



Was müssen wir klimapolitisch erreichen und wie weit ist der Weg?

Vortrag BELS-Forum Nachhaltigkeit 15.6.22

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Kuck
EOS Institut für
energieoptimierte Systeme
Fakultät Versorgungstechnik
Ostfalia HaW Wolfenbüttel

Salzgitter

Suderburg

Wolfenbüttel

Wolfsburg



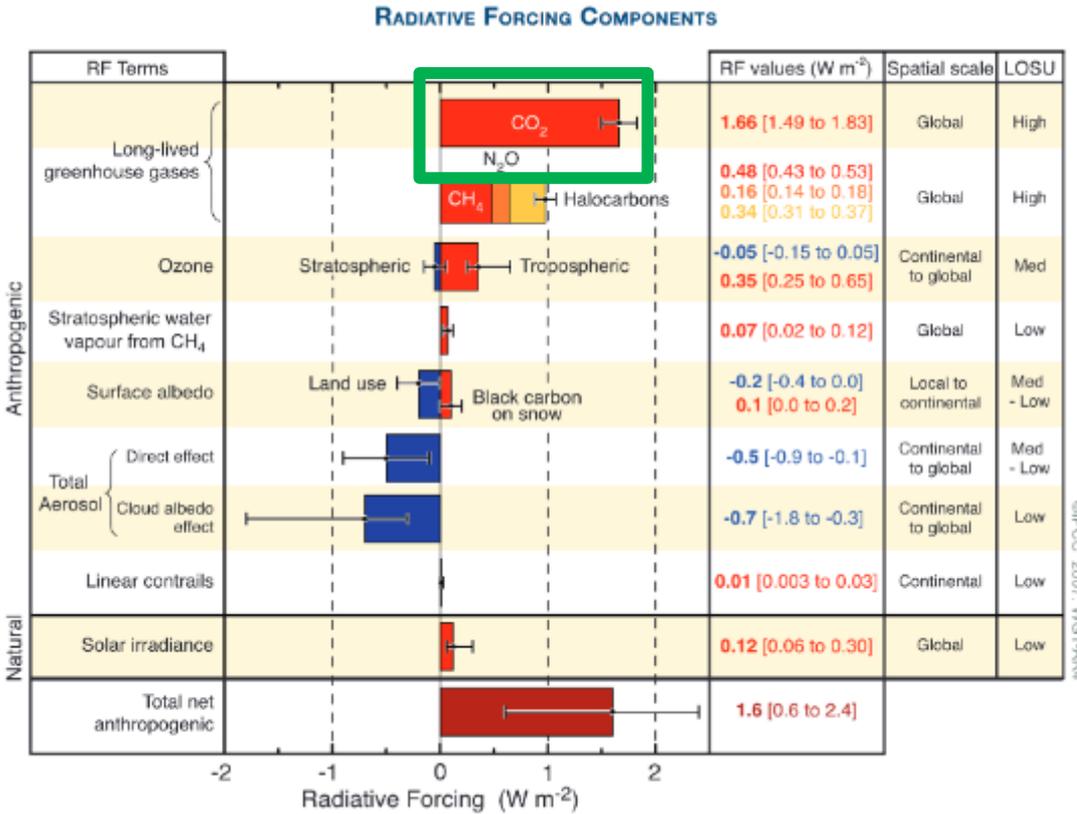
Überblick

1. Was müssen wir erreichen?
2. Wo stehen wir und wie weit ist der Weg noch?
3. Sind wir überhaupt auf dem Weg?



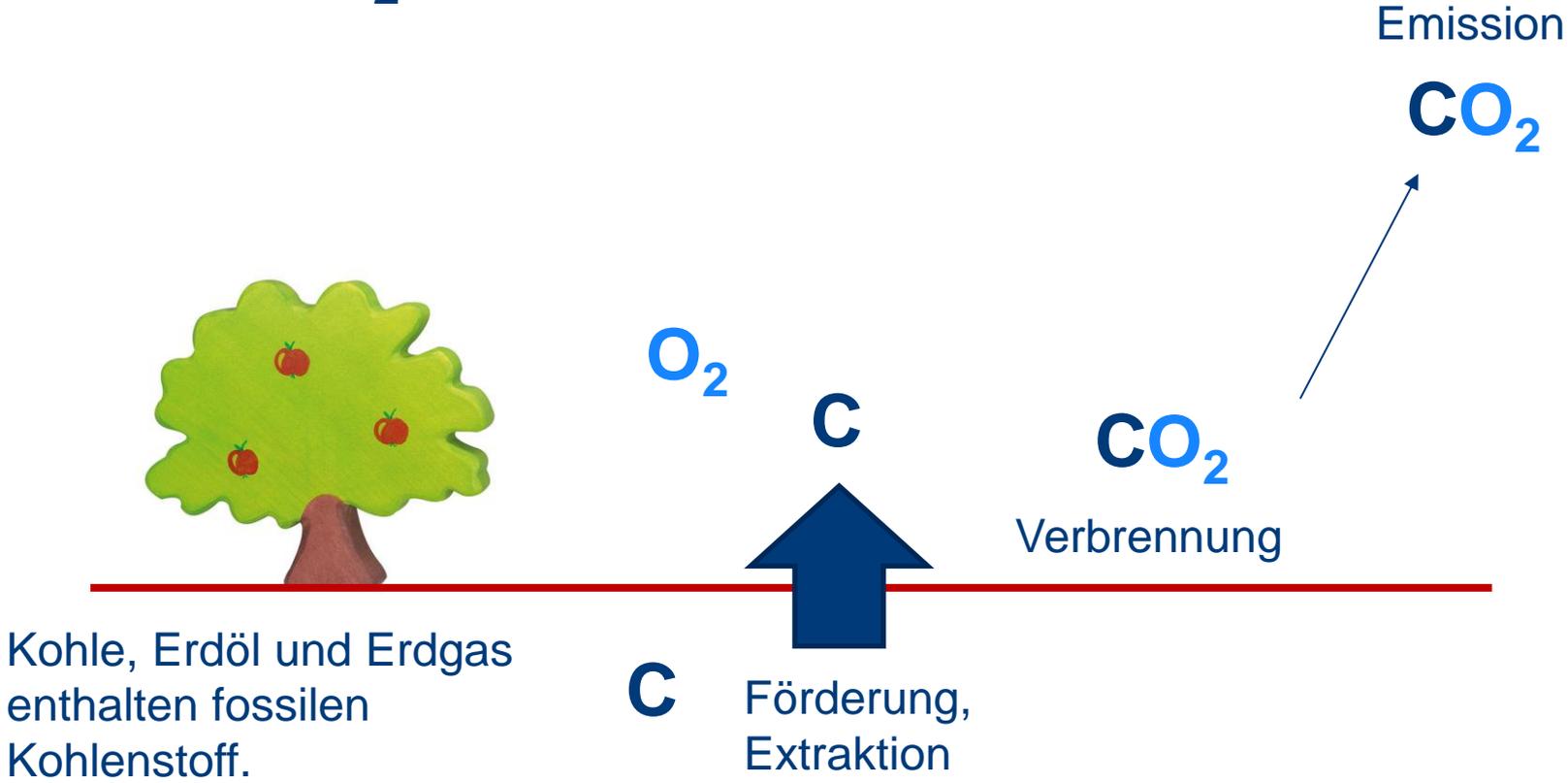
1. Was müssen wir erreichen?

Anteil der einzelnen Treibhausgase am Erwärmungstrend („Strahlungsantrieb“)



CO₂ hat etwa 2/3 Anteil am Strahlungsantrieb.

Gibt es CO₂-Emission?





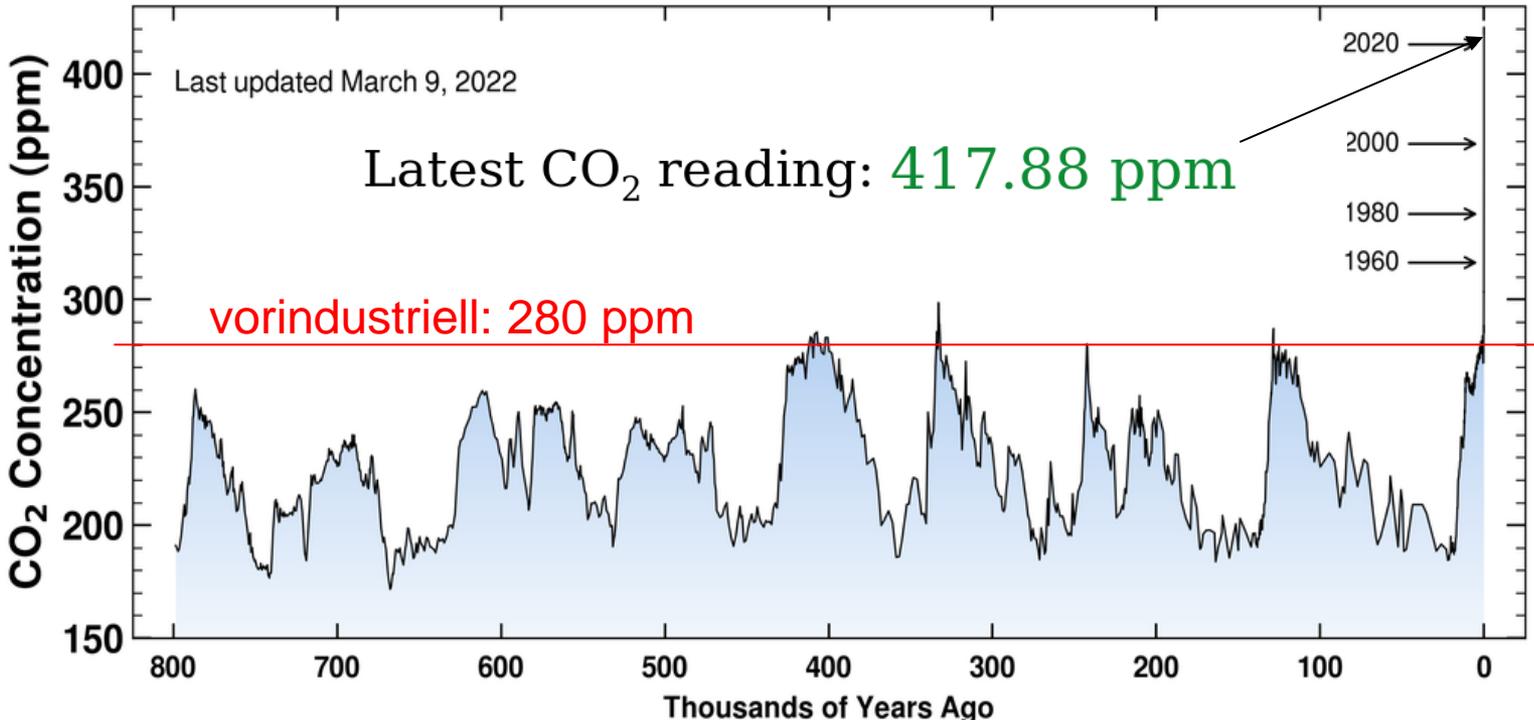
Kohlenstoffemission statt CO₂-Emission

- Jeglicher fossiler Kohlenstoff, den wir aus der Erdkruste extrahieren, wird zu CO₂.
- Das gilt auch für den Anteil, der zunächst stofflich verarbeitet und erst später als Müll verbrannt wird.



Das CO₂ reichert sich seit Beginn der Industrialisierung in der Atmosphäre an

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





Was sind „Reserven“?

- Als „Reserven“ der fossilen Brennstoffe werden die Kohle-, Erdöl- und Erdgasvorkommen bezeichnet, die mit heutiger Technologie zu heutigen Weltmarktpreisen wirtschaftlich extrahiert werden können.
- Diese Reserven gehören privaten oder staatlichen Gesellschaften und sind z.B. auch in Aktienkurse eingepreist.



CO₂-Budgets für verschiedene Temperaturgrenzwerte*) (IPCC)

Budgets am 1.1.2018

- Für 1,5°C Erwärmung: 420 Gt CO₂. (115 Gt C)
- Für 2,0°C Erwärmung: 1170 Gt CO₂. (319 Gt C)
- **Die fossilen Reserven (gut 800 Gt C) „reichen“ für ca. 3000 Gt CO₂.**

*) jeweils für 67% Wahrscheinlichkeit

**) CO₂-Äquivalente inkl. anderer Treibhausgase



Konsequenzen

- CO₂ reichert sich seit Beginn der Industrialisierung in der Atmosphäre an.
- Die Extraktion von fossilem Kohlenstoff aus der Erdkruste muss weltweit zum Erliegen kommen.
- Der größte Teil der fossilen „Reserven“ muss in der Erde verbleiben.
- Der Einsatz fossiler Brennstoffe zur Bereitstellung von Energie und Stoffen (!) muss weltweit zum Erliegen kommen.

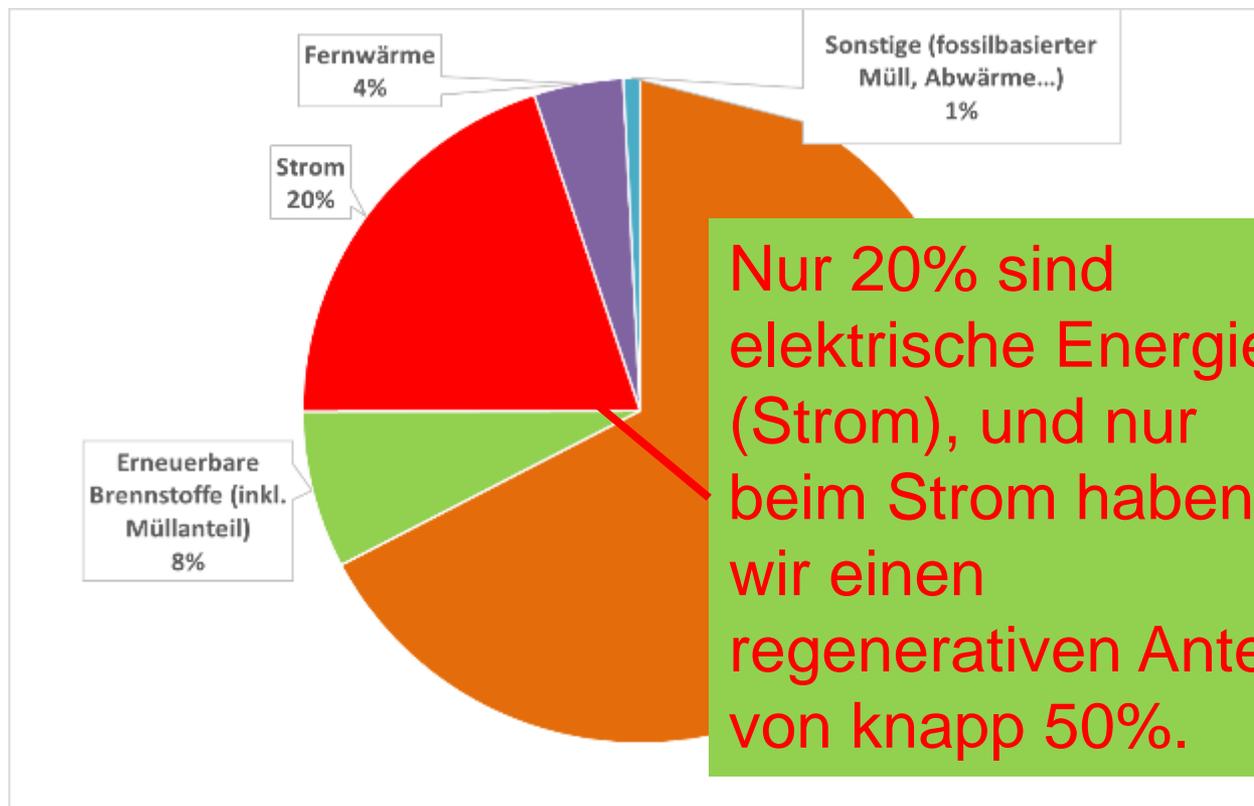


**→ Die naturwissenschaftlichen
Randbedingungen machen aus der
umweltpolitischen Aufgabe
„Klimaschutz“ eine
energieökonomische Aufgabe!**



2. Wo stehen wir heute?

Endenergieverbrauch: 75% Brennstoffe



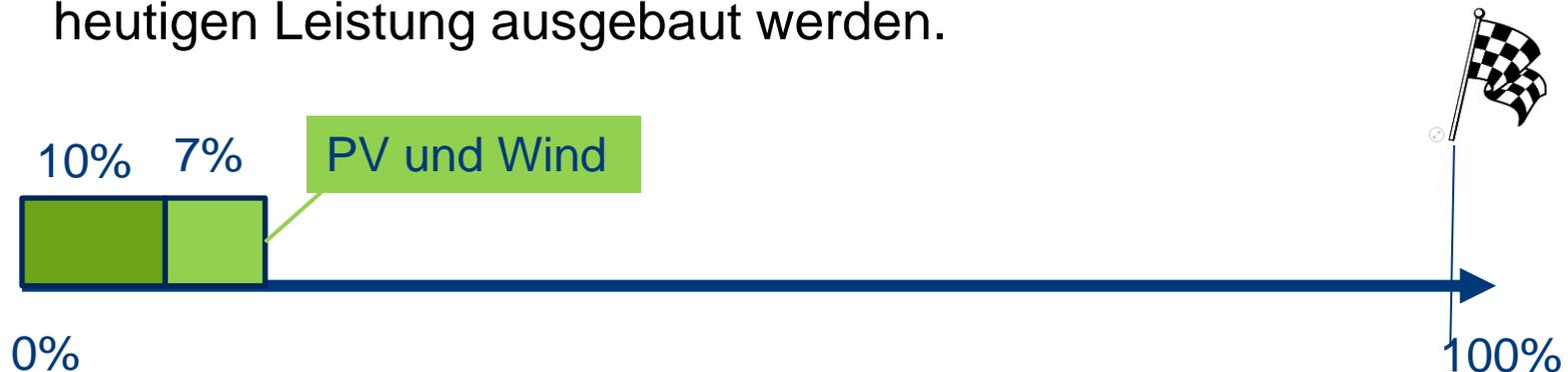
$\frac{3}{4}$ des
Endenergie-
verbrauchs sind
Brennstoffe,
davon 90%
fossilbasierte
Brennstoffe.

Nur 20% sind
elektrische Energie
(Strom), und nur
beim Strom haben
wir einen
regenerativen Anteil
von knapp 50%.



Wie weit ist der Weg noch?

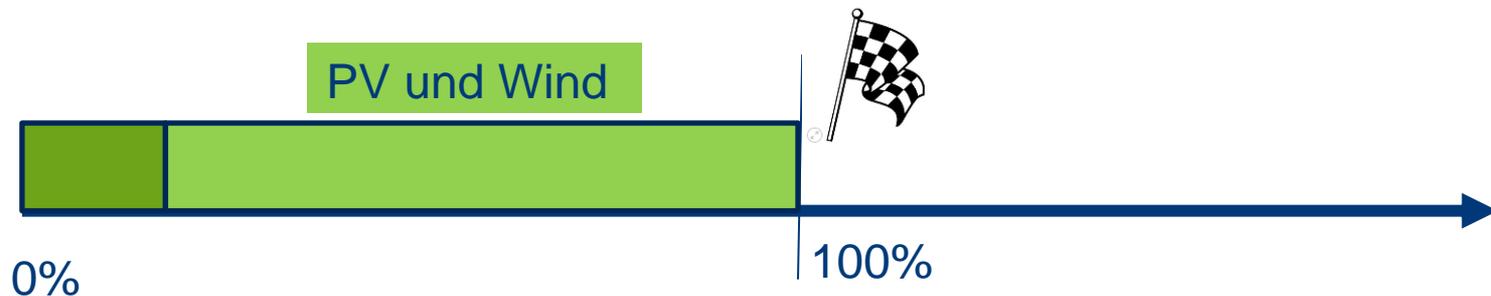
- Heute sind 17% des Endenergieverbrauchs regenerativ
- Davon sind 10%-Punkte (im Wesentlichen) Biomasse – Holz, Biogas aus Mais, Biodiesel und ein kleiner Teil Wasserkraft (0,8%). Diese Quellen sind (fast) nicht ausbaubar.
- Nur 7% sind Photovoltaik und Windkraft. Diese müssten für eine autarke regenerative Versorgung auf ein Vielfaches der heutigen Leistung ausgebaut werden.





Wie weit ist der Weg noch?

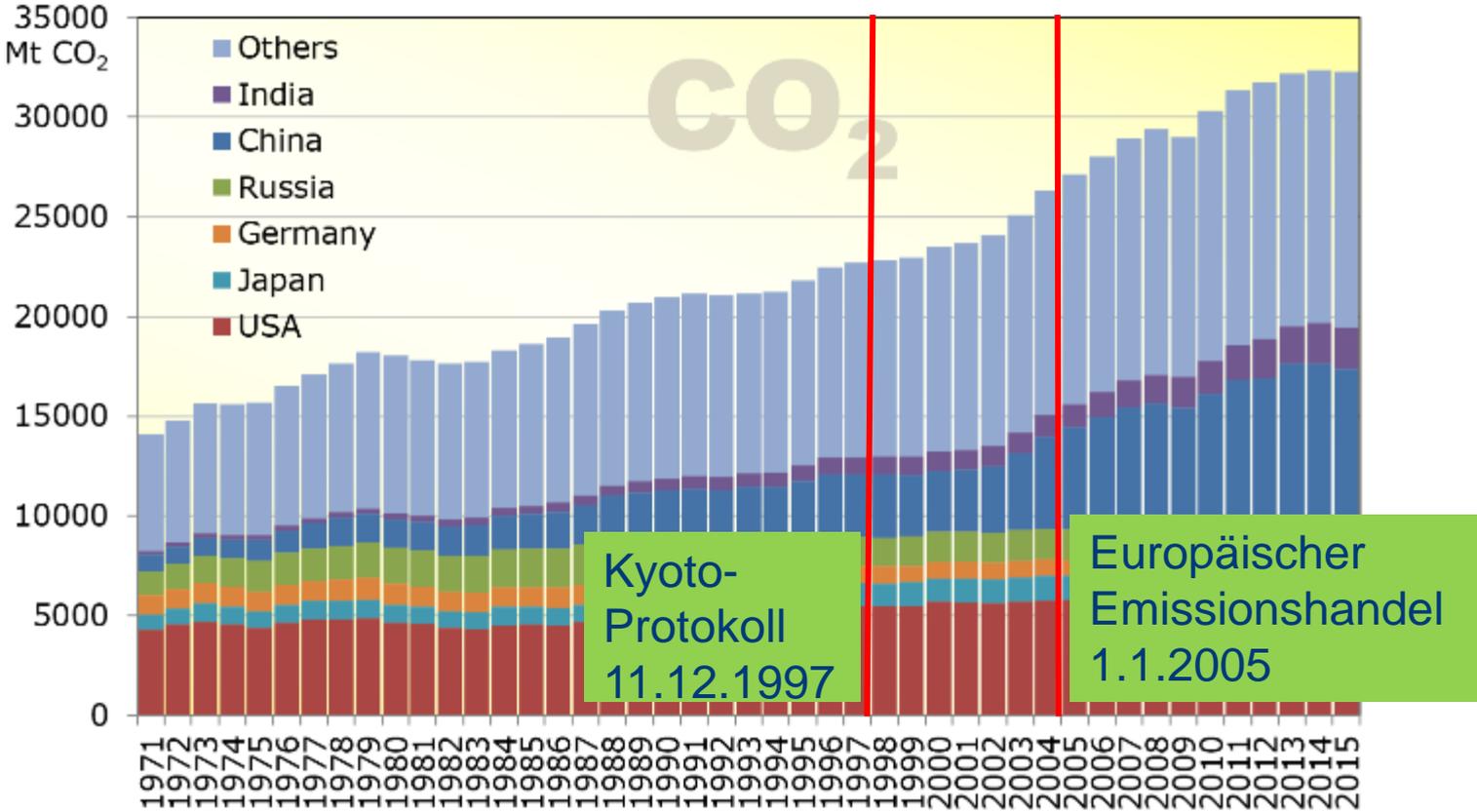
- **Gleichzeitig muss der Endenergiebedarf stark sinken und...**
- **...die Verbraucher müssen von Brennstoffen auf Strom umgestellt werden!**





3. Sind wir überhaupt auf dem Weg?

Weltweite CO₂-Emissionen seit 1971



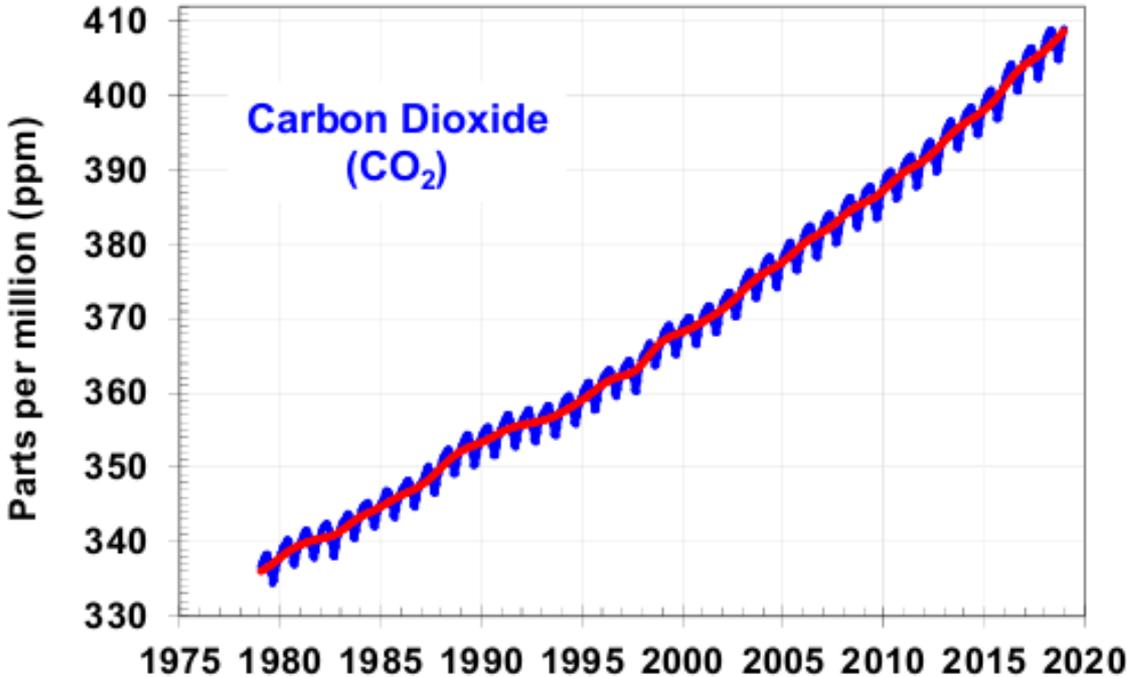


Emissionsorientierung - das alte umweltpolitische Paradigma

- Alle klimapolitischen Maßnahmen haben das Ziel, die Emission von CO₂ auf dem jeweiligen Staatsgebiet zu verringern.
- Sie folgen damit dem alten Paradigma der Umweltpolitik: „Emissionsverringern“.
- Das funktioniert aber nicht...



Atmosphärische CO₂-Konzentration





Warum funktioniert die klassische Klimaschutzpolitik nicht?

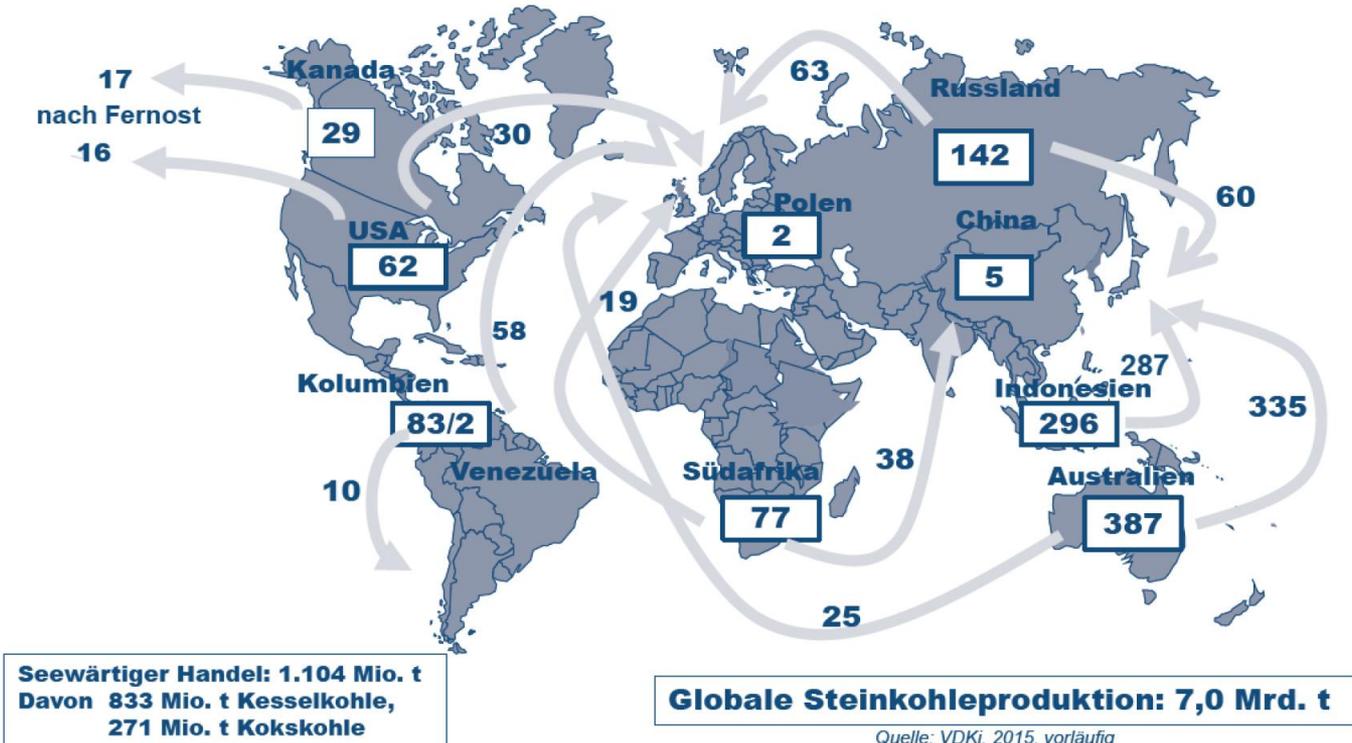


Energieökonomische Randbedingungen (1)

1. Fossile Brennstoffe sind Bodenschätze, d.h. sie werden nicht „produziert“, sondern existieren bereits. Mit Ausnahme der Braunkohle werden sie international gehandelt.

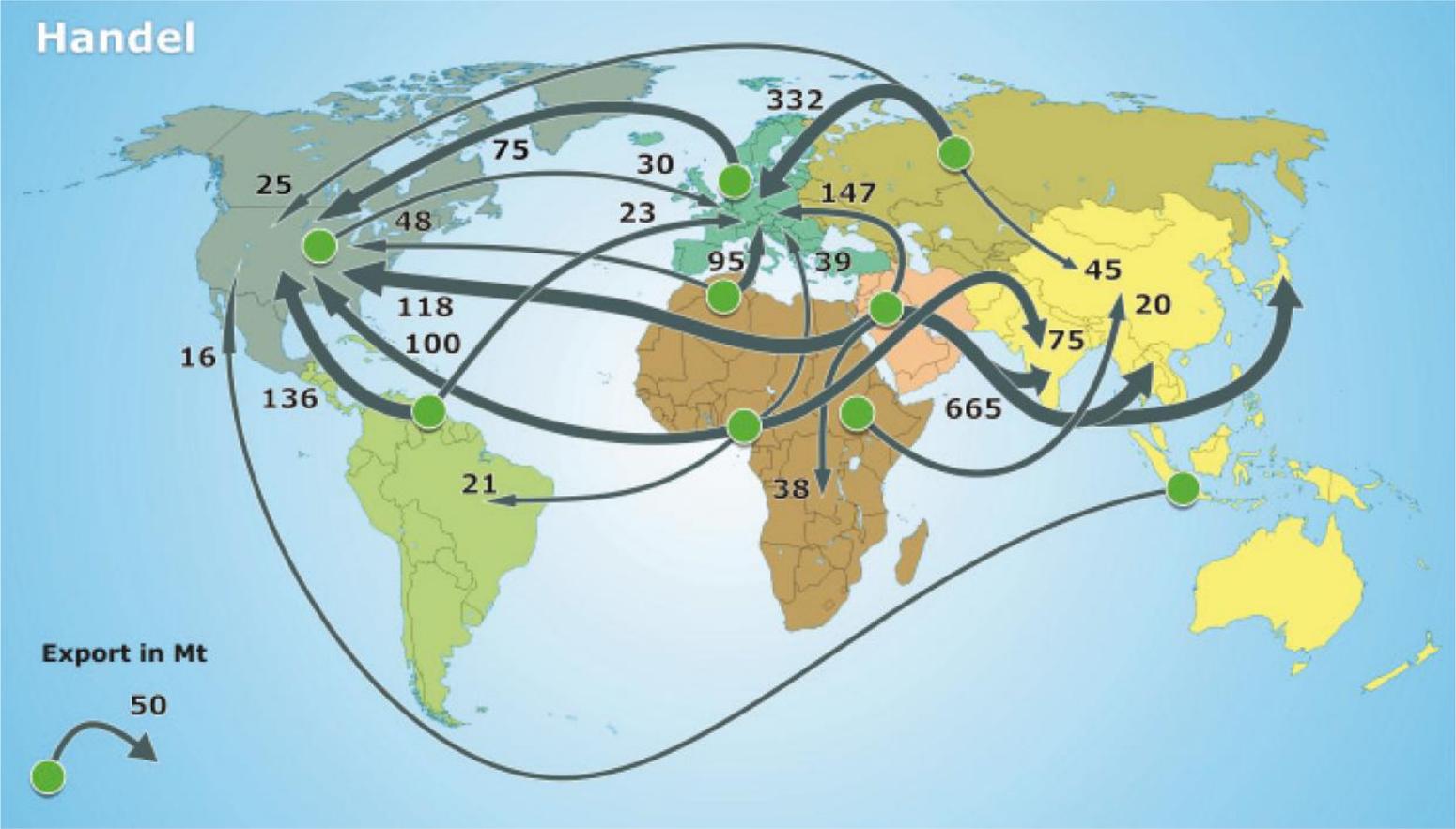


Haupt Handelsströme im Seeverkehr mit Steinkohlen 2015 in Mio. t



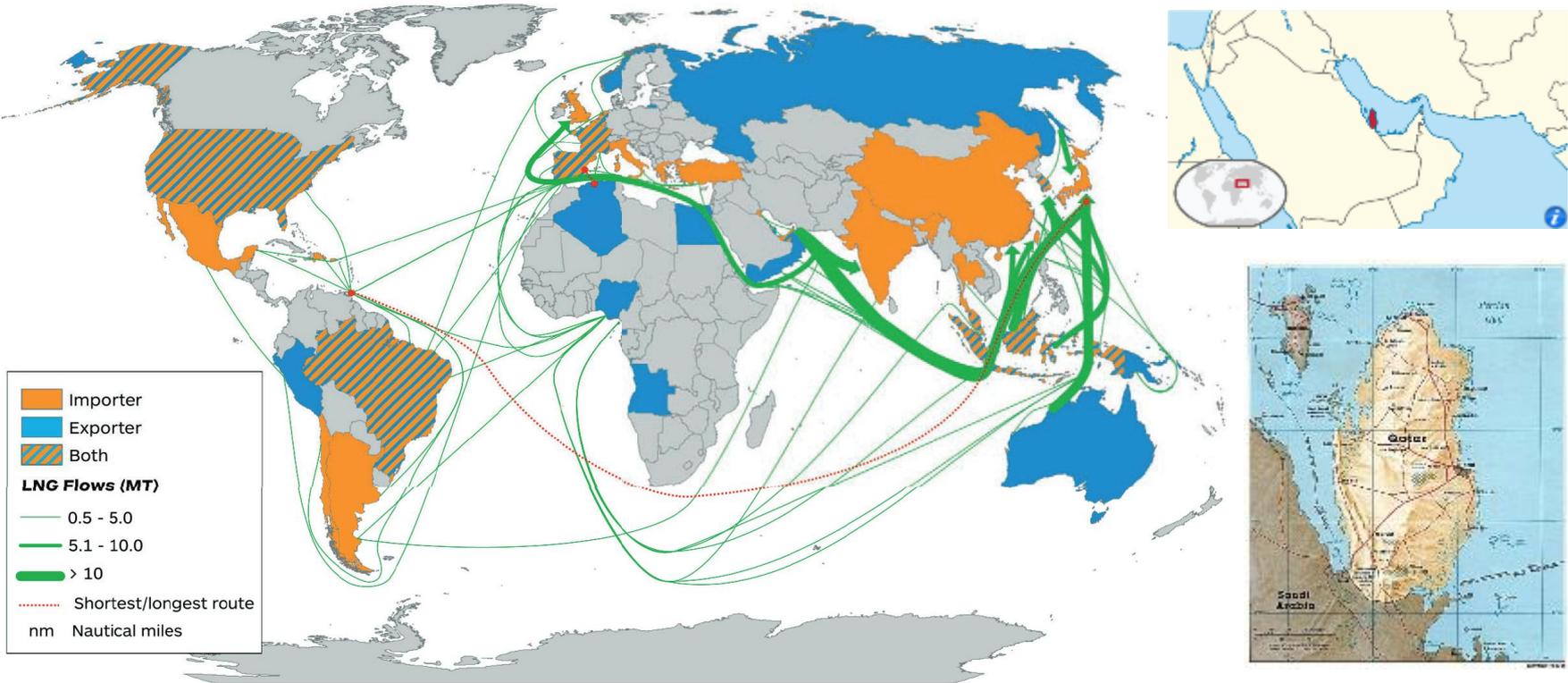


Erdöl – weltweite Handelsströme



Bildquelle: BGR 2009

LNG - Weltweite Handelsströme 2015



Quelle: Grundlagen der Gastechnik, 8. Auflage



Energieökonomische Randbedingungen (1)

→ Verbrauchsminde- rung in einzelnen Ländern führt zu einer Erhöhung des Angebots fossiler Brennstoffe auf dem Weltmarkt (Direct Carbon Leakage). Die Angebotserhöhung hat eine preisdämpfende Wirkung auf dem Weltmarkt.

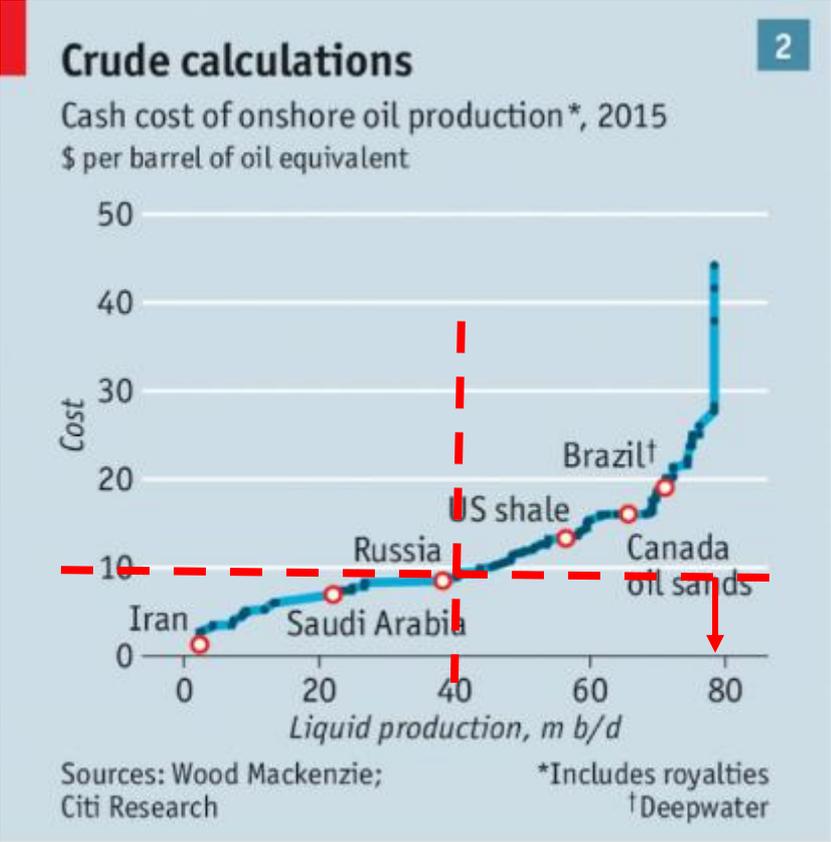


Energieökonomische Randbedingungen (2)

2. Ressourcenpreise geben keine „Produktionskosten“ wider, sondern sind Knappheitspreise, deren Niveau nicht durch die Förderkosten (Angebotsseite), sondern durch die Preistoleranz der Nachfrage gegeben ist.

Förderkosten Rohöl

Förderkosten inkl. Förderabgaben („royalties“)



→ Selbst wenn die Weltmarktpreise durch Nachfragerückgang infolge regenerativer Energieerzeugung auf 10 \$/bbl fallen würden, wäre noch 50% der Onshore-Förderung profitabel!

Economist.com

https://cdn.static-economist.com/sites/default/files/imagecache/1280-width/images/print-edition/20160123_FBC174.png



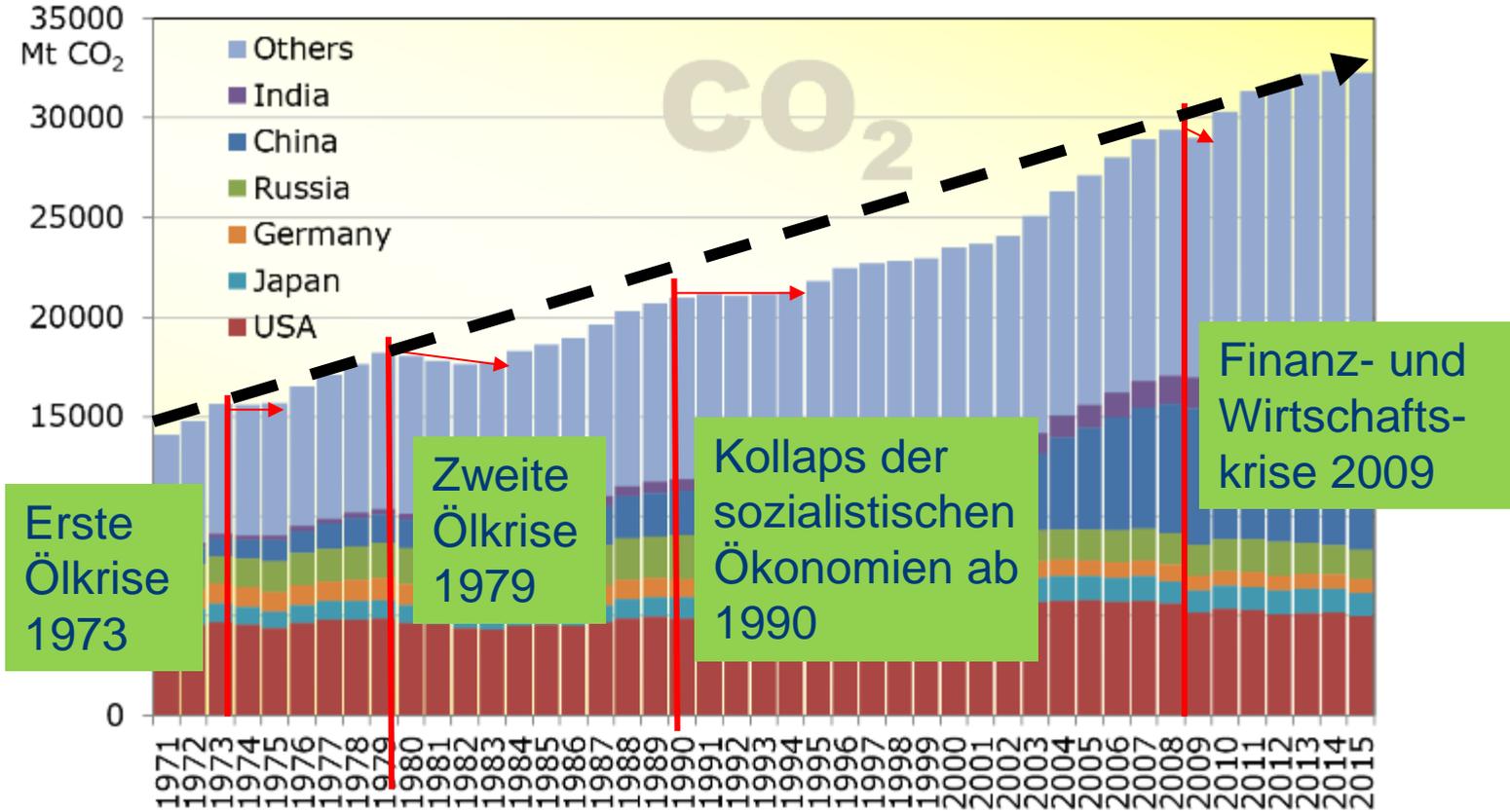
Energieökonomische Randbedingungen (2)

- Selbst wenn ein massiver globaler Ausbau der regenerativen Energien die Preise der fossilen Energieträger weit drücken würde, können die Förderkosten sehr lange nicht unterschritten werden – vielleicht nie.
- Solange die Weltmarktpreise der fossilen Brennstoffe über den Extraktionskosten (Förderkosten) liegen, haben die Eigentümer kein Interesse haben, die Extraktion zu beenden.



Wann wurden stagnierende oder zurückgehende CO₂-Emissionen beobachtet?

Weltweite CO₂-Emissionen seit 1971





Bislang ist die CO₂-Emission nur infolge ökonomischer Einflüsse zurückgegangen!

„Mit einiger Berechtigung kann man die OPEC als größte und erfolgreichste Klimaschutzorganisation der Welt bezeichnen.“

Prof. Dr. Marc Oliver Bettzüge

Leiter des Energiewirtschaftlichen Instituts der Universität zu Köln



Zusammenfassung

- Die Extraktion fossiler Brennstoffe muss weltweit zum Erliegen kommen. Der größte Teil der fossilen Reserven muss in der Erde verbleiben.
- Vom Ziel einer vollständig regenerativen Versorgung sind wir sehr weit entfernt.
- Eine Umstellung Deutschlands oder Europas auf regenerative Energie führt lediglich zu einem höheren Angebot fossiler Brennstoffe auf dem Weltmarkt und bringt uns dem globalen Ziel nicht näher.



Preisvergleich

- Sehr große Optimisten sagen einen Wasserstoffpreis von 1 €/kg voraus (für „grünen“ Wasserstoff).
Heizwert H₂: 33,3 kWh/kg
→ 100 €ct/33,3 kWh = 3 €ct/kWh
(Vor der Preissteigerung des Erdgases kostete „graues“ H₂ 1,00-1,70 €/kg.)
- Die Förderkosten von 50% der Onshore-Erdölförderung liegen unter 10 \$/barrel.
Ein barrel Rohöl sind 159 Liter, Heizwert: 10 kWh/l
→ 100\$ct/1590 kWh = 0,6 \$ct/kWh