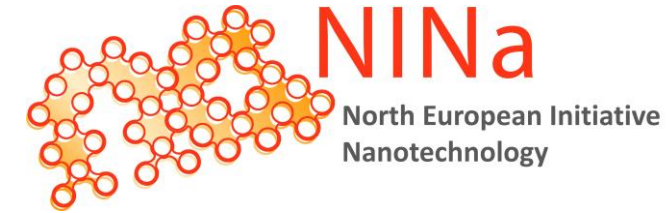


Klima- und Nachhaltigkeitskrise: Kann die Wissenschaft die Welt retten?



Prof. Dr. Franz Faupel^{1,2,3}

¹Lehrstuhl für Materialverbunde, CAU Kiel (bis 31.03.2025)

²North European Initiative Nanotechnology (NINa)
– Vorstandsvorsitzender

³International Alliance of Societies for a Sustainable Future (SFS) – Gründungsmitglied



- Alarmierende Signale
- Wo liegen die Barrieren gegenüber Veränderung?
- **Was kann die Wissenschaft tun?**
- Was können wir tun?
- Macht nachhaltiges Leben unglücklich?
- Gibt es Hoffnung?
- Take-Home-Message

Kenia 2021



Stern, 07.11.2021

- Migration
- Kriege
- ...

Deutschland 2022



Flut im Ahrtal, Stern, 15.07.2022

Kanada 2023



CBC Radio, Sep 04, 2023

Fast CO₂-Emission von Indien pro Jahr

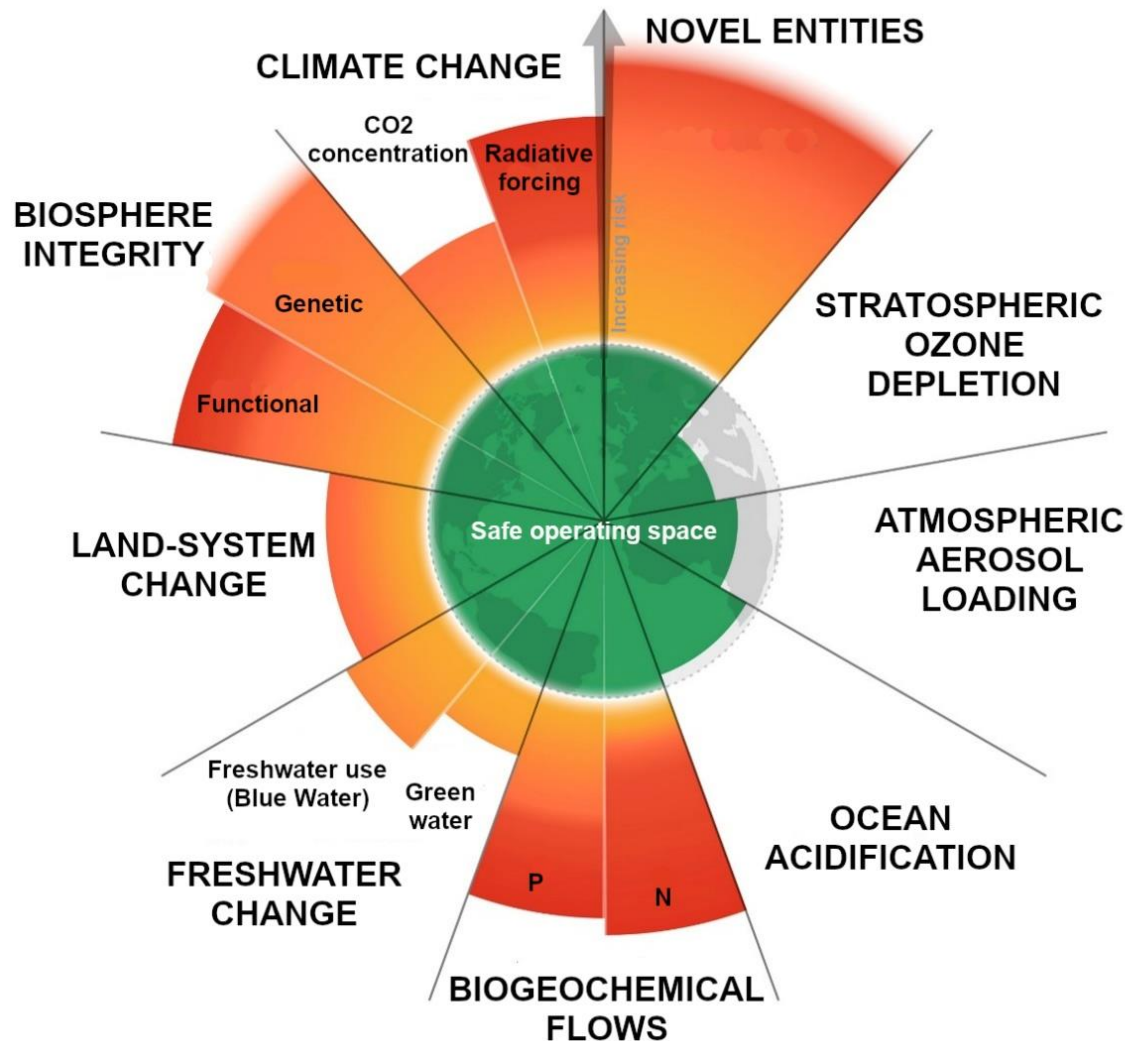
Byrne et al., Nature 2024
<https://doi.org/10.1038/s41586-024-07878-z>

185 Tote

Katastrophale Stürme

Jede Überschreitung birgt größte Risiken für die Umwelt

Biodiversität



**6 von 9 Grenzen
bereits überschritten!**

Illustration: Azote for Stockholm Resilience Centre,
based on analysis in Richardson et al 2023

From: Katherine Richardson et al.
Earth beyond six of nine planetary boundaries. Sci.
Adv.9,eadh2458(2023). DOI:[10.1126/sciadv.adh2458](https://doi.org/10.1126/sciadv.adh2458)

Trump spottet über Klimawandel: "Mehr Grundstücke am Strand"

10. Juli 2022, 11:06 Uhr Süddeutsche Zeitung



Der ehemalige US-Präsident Donald Trump bei einer Veranstaltung in Las Vegas. Foto: John Locher/AP/dpa (Foto: dpa)



COLUMBIA UNIVERSITY IN THE CITY OF NEW YORK

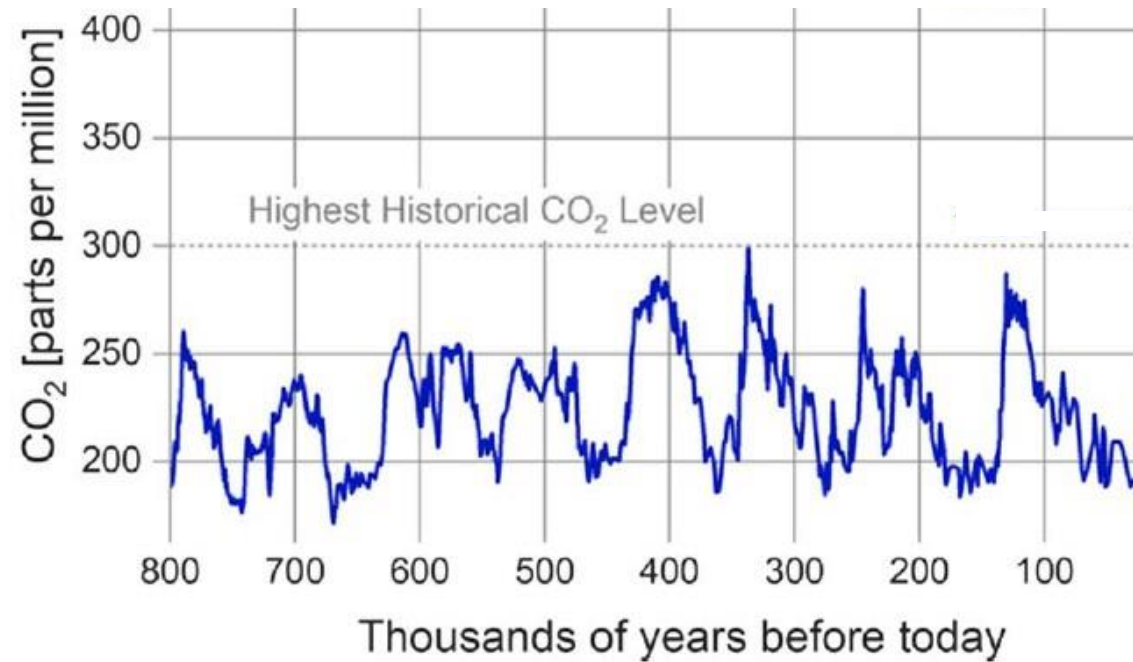
👑 Columbia Law School | COLUMBIA CLIMATE SCHOOL
SABIN CENTER FOR CLIMATE CHANGE LAW

Program Areas ▾ Publications ▾ Resources ▾ Climate Law Blog

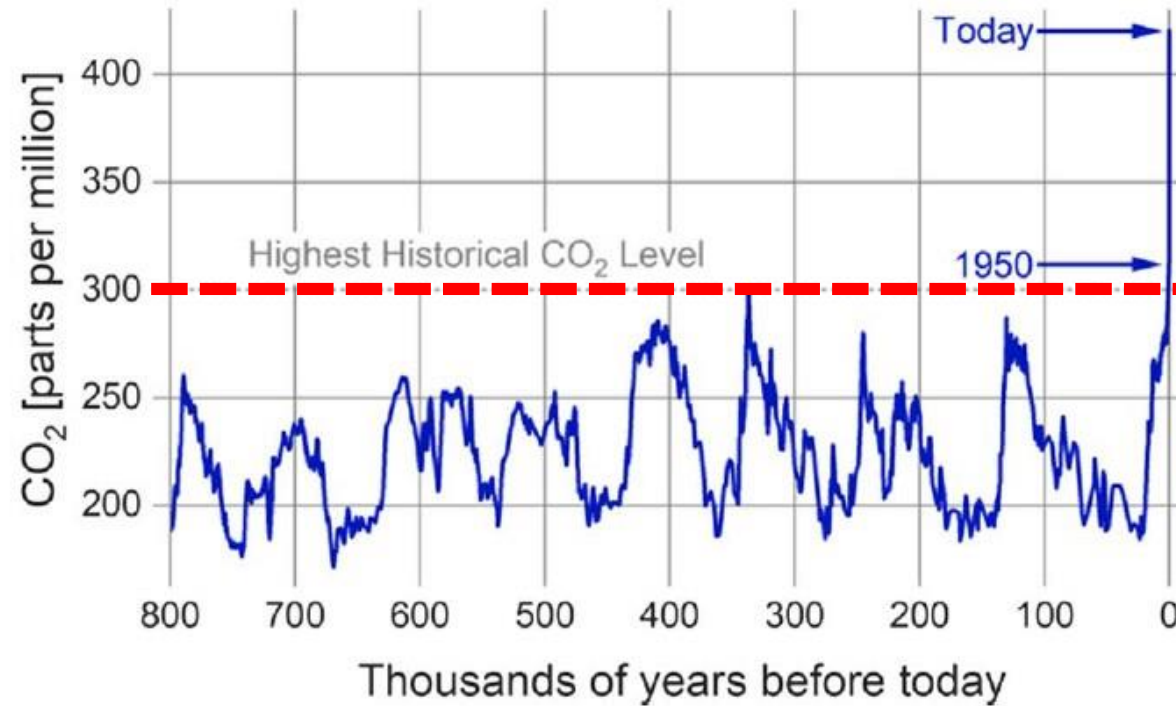
Mentions of Climate Change Removed from Federal Agencies' Websites

[https://climate.law.columbia.edu/content/mentions-climate-change-removed-federal-agencies-websites#:~:text=The%20Trump%20administration%20has%20begun,\(DOE\)%2C%20the%20Environmental%20Protection](https://climate.law.columbia.edu/content/mentions-climate-change-removed-federal-agencies-websites#:~:text=The%20Trump%20administration%20has%20begun,(DOE)%2C%20the%20Environmental%20Protection)

- „Stürme hat es schon immer gegeben.“
- „Es war schon mal viel wärmer.“
- „Wir haben noch viel Zeit.“



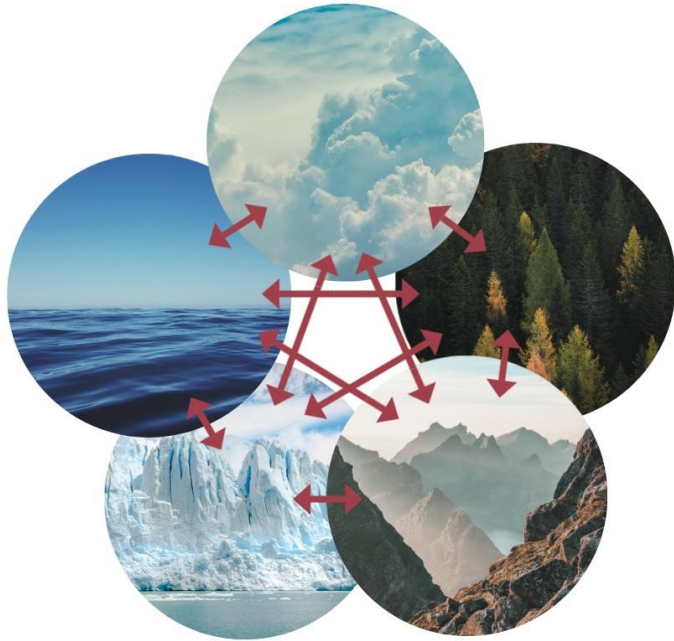
Jürgen Rödel et al., J. Mater. Sci. 2023



**Zusätzliches CO₂ aus
fossilen Brennstoffen**
(Messung über ¹⁴C-Methode)

Jürgen Rödel et al., J. Mater. Sci. 2023

Klimasystem



- Starke unüberschaubare **Vernetzung**
- Wechselwirkungen führen zu **nichtlinearen Entwicklungen**
- Positive Rückkopplungen führen zu **Selbstverstärkung**
- **Exponentielles Wachstum**
- **Kipppunkte**

https://de.wikipedia.org/wiki/Komplexes_System#/media/Datei:Climate-system.jpg

Arktische Verstärkung



Schmelzwasser in der Antarktis. (Foto: *Bernhard Staehli/Shutterstock*)

Erwärmung → weniger Eis → weniger Reflexion



Albedo: Wasser $\approx 0,1$ Eis $\approx 0,8$

Tauender Permafrost



Wenn Permafrost taut, werden Bakterien und Mikroorganismen freigesetzt.

© Quelle: Anthony Anex/KEystone/dpa

Erwärmung → Boden taut → Methanfreisetzung



Global Warming Potential $\text{GWP}_{20 \text{ years}} = 72$

Zum Mond falten

Wie oft muss man ein Blatt Papier falten, bis seine Dicke der Entfernung zwischen Mond und Erde entspricht?

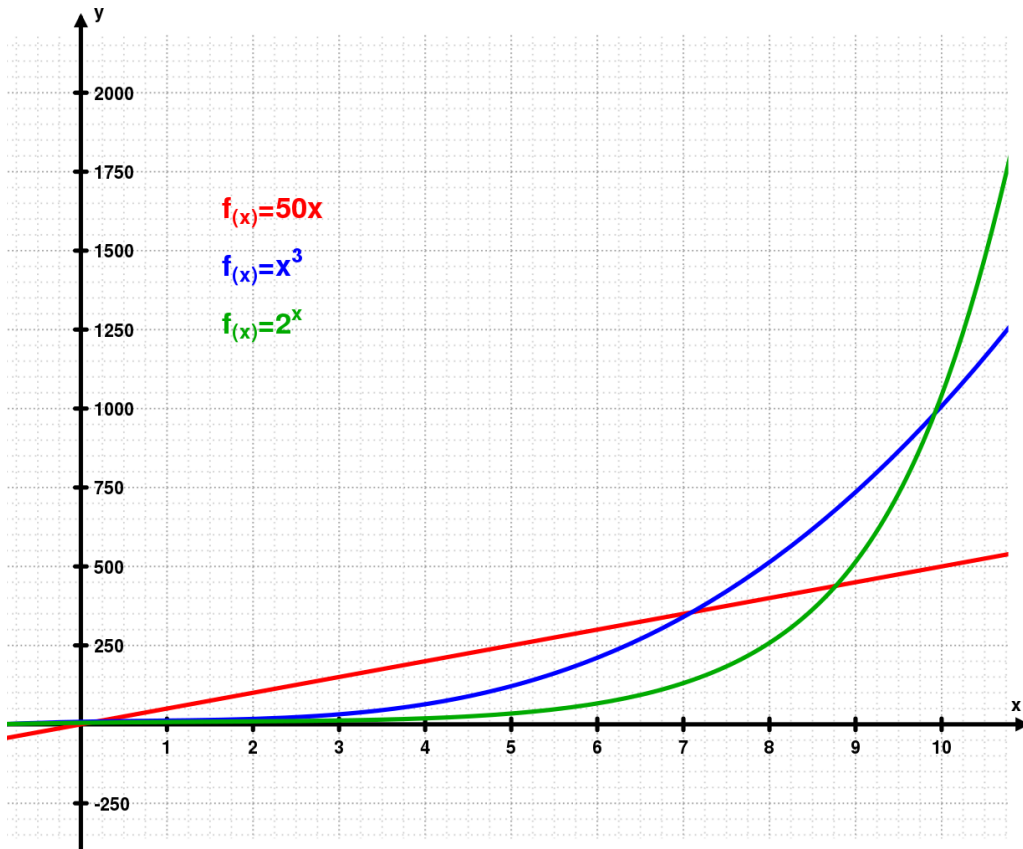
Papierdicke: 0,1 mm

Entfernung Erde-Mond: 380 000 km

4x falten: 0,1 0,2 0,4 0,8, 1,6 mm,

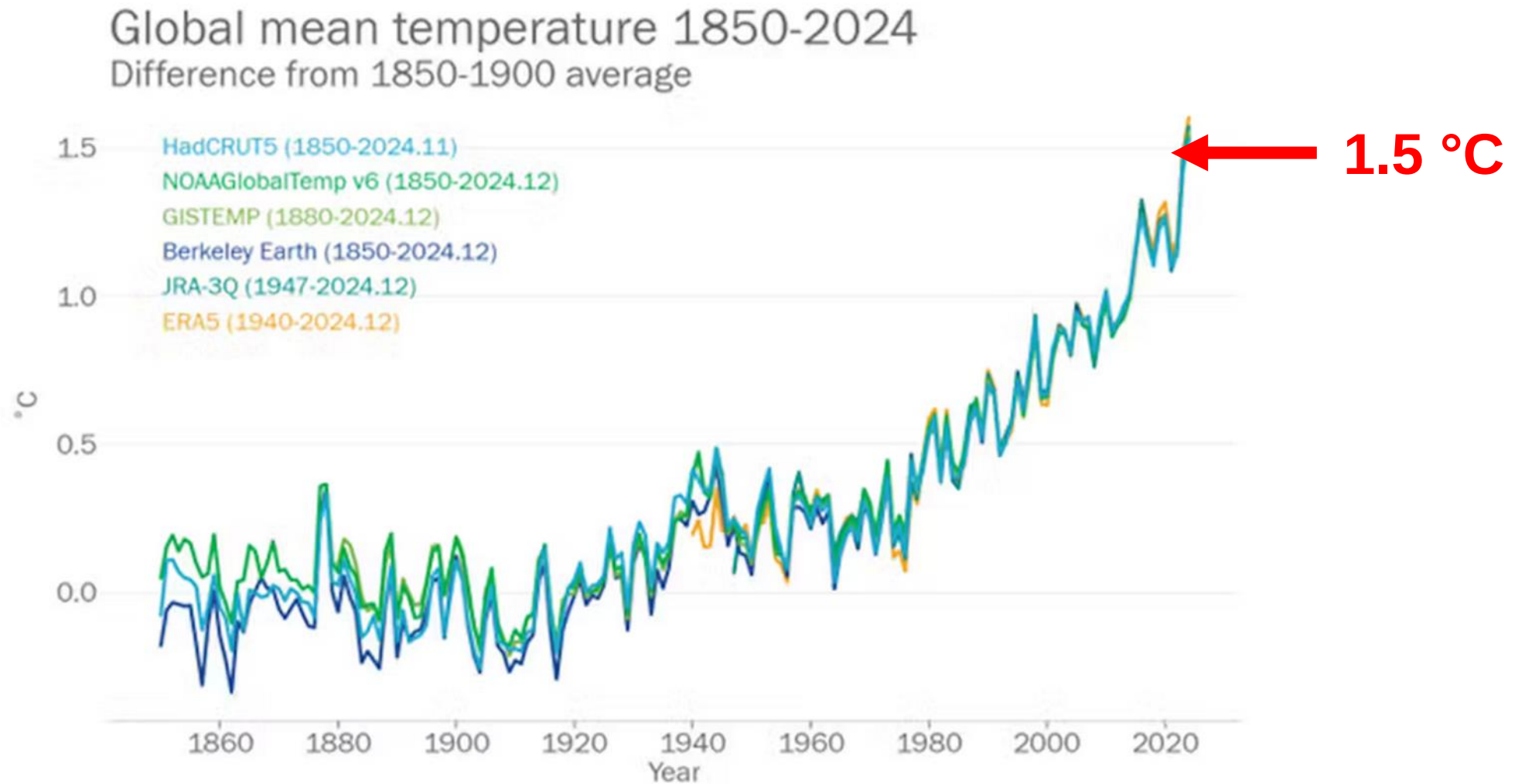
42x falten: 439.804 km

$2^{42} = 4\,398\,046\,511\,104$ Lagen Papier



Konstante Verdopplungszeit

Beispiel: Corona-Infektionen

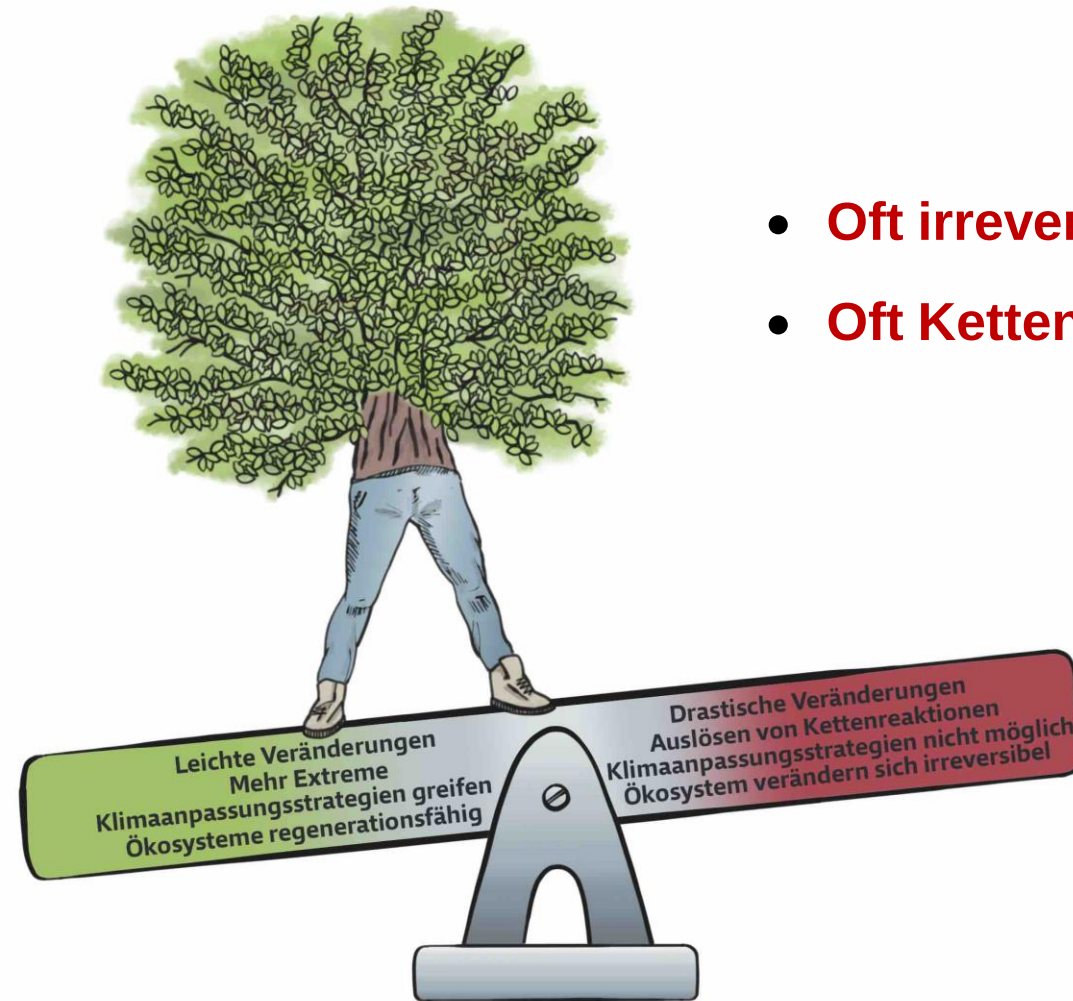


<https://theconversation.com/earth-is-already-shooting-through-the-1-5-c-global-warming-limit-two-major-studies-show-249133>

Ursachen

- Vernetzung
- Selbstverstärkung
- Exponentielles Wachstum
- ...

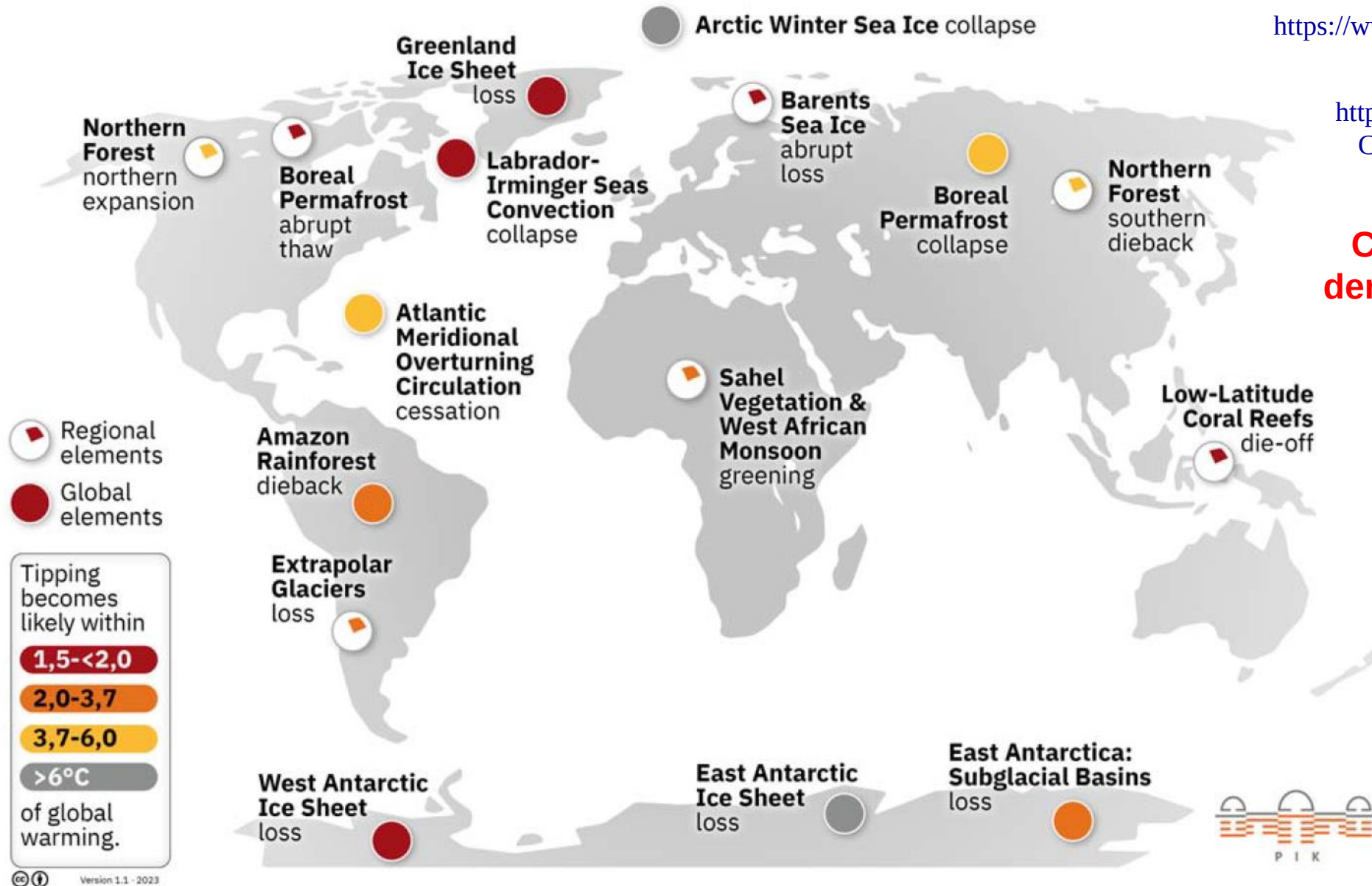
- **Oft irreversibel**
- **Oft Kettenreaktionen**



Solange Scheitelpunkt nicht überschritten wird, ändert sich wenig.

Illustration: Roman Hösel

Was sind die Fakten? – Kipppunkte



<https://www.pik-potsdam.de/en/output/infodesk/tipping-elements>

<https://youtube.com/watch?v=Vl6VhCAeEfQ&si=-402xrPdebLSd5ae>

**CO₂-Speicherkapazität
der Erde sinkt dramatisch**

Brundtland-Kommission der UN (1987):

***“Erfüllung der Bedürfnisse der gegenwärtigen Generation,
ohne die Bedürfnisse zukünftiger Generationen zu beeinflussen”***

Bezogen auf Weltregionen:

***“Erfüllung der Bedürfnisse einer Region,
ohne andere Regionen zu beeinflussen”***



Gro Harlem Brundtland, 2009

- **Versagen des Marktes (Externalisierung der Kosten)**
(Kosten für Umwelt- und Gesundheitsschäden tragen andere, auch Entwicklungsländer)
- **Fehlende internationale Regulierung**
(z.B. Schutz der internationalen Gewässer)
- **Positive Zeitpräferenz**
(Menschen bevorzugen Gutes sofort, selbst wenn später Schlechtes folgt)
- **Konsumismus**
(USA: alle 6 Tage neues Kleidungsstück)
- ...

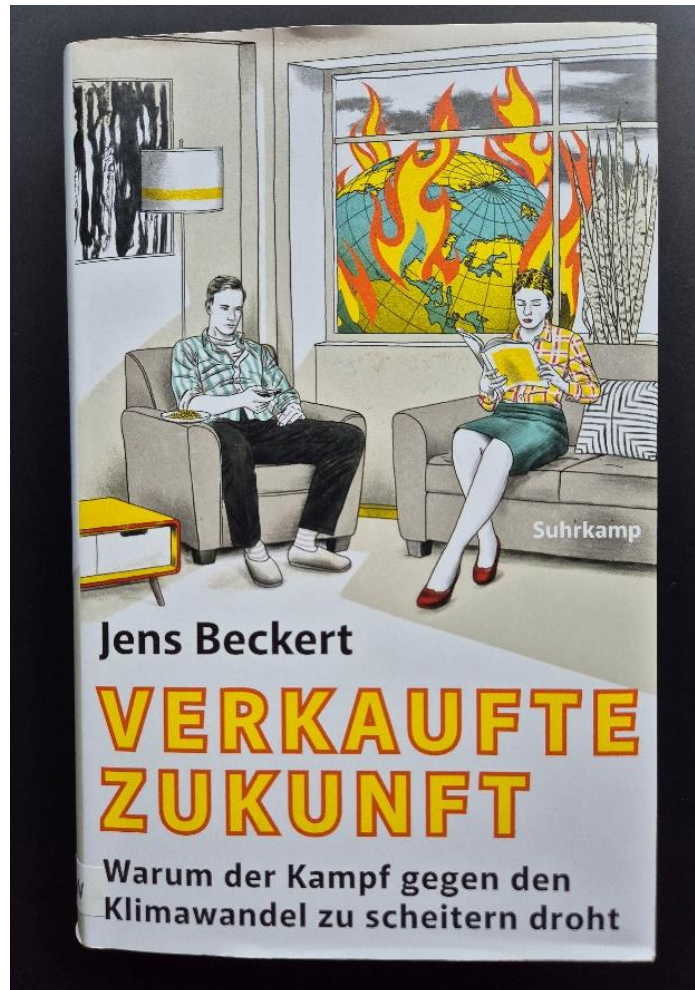
PAIN-Theorie

(Harvard-Psychologe Daniel Gilbert)

- **P**ersonal
- **A**brupt
- **I**mmoral
- **H**appening **N**ow

Alle Bedingungen müssen gleichzeitig erfüllt sein, damit Menschen handeln.

[*https://medium.com/the-ascent/why-some-people-cannot-believe-in-the-science-of-climate-change-31c45b626b6b](https://medium.com/the-ascent/why-some-people-cannot-believe-in-the-science-of-climate-change-31c45b626b6b)



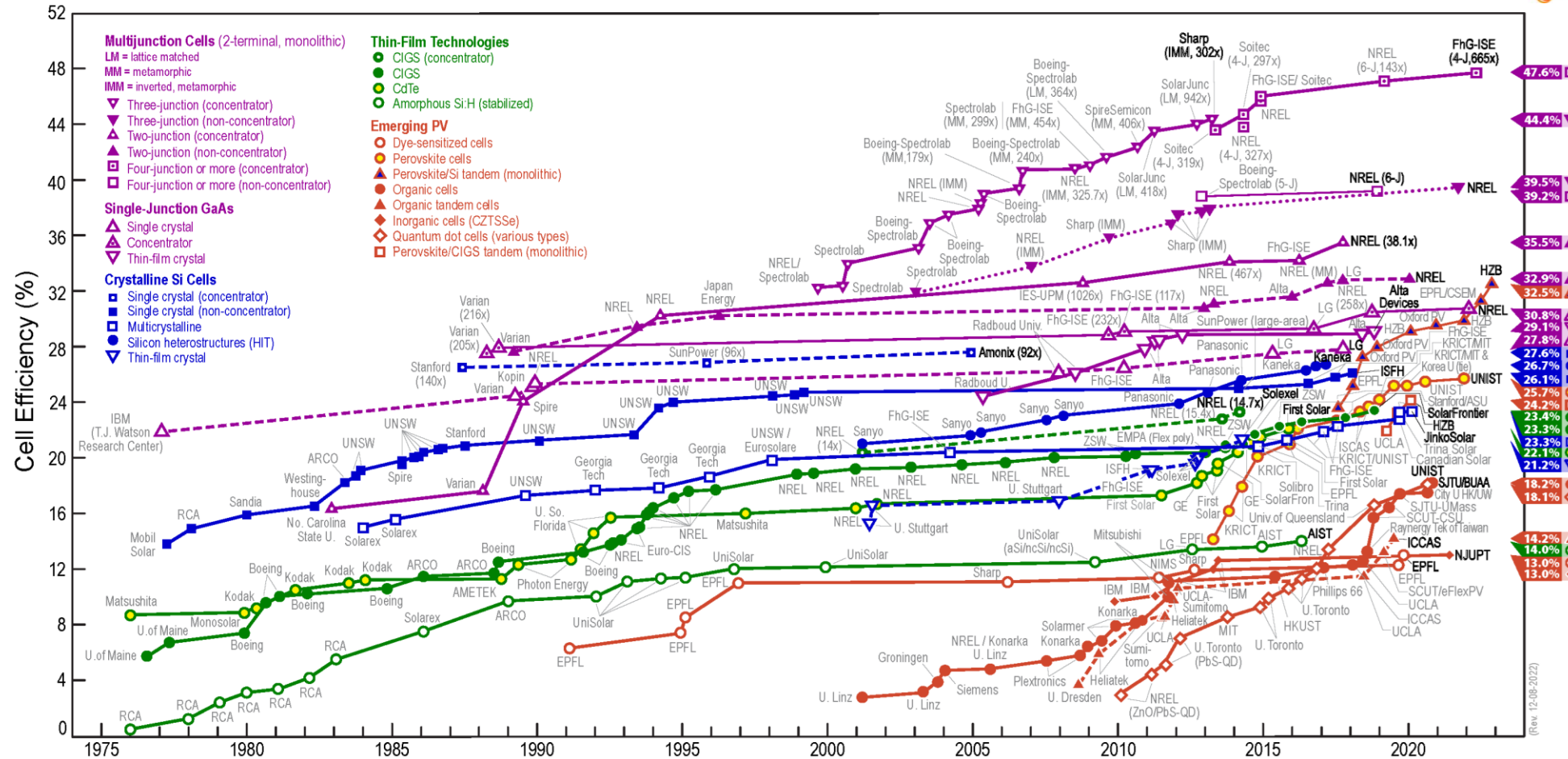
„Dass die erforderlichen Maßnahmen nicht ergriffen werden, liegt an der Beschaffenheit der **Macht- und Anreizstrukturen** für **Unternehmen, Politiker, Wähler und Konsumenten**. Die bittere Wahrheit ist:

„**Wir verkaufen unsere Zukunft für die nächsten Quartalszahlen, das kommende Wahlergebnis und das heutige Vergnügen**“.

Systemischer Charakter der Krise erfordert **interdisziplinären Ansatz**

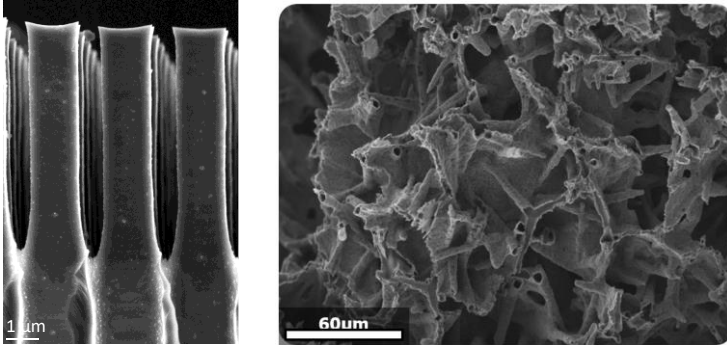
- **Natur- und Ingenieurwissenschaften:** Energiewende, saubere Umwelt, ...
- **Life Science:** angepasste Ernährung, Land- und Forstwirtschaft, Gesundheitsfolgen, Umweltmedizin, ...
- **Geisteswissenschaften:** Kommunikation und Erziehung, Umweltethik, Sinn des Lebens, Bewahrung der Schöpfung, ...
- **Sozialwissenschaften:** Barrieren, Ökonomie der Transformation, soziale Abfederung, Umweltrecht, ...

Nanotechnologie & neue Materialien: Schlüsseltechnologien Solarzellen



Prof. Tayebah Ameri
CAU

Batterien und Elektromobilität



Neue Anoden und Kathoden



Dr. Sandra Hansen
Prof. Rainer Adelung, CAU

Windkraft



Prof. Rainer Adelung, CAU

Verschleißfeste Beschichtungen

Intelligente Stromnetze

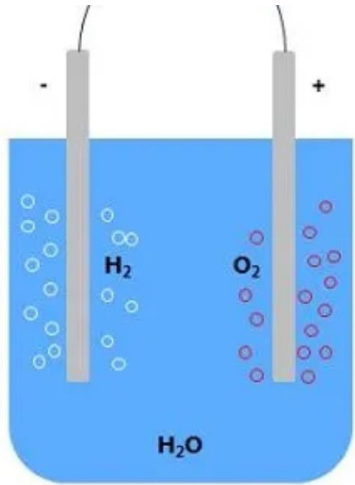


Leistungselektronik



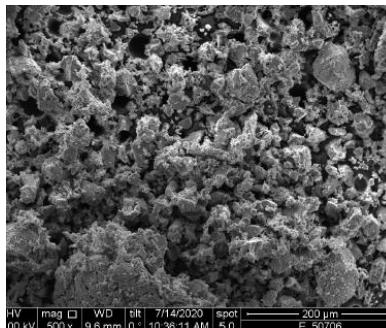
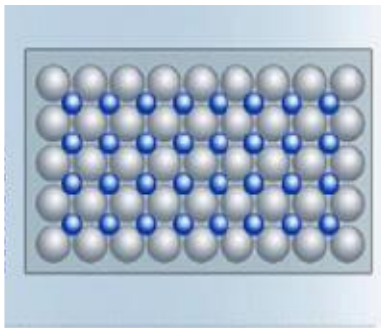
Prof. Marco Liserre
CAU

Wasserstoff



- Katalysatoren
- Polymerelektrolytmembran
- Wirkungsgrad bis > 80 %

Speicherung in Metallhydriden



Prof. Thomas Klassen, Forschungszentrum Hereon

Saubere Umwelt

Spin-Off: Conformally GmbH

Beschichtungen ohne „Ewigkeits-Chemikalien“



exist



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

Prof. Franz Faupel, CAU

- Sollten Vorreiterrolle einnehmen
- Genießen großes Vertrauen in der Gesellschaft
- **Besondere Verantwortung der Wissenschaftler:innen in Zeiten von Fake-News**
- Bilden Entscheidungsträger von morgen aus
- Große Erwartungshaltung (besonders) der Jugend
- Neue Vorgaben der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG)



About Education Research Innovation Schools Campus Q

Browse

Home > About > Sustainability

Sustainability

Strategy

Sustainability Team

Partner networks

Sustainability in education

Research and Innovation

Energy and Buildings

Sustainable IT Systems

Procurement and Waste Management

Academic Travel

Commuting

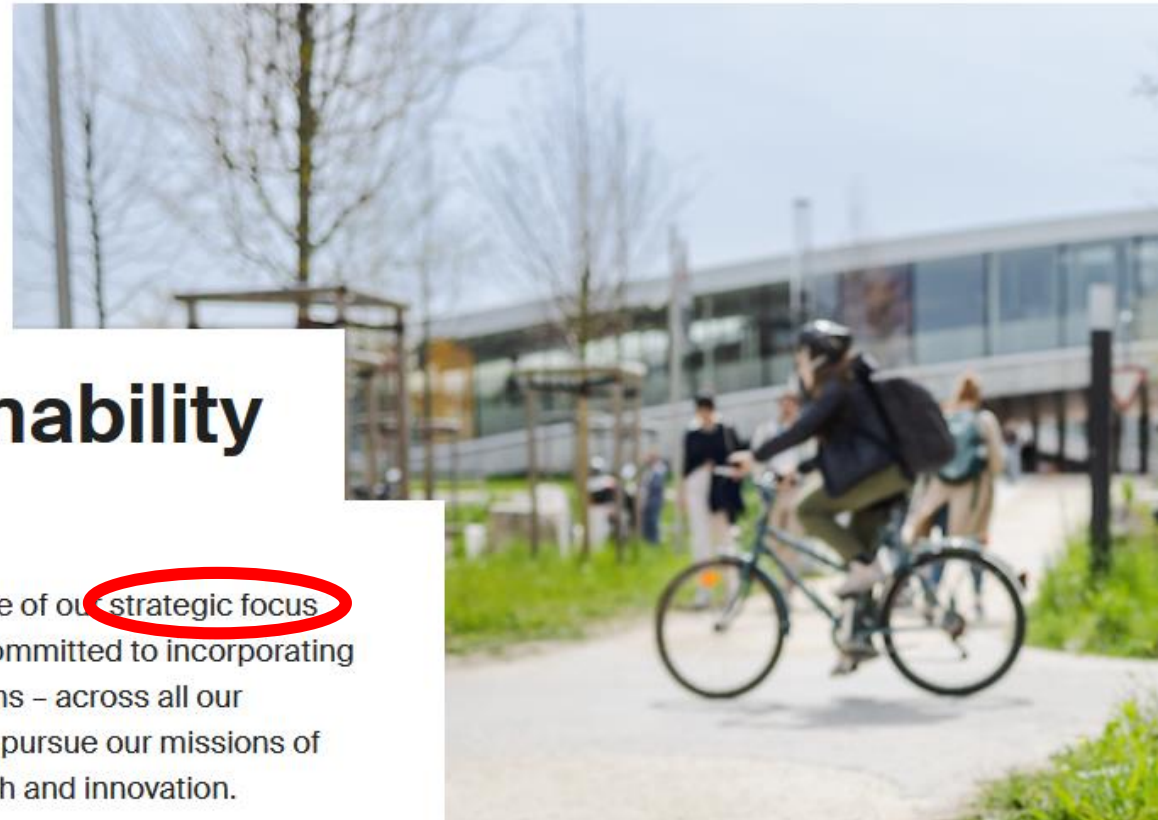
Food Services

Resilient campus

Homepage der École Polytechnique Fédérale de Lausanne

Sustainability

Sustainability is one of our **strategic focus** areas, and we're committed to incorporating it into our operations – across all our campuses – as we pursue our missions of education, research and innovation.



Vizepräsident für Sustainable Transformation Prof. Werner Lang im SZ-Interview

Studierende als Pioniere der Nachhaltigkeit

Nachhaltigkeit ist eines der wichtigsten Themen an der Technischen Universität München (TUM)
– und eines das nahezu alle Bereiche in Forschung, Lehre und Betrieb betrifft. Seit 2022 gibt es die TUM Sustainable Futures Strategy 2030 und seit diesem Jahr das Amt eines Vizepräsidenten für Sustainable Transformation. Prof. Werner Lang, Inhaber des Lehrstuhls für energieeffizientes und nachhaltiges Planen und Bauen, hat diese Aufgabe übernommen.

TU München:
TUM Sustainable Futures Strategy 2030



Sustainability Days 2025: 13.-15. Mai





Start: 12/2023
Initiator: Jürgen Rödel

Motivation

- **Versagen politischer Netzwerke** trotz Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)
- **Wissenschaftliche Netzwerke effektiv und robust**
- **Wissenschaft genießt großes Vertrauen** in Gesellschaft und Politik
- **Wissenschaft ist objektiv**
- **Systemische Natur der Nachhaltigkeitskrise** erfordert interdisziplinären und globalen Ansatz

<https://sfs-alliance.org/home>

J. Rödel, F. Faupel, and S. Klein, Planetary boundaries and scientific societies, **Nature Materials** (2024)
<https://doi.org/10.1038/s41563-024-02063-z>



Start: 12/2023
Initiator: Jürgen Rödel

Vision

Allianz von **internationalen wissenschaftlichen Netzwerken**, die die **Nachhaltigkeitskrise** **erkennt**, **kommuniziert** und ihr aktiv **entgegentritt**

Mission

- Bewusstsein für die **planetaren Grenzen** schaffen
- Förderung von **Nachhaltigkeit in allen Lebensbereichen**
- **Plattform** für **Austausch und Entwicklung** von **nachhaltigen Praktiken und Ideen**
- Ausweitung der Aktivitäten auf **alle wissenschaftlichen Disziplinen**

<https://sfs-alliance.org/home>



Beispiel:

Warnung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG) in 1986 über die bevorstehende weltweite Klimakrise¹

Enquete-Kommission des deutschen Bundestages wird in 1987 eingesetzt

¹Phys. Bl. 43 (1987) Nr. 8

Politik ganz besonders gefragt

- Anreize für Industrie, Verbraucher, öffentliche Einrichtungen
- Gesetzliche Vorgaben
- Entbürokratisierung
- ...

Beispiel:

Fahrradwege in Großstädten

Ausgaben pro Person und Jahr in €:

- München: 2.30
- Kopenhagen: 36
- Utrecht 132

Internationale Arbeitsgruppen



Sustainable Universities

Core principles and best practices

Report No. 1

May 5th, 2025



Beratung

**DEUTSCHER
HOCHSCHUL
VERBAND**



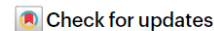
**Die „Große Transformation“
– ein Jahrhundertprojekt
zwischen Realität und Utopie**

Publikationen

Why it matters

<https://doi.org/10.1038/s41563-024-02063-z>

Planetary boundaries and scientific societies



Jürgen Rödel, Franz Faupel and Stefan Klein discuss how scientific societies can aid in the transition for a more sustainable society.

We are highly trained scientists; we have experience and broad understanding. But we are also human beings, we have empathy for our fellow human beings, in other regions, born or unborn. We are able to understand the meaning of a planetary boundary and what it means when several have been transgressed. The severe lack of sustainability as defined

settlement of the Vikings in Greenland was Gardar. Its inhabitants might have survived another winter if only their Viking neighbours could have been kept out, eating their dogs and newborn livestock.

These two heartbreaking narratives seem like extreme and almost fictitious scenarios – and yet they reflect the harsh reality on our planet. From the tragic realities in Madagascar, where hunger claims lives, to the historical lessons of the Vikings in Greenland, the consequences of our unsustainable practices become undeniably evident.

We are witnessing rising temperatures around the world. People in southeast Asia are trying to earn a living under conditions where

example, microplastics) are far out of sustainable equilibrium. What makes this problem even more intricate is that it entails the transgression of several interrelated planetary boundaries. Politicians might not understand the systemic nature of the sustainability crisis. However, we as scientists do⁹.

Many valuable organizations are dedicated to aspects of different planetary boundaries. But actions are necessary on the personal, regional, national and international levels. In particular, scientific societies must leave the ivory tower and act in unison, and use their platforms of conferences and scientific journals to alert the whole network of scientists in their societies in all disciplines and a

Nature Materials (2024), <https://doi.org/10.1038/s41563-024-02063-z>

letter to the editor

Setting a course for change: An invitation to the 'Sustainable Horizons' symposium at MS&T24

To the editor:

In a pivotal moment for our world, where decisions on sustainability and climate change resonate far beyond the immediate future, it is imperative to adopt a comprehensive strategy to address the intricate and interconnected challenges at hand. As scientists and engineers operating at the forefront of this global struggle, we bear the responsibility not only to advance technology

approaches employed within institutions and professional societies, all geared toward advancing a sustainable future.

The inaugural symposium will focus on four main topics:

1. **Outreach to a broader audience:** Discussing strategies to disseminate knowledge on sustainability to a broader audience, including K-12 educators and the general public.
2. **Socio-ecological transformation:** Examining the societal and individual

By fostering dialogue and collaboration across these diverse topics, the symposium aims to be a catalyst for transformative change. Together, we endeavor to pave the way for a more sustainable and resilient future, recognizing that our collective actions today shape the legacy we leave for generations to come.

Sincerely,

Rishabh Kundu,^a Alp Schirlioglu,^a and Jürgen Rödel^a

American Ceramic Society Bulletin, Vol. 103, No. 7

J Mater Sci

Invited Viewpoint



The scientists' responsibility in communicating the sustainability crisis

Jürgen Rödel^{1*}, Alexander Frisch¹, and Dragan Damjanovic¹

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10853-023-09031-z>

Bewusst leben und eigenen ökologischen Fußabdruck reduzieren

- Fahrrad statt Auto (hält fit!)
- Weniger Flüge (nach Neuseeland: 6,6 t CO₂ ≈ 40 000 km Auto)
- Weniger tierische Produkte, regional, saisonal (gesund!)
- Weniger Konsum (längere Nutzung, Reparatur, was ist wichtig?)
- Sinnvoll heizen (kein T-Shirt im Winter)
- Müllvermeidung
- Haus: Isolierung, PV, E-Auto, Wärmepumpe
- Nutze Wahlrecht
- Sei Multiplikator



- Sind Amerikaner glücklicher als wir?
- Haben Menschen, die viel Radfahren und sich gesund ernähren, weniger Lebensqualität?

Harvard-Studie zu „Planetary Earth Diet”: 30 % weniger vorzeitige Sterbefälle

<https://www.eurekalert.org/news-releases/1046921>

- War mein schönster Urlaub der mit dem weitesten Flug?
- Macht hoher Konsum mich zufriedener?
- Was ist mir wirklich wichtig im Leben?

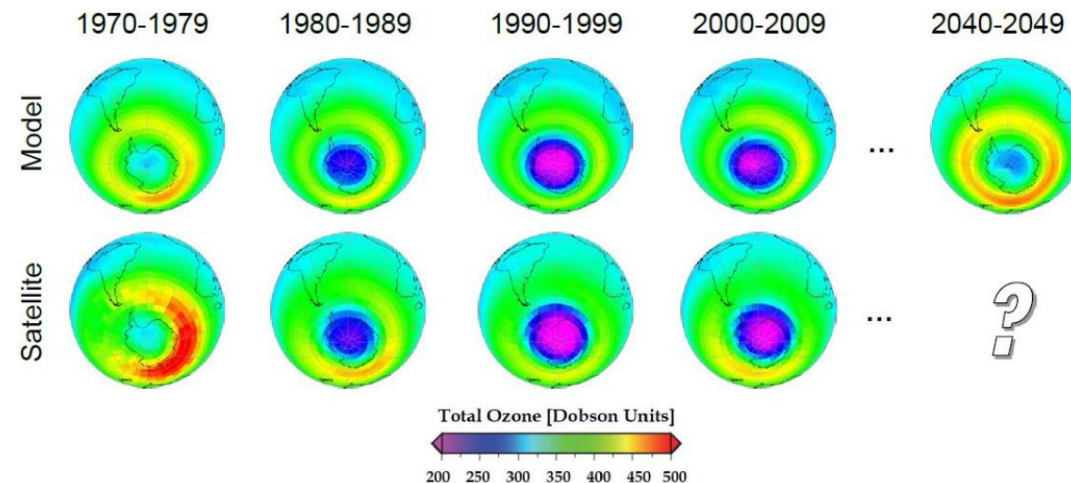


- Die Finnen sind seit 7 Jahren das glücklichste Volk.
- Finnland ist seit 3 Jahren die nachhaltigste Nation.

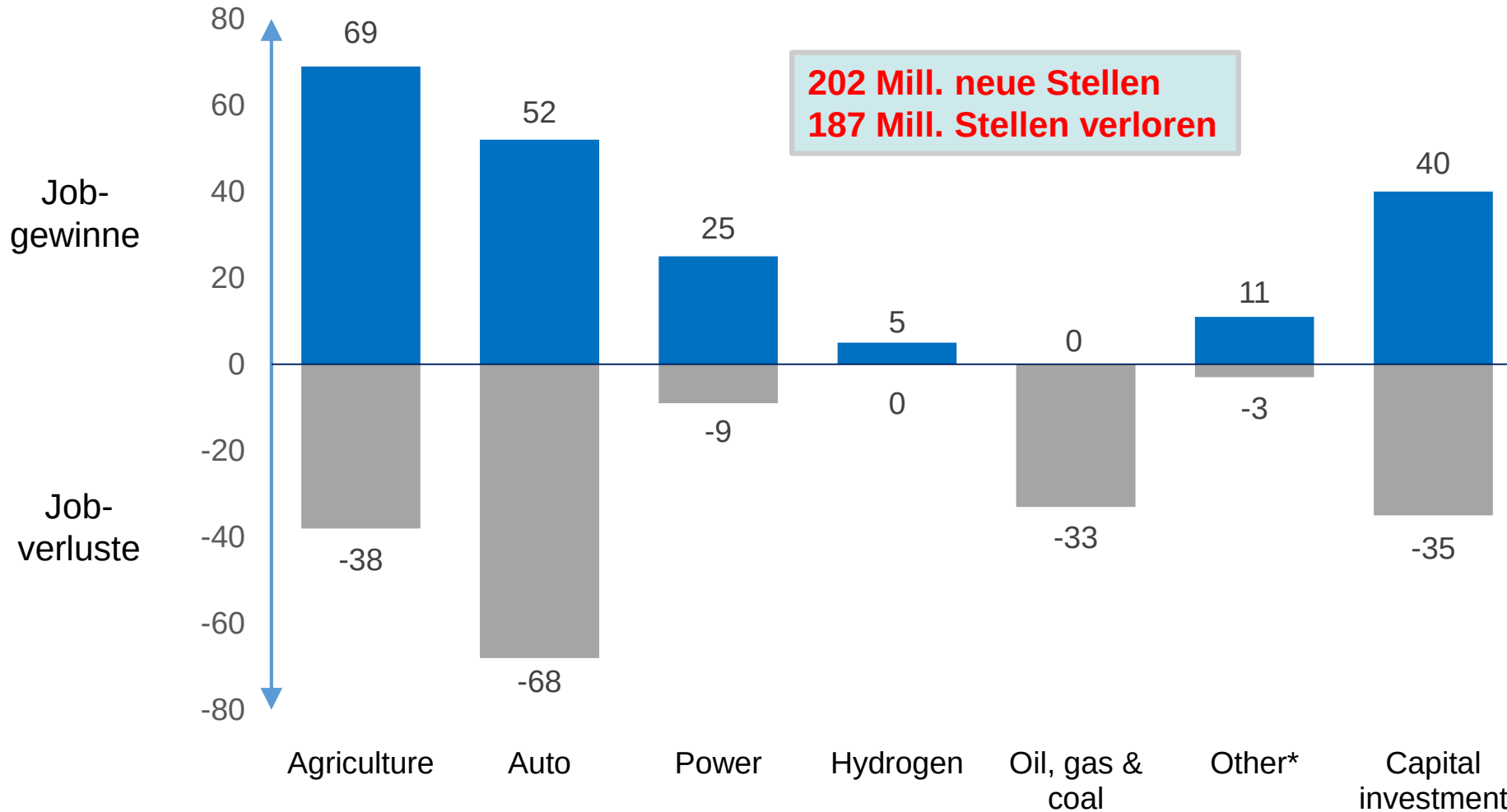
UN World Happiness Report: <https://worldhappiness.report/ed/2023/>

Sustainable Development Report: go.nature.com/3sf1muh

- **Technische Voraussetzungen für Transformation erfüllt**
(Enorme Fortschritte bei alternativen Energien, Elektromobilität, Energiespeichern, Wasserstoff, ...)
- **Weltweites Bewusstsein für Klimakrise wächst**
(z.B. Fridays for Future)
- **Ozonschicht erholt sich**
(dank weltweitem FCKW-Verbot 1995)
- **Recycling auf dem Vormarsch**
- ...



Stellenverlagerungen insgesamt bis 2050¹



¹The net-zero transition
by McKinsey, 2022

* Bergbau, Forstwesen, Zement, CO₂ Minderung, Stahl, und Biokraftstoff

- Der Zustand des Weltklimas ist alarmierend
- Es bleibt wenig Zeit
- Umdenken auf allen Ebenen erforderlich
- **Wissenschaft und Technologie haben Voraussetzungen sozial-ökologische Transformation geschaffen**
- Auch jeder Einzelne ist gefragt
- Wir dürfen nicht länger auf Kosten unserer Kinder und Enkelkinder leben
Erdüberlastungstag für Deutschland: 3. Mai
- Nachhaltiges Leben erhöht Lebensqualität **auch für uns**

Prof. Dr. theol. Dr.-Ing. Christian Berg



Club of Rome



Bericht an den
Club of Rome

Birgit F.



Prof. Dr. Jürgen Rödel



SFS-Initiator

J Mater Sci

Invited Viewpoint

**The scientists' responsibility in communicating
the sustainability crisis**

Jürgen Rödel^{1,*}, Alexander Frisch¹, and Dragan Damjanovic¹

¹ Department of Materials and Earth Science, Technical University of Darmstadt, Darmstadt, Germany



Freie Registrierung:

<https://sfs-alliance.org/home>