

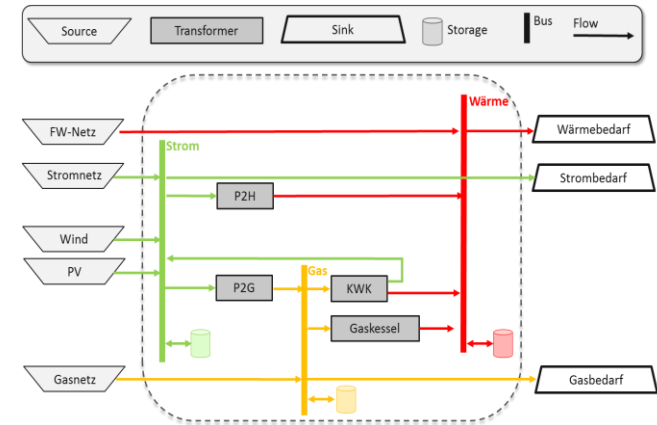


Change our Energy System together

Thomas Kienberger



Areas of Research at the Chair of Energy Network Technology



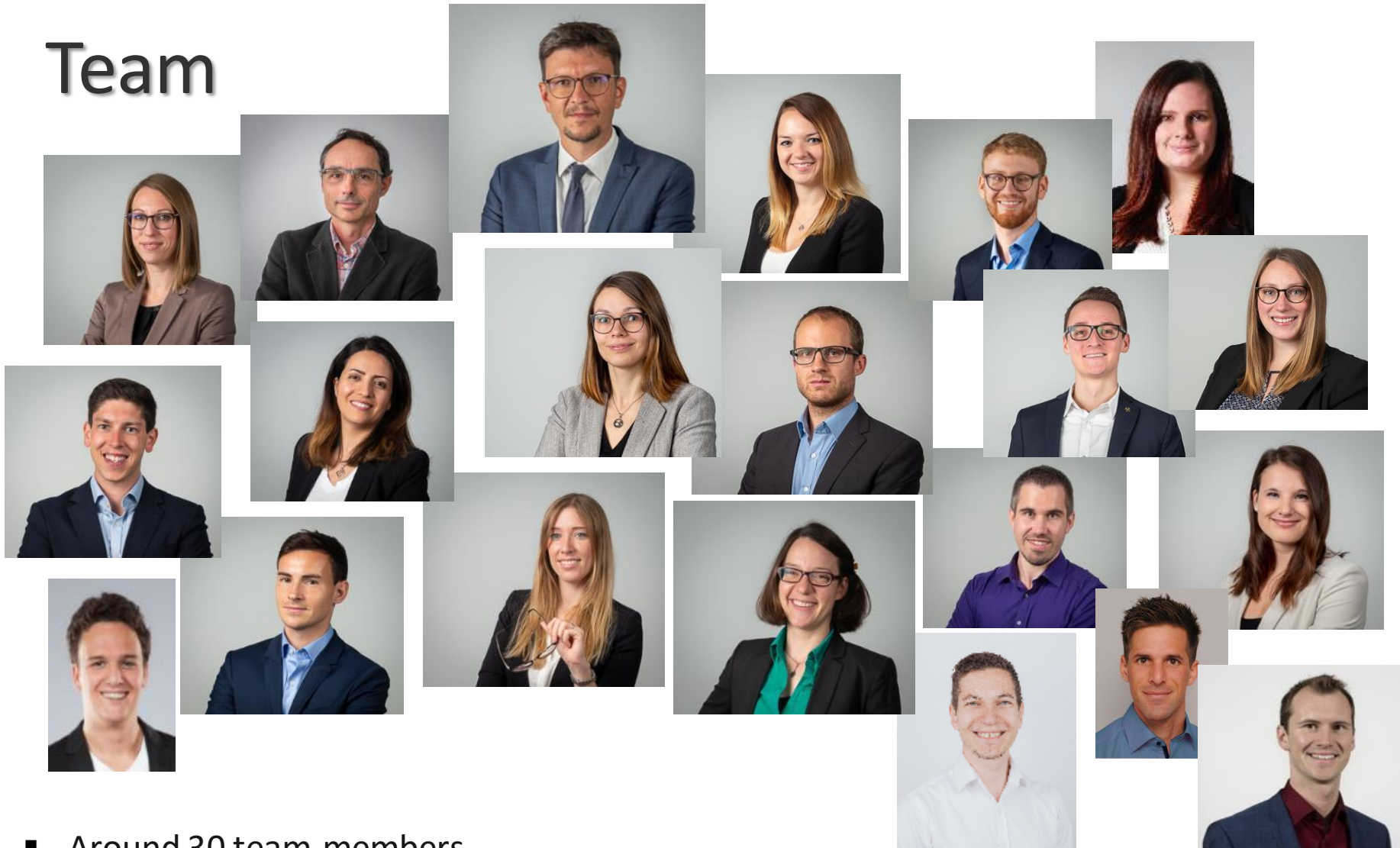
Industrial Energy-Systems Group

- Methodic process analysis / structured identification of heat-recovery potentials / Design and operation optimization of Low-Exergy Systems
- Implementation of heat-storage systems
- Implementation of renewable energy sources
- Industrial Energy systems as flexibility option

Integrated Energy-Systems Group

- Optimized use of renewable energy (μ KWK, PtG, PtH)
- Multi-Energy-System power flow calculation
- Implementation of waste-heat and flexibility options into the energy-system
- Interaction of Transport-Systems with the Energy-Systems

Team



- Around 30 team-members
- All needed disciplines of engineering: power system engineers, mechanical engineers, process engineers, physicists, IT-guys

SEI ALLES AUSSER GEWÖHNLICH UND

... packe die *Klimafrage* an

... finde kreative *Lösungen*

... werde Teil der *Energierévolution*

... mache *Klimaziele* erreichbar

STUDIERE IN LEOBEN!

INFO

Studiengangsbeauftragter:
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn.
Thomas Kienberger
evt@unileoben.ac.at
+43 3842 402-5401
www.evt-unileoben.at

INDUSTRIELLE ENERGIETECHNIK



Was ist eine Kilowattstunde (kWh)?

1 kWh entspricht...

... 3600 kJ

... ca. 0,1 Liter Heizöl

... ca. 0,1 m³ Erdgas

... ca. 200 g Holzpellets



Kostet...

... 5-8 ct für Wärme, Gas, Öl

... ca. 18-20 ct für Strom

... ca. 11 ct für Diesel, 12 ct für Benzin



Was ist eine Kilowattstunde (kWh)?

Man kann damit...



- ... ein Gewicht von einer Tonne um ... m heben
- ... ein Gewicht von einer Tonne auf ... km/h beschleunigen
- ... Wasser mit einem Gewicht von einer Tonne um ... K erwärmen
- kg Wasser zum Kochen bringen (auf Meereshöhe, ISA)
- kg kochendes Wasser verdampfen

FAZIT: Thermische Prozesse sind sehr energieintensiv



FAZIT2: Hochwertige Energie ist teuer... und sollte daher richtig eingesetzt werden

Was ist ein Megawatt (MW)?

1 MW entspricht...

- ... 1000 Kaffeemaschinen
- ... 50 Kleinfeuerungen
- ... 10 PKW
- ... 1 Biomasse-Kraftwerk (mit ORC)
- ... 0,2 Windräder
- ... 0,001 Großkraftwerken



FAZIT: Die Frage der Energiewandlungskette drängt sich auf!

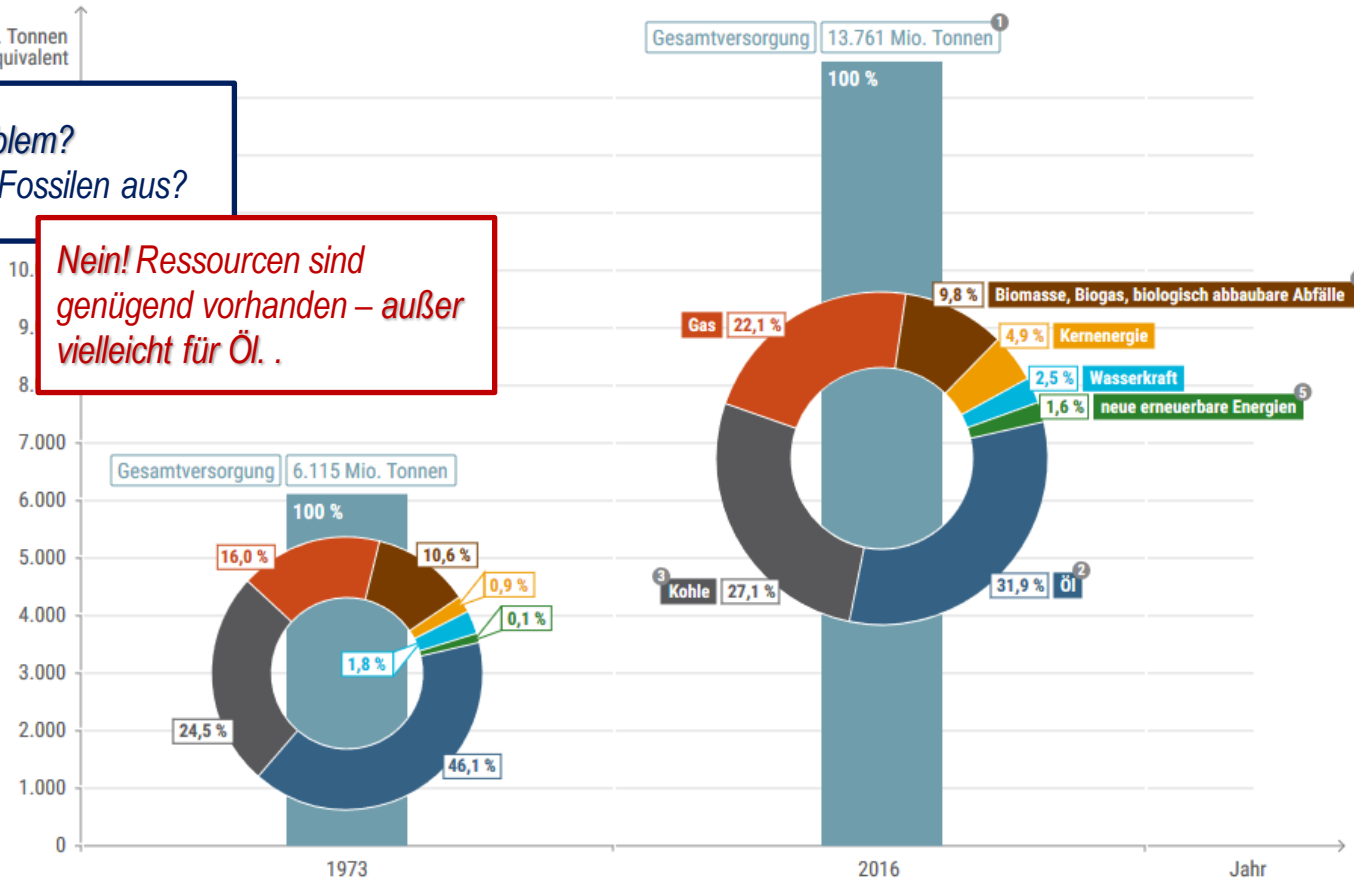
Wie sieht die globale Situation zur
Versorgung mit Primärenergie aus?

Globaler Energiebedarf und -aufbringung

Mio. Tonnen
Öläquivalent

Wo ist das Problem?
Gehen uns die Fossilien aus?

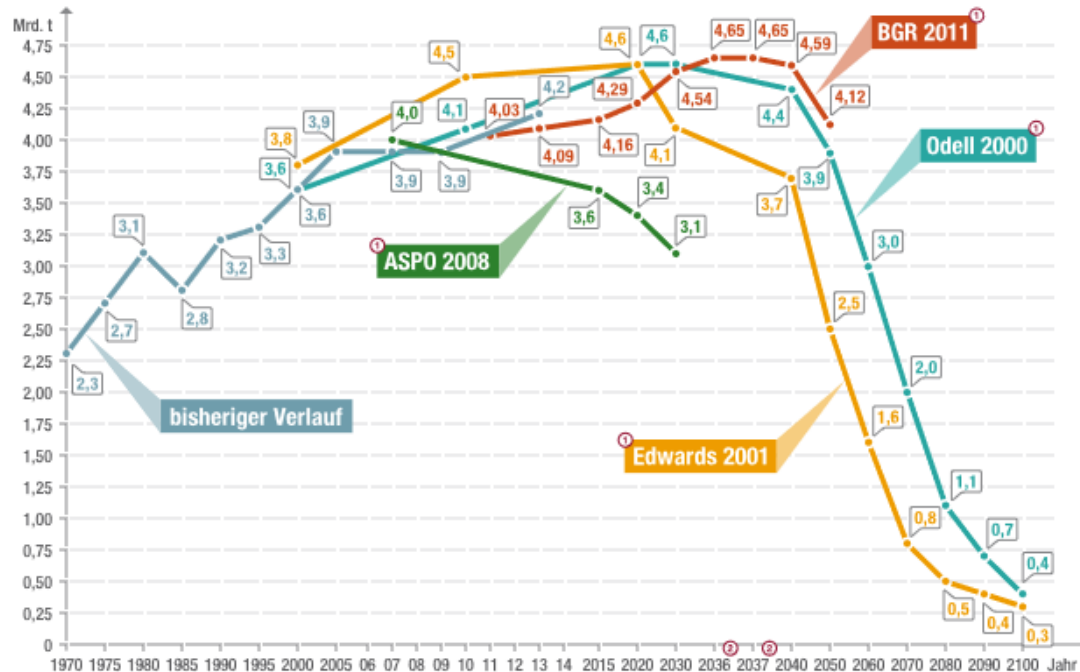
Nein! Ressourcen sind
genügend vorhanden – außer
vielleicht für Öl.



Source: IEA World Energy Balances database

- Sehr effiziente Primärenergieversorgung die **weltweit** auf über **85%** auf fossilen Energieträgern fußt.
- Wirtschaftswachstum seit dem Ende des 2. Weltkriegs wurde zu einem großen Teil dadurch möglich.
- In den letzten **50 Jahren** hat sich in der Verteilung der Energieträger fossil/erneuerbar **nichts getan** außer, ..dass sich der **Verbrauch verdoppelt** hat!

Fossile Primärenergie, wie lange noch?

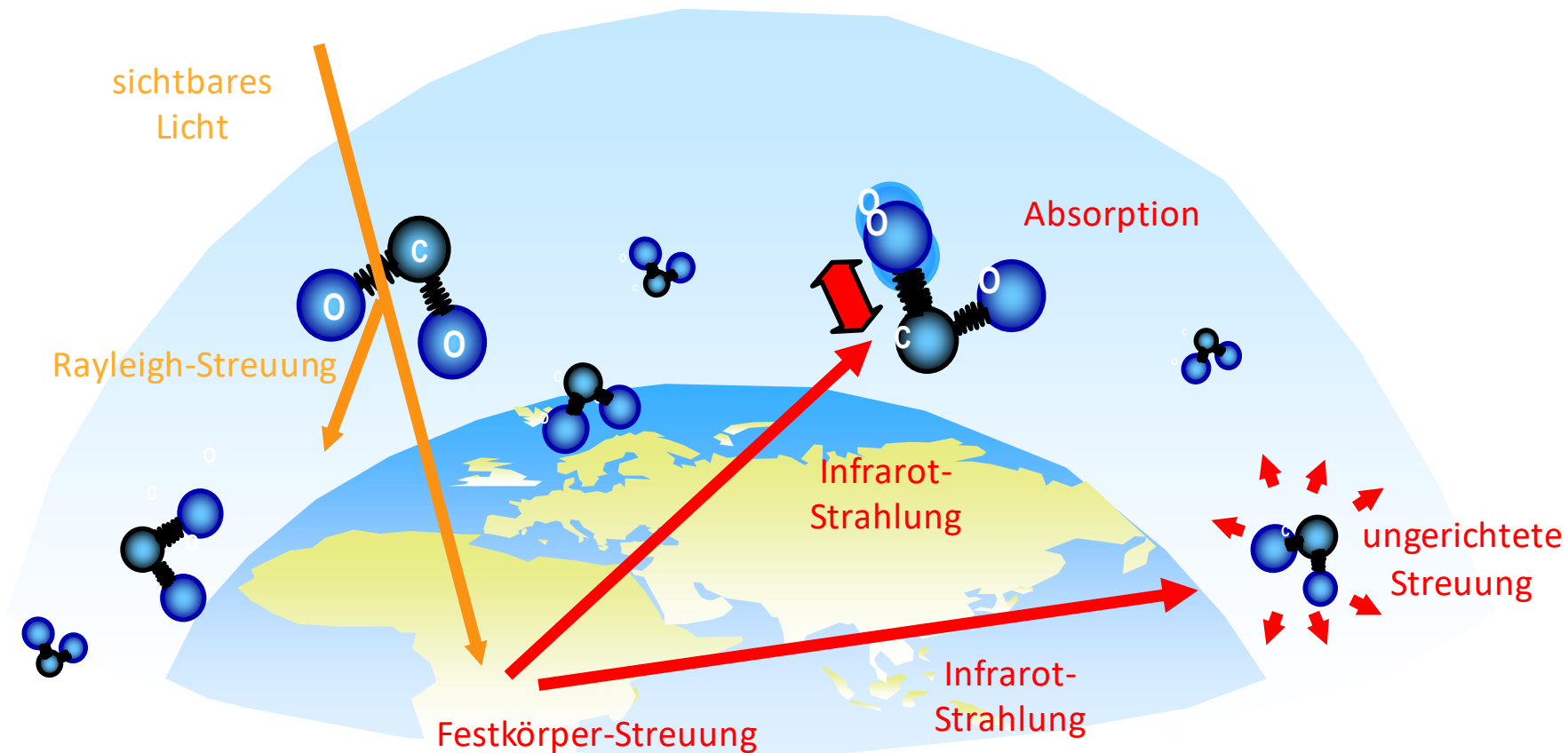


Quelle: BGR: Energiestudie 2014, DERA Rohstoffinformationen 2011, Energierohstoffe 2009

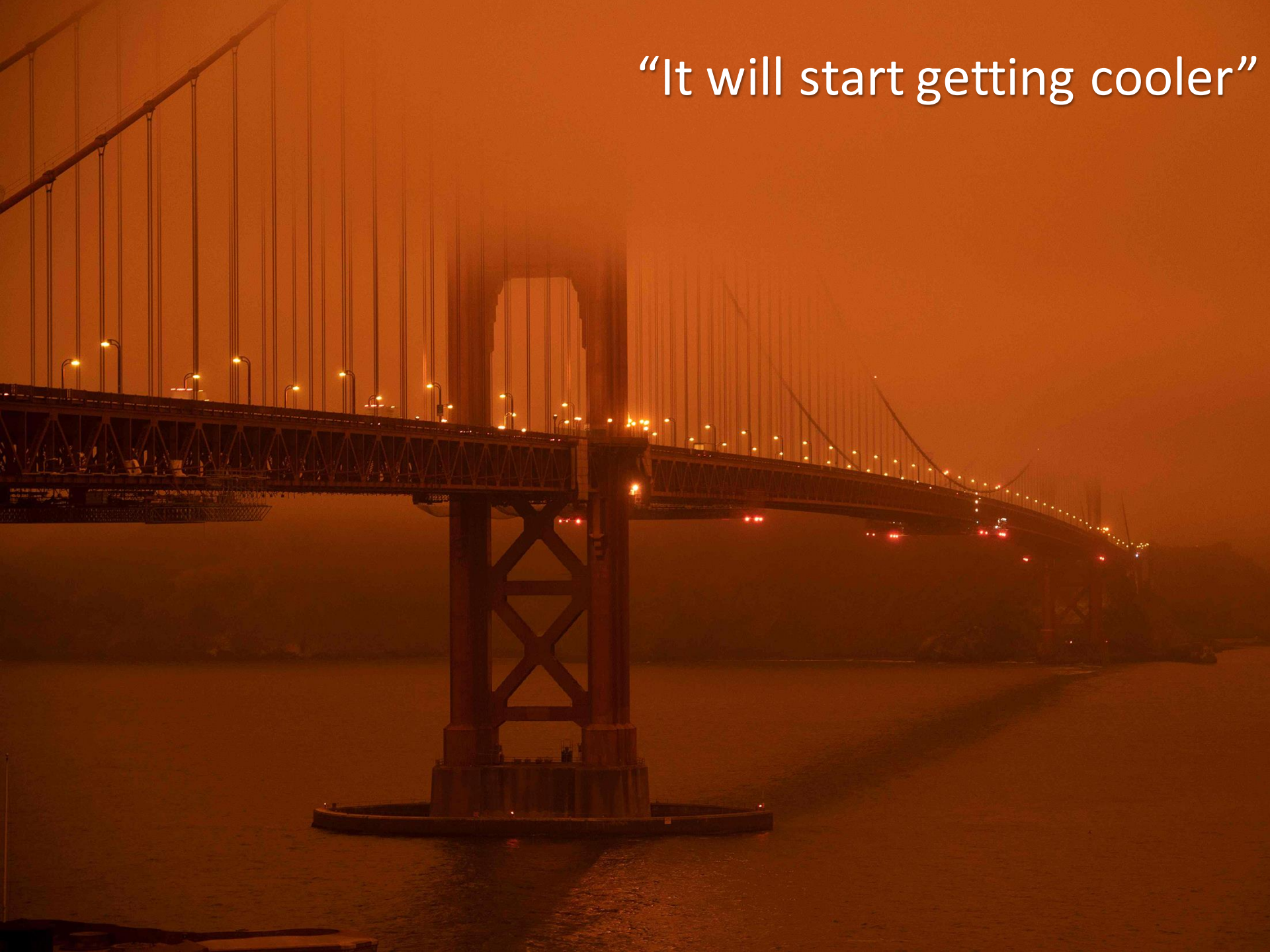
- **Jedes Jahr** wird so viel Öl verbraucht wie in einer halben bis **einer Million Jahren** in der Erdkruste gebildet wurde (deutsche Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe)
- Als **Peak-Oil** wird das Allzeit Fördermaximum an konventionellem und nicht konventionellem Erdöl verstanden.
- Je nach Quelle wird/wurde Peak-Oil in den Jahren **2007-2034** erreicht. Unklar: Gewichtung der nicht-konventionellen Förderung. Durch die heute massive unkonventionelle Förderung wird „Peak Oil“ z.T. als „entzaubert“ bezeichnet.

Physikalische Erklärung des Treibhauseffekts

- Temperatur an der Erdoberfläche errechnet sich aus Gleichgewicht zwischen ein- und abgestrahlter Energie
- Streuprozesse in der Atmosphäre bestimmen Temperaturgleichgewicht



“It will start getting cooler”



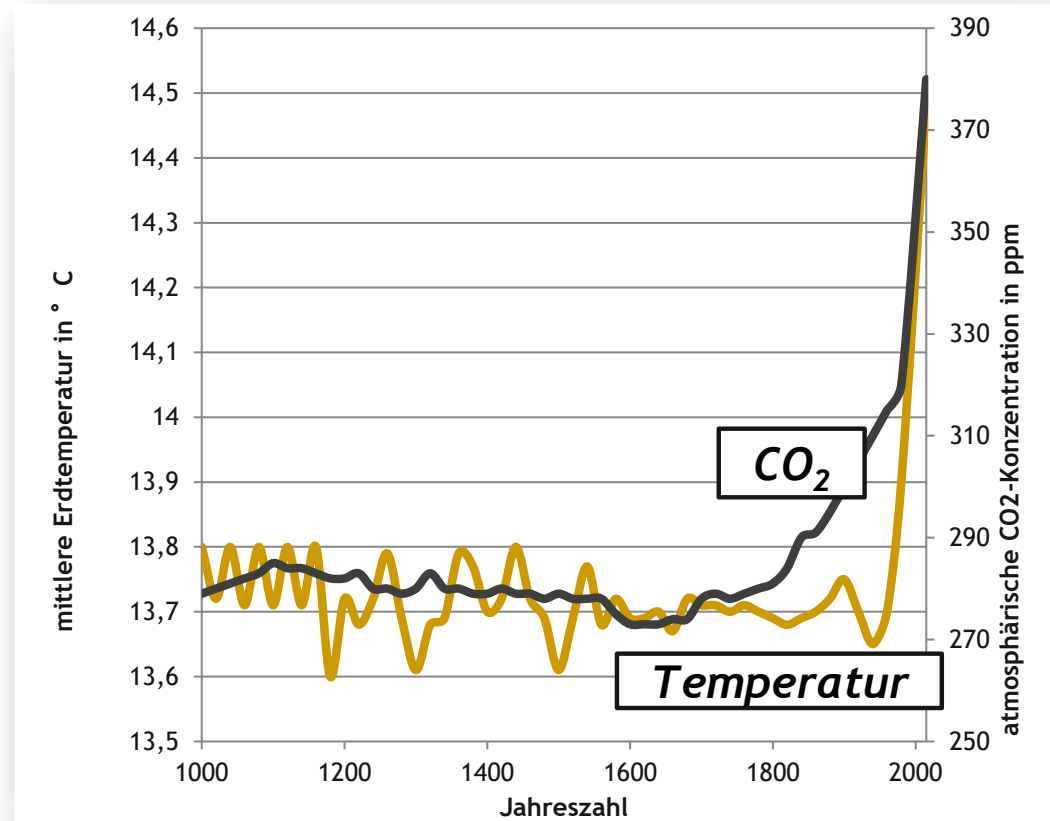
“It will start getting cooler”

No serious scientist beliefs this today!

Fakten:
Eiskernbohrungen:

Gemessen wird: Isotopenerhältnis O¹⁶-O¹⁸

$$\delta^{18}O = \left(\frac{\left(\frac{^{18}O}{^{16}O} \right)_{sample}}{\left(\frac{^{18}O}{^{16}O} \right)_{standard}} - 1 \right) * 1000 \text{ ‰}$$



Quelle: IPCC 2007

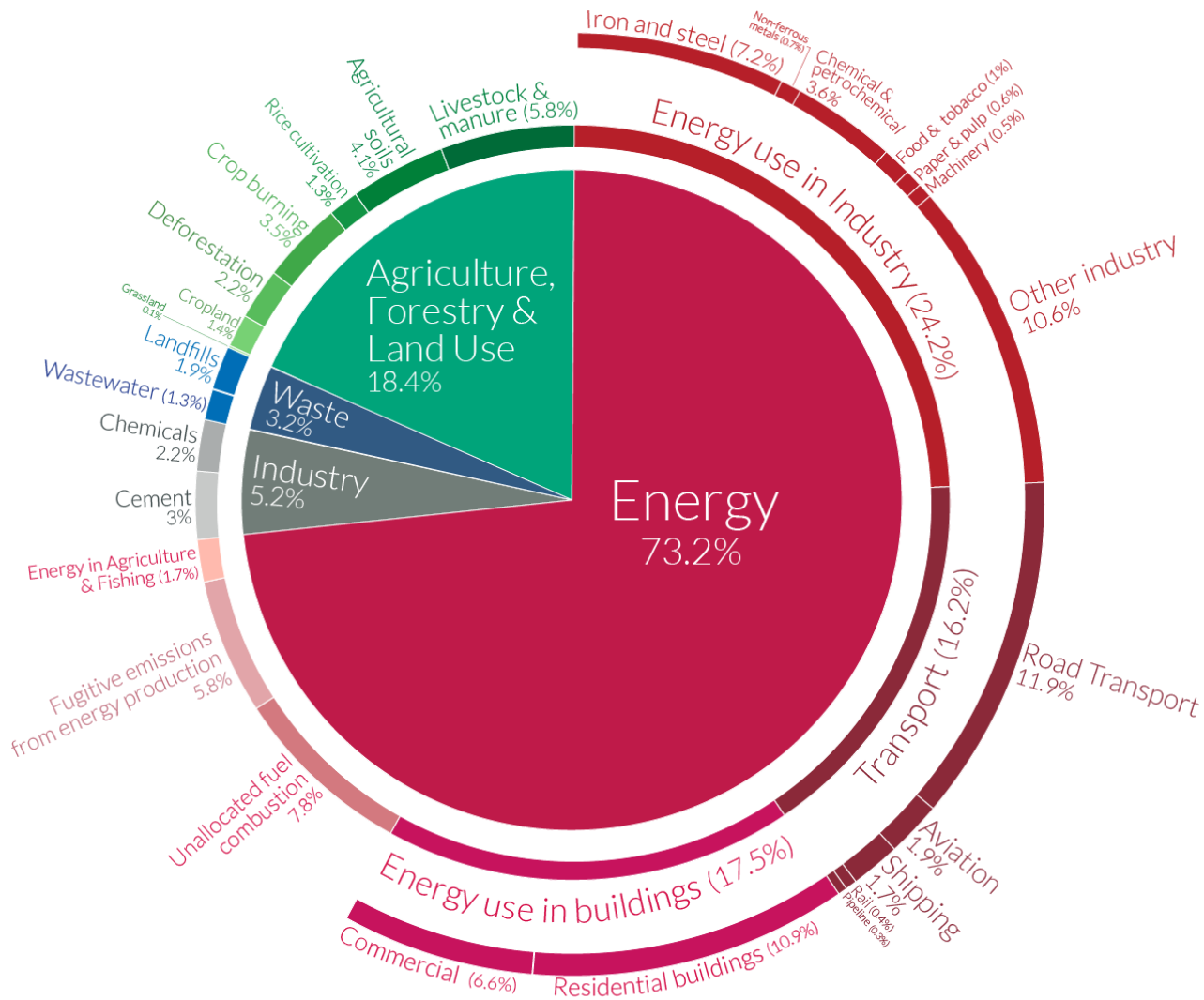
CO₂ Konzentration stieg in den letzten 200 Jahren um mehr als 35%



...und CO₂-Anstieg ist VOR Temperaturanstieg messbar!

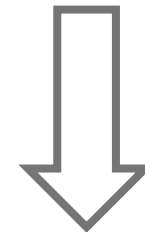
Ursache von Treibhausgasemissionen

Einfluss der Nutzung fossiler Energieträger

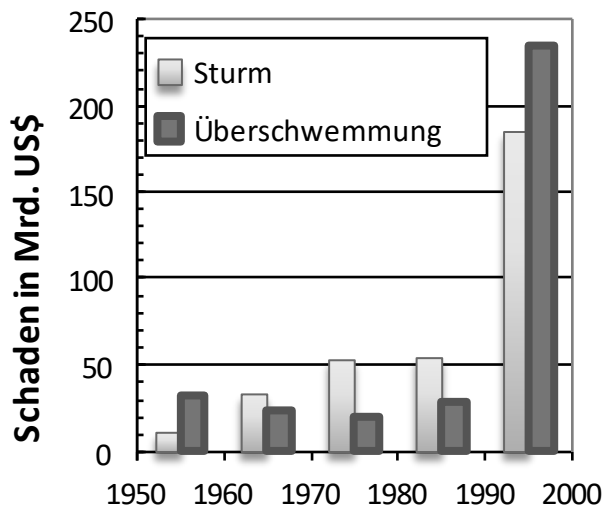


Absehbare Folgen des Klimawandels

- Verschiebung der Klimazonen
- Ausbreitung von Tropenkrankheiten
- höhere Windgeschwindigkeiten, mehr Stürme
- existentielle Bedrohung der Wälder in gemäßigten und nördlichen Breiten
- Zunahme der Wetter-Extrema



Schadensstatistik der Münchner Rückversicherung:

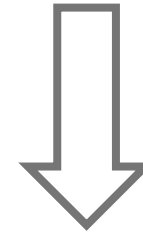
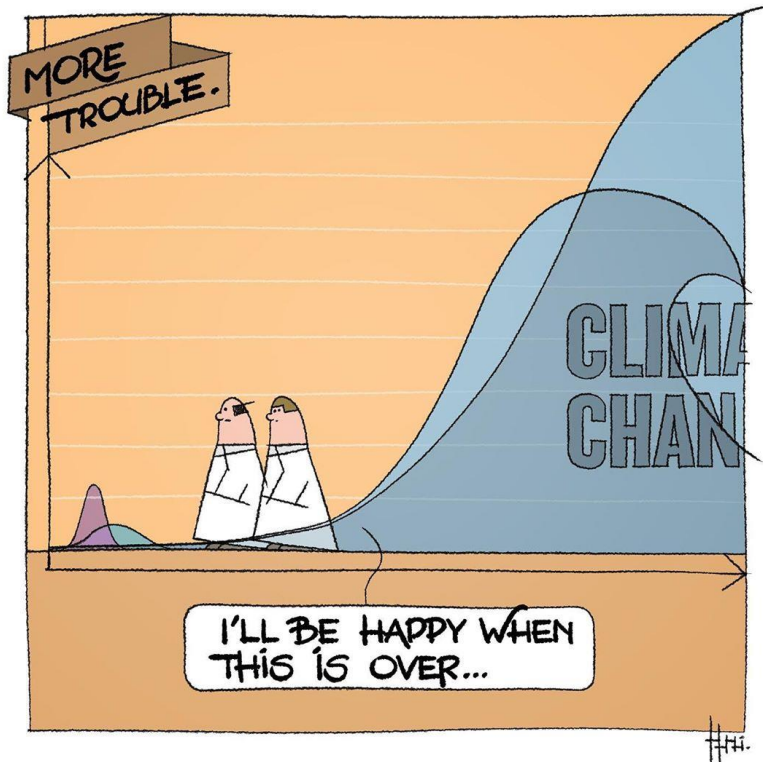


Zunahme der Klimafolgekosten

- Belastung der Weltgemeinschaft auf vielfältigste Weise
- Starke Dynamik feststellbar.
- Je länger gewartet wird, desto komplexer wird die Bewältigung

Absehbare Folgen des Klimawandels

- Verschiebung der Klimazonen
- Ausbreitung von Tropenkrankheiten
- höhere Windgeschwindigkeiten, mehr Stürme
- existentielle Bedrohung der Wälder in gemäßigten und nördlichen Breiten
- Zunahme der Wetter-Extrema



Zunahme der Klimafolgekosten

- Belastung der Weltgemeinschaft auf vielfältigste Weise
- Starke Dynamik feststellbar.
- Je länger gewartet wird, desto komplexer wird die Bewältigung

“It will start getting cooler”

No serious scientist believes this today!
...and the young generation understand them fully



Wie entkommt man dem Klimawandel ?!

1. Erneuerbare Energieträger

Integration von Biomasse, Wind und Solar...

Hinweis:

Erneuerbar oder CO₂-neutral?

Auch Fossile können CO₂ neutral sein. (nuclear energy, clean gas, clean coal...)

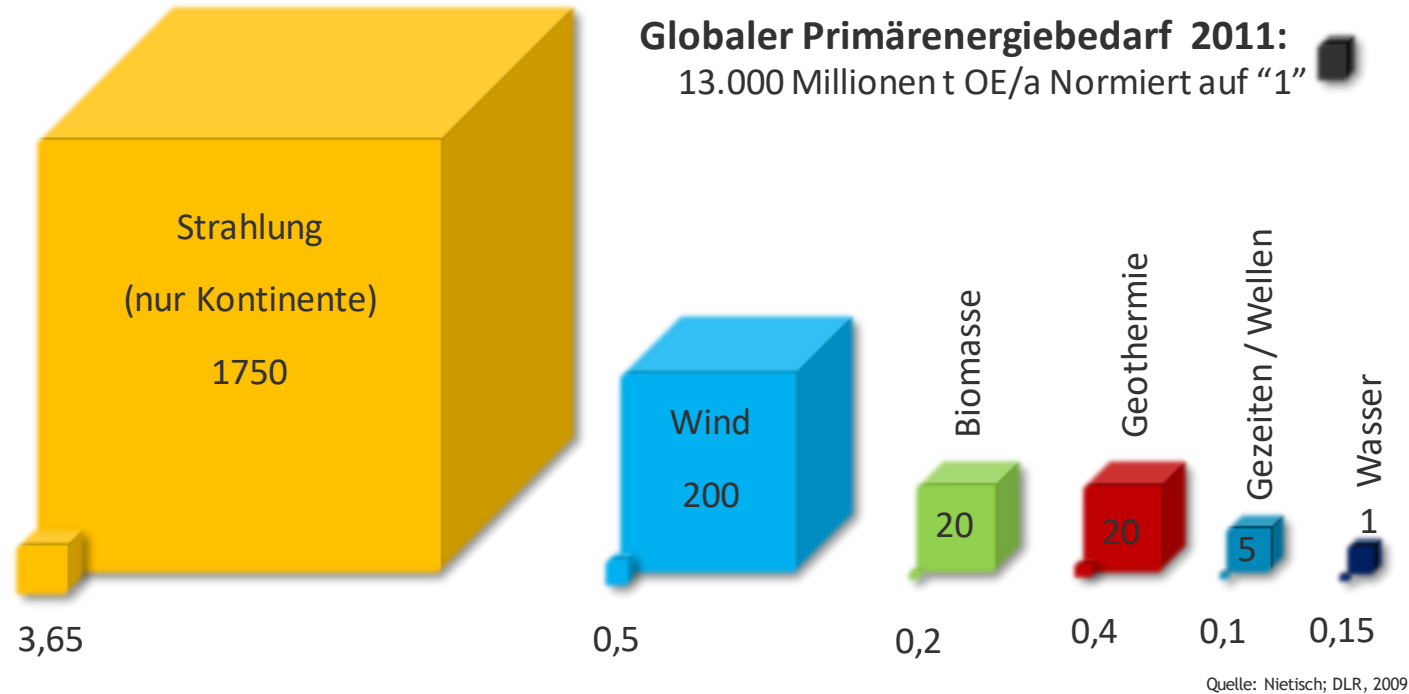


Erneuerbare Energieträger

- Wasserkraft
- Windenergie
- Biomasse
- Solarenergie
- Geothermie
- Ab- und Umgebungswärme



Erneuerbare Energieträger



Physikalisches Energieangebot: ca. "2 000"

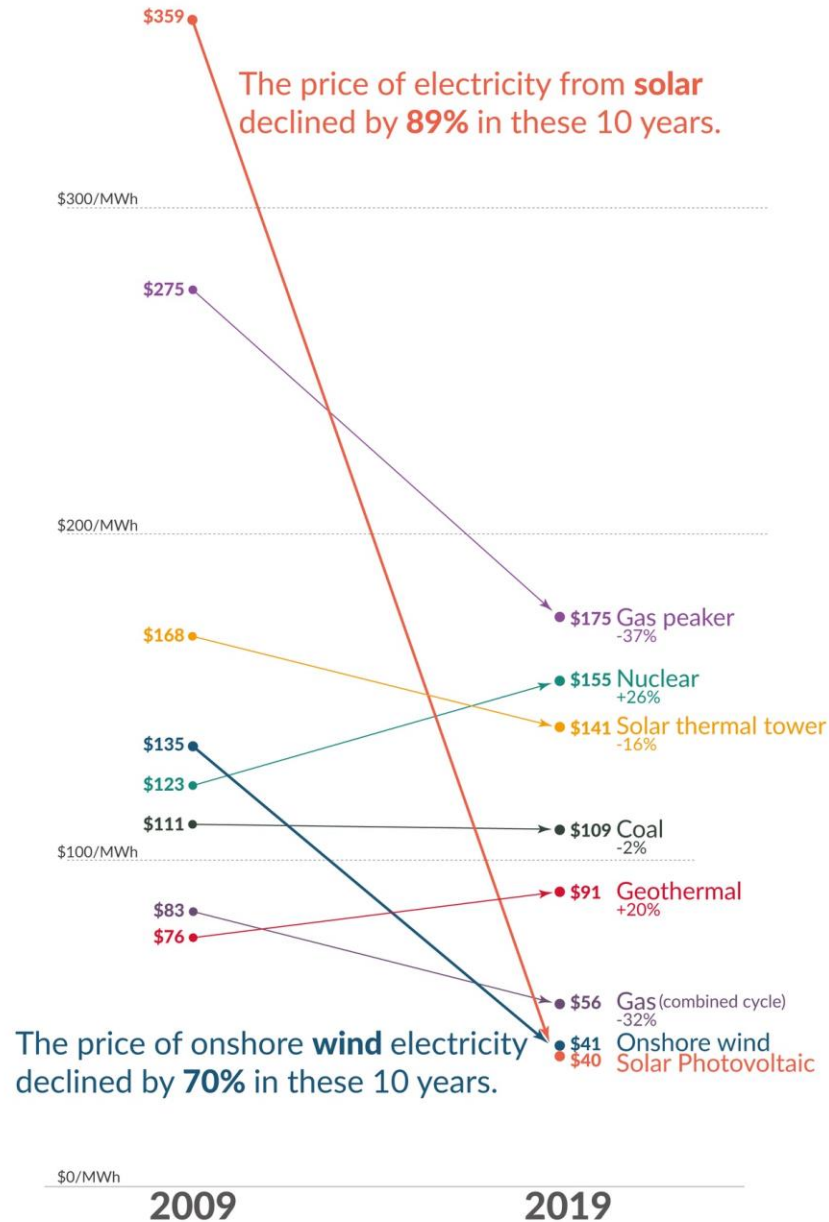
Technisches Potential (auf Basis heutiger Technologien): ca. "5"

Herausforderungen

- Angebot vs. Bedarf
- Energietransport
- Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion

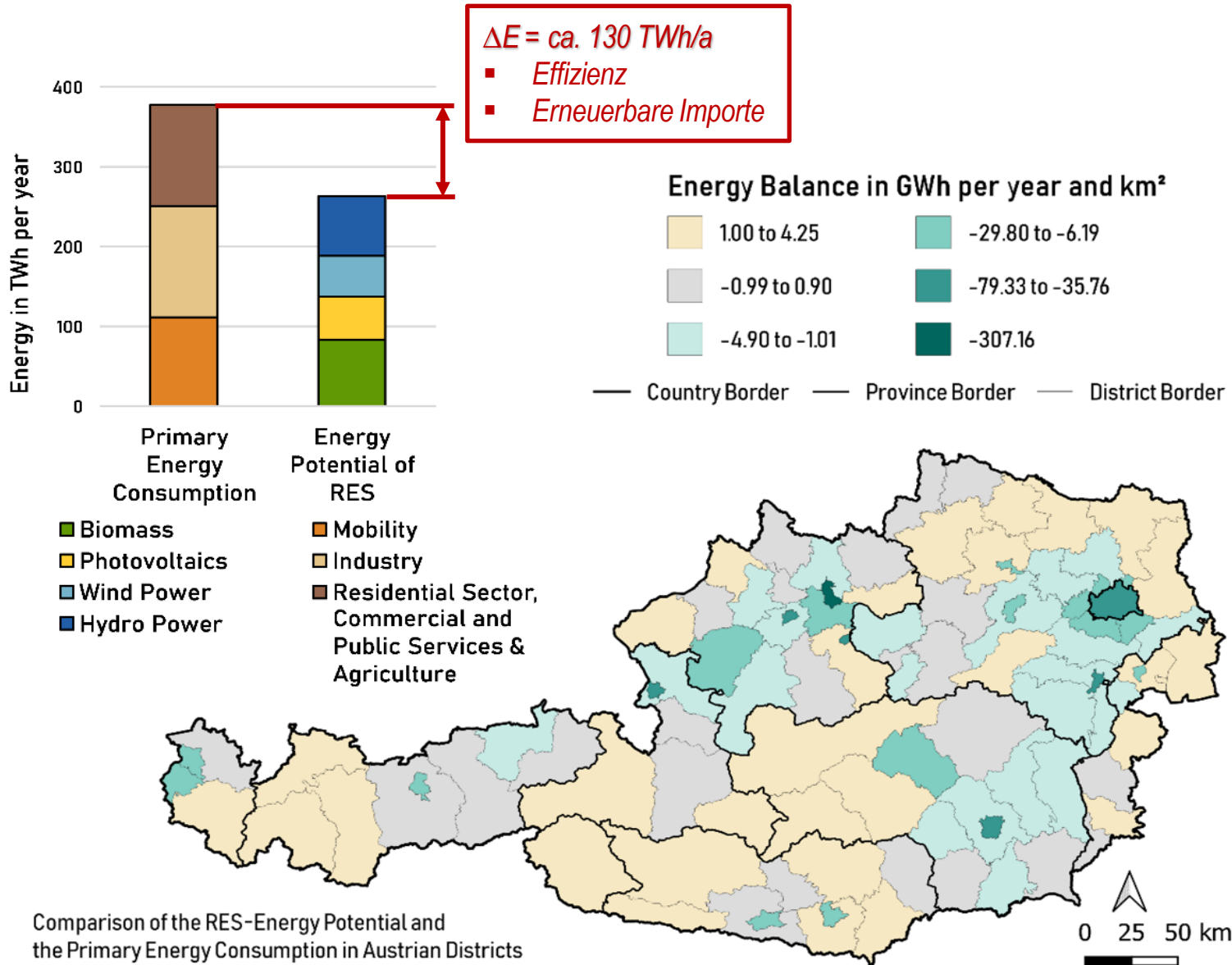
The price of electricity from new power plants

Electricity prices are expressed in 'levelized costs of energy' (LCOE). LCOE captures the cost of building the power plant itself as well as the ongoing costs for fuel and operating the power plant over its lifetime.



Data: Lazard Levelized Cost of Energy Analysis, Version 13.0

Erneuerbare Energieträger: Potentiale in Österreich



$\Delta E = \text{ca. } 130 \text{ TWh/a}$

- Effizienz
- Erneuerbare Importe

Wie entkommt man dem Klimawandel ?!

1. Erneuerbare Energieträger

Integration von Biomasse, Wind und Solar...

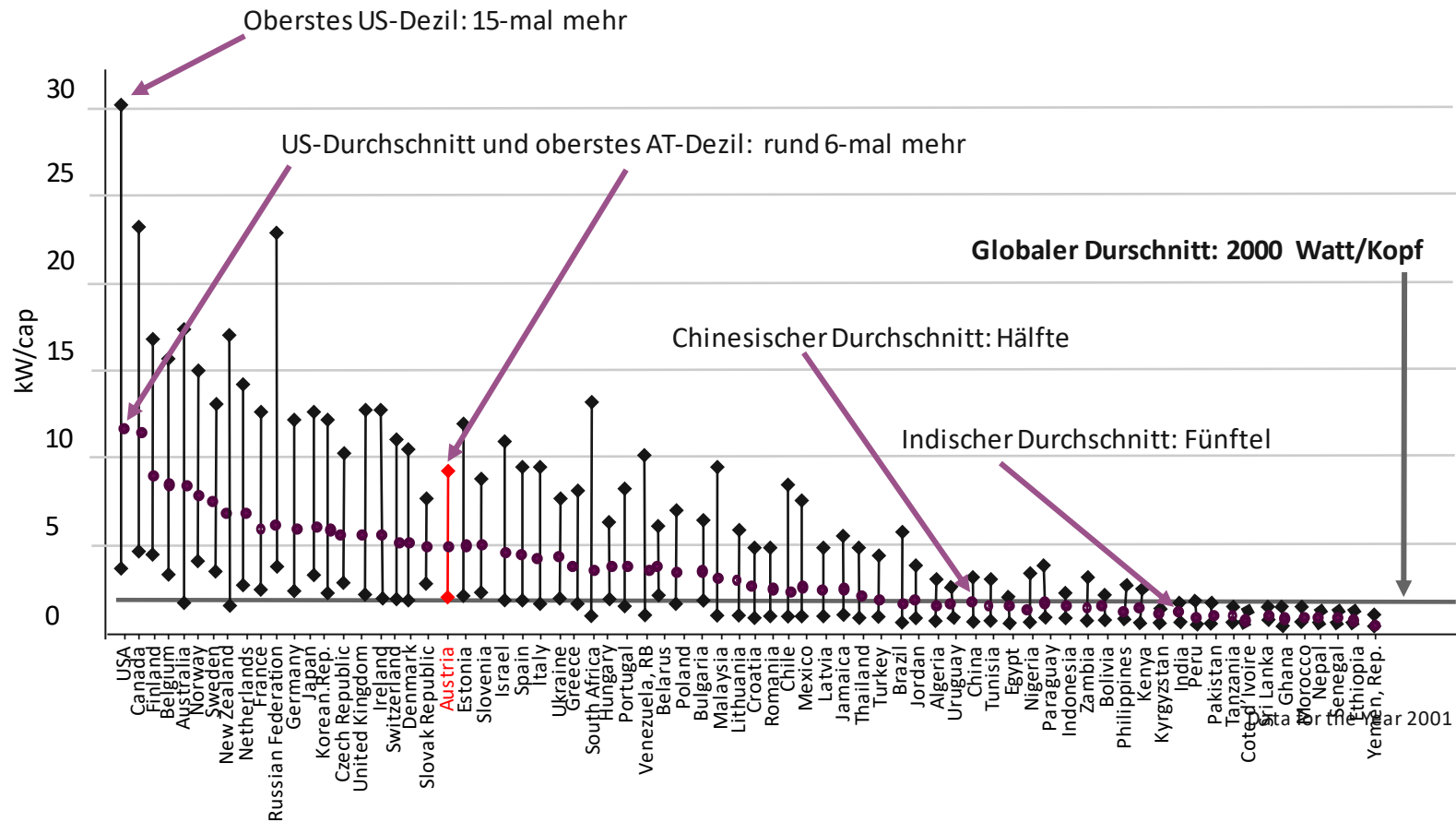
2. Energieeffizienz

Wirkungsgradsteigerung bei fossilem Einsatz

Nutzung von Abwärmen; Kraft-Wärmekopplung,
weniger Energiekonsum!!

*Suffizienz-Debatte: Wieviel
Energie benötigt der Mensch
um „gut“ zu leben*



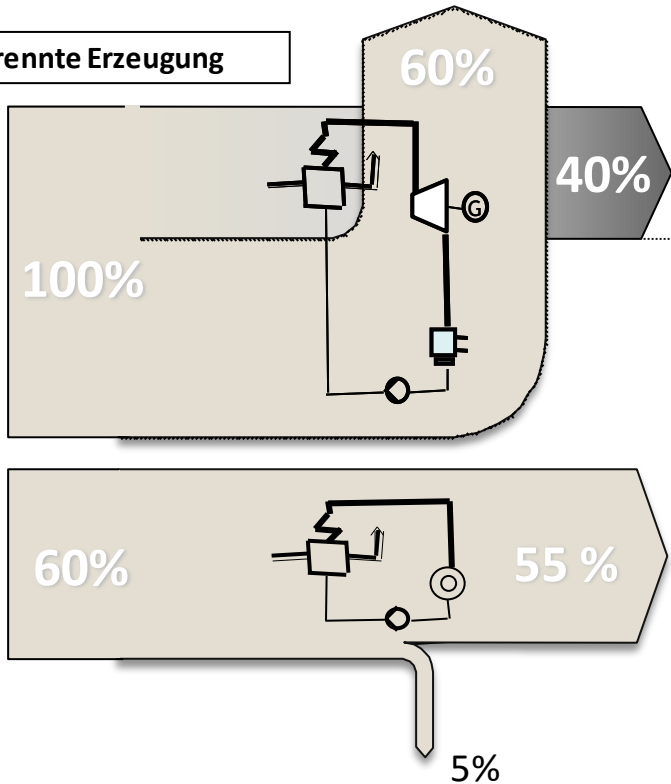


Quelle: Rohr, Walde, Batlogg; Energie 2009

- Primärenergiebedarf kann auch als Dauerleistung über 8760 h angegeben werden.
- 2000 W Gesellschaft ist Ziel, momentan OECD-Schnitt ca. 6kW.

Kraft-Wärmekopplung zur Steigerung der Energieeffizienz

getrennte Erzeugung

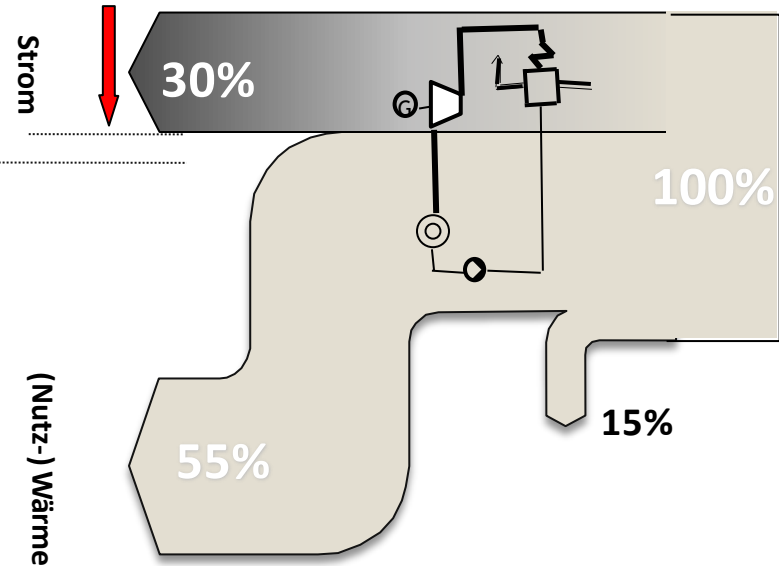


Brennstoffeinsatz	160%
Verluste	65%
Brennstoffausnutzungsgrad	60%

$$\left(\eta_B = \frac{P_{el} + \dot{Q}_N}{\dot{Q}_{FWL,KW} + \dot{Q}_{FWL,KW}} = \frac{40\% + 55\%}{100\% + 60\%} = 59,4\% \right)$$

Minderung des elektrischen Wirkungsgrades

KWK



Brennstoffeinsatz	100%
Verluste	15%
Brennstoffausnutzungsgrad	85%

$$\left(\eta_B = \frac{P_{el} + \dot{Q}_N}{\dot{Q}_{FWL,KW} + \dot{Q}_{FWL,KW}} = \frac{30\% + 55\%}{100\%} = 85\% \right)$$

OxySteel: Kurzbeschreibung, Projektziele

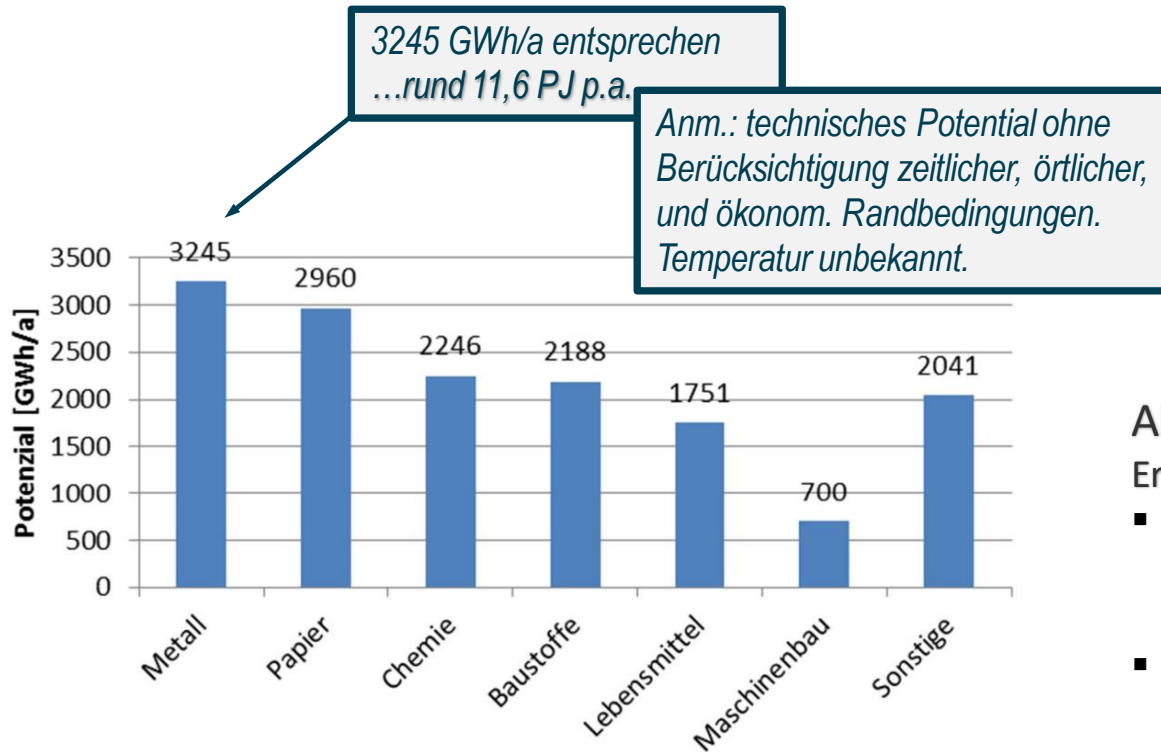
Auf dem Weg zum CO₂-neutralen Elektrostahlwerk: Energieeffizienz und DSM durch den Einsatz von Sauerstoffverbrennung und CCU

Ziele:

- Identifizieren von Flexibilitäten und Energieeffizienz bei der Prozesswärmeerzeugung durch Sauerstoffverbrennung
- Ersetzen von Gasbrennern durch Oxyfuel-Brenner
- Reduzierung des Bedarfs an elektrischen Energiespeichern und Beitrag zur Stabilität der elektrischen Netze
- OxySteel-Demonstrationsprojekt im Werk der Edelstahl AG



Energieeffizienz: Industrielle Abwärmepotentiale in Österreich



Abwärmepotentialerhebung 2012

Ergebnisse:

- Technisches Potential: 54 PJ/a bzw. rund 22,5% des privaten Wärmebedarfs.
- Je nach Branche können 5-25% des Endenergieeinsatzes zumindest als Niedertemperaturwärme genutzt werden.

Fazit:

- Industrielle Abwärmern können insbesondere in den industrialisierten Zentren Österreichs einen großen Teil der Raumwärmeversorgung übernehmen
- Herausforderung: Finanzierung derartiger Projekte

Wie entkommt man dem Klimawandel ?!

1. Erneuerbare Energieträger

Integration von Biomasse, Wind und Solar...

2. Energieeffizienz

Wirkungsgradsteigerung bei fossilem Einsatz

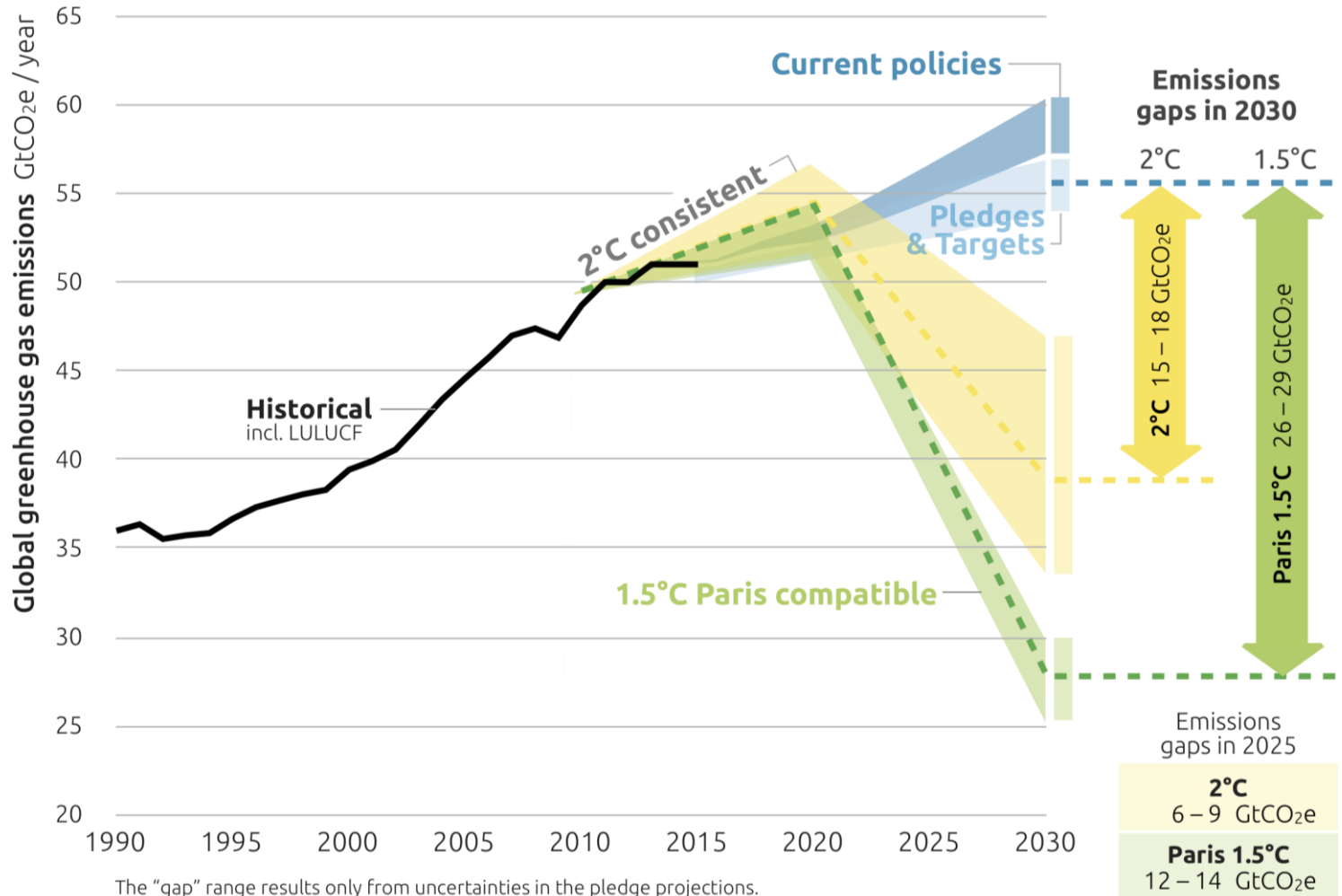
Nutzung von Abwärmern; Kraft-Wärmekopplung



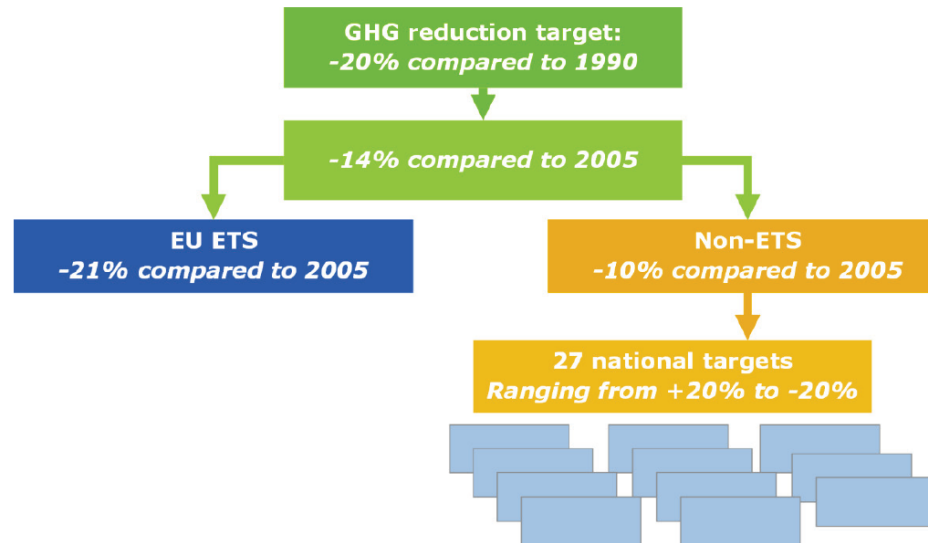
3. Implementierung von geeigneten Steuerungswerkzeugen

Fördertarife und/oder CO₂-Besteuerung?!

THG-Reduktionsbedarf

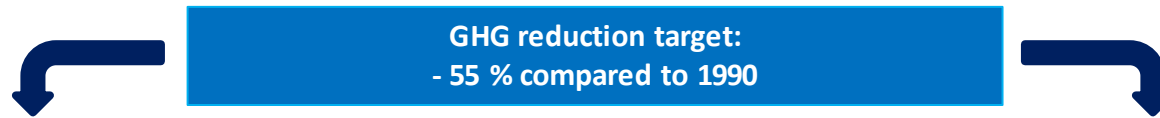


Europäische Vorgaben: Energiefahrplan



Kategorie	Bis 2020	Fit for 55 (2030)	Langfristig (2050) Keine Rechtskraft
THG-Emissionen	Allgemein: -20 % ggü. 1990 EU-ETS: -21 % Non-ETS: -20 % ggü. 2005	Allgemein: -55 % ggü. 1990 EU-ETS: -61 % Non-ETS: -40 % ggü. 2005	Allgemein: 80-95 % ggü. 1990
Erneuerbare Energie	Allgemein: 20 %	Allgemein: 40%	Offen
Energieeffizienz bzw. Reduktion Primärenergieeinsatzes	Allgemein: -20 %	Allgemein: -36-39%	Offen
Eingesetzte Technologie	Beste verfügbare Technologie	Beste verfügbare Technologie	Beste verfügbare Technologie

Europäische Vorgaben: ETS und non-ETS



EU-ETS
- 61 % compared to 2005

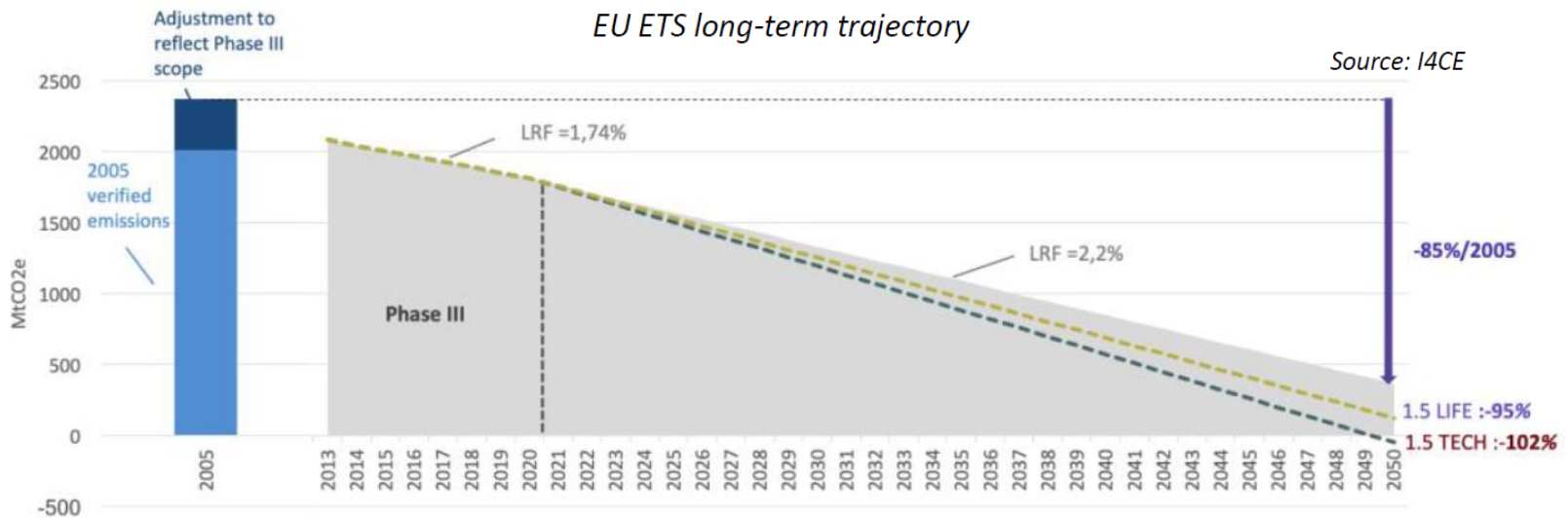
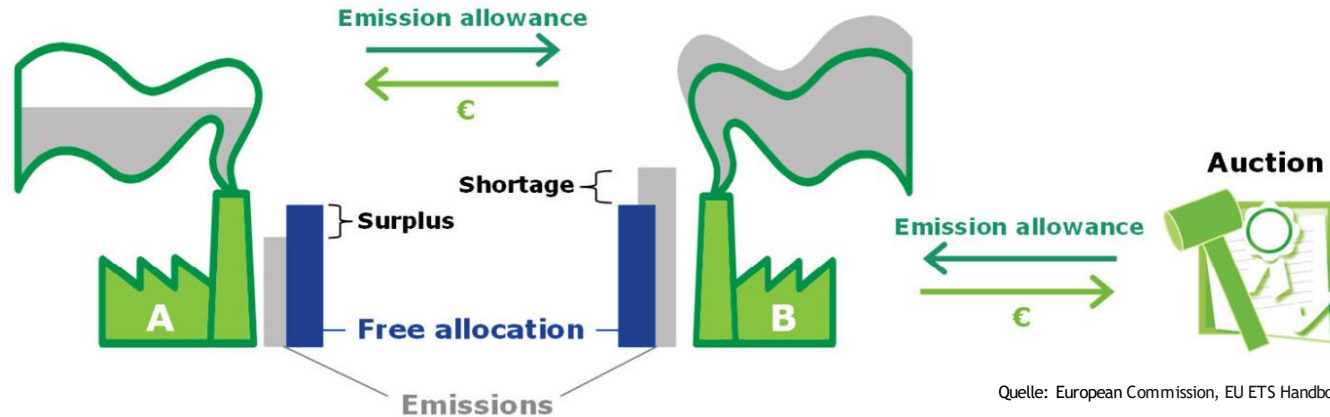
non-ETS
- 40 % compared to 2005

- EU-ETS**
- Regulierung auf EU-Ebene
 - Industriesektoren:
 - Strom- und Wärmeerzeugung
 - Energieintensive Industrie
 - Ö raffinerien
 - Eisen- und Stahl
 - Aluminium und Metall
 - Zement und Kalk
 - Glas und Keramik
 - Zellstoff, Papier, Karton
 - Säuren und Grundchemikalien
 - Gewerbliche Luftfahrt

- Non-ETS**
- Nationale Strategien und Maßnahmen, z.B.
 - Verminderung Verkehrsbedarf
 - Öffentlicher Verkehr
 - Alternative Brennstoffe
 - Nachrüstung von Gebäuden
 - Effizienteres Heizen und Kühlen
 - Einsatz Erneuerbarer
 - Klimafreundliche Landwirtschaft
 - Biogaserzeugung

EU Emission Trading System (ETS)

Wenn keine Einsparmaßnahmen oder Brennstoffwechsel durchgeführt wurden...

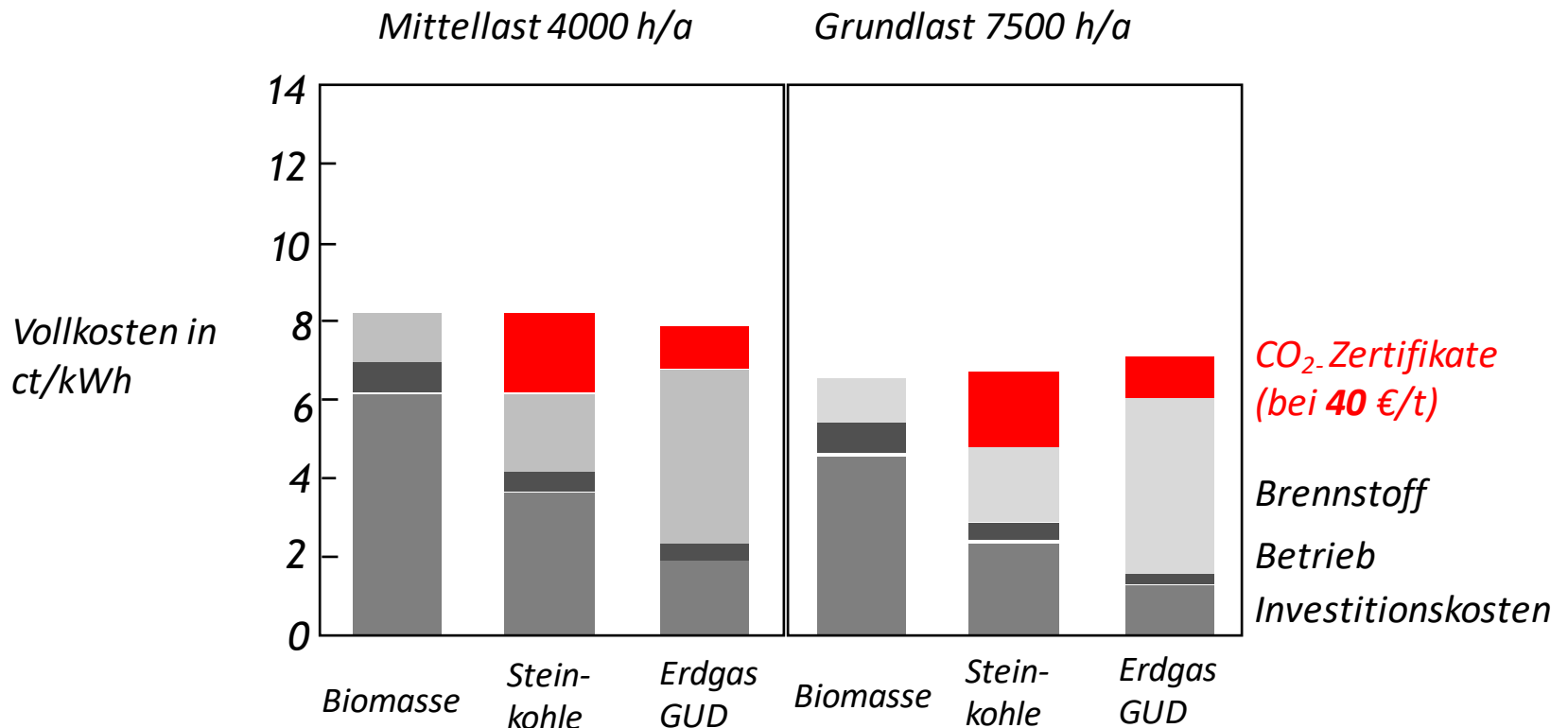


Erwerb von Emissionszertifikaten



Einfluss des CO₂-Handels auf aktuelle Stromerzeugungskosten

(Neuanlagen, Abschreibungsdauer 14 Jahre)



Zusammenfassung

- Die globale Primärenergieversorgung fußt zu rund 85% auf fossilen Energieträgern.
- Fossile Energieträger müssen mit immer aufwendigeren Mitteln gefördert werden
- Durch die Entwicklung von Schwellenländern und der steigenden Weltbevölkerung steigt der Primärenergiebedarf stark.
- Die anthropogene Komponente des Klimawandels wird nicht mehr bezweifelt. Klimafolgen belasten die Volkswirtschaften.

Fazit:

- Übergang vom Wachstum zum Gleichgewicht ist die Aufgabe unserer Generation!
- Für Energietechniker in Österreich sind insbesondere CO₂-Reduktionsmaßnahmen im Bereich der Industrie und der verstärkte Einsatz erneuerbarer Energieträger wichtige Herausforderungen.