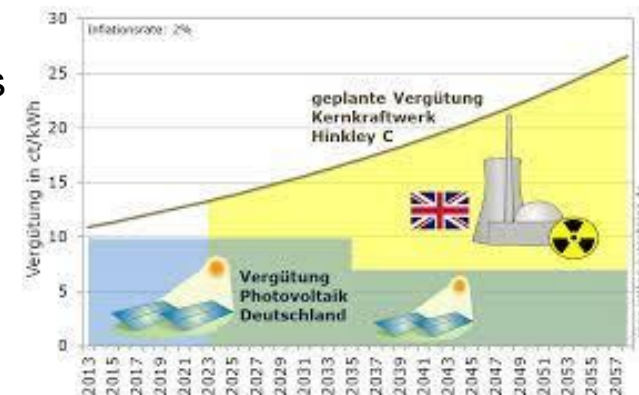
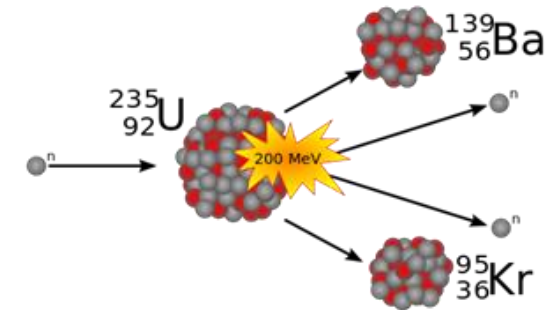
$$[\pi * (6371 \text{ km})^2 * 1 \text{ kW/m}^2 = 127.5 * 10^{12} \text{ kW}]$$

- Somit ist die Solarstrahlung rund 8000 mal größer als der globale Energiebedarf

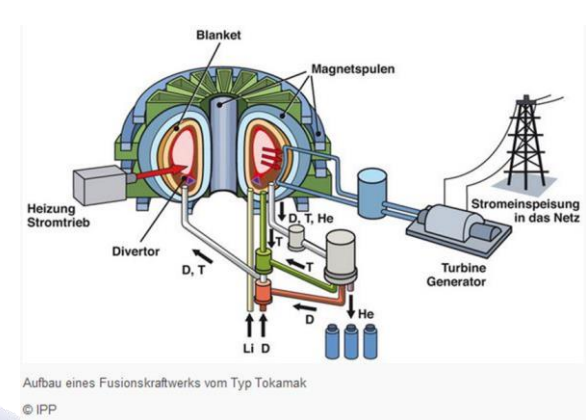
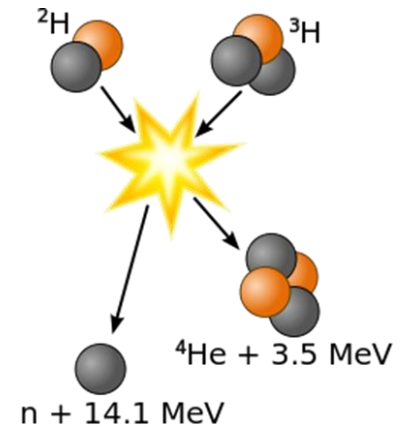
Die Erde erhält in einer Stunde etwa soviel Energie wie der Verbrauch der Menschheit in einem Jahr ist!

© Hochschule Kaiserslautern // Prof. Dr. M. Hampel

- Einigermaßen CO₂-arm
- Teuer: Hinkley Point C Garantie Preis ist 11,5 c/kWh mit Inflationsausgleich auf 35 Jahre
- Kein privatwirtschaftliches Unternehmen baut AKW ohne staatliche Vollkaskoversicherung / militärisch getrieben
- „Kernkraft-Renaissance“ bestenfalls in China, ansonsten „in Planung“ oder schon sehr lange „im Bau“
- „moderne“ Reaktoren allenfalls Prototypen, Gen IV Reaktoren sind (noch) Papiertiger
- Gefahr durch radioaktiven Müll / steigende Gefahr eines Unfalls mit folgender Unbewohnbarkeit weiter Gebiete
- Derzeit liefert Kernenergie 2% des globalen Primärenergie-Bedarfs
- Bauzeit nach allen Erfahrungen länger als 15 Jahre: Wann würden viele Reaktoren zur Verfügung stehen? – **zu spät!**



- Möglichkeit eines Unfall mit katastrophalen Folgen nicht erkennbar, keine Kettenreaktion oder ähnliche Leistungsanstiege
- radioaktive Substanzen, Tritium sowie aktivierte Bauteile, haben ein relativ niedriges biologisches Gefährdungspotential
- Enorme technische Herausforderungen (100 Mio.° C heißes Plasma muss in der Schwebe gehalten werden)
- Fahrplan:
 - 2025(2020): erstes Plasma
 - 2035(2027): erste Experimente mit Tritium und Deuterium
 - 2040-2050: möglicherweise erste Fusionskraftwerke
- Fazit: theoretisch sehr interessant, aber **zu spät!**



- Sehr effiziente Energieketten
 - LED Beleuchtung
 - eMobilität
 - Wärmepumpen
- Elektrische Erneuerbare sind billig (und werden immer billiger)
 - PV
 - Wind
- Weitere Beiträge eher begrenzt
 - Solarthermie
 - Holz
 - Biogas / Biomasse
 - Geothermie für Wärme (und Strom)
 - Wasserkraft
- Stark steigender Stromverbrauch
 - In etwa eine Verdoppelung

Effizienz ist elektrisch – Beispiel Auto

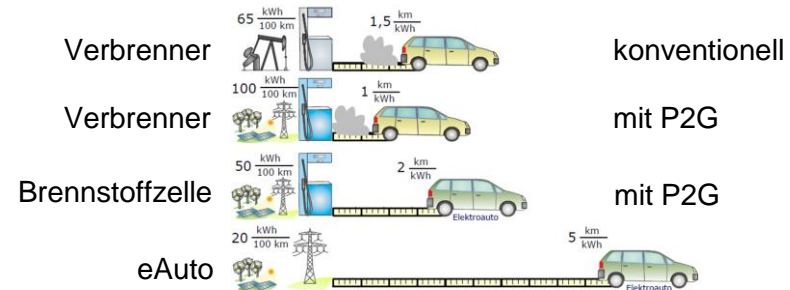


Bild 11 Effizienz strombasierter Verkehrskonzepte im Vergleich zu herkömmlichen Fahrzeugen im Individualverkehr mit Verbrennungsmotor (1.v.o.: konventionell, 2.v.o.: P2L/P2G mit Verbrennungsmotor, 3.v.o.: P2L/P2G mit Brennstoffzelle und Elektroantrieb, 4.v.o.: Batteriefahrzeug mit EE-Strom)

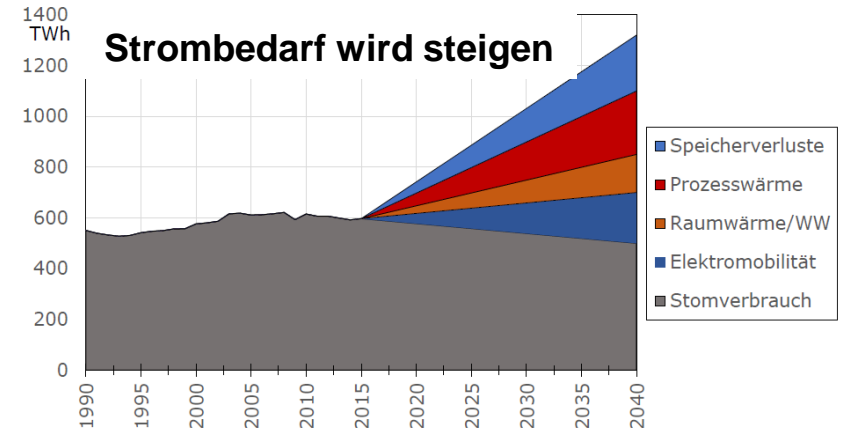


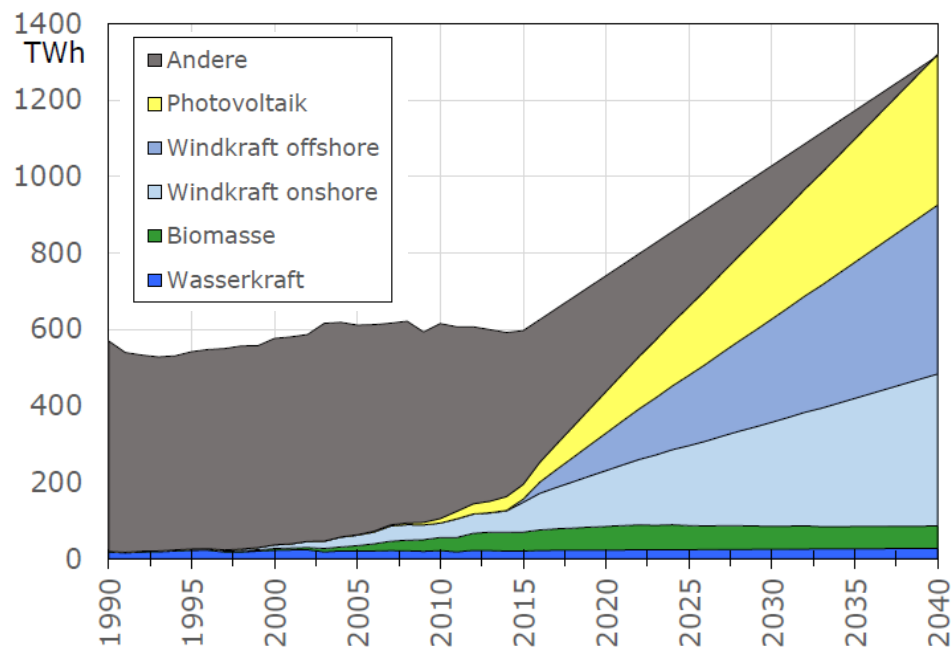
Bild 14 Entwicklung des Strombedarfs für eine klimaneutrale Energieversorgung mit Effizienzmaßnahmen

Quelle: Sektorkopplung durch die Energiewende, Volker Quaschnig

Der Pfad zu 100% EE - Was brauchen wir? Vierfaches Tempo

**Entwicklung der regenerativen
Stromerzeugung und des Stromverbrauchs
bis 2040 zum Erreichen einer klimaneutralen
Energieversorgung bei Berücksichtigung von
Effizienzmaßnahmen**

Wir brauchen:



Energie	Jährlich GW/a	Gesamt GW 2040
PV	15	415
Wind onshore	6,3	200
Wind offshore	2,9	76
Biomasse	1 (brutto)	20
Wasserkraft	0,05	7

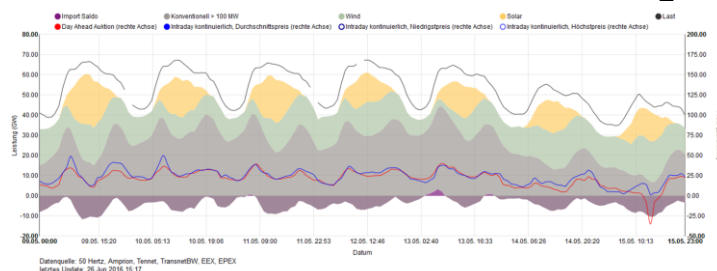
Quelle: Sektorkopplung durch die Energiewende, Volker Quaschnig



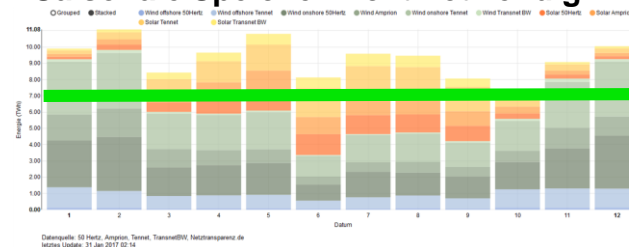
Was für Speicher brauchen wir?

- PV und Windkraft sind komplementär.
- Verschiebung innerhalb des Tages und innerhalb der Woche am dringendsten
- **„Wann können wir etwas in den Speicher tun“** bestimmt die Speicherentwicklung
- Durch **Lastmanagement** und **Sektorenkopplung** kann eine sehr große Menge an Erneuerbaren im System aufgenommen werden, bevor etwas zur Speicherung für die Dunkelflaute übrig ist.

Eine Woche mit Sonne Wind und Feiertagen

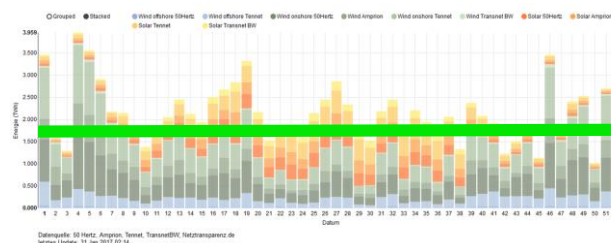


Sonne und Wind gleichen sich übers Jahr aus Saisonale Speicher nicht notwendig



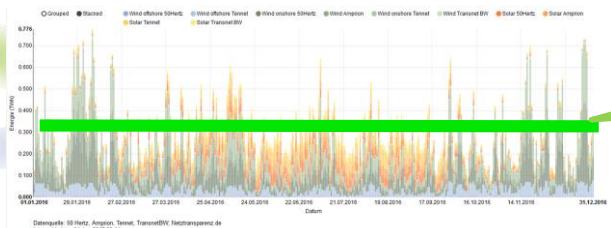
10 GW

Auch auf Wochenbasis sind PV und Wind immer präsent



10 GW

Tag für Tag und innerhalb der Tage besteht der erste und größte Speicherbedarf



10 GW

Oft gehört: „Die Energiewende ist viel zu teuer!“

- Erneuerbare werden systematisch billiger
- Batterien werden billiger

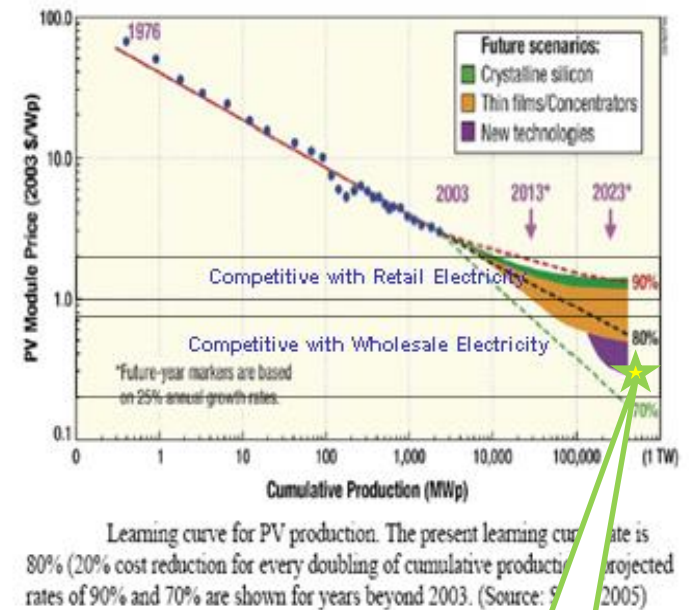
gleichzeitig:

- Fossile werden teurer
- Verbrennungsmotoren werden teurer

Kipp-Punkt bei den Kosten:

- Wir sind in vielen Bereichen am Kipp-Punkt angelangt: Erneuerbare sind heute billiger als konventionelle Kraftwerke

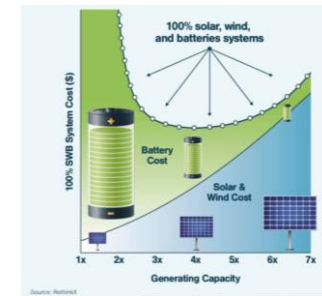
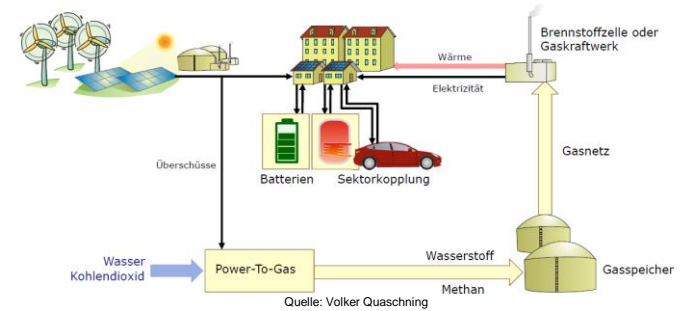
Kostenentwicklung bei PV- Modulen



Stand heute

Hebel zur Systemoptimierung

- Verhältnis PV und Windkraft
- Sektorenkopplung – Ausgleich von Angebot und Bedarf
- Mehr EE Kapazität oder mehr Speicher
- Dezentral vs. Zentral



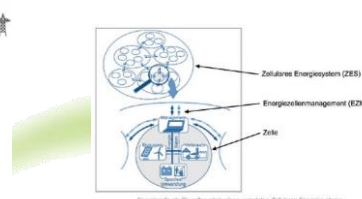
<https://www.swp-berlin.org/10.18449/2021S14/>



www.db-thueringen.de



<https://m.bpb.de/zpb/169514/das-stromnetz-im-zeichen-der-energiewende>



<https://www.wattislos.com/blog/Ein-Leben-in-Autarkie-Geht-das-190>



<https://www.lampenwelt.de>

- Von den beschriebenen Pfaden bzw. Technologien eignen sich aus physikalisch-technischer Sicht zur Bekämpfung des Klimawandels:
 - Suffizienz
 - Effizienz
 - Erneuerbare Energien
 - Aufforsten / Renaturieren
 - (CO₂-Abscheidung und Endlagerung)
- Ein **Mix aus EE und Energieeffizienzmaßnahmen**
 - kann den Energiebedarf decken
 - mit akzeptablen Kosten (langfristig billiger als es nicht zu tun!)
 - und (einigermaßen) guter Ökobilanz
- **Jede Aktivität hilft, persönlich, in unseren Firmen, bei unseren Arbeitgebern, in den Kommunen, im Kreis, in Landes- und Bundespolitik**

Was jetzt? Jeder kann was tun!

Wer	Tun	Beeinflussen	Regeln setzen
Alleine			
In Gruppen			
In Funktionen - Firmen - Kommunen		<p>Klimaschutzmanagement</p> <p>Hier finden Sie weitere Informationen zum Thema Klimaschutz im Landkreis Alzey-Worms:</p> <ul style="list-style-type: none"> Gründachkataster Solarpotenzialkataster <p>Zuständige Behörde</p> <p>Klimaschutz</p> <p>Raum 114 ☎ (06731) 408-1142 ✉ ulrich.david@alzey-worms.de</p>	<p>Flächennutzungspläne Bebauungspläne Satzungen</p> 
Land		Förderprogramme Info-Kampagnen	Gesetze & Verordnungen - EEG - EnWG - Etc.
Bund			
EU			

Das Tun wird konkreter

Der Hebel wird länger

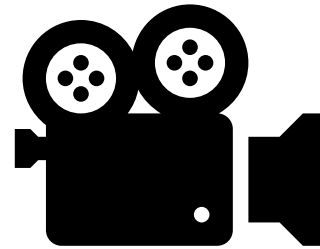




Frau Bürgermeisterin Stephanie Lohr &
Herr Beigeordneter Timo Horst

STATEMENTS DER STADT WORMS





Film von Herr David Attenborough

MEIN LEBEN AUF UNSEREM PLANETEN

