

Forschung für den Klimaschutz: Was müssen wir noch wissen?

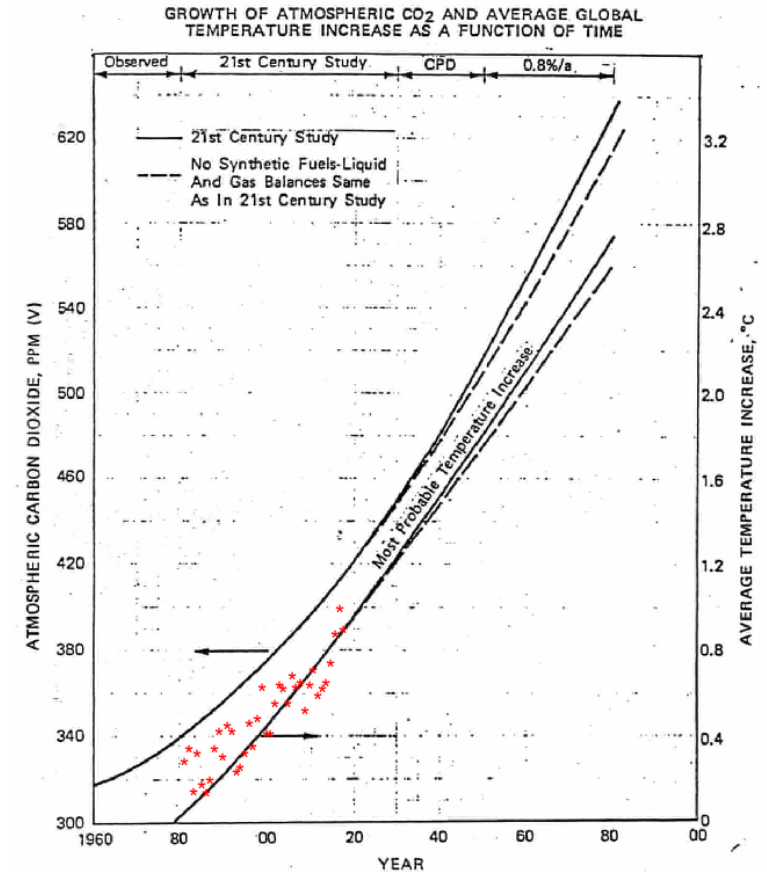
IET INSTITUTE FOR
ENERGY TECHNOLOGY

Prof. Dr. Henrik Nordborg
Institut für Energietechnik
Studiengang Erneuerbare Energien und Umwelttechnik
henrik.nordborg@hsr.ch

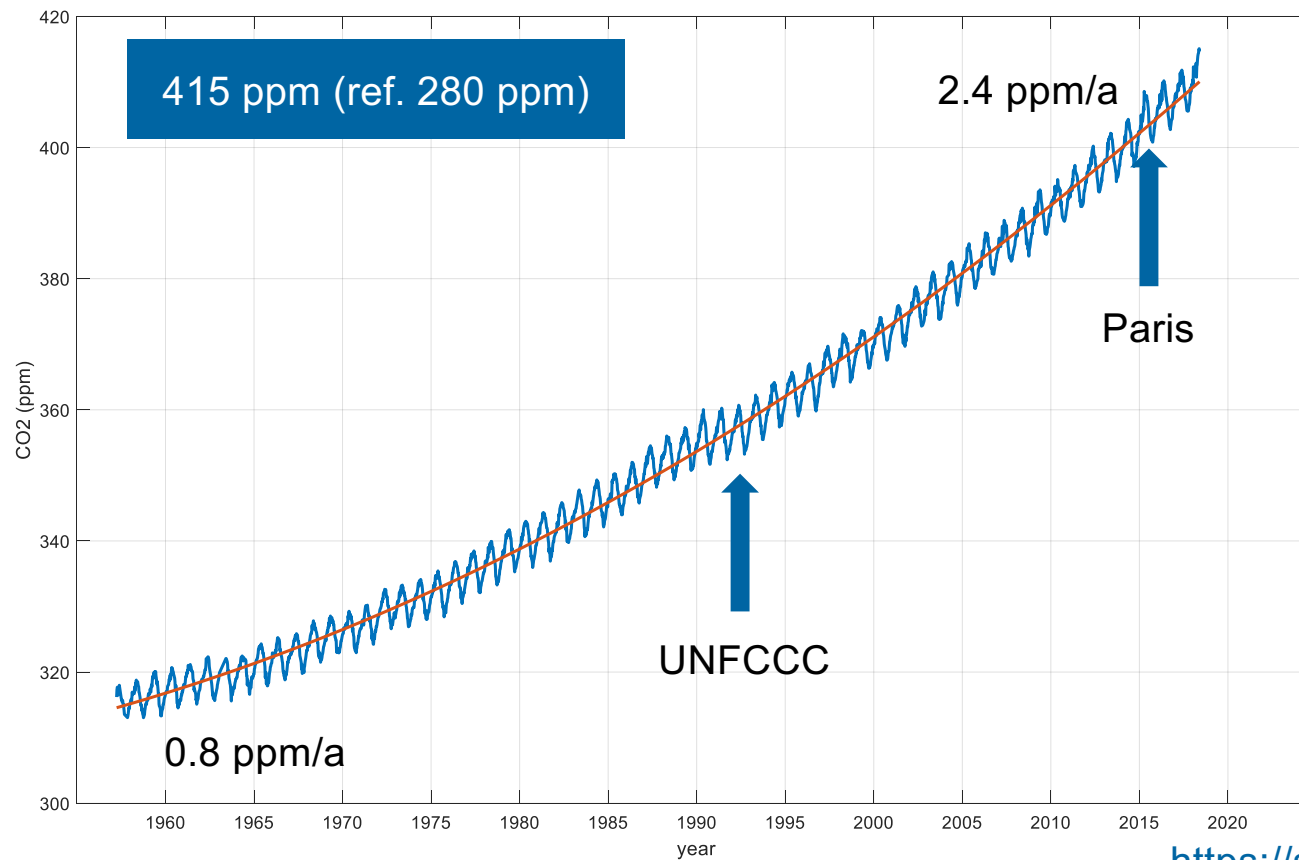
 **HSR**
HOCHSCHULE FÜR TECHNIK
RAPPERSWIL
FHO Fachhochschule Ostschweiz

Klimaprognose von Exxon aus dem Jahr 1982

- **Exxon hatte schon vor 40 Jahren alles gewusst:**
 - Sie haben leider den falschen Entscheid gefällt.
 - Die Rechnung ging aber auf.
- **Die Politik hat vieles unternommen, um nicht entscheiden zu müssen.**
- **Die Forscher haben Daten geliefert in der Hoffnung, dass sich dadurch die Probleme lösen würden.**
 - «Daten statt Taten» machen wenig Sinn.



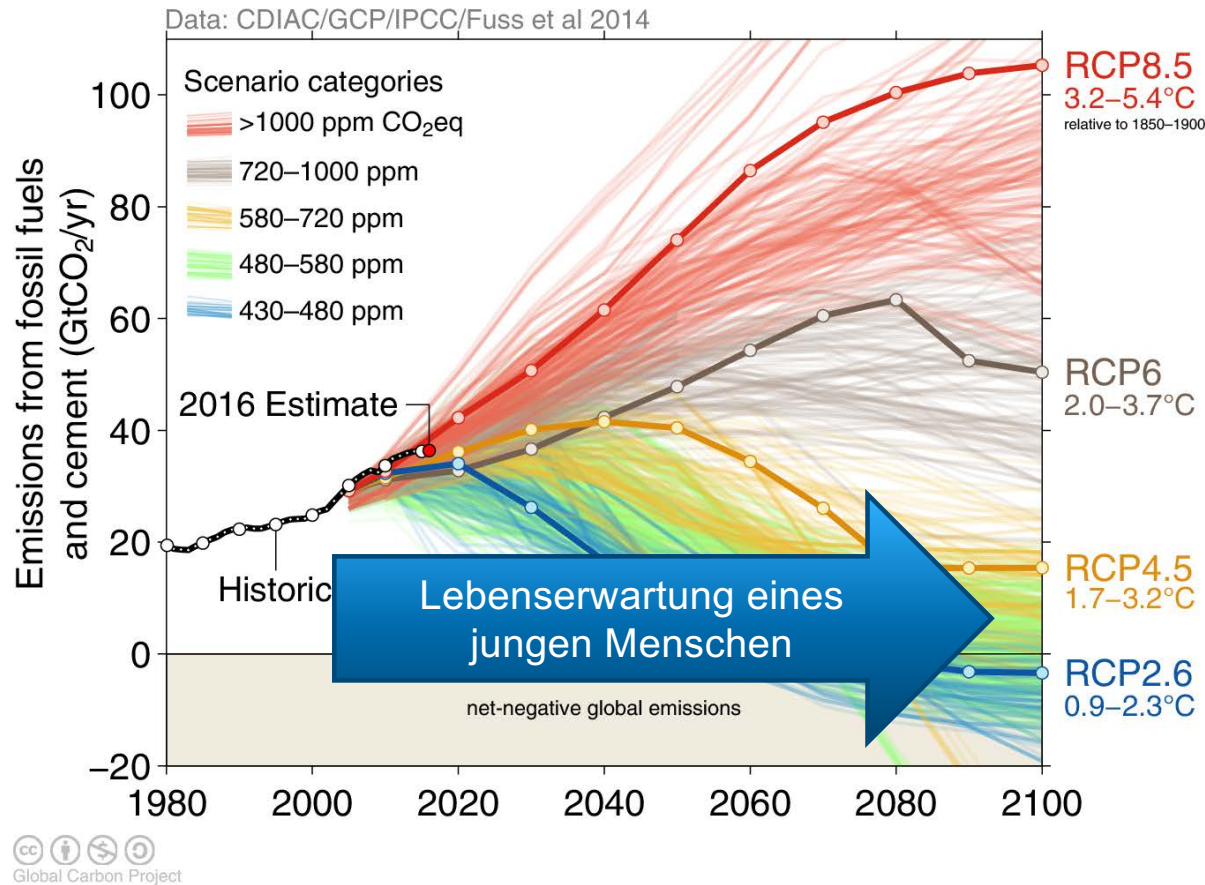
CO₂-Konzentration der Atmosphäre: Die Keeling-Kurve



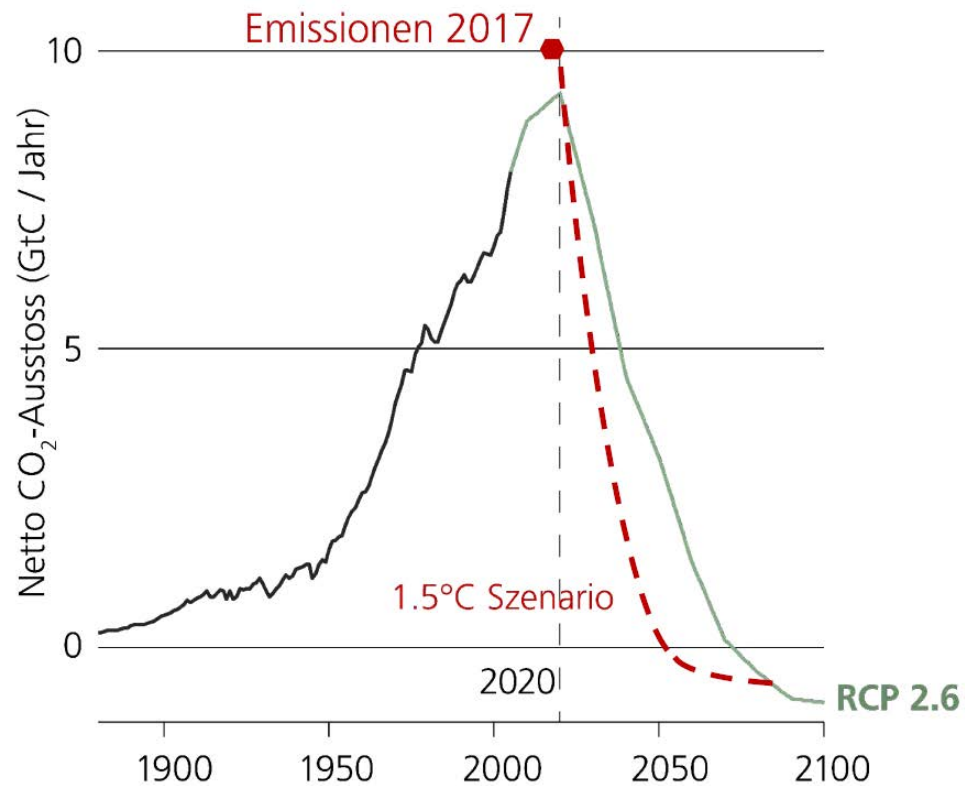
- **Höher als je zuvor in den letzten 3 Mio. Jahren**
 - Wir sind dafür nicht zertifiziert
- **Anthropogenes CO₂**
 - Jedes dritte CO₂-Molekül
 - Die Hälfte davon seit 1992
- **+1.5 °C entspricht 435 ppm**

<https://scripps.ucsd.edu/programs/keelingcurve>

Klimaszenarien des IPCC



Das Ziel +1,5 °C ist sehr ambitioniert



-50% bis 2030

-100% bis 2050

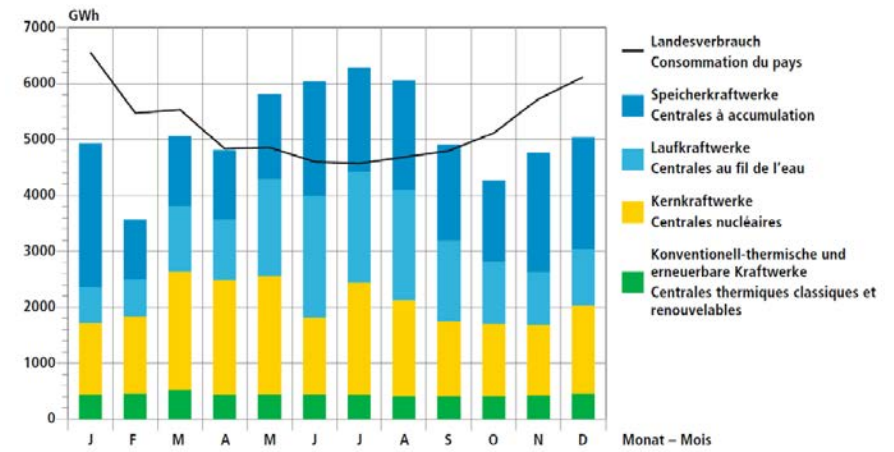
Quelle: Herausforderung Klimawandel
in der Schweiz (www.nccs.ch)

Carbon Budget: 360 Gt = 47 t pro Kopf

Etwa 18'000 Liter Dieselöl

Einige Fakten zur Energiewende

- **Photovoltaik und Windenergie sind nicht mehr zu teuer**
 - Sonne und Wind sind komplementär
- **Die Zukunft der Energieerzeugung wird dezentral sein**
- **Energiespeicher ist ein wichtiges Thema**
 - Power-to-X
 - Batterien
 - ...
- **Wasserstoff + Brennstoffzellen**
 - Der Markt entwickelt sich schnell
- **Der Energieverbrauch muss sinken**
 - Der wichtigste Parameter für die Klimaziele
- **Eine CO₂-Abgabe wird kommen**



Warum eine CO₂-Abgabe?

■ Der Preis für fossile Brennstoffe ist falsch

- 5200 Mrd. USD Subventionen im Jahr 2017 (IMF)
- -150 USD/tCO₂

■ Wir haben 2 Möglichkeiten

- Externe Kosten im bestehenden Wirtschaftssystem berücksichtigen
- Ein neues Wirtschaftssystem erfinden

■ Einige Stimmen für «carbon pricing»

- Joseph Stiglitz
- Der Internationale Währungsfonds
- Die Weltbank
- Sämtliche Notenbankchefs der USA
- ...

■ Viele Firmen haben einen internen CO₂-Preis

ECONOMISTS' STATEMENT ON CARBON DIVIDENDS

1. A carbon tax offers the most cost-effective lever to reduce carbon emissions at the scale and speed that is necessary. By correcting a well-known market failure, a carbon tax will send a powerful price signal that harnesses the invisible hand of the marketplace to steer economic actors towards a low-carbon future.

Alan Greenspan, Ben Bernanke, Janet Yellen, Amartya Sen, Robert Merton, Myron Scholes, Lawrence Summers,

Forschung für Klimaschutz an der HSR

IET INSTITUT FÜR
ENERGIETECHNIK

SPF INSTITUT FÜR
SOLARTECHNIK

UMTEC INSTITUT FÜR UMWELT- UND
VERFAHRENSTECHNIK

werz INSTITUT FÜR WISSEN
ENERGIE UND ROHSTOFFE ZUG

ilf INSTITUT FÜR
LANDSCHAFT UND FREIRAUM

irap INSTITUT FÜR
RAUMENTWICKLUNG

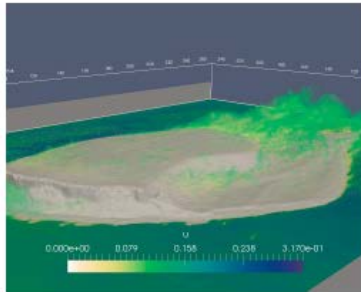
IBU INSTITUT FÜR
BAU UND UMWELT

IET: Power-to-X

- **Überschüssigen Strom sinnvoll nutzen**
- **Energiebedarf im Winter decken**
- **Technologien**
 - Elektrolyse (Wasserstoff)
 - Methanisierung (Methan)
- **Forschung**
 - Verbesserung des Wirkungsgrads
 - Anbindung an das Energienetz
 - Sektorkopplung
 - Mobilität



1. Digitalisierung



Computational Fluid Dynamics

Hochaufgelöste Large Eddy Simulationen und Anwendung der Lattice-Boltzmann-Methode für komplexes Gelände.

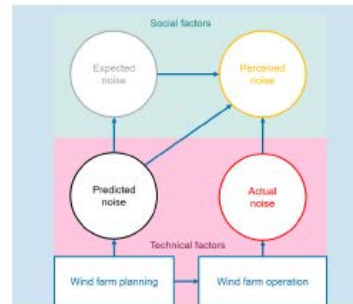
Internet of Things

Entwicklung von drahtlosen Drucksensoren und akustische Messsysteme für Rotorblätter.

Machine Learning

Leistungskennlinienprognosen und SCADA-Datenanalyse.

2. Menschliche Faktoren



Akzeptanz

Untersuchung der technischen und psychologischen Faktoren, die die Wahrnehmung von Windenergielärm beeinflussen.

Kompetenzen

Leadership Skills für junge IngenieurInnen zusammen mit mindspire

Lehre

Entwicklung von eLearning-Lösungen.

3. Systemintegration



Microgrids

Untersuchung der Integration von 100%-erneuerbaren Microgrids für verbesserte Netzzuverlässigkeit.

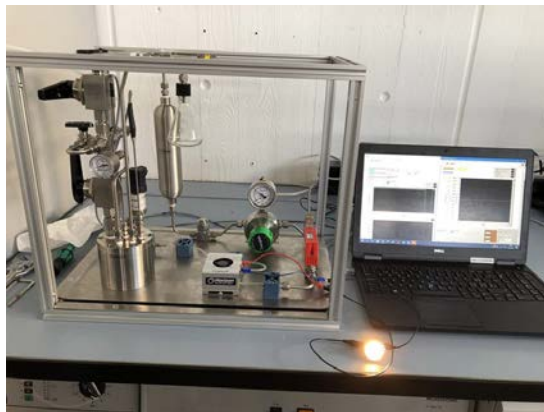
Innovation

Neuartige Lösungen wie Airborne Wind Energy und gebäudeintegrierte Systeme.

Recycling

Neue Bio-Materialien für Rotorblätter.

SPF: Sonnenenergie, Speicher, Gebäudeintegration



■ Photovoltaik

- mobiles Messlabor, PV+WP Systeme

■ Wärmepumpen + Solarenergie

- PV+WP, ST+WP, PVT, Eisspeicher

■ Thermische Speicher

- thermische Schichtung

■ Systeme und Netze

- Energienetze, Solare Wärmenetze

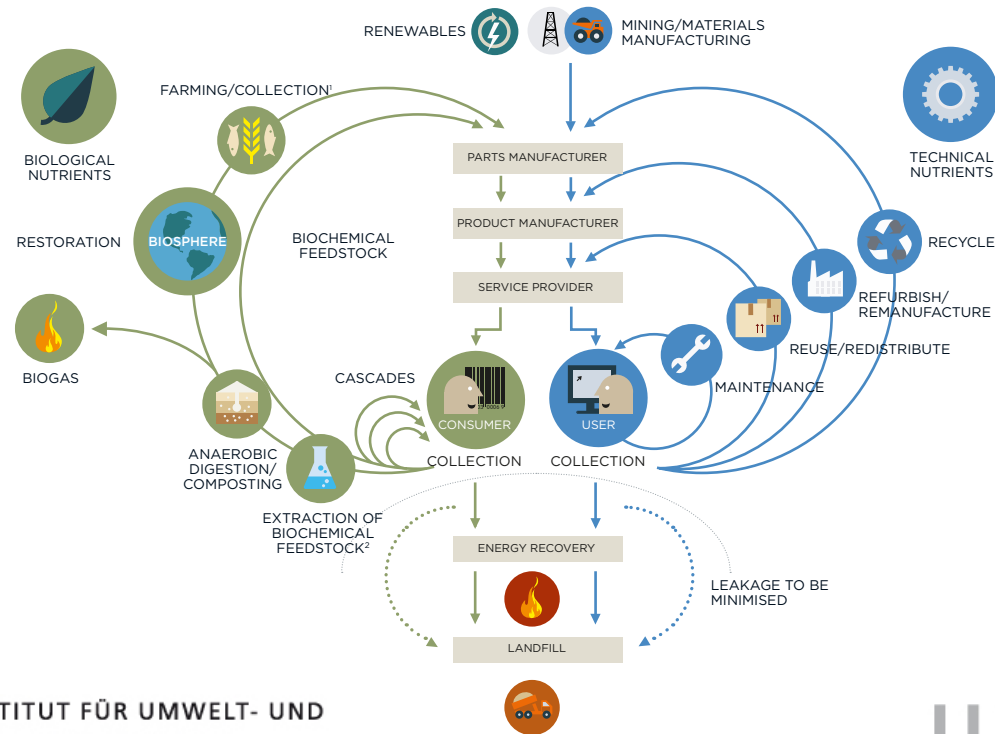
■ Energieeffiziente Gebäudetechnik

■ HybridStock – Energiespeicherung in Aluminium

Kreislaufwirtschaft und Energieeffizienz



CIRCULAR ECONOMY THE BUTTERFLY DIAGRAM



«Die Lage ist hoffnungslos aber nicht ernst»



Könnten Sie das bitte in zweideutige, ungenaue, vage, eigennützige und unklare Aussagen umformulieren, die wir alle verstehen können?

BP Energy Outlook 2019: Sogar BP hat jetzt Angst

Carbon emissions from energy industry rise at fastest rate since 2011

BP report reveals swings in global temperatures are increasing use of fossil fuels



▲ Smoke belches from a coal power station near Datong in China's northern Shanxi province. China led the world's energy growth in 2018. Photograph: Greg Baker/AFP/Getty Images

Carbon emissions from the global energy industry last year rose at the fastest rate in almost a decade after extreme weather and surprise swings in global temperatures stoked extra demand for fossil fuels.

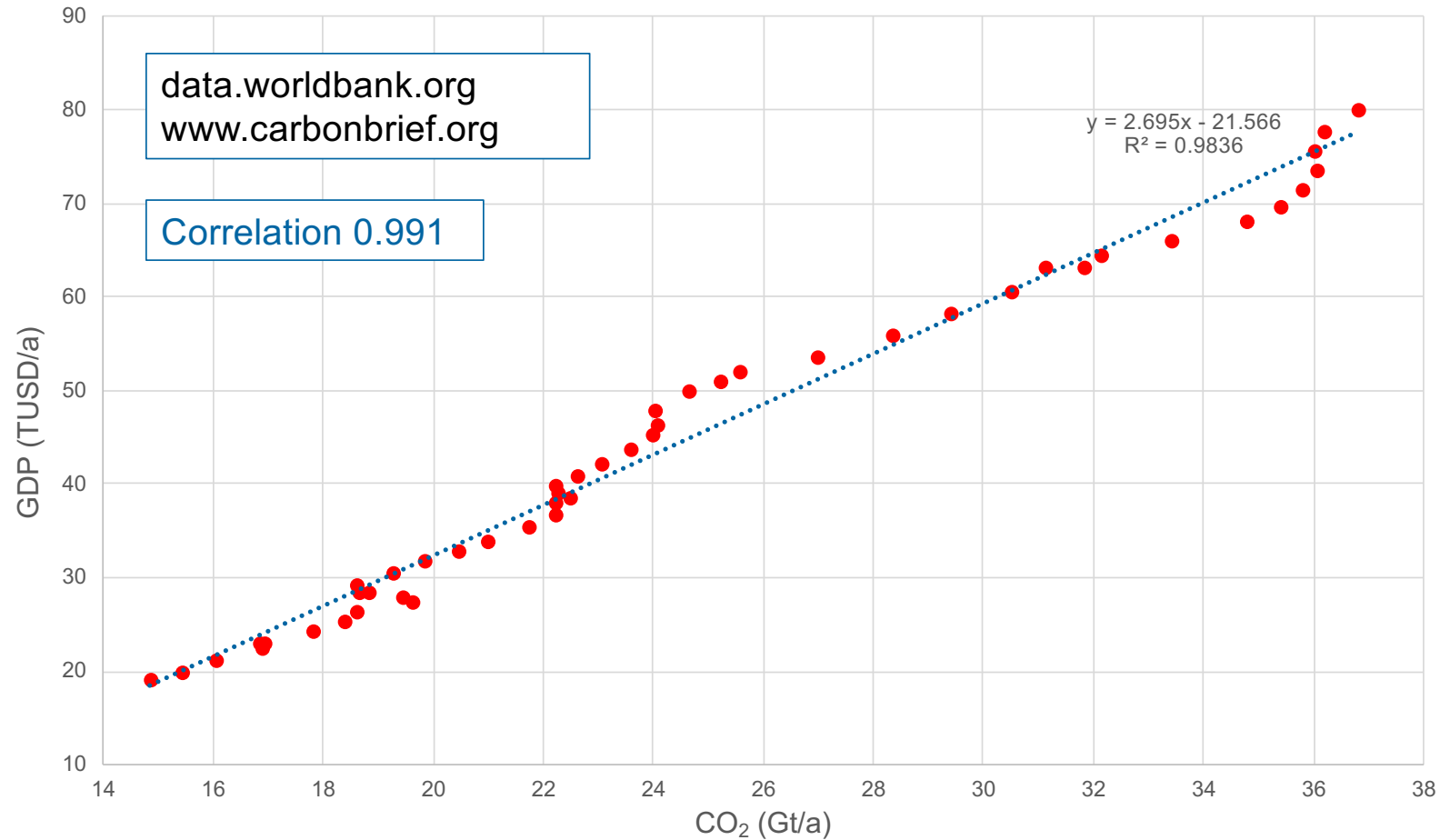
Die CO₂-Emissionen stiegen sehr schnell im Jahr 2018.

Der Grund dafür war die Klimaerwärmung!

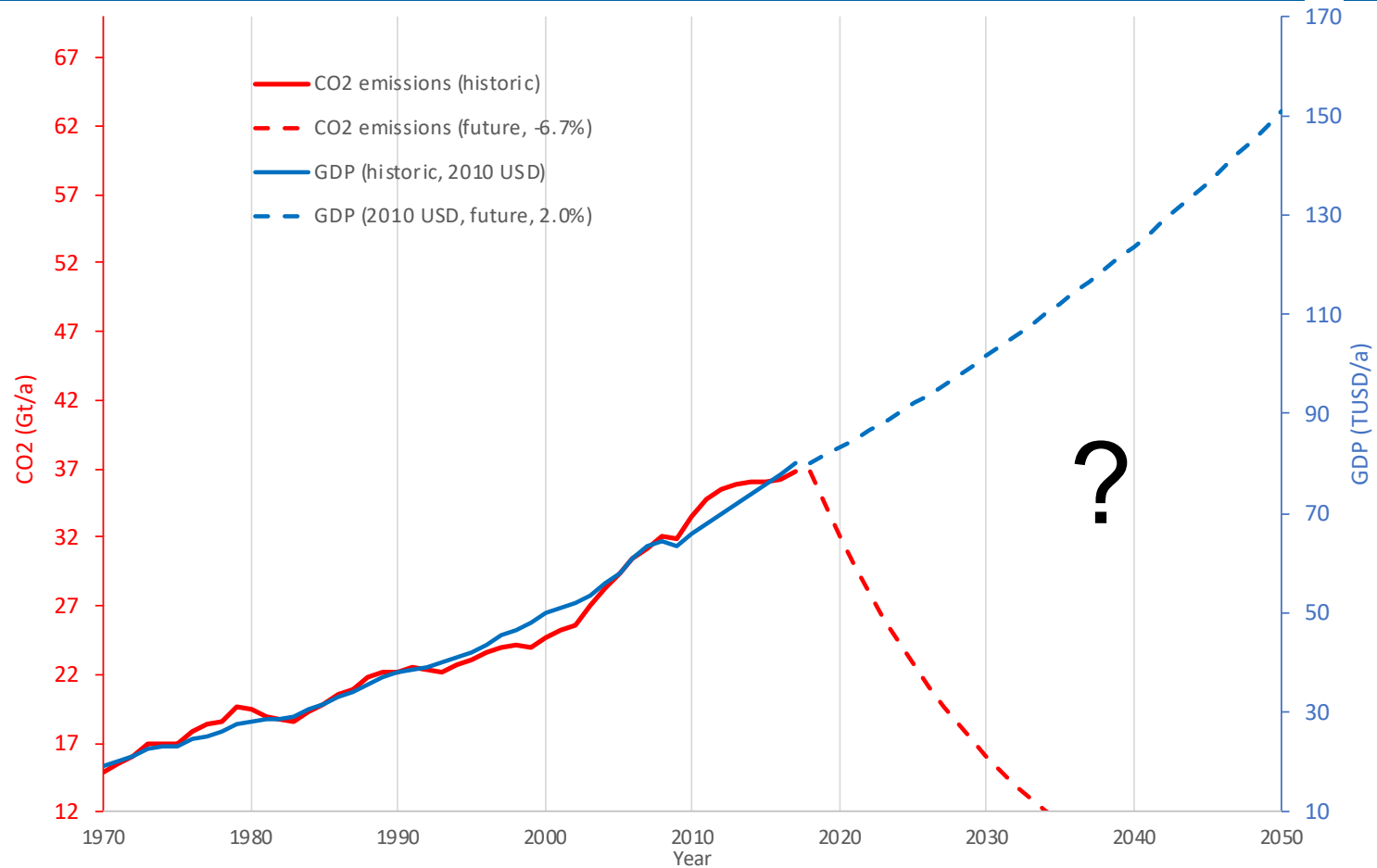
Die Welt ist nicht annähernd auf Kurs, das 2-Grad-Ziel zu erreichen.

Der weltweite Energieverbrauch steigt heute viel schneller als die erneuerbaren Energien ausgebaut werden können.

Ist Entkopplung möglich?



Auf ein Wunder zu hoffen ist keine Strategie

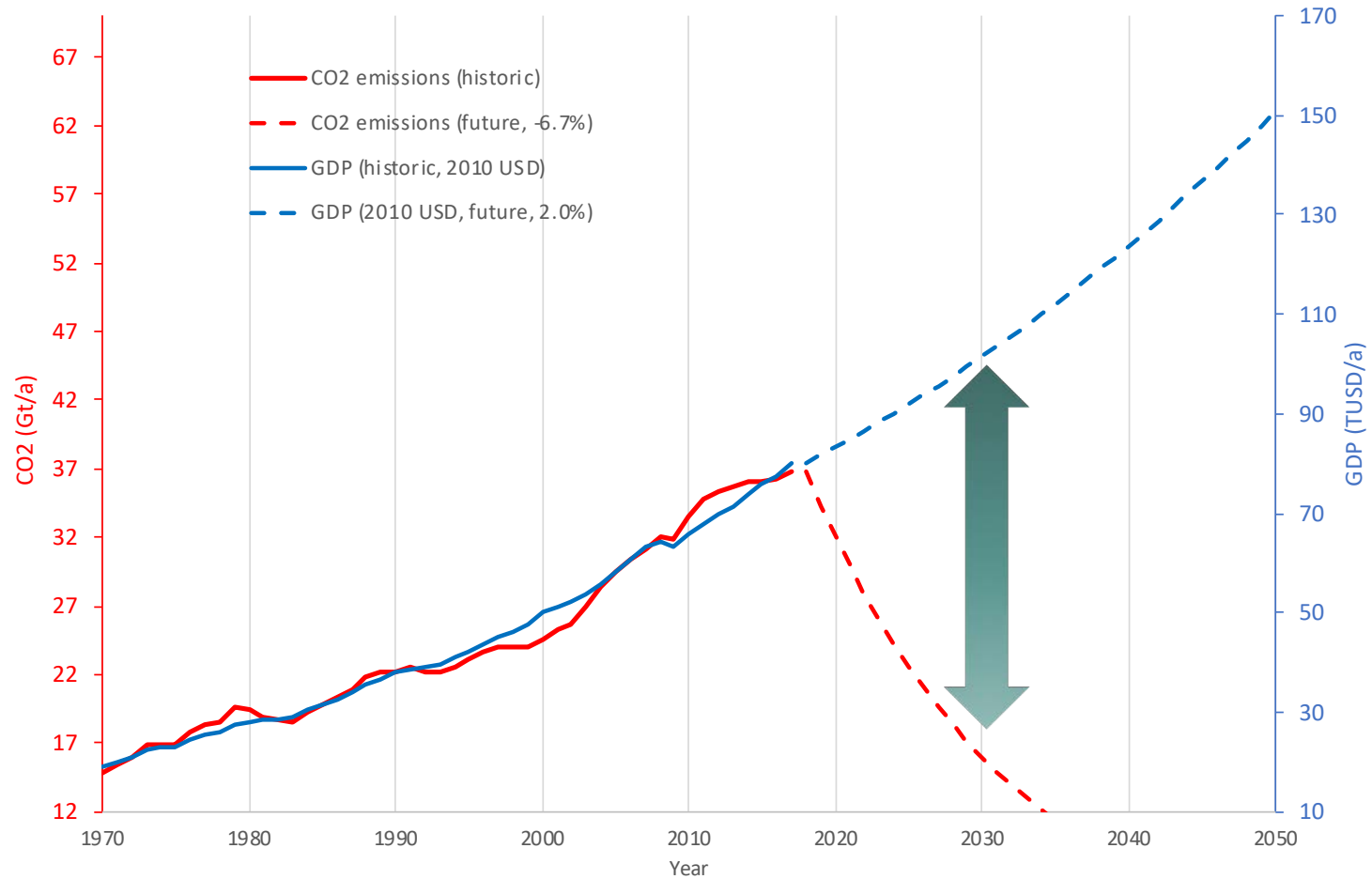


Ist diese Entwicklung realistisch?

A. Ja

B. Nein

Das Potential für Cleantech ist gross



Cleantech in 2030:
> 80 Bio. USD

Wir wissen alles und gar nichts

- Kurzfristig wissen wir was zu tun ist.
- Langfristig wissen wir, was wir tun müssten, aber nicht unbedingt wie.
- Es gibt keine einfache technische Lösung.
- Entkopplung (Decoupling)?
- Neues Wirtschaftssystem (Degrowth)?
- Der politische Druck ist enorm wichtig.
- Wir haben nicht mehr viel Zeit.

Herzlichen Dank!

