

WKW Zukunftstag 2023

Zukunftsfähiges Wirtschaften – Chancen nutzen, Barrieren überwinden

WU

**WIRTSCHAFTS
UNIVERSITÄT
WIEN VIENNA
UNIVERSITY OF
ECONOMICS
AND BUSINESS**

Sigrid Stagl

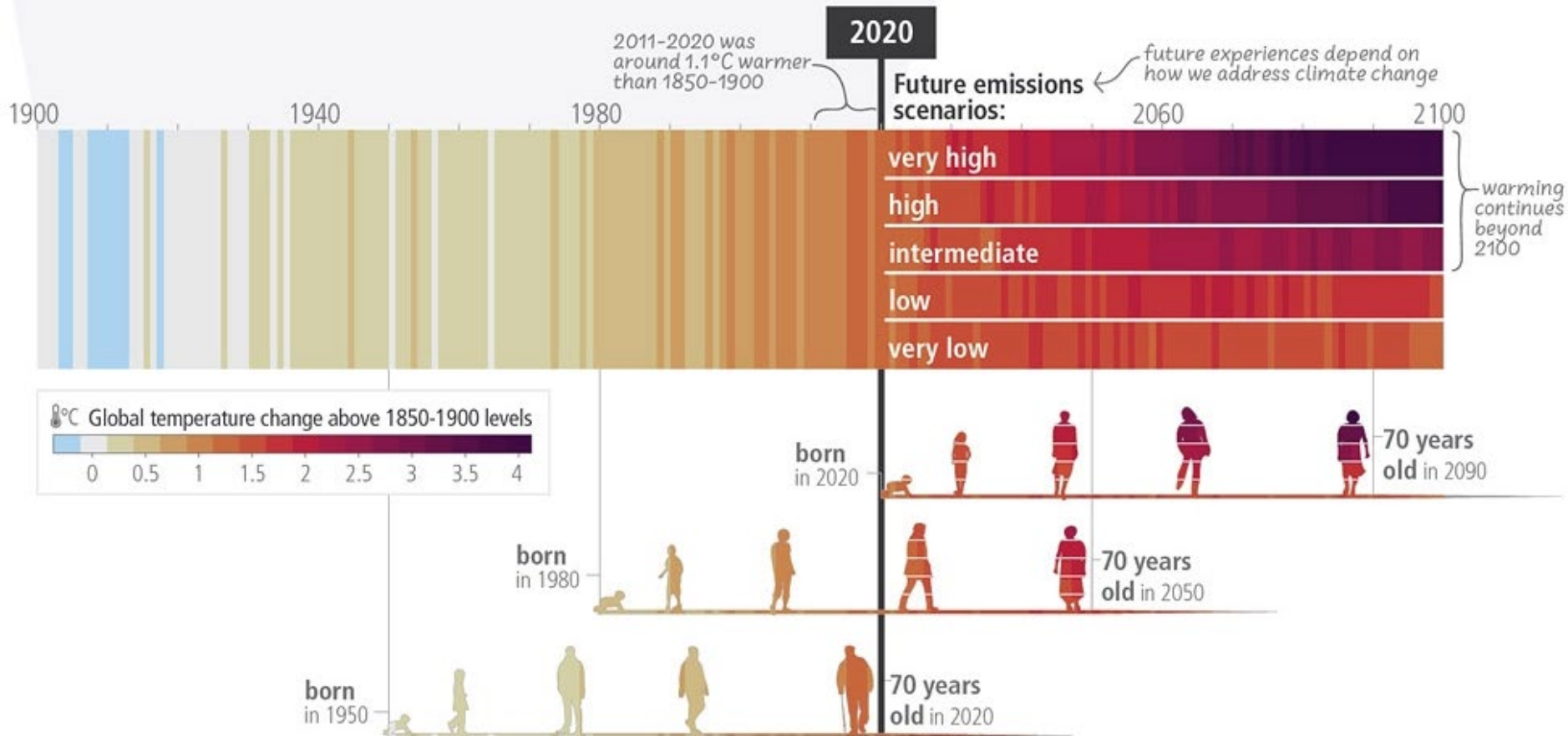
STAND: SEPTEMBER 2023



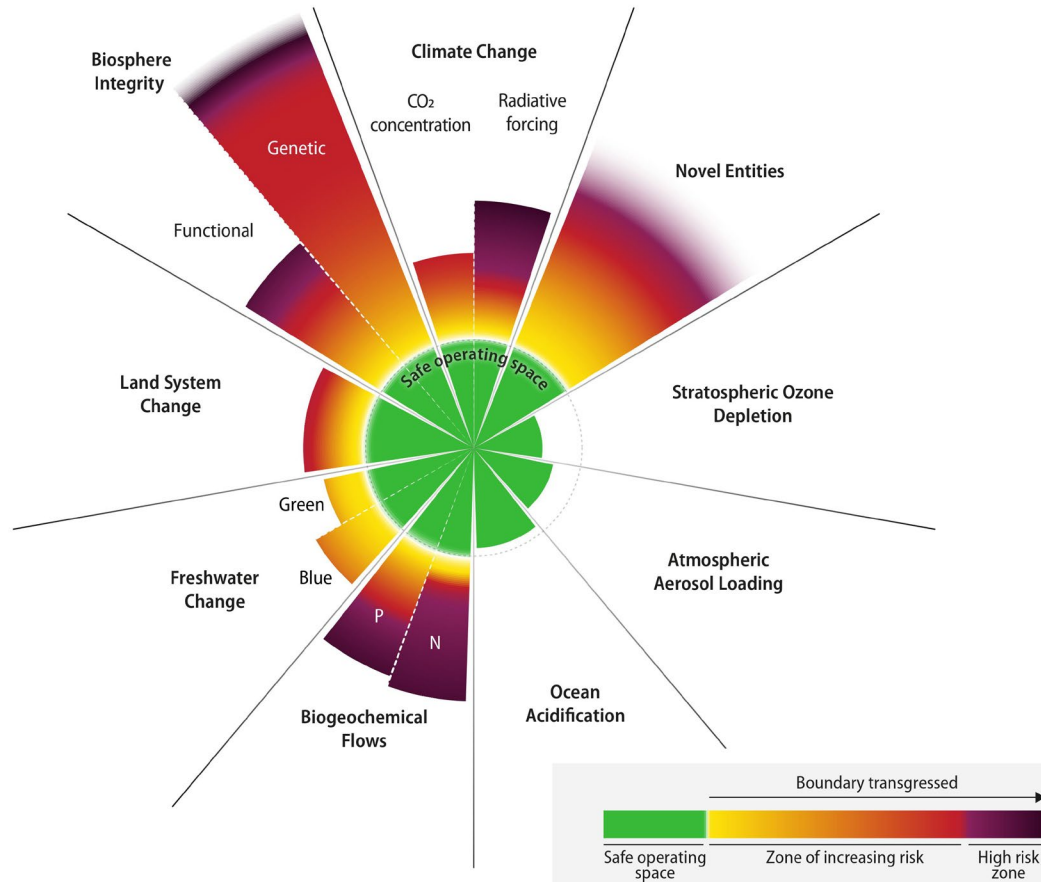
1. Zukunftsfähiges Wirtschaften: Wirtschaften innerhalb von Erdsystemgrenzen
2. Chancen nutzen
 - Resiliente und günstige Energieversorgung.
 - Ko-Benefits: Gesundheit, regionale Wertschöpfung, Arbeitsplätze.
 - Auch hard-to-abate industries dekarbonisieren.
3. Barrieren überwinden
 - Sich von Ausreden verabschieden.
 - Der Weg zu Sachlichkeit und evidenzbasierten Entscheidungen.
 - Handeln Sie jetzt.

- Der **Klimawandel ist eine Bedrohung für das menschliche Wohlergehen und die Gesundheit des Planeten** (*sehr hohes Vertrauen*).
- Das **Zeitfenster** für die Sicherung einer lebenswerten und nachhaltigen Zukunft für alle Menschen **schließt sich rasch** (*sehr hohes Vertrauen*).
- Eine klimaresistente Entwicklung integriert Anpassung und Abschwächung, um eine nachhaltige Entwicklung für alle voranzutreiben, und wird durch eine verstärkte **internationale Zusammenarbeit ermöglicht, einschließlich eines verbesserten Zugangs zu angemessenen Finanzmitteln**, insbesondere für anfällige Regionen, Sektoren und Gruppen, sowie durch eine integrative Regierungsführung und koordinierte Politik (*hohes Vertrauen*).
- Die **in diesem Jahrzehnt getroffenen Entscheidungen und durchgeführten Maßnahmen werden sich jetzt und in den nächsten Jahrtausenden auswirken** (*hohes Vertrauen*).

c) The extent to which current and future generations will experience a hotter and different world depends on choices now and in the near-term



Erdsystemgrenzen

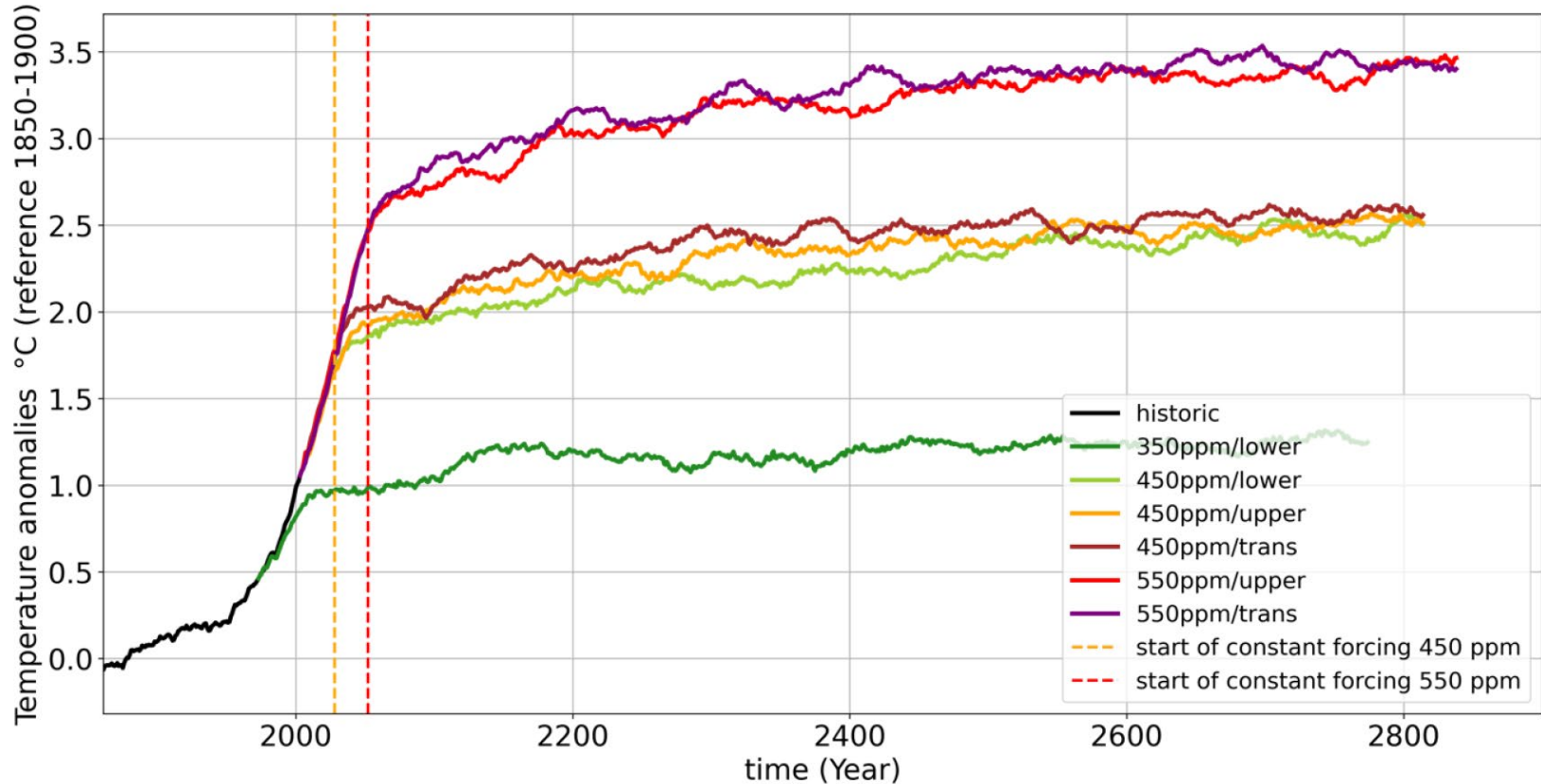


Sechs von neun planetaren Grenzen sind aktuell überschritten. Die Länge der Wedges symbolisiert, wie der aktuelle Zustand des entsprechenden Prozesses ist, und zwar in Bezug auf den Abstand zur Planetaren Grenze (Ende des grünen Bereiches) und dem holozänartigen Basiswert (Ursprung des Diagramms). Die Farbe symbolisiert, mit welchen Risiken das jeweils verbunden ist. So kann zum Beispiel ein Wedge sehr lang sein, weil sich der gegenwärtige Zustand schon sehr weit von Planetarer Grenze und Holozän entfernt hat. Aber er ist vielleicht trotzdem noch nicht lila, weil das in diesem speziellen Fall noch nicht mit sehr großen Risiken verbunden ist. In anderen Fällen ergibt sich bereits bei einer "kleinen" Überschreitung (kurzes Wedge) ein großes Risiko: Dann wechselt die Farbe weiter innen bereits zu Lila. Illustration: PIK

Schwindende Widerstandskraft unseres Planeten: Planetare Belastungsgrenzen erstmals vollständig beschrieben, sechs von neun bereits überschritten

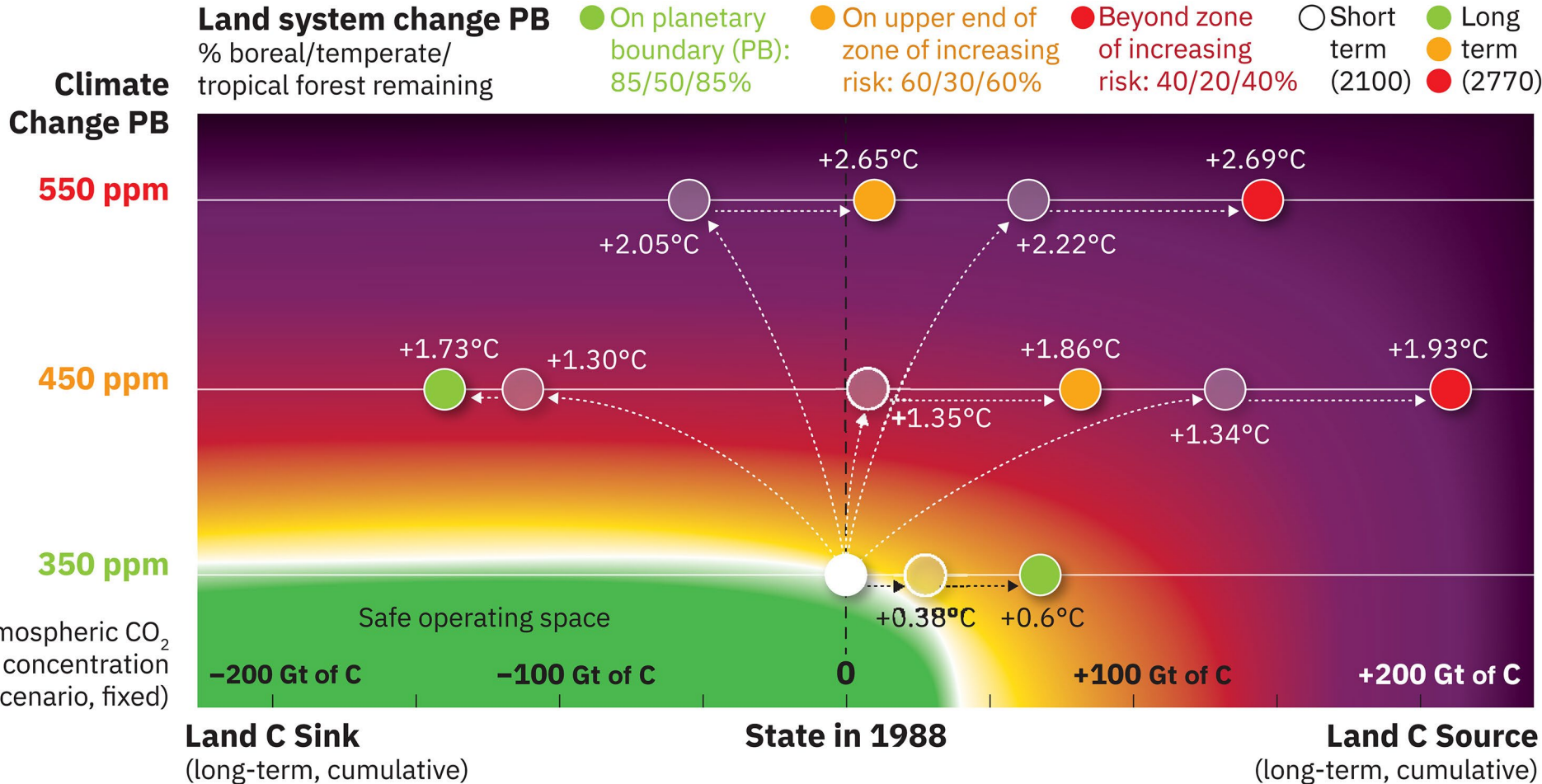
- Naturwissenschaftler:innen haben alle neun planetaren Belastungsgrenzen quantifiziert, welche zusammen einen sicheren Handlungsraum für die Menschheit definieren. Sie geben damit einen detaillierten Überblick über die **schwindende Widerstandsfähigkeit** unseres Planeten.
- **Globale Erhitzung, Biosphäre, Entwaldung, Schadstoffe / Plastik, Stickstoffkreisläufe und Süßwasser:** Sechs von neun der planetaren Grenzen sind heute überschritten.
- Gleichzeitig wächst der Druck globaler Prozesse auf diese Grenzen weiter.
- Eine **Grenzüberschreitung** ist zwar nicht gleichbedeutend mit drastischen Veränderungen, die sofort sichtbar werden, sie markiert jedoch eine **kritische Schwelle für erheblich steigende Risiken**.
- **Die Erde ist ein Patient, dem es nicht gut geht.**
- Wir wissen nicht, wie lange wir entscheidende Grenzen derart überschreiten können, bevor die Auswirkungen zu unumkehrbaren Veränderungen und Schäden führen.

Konzentration Klimagase in Atmosphäre & Temperaturanstieg



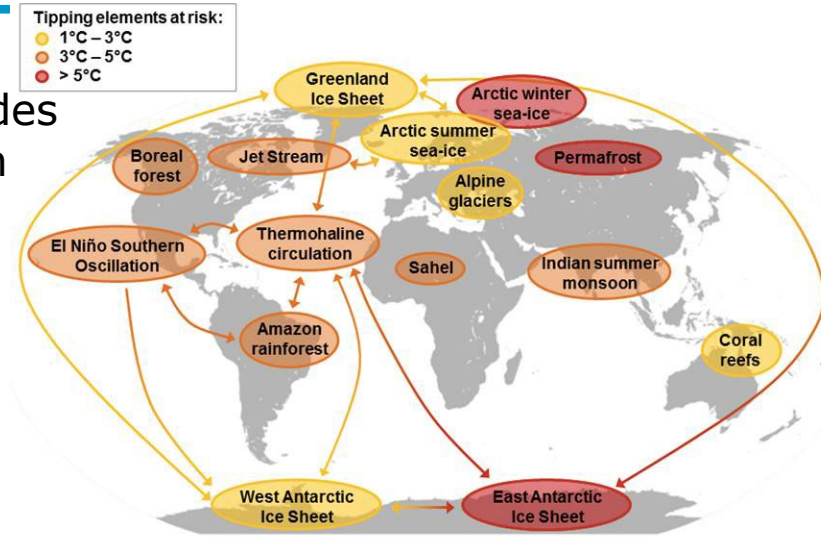


Auswirkungen des kombinierten Effekts von Landsystemveränderungen und Grenzzuständen des Klimawandels auf die Entwicklung der terrestrischen Kohlenstoffbestände und der globalen Landtemperatur.



Quelle: Richardson, K., W. Steffen, W. Lucht, J. Bendtsen, S. E. Cornell, J. F. Donges, M. Drüke, I. Fetzer, G. Bala, W. von Bloh, G. Feulner, S. Fiedler, D. Gerten, T. Gleeson, M. Hofmann, W. Huiskamp, M. Kummu, C. Mohan, D. Nogués-Bravo, S. Petri, M. Porkka, S. Rahmstorf, S. Schaphoff, K. Thonicke, A. Tobian, V. Virkki, L. Wang-Erlandsson, L. Weber and J. Rockström (2023). "Earth beyond six of nine planetary boundaries." *Science Advances* 9(37): eadh2458.

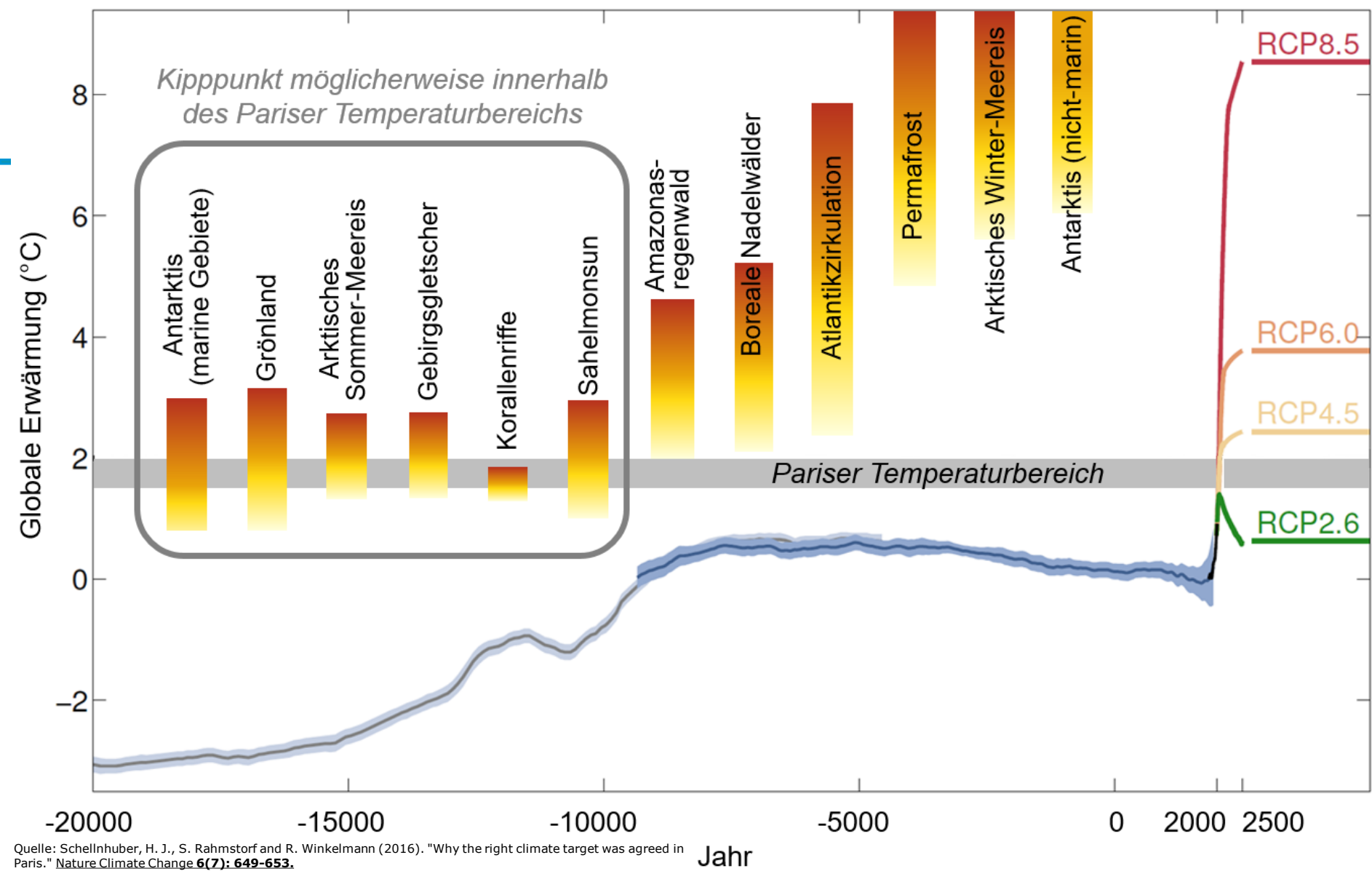
- Bei den derzeitigen wirtschaftlichen Analysen des Klimawandels bleiben viele der größten Risiken unberücksichtigt, darunter auch die Auswirkungen des **Überschreitens von Klimaschwellen** oder **Kippunkten**.
- Die Auswirkungen würden das **Leben und die Lebensgrundlagen** von Hunderten Millionen, wahrscheinlich sogar Milliarden Menschen weltweit erheblich beeinträchtigen und stören.



Quelle: Lenton et al., 2019

- Wie viele Menschen könnten in einer Welt mit 4°C oder 5°C leben und wie viele würden dabei umkommen?
- Diese Auswirkungen würden auch das Wirtschaftswachstum und die Entwicklung untergraben, die **Armut verschärfen** und die **Gemeinschaften destabilisieren**.
- Diese Risiken, die für viele Menschen existenziell sind, unterscheiden sich von denen, die wir mit der Erwartungsnutzentheorie behandeln.

Quelle: N Stern 2021



Wenn alles Eis geschmolzen wäre ...



Wenn alles Eis geschmolzen wäre ...



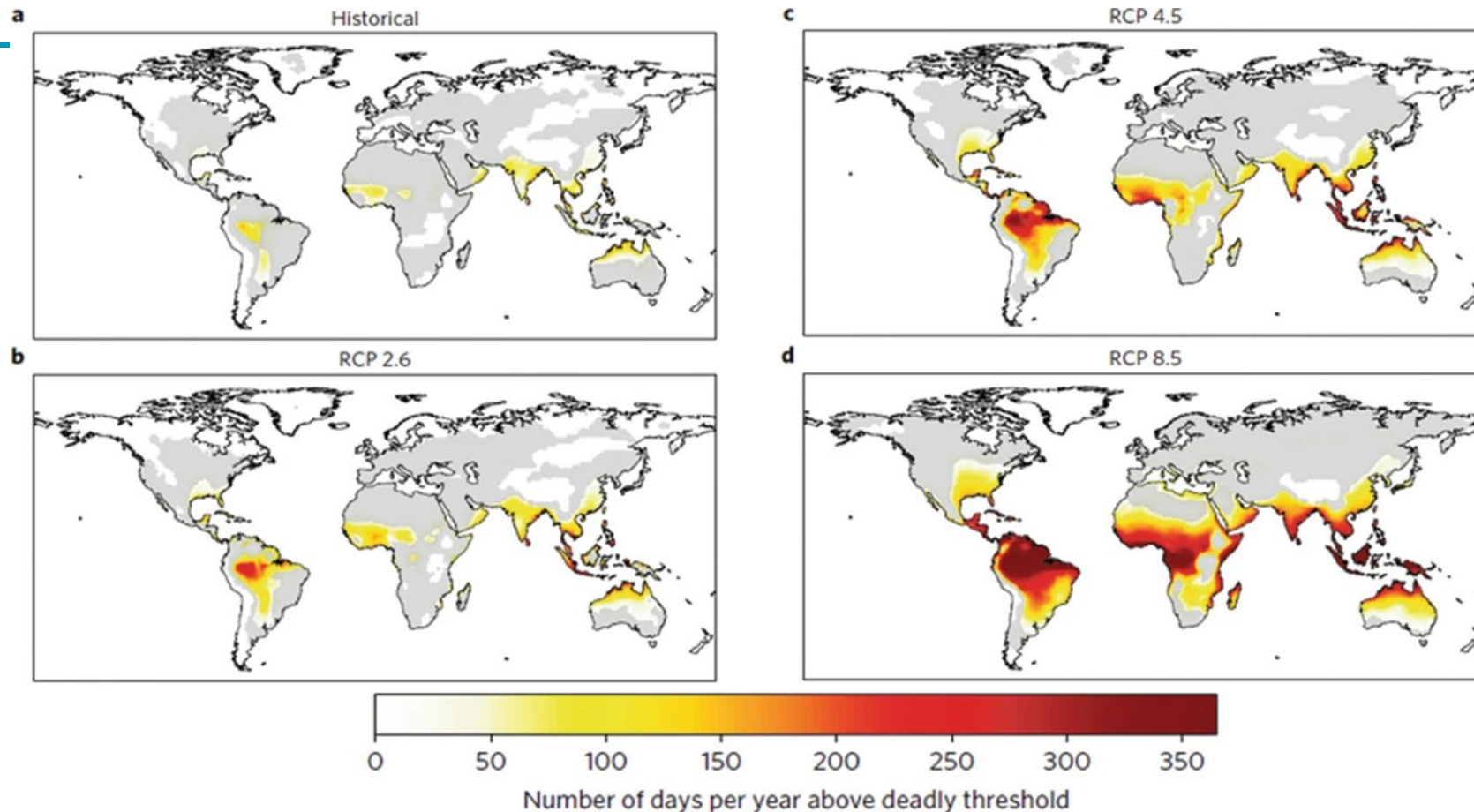
Quelle:
National
Geographic

Wenn alles Eis geschmolzen wäre...



Quelle:
National
Geographic

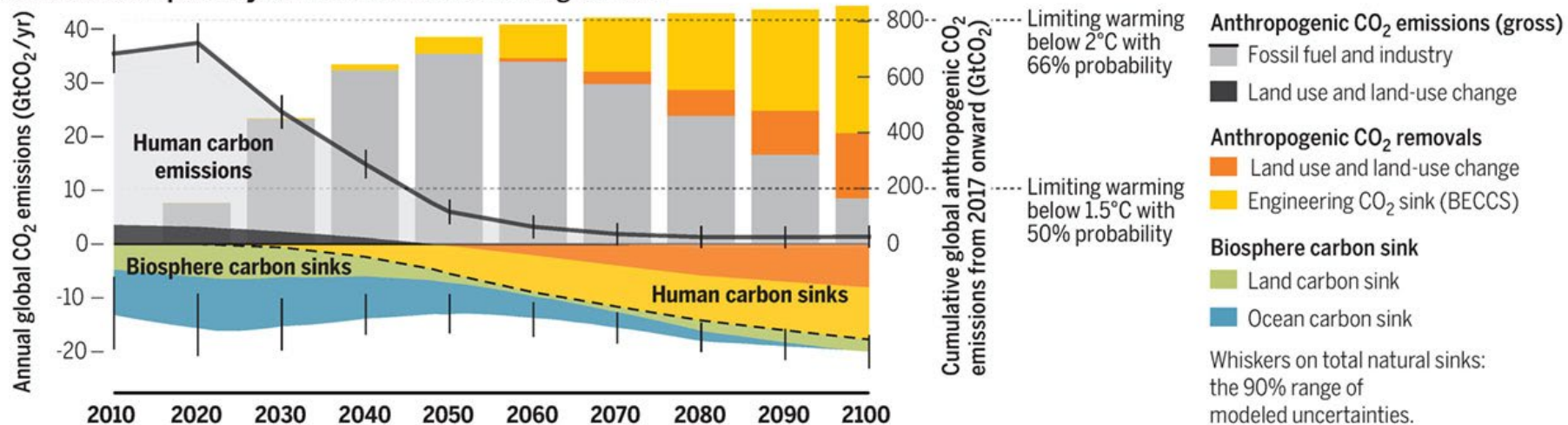
Klimafolgen können die menschliche Thermoregulationskapazität überschreiten



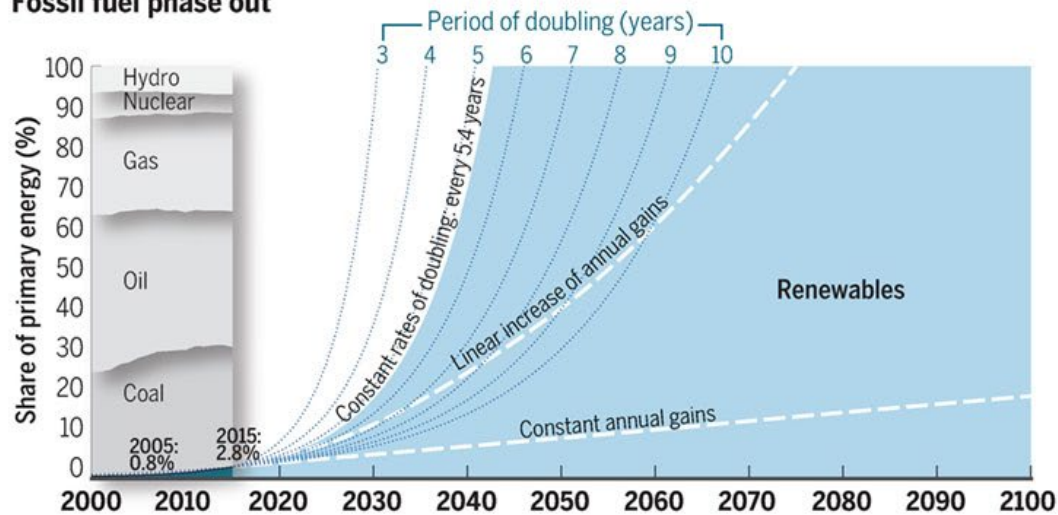
Geographical distribution of deadly climatic conditions in different emission scenarios (Mora et al., [2017](#)). RCP representative concentration pathway. Quelle: Schellnhuber, H. J. and M. A. Martin (2020). Climate Change, Public Health, Social Peace. Health of People, Health of Planet and Our Responsibility: Climate Change, Air Pollution and Health. Springer International Publishing: 225-238.

A global carbon law and roadmap to make Paris goals a reality

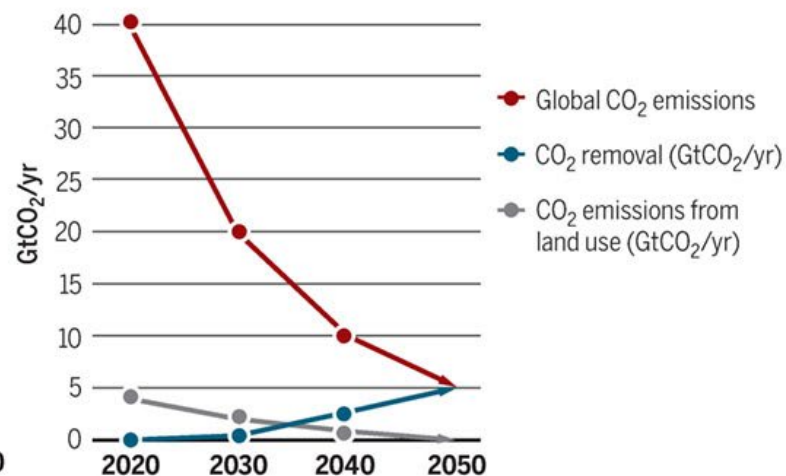
Decarbonization pathway consistent with the Paris agreement



Fossil fuel phase out

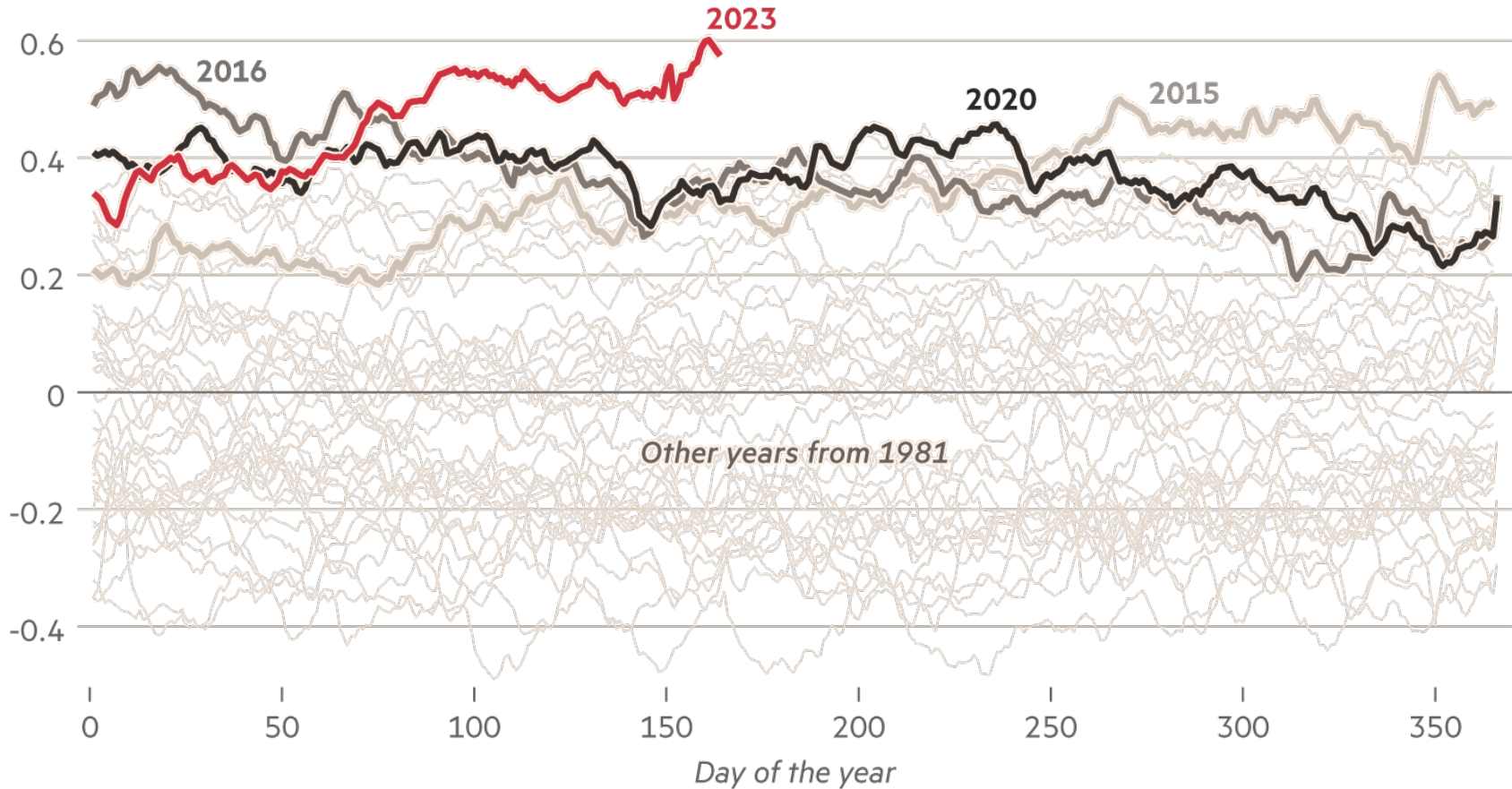


Global carbon law guiding decadal pathways



Ocean warming soars above average

Daily global sea surface temperature anomaly compared to 1981-2023 average (C)



Carbon Budget

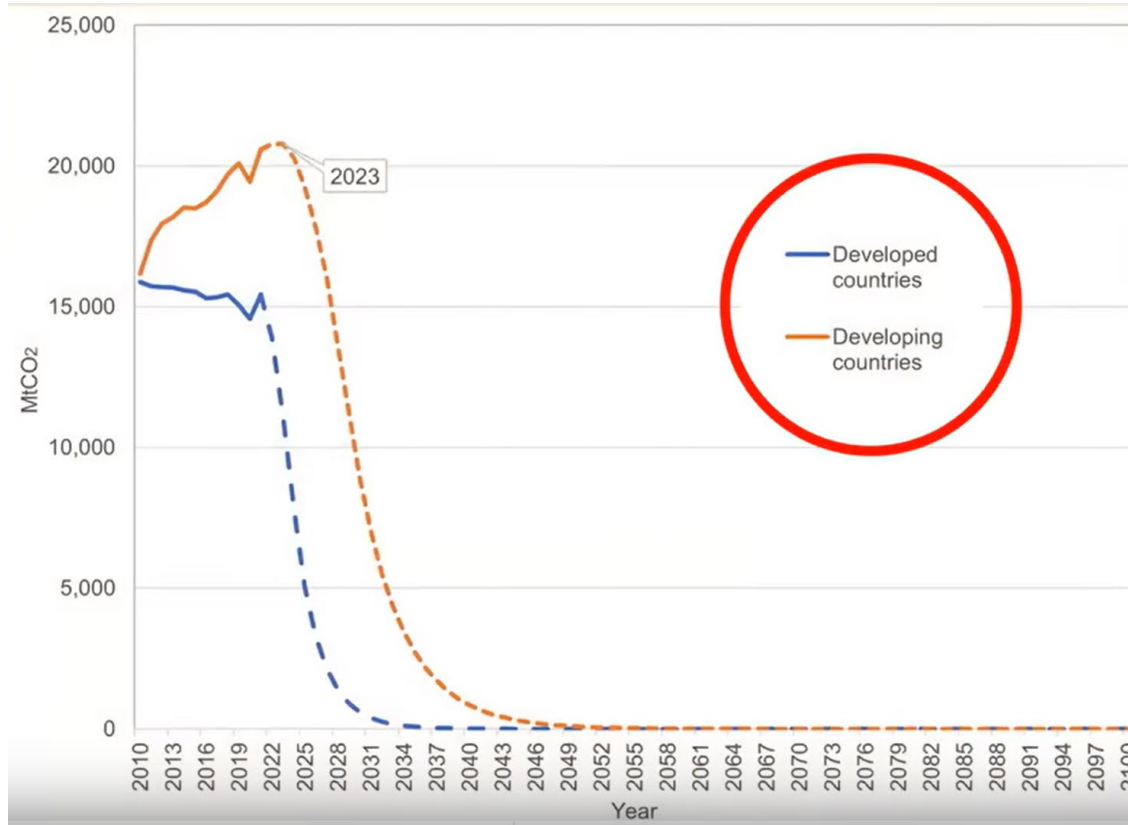
Approximate global warming relative to 1850–1900 until temperature limit (°C)*(1)	Additional global warming relative to 2010–2019 until temperature limit (°C)	Estimated remaining carbon budgets from the beginning of 2020 (GtCO ₂)					Variations in reductions in non-CO ₂ emissions*(3)
		<i>Likelihood of limiting global warming to temperature limit*(2)</i>					
		17%	33%	50%	67%	83%	
1.5	0.43	900	650	500	400	300	Higher or lower reductions in accompanying non-CO ₂ emissions can increase or decrease the values on the left by 220 GtCO ₂ or more
1.7	0.63	1450	1050	850	700	550	
2.0	0.93	2300	1700	1350	1150	900	

Quelle: IPCC AR6

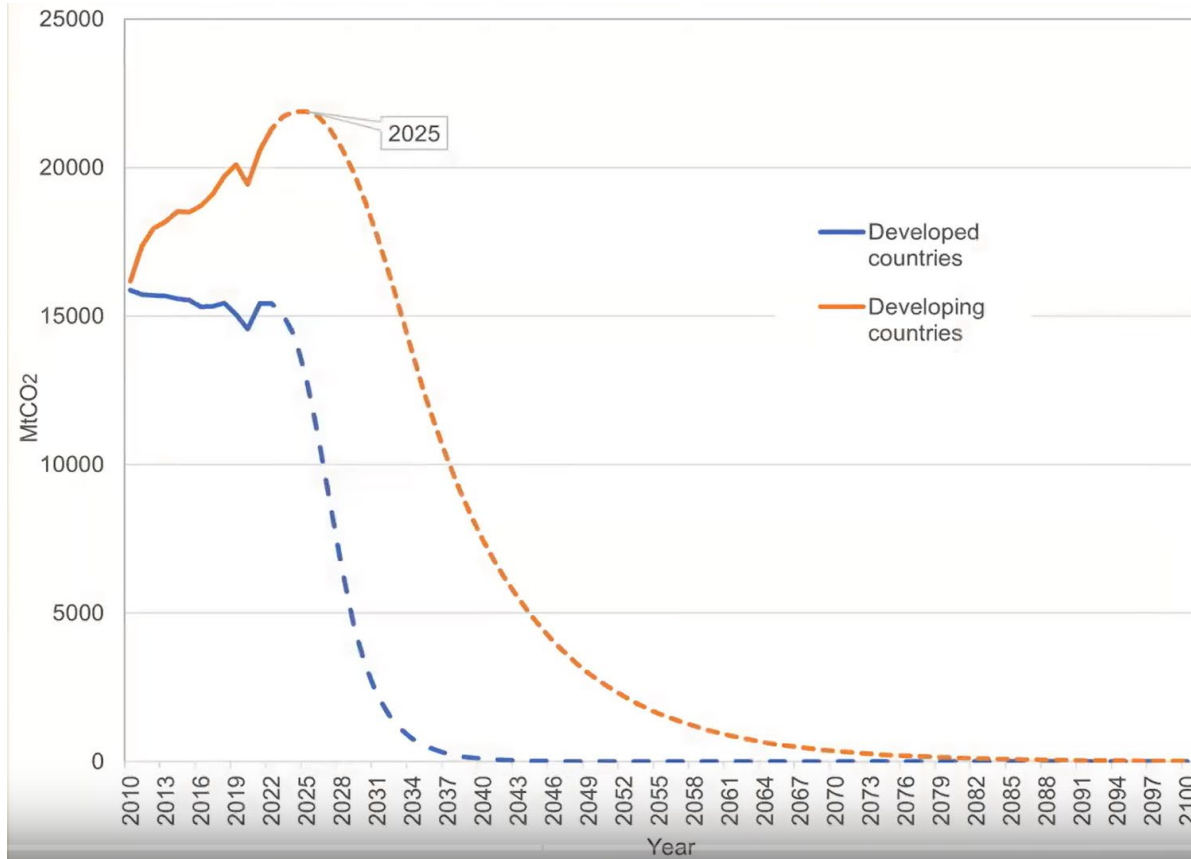
Carbon Budget

Starting Jan 2023	“pursuing .. 1.5°C” (50% ≤ 1.5°C)	“well below 2°C” (83% ≤ 2°C)*
Remaining global budget	380 GtCO ₂	780 GtCO ₂
Equivalent years of current CO ₂ emissions	9.4	19.3
Exponential global % annual reduction rate	10.7%	5.1%
% budget being used per month	0.9%	0.4%

Für eine 50:50 Chance auf $\leq 1,5^\circ\text{C}$



Für eine gute Chance auf $\leq 2^\circ\text{C}$



Ist 1,5°C-Ziel noch erreichbar?

- Es sieht derzeit nicht so aus, als werde bei 1,5 Grad Erderhitzung Stopp sein. Dafür müssten sich die CO₂-Emissionen bis 2030 weltweit halbieren und 2050 netto bei null liegen. Bislang steigen sie aber weiter. Aus technischer Sicht ja, aber Politik und Gesellschaft nutzen die Möglichkeiten nicht entsprechend. Das 1,5-Grad-Ziel ist „nicht plausibel“.
- „Die klimabedingten Risiken für natürliche und menschliche Systeme sind bei einer globalen Erwärmung um 1,5 Grad höher als heute“, heißt es in einem Sonderbericht des Weltklimarats von 2018, der sich mit dem 1,5-Grad-Ziel befasst hat. Konkreter:
„Klimabedingte Risiken für Gesundheit, Lebensgrundlagen, Ernährungssicherheit und Wasserversorgung, menschliche Sicherheit und Wirtschaftswachstum werden laut Projektionen bei einer Erwärmung um 1,5 Grad zunehmen und bei 2 Grad noch weiter ansteigen.“
- 2023 Vorgeschmack:
 - Heißeste Monate / Jahre seit Beginn der Temperaturlaufzeichnungen.
 - Anfang Juli hatte Peking noch neue Temperaturrekorde weit über 40 Grad gemeldet. Nun hat in Peking ein Tropensturm zu sintflutartigen Fluten geführt, mehrere Menschen sind bereits gestorben, etliche werden vermisst. Zehntausende mussten die Stadt verlassen, um sich in Sicherheit zu bringen.
- Eine Studie, die den genauen Anteil des Klimawandels an dem Sturm bemisst, existiert noch nicht. Klar ist aber: Wärmere Luft kann mehr Wasserdampf aufnehmen, was Stürme und Regenfälle mächtiger macht. Und wärmer wird die Luft im Schnitt eben durch die Klimakrise.

Ist 1,5°C-Ziel noch erreichbar?

- **World Weather Attribution:** Klimawandel hat diese Extremhitze 50-mal wahrscheinlicher gemacht. Und die Juli-Hitze, die derweil in Nordamerika und im Mittelmeerraum auftrat, wäre demnach sogar praktisch unmöglich gewesen, hätte der Mensch die Atmosphäre nicht mit Treibhausgas überlastet. Extreme Temperaturen im Wasser könnten Tropenstürmen und Hurrikanen ein Übermaß an Energie verleihen. Tropenstürme, Waldbrände oder Hitzetote (Europe 2022: 60.000). Knappere Lebensmittel und steigende Preise sind die Folge, was vor allem für arme Menschen und Länder zum Problem wird.
- Derzeit liegt die Welt bei etwa 1,2 Grad Erderhitzung. Das heißt: **Die Krisen, die der Klimawandel aktuell auslöst oder verschärft, sind mindestens das neue Normal – oder sogar eher eine milde Variante dessen, was noch zu erwarten ist.**
- Neuer Weltklimaratschef Jim Skea: auch wenn die Welt bei 1,5 Grad Erderhitzung nicht untergehe, es wird jedoch eine gefährlichere Welt sein. **Die Länder werden mit vielen Problemen kämpfen, es wird soziale Spannungen geben.**
- Hoffnung? Theoretisch ist es möglich, sich von einer höheren Temperatur wieder zurückzuarbeiten. Dafür muss die Welt klimaneutral werden – und der Atmosphäre wieder Treibhausgas entziehen.

Erste umfassende UN-Bestandsaufnahme der weltweiten Bemühungen zur Begrenzung der Erhitzung

- Bei der Bekämpfung des Klimawandels ist die Welt weit davon entfernt, einen Temperaturanstieg von 2,6°C zu vermeiden, und es besteht dringender Handlungsbedarf, so die Schlussfolgerung des ersten umfassenden UN-Berichts über die weltweiten Anstrengungen zur Begrenzung der Erderwärmung.
- Der UN-Bericht über die Fortschritte der Länder, die sich im Rahmen des Pariser Abkommens von 2015 verpflichtet haben, ihre Treibhausgasemissionen zu reduzieren, zeigt, dass zwischen den geplanten Maßnahmen und dem, was getan werden muss, noch eine große Lücke klafft.
- Obwohl fast 200 Länder versprochen haben, Pläne für Netto-Null-Emissionen zu entwickeln, und viele von ihnen Ziele für 2050 gesetzt haben, stellt der Bericht fest, dass die Welt nicht auf dem richtigen Weg" ist.

Chancen nutzen

- Resiliente und günstige Energieversorgung.
- Ko-Benefits: Gesundheit, regionale Wertschöpfung, Arbeitsplätze.
- Auch hard-to-abate industries dekarbonisieren.

Disruptive Technologien & Praktiken

Easter morning 1900: 5th Ave, New York City. Spot the automobile.



Source: US National Archives.

Easter morning 1913: 5th Ave, New York City. Spot the horse.

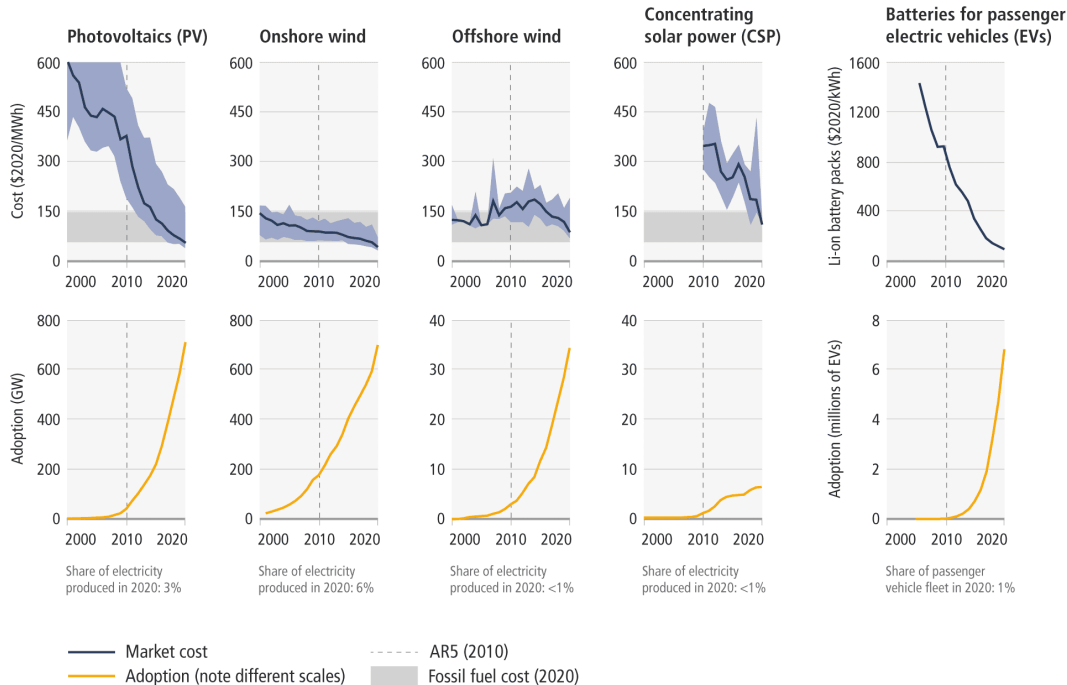


Source: George Grantham Bain Collection.

- Die Dekarbonisierung ist unumgänglich, aber keineswegs garantiert. Letztlich gibt es kein Patentrezept. Jeder Sektor wird wahrscheinlich einen anderen Weg einschlagen, der von der Marktreife der grünen Alternativen abhängt. Diese Wege werden von der sich entwickelnden Wettbewerbs- und Regulierungslandschaft beeinflusst werden. Öffentliche Politik und private Investitionen werden sich wahrscheinlich mit dem Aufkommen neuer Technologien und Geschäftsmodelle weiterentwickeln.
- Wir brauchen **bahnbrechende saubere Technologien**, die die Wettbewerbsordnung grundlegend verändern und die bestehenden dominanten Technologien verdrängen.
- **Mobilität:** Im Jahr 2017 boten 16 Autohersteller Elektrofahrzeuge an - weniger als 1 Prozent des Marktanteils. Bis 2021 boten alle führenden Hersteller E-Fahrzeuge an, und der Marktanteil bei Neuverkäufen stieg auf 8 %. Im vergangenen Jahr stieg der Anteil der weltweit verkauften Elektrofahrzeuge laut der Datenbank EVvolume.com auf 13 % der Gesamtverkäufe. Unternehmen, die auf Fahrzeuge angewiesen sind, sollten sich bis zum Ende des Jahrzehnts auf eine Welt einstellen, in der die meisten Neuwagen elektrisch betrieben werden.
- Aktive Mobilität ist gesund. Öffentlicher Verkehr ist effizient.
- Containerschiffahrtsgruppe Maersk gründet grünes Methanol-Start-up zur Dekarbonisierung und plant ihr erstes mit dem alternativen Treibstoff betriebenes Schiff zu betreiben

Disruptive Technologien & Praktiken

The unit costs of some forms of renewable energy and of batteries for passenger EVs have fallen, and their use continues to rise.







Im Energiesektor sind die **Kosten für Wind- und Solarenergie in den letzten zehn Jahren erheblich gesunken**. Nach Angaben des US-Energieministeriums entfielen 2018 43 % der neuen Stromerzeugungs-kapazitäten in den USA auf erneuerbare Energien. Bis 2022 werden diese Quellen fast **drei Viertel der neuen Kapazitäten** ausmachen, vor allem durch Wind- und Solarenergie. Nach Angaben der Internationalen Agentur für Erneuerbare Energien entfielen **weltweit 83 % der neuen Stromerzeugungskapazitäten auf erneuerbare Energien**, davon 90 % auf Wind- und Solarenergie. In immer mehr Regionen der Welt sind **Wind- und Solarenergie zu den billigsten Formen der Stromerzeugung** geworden.

ARTICLE

<https://doi.org/10.1038/s41467-019-08855-1>

OPEN

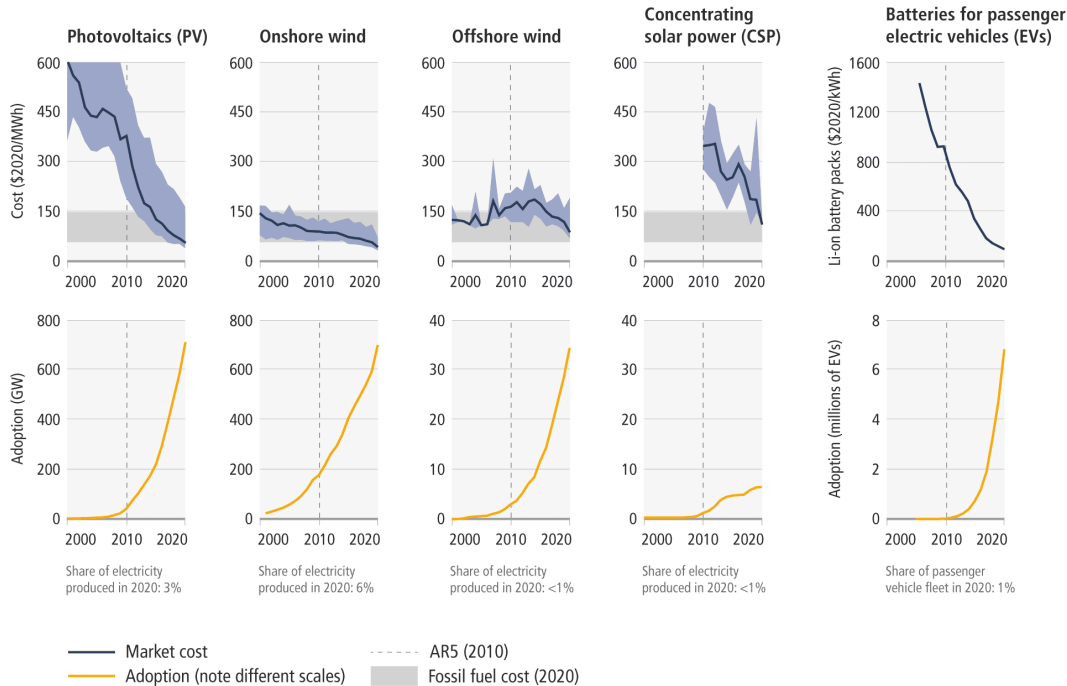
Radical transformation pathway towards sustainable electricity via evolutionary steps

Dmitrii Bogdanov ¹, Javier Farfan¹, Kristina Sadovskaia¹, Arman Aghahosseini ¹, Michael Child ¹, Ashish Gulagi¹, Ayobami Solomon Oyewo¹, Larissa de Souza Noel Simas Barbosa² & Christian Breyer ¹

A transition towards long-term sustainability in global energy systems based on renewable energy resources can mitigate several growing threats to human society simultaneously: greenhouse gas emissions, human-induced climate deviations, and the exceeding of critical planetary boundaries. However, the optimal structure of future systems and potential transition pathways are still open questions. This research describes a global, 100% renewable electricity system, which can be achieved by 2050, and the steps required to enable a realistic transition that prevents societal disruption. Modelling results show that a carbon neutral electricity system can be built in all regions of the world in an economically feasible manner. This radical transformation will require steady but evolutionary changes for the next 35 years, and will lead to sustainable and affordable power supply globally.

Disruptive Technologien & Praktiken

The unit costs of some forms of renewable energy and of batteries for passenger EVs have fallen, and their use continues to rise.



Dennoch ist Vorsicht geboten. Wir sind **weit entfernt von einer 100-prozentigen Dekarbonisierung der Stromerzeugung oder von Elektrofahrzeugen** auf unseren Straßen. Die schwankende Erzeugung von Solar- und Windenergie erfordert erhebliche **Investitionen in neue Übertragungsleitungen, intelligente Netztechnologien und Speichersysteme wie Batterien**. Dies sind Investitionen, die Zeit in Anspruch nehmen und erhebliche Unterstützung durch den privaten und den öffentlichen Sektor erfordern.

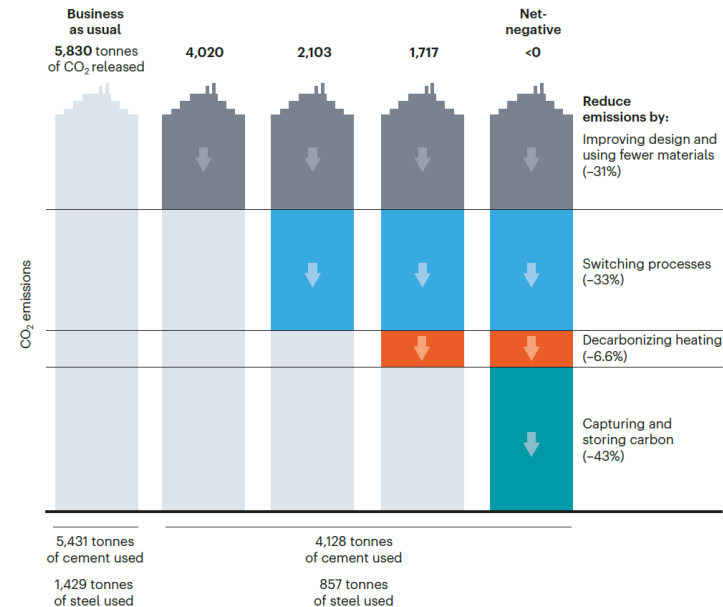
Chancen nutzen – Fallende Batteriepreise

- Der Preis für Batteriezellen ist im vergangenen Monat stark gesunken.
- Der weltweite gewichtete Durchschnittspreis für Lithium-Ionen-Batteriezellen fiel im August um 8,7 % und damit erstmals seit August 2021 unter die Marke von 100 US-Dollar/kWh.
- Der Preis liegt nun bei 98,2 USD/kWh, was einem Rückgang von 33 % gegenüber dem letzten Höchststand von 146,4 USD/kWh im März letzten Jahres entspricht und das Ergebnis eines Rückgangs der wichtigsten Rohstoffpreise, einschließlich Lithium, Nickel und Kobalt, ist.
- Die Batteriezellenpreise nähern sich nun der Marke von 80 USD/kWh, das als Wendepunkt angesehen wird, da es den Herstellern von Elektroautos ermöglichen würde, Elektroautos zu bauen, die genauso viel kosten wie Benzin- oder Dieselfahrzeuge.
- Die Preise für Lithium-Batteriezellen in den letzten zehn Jahren um 80 Prozent gesunken und werden weiter fallen, da sie immer leistungsfähiger werden.

- In anderen Schlüsselsektoren wie dem Bauwesen, der Industrie und der Landwirtschaft sind **grüne Technologien entweder bereits verfügbar, aber noch zu teuer, um sie einzusetzen, oder sie befinden sich in der Entwicklung** und sind noch weit von der Marktreife entfernt.
- In der Landwirtschaft versprechen Alternativen wie **vertikale Farmen, Fleisch auf pflanzlicher Basis, Präzisions- und regenerative Landwirtschaft, gentechnisch veränderte Pflanzen und die Reduzierung von Lebensmittelabfällen** viel. Sie stehen jedoch einem stark fragmentierten und dezentralisierten Markt gegenüber, der Veränderungen bei Tausenden von landwirtschaftlichen Betrieben und Millionen von Verbraucher:innen erfordert.
- **Industriepolitik ist zurück** und sie soll die Dekarbonisierung beschleunigen (Inflation Reduction Act 2022, European Green Deal etc.).

DECARBONIZING A SKYSCRAPER

It takes around 5,400 tonnes of cement and 1,400 tonnes of steel to construct a 30-storey high-rise building that is about 100 metres tall. Producing these materials releases 5,830 tonnes of carbon dioxide. That can be brought to below zero by four steps: using fewer materials, switching production processes, using low-carbon heat sources and carbon capture and storage.



- Stahl, Zement und petrochemische Produkte verursachen erhebliche Treibhausgasemissionen und sind in globalen Lieferketten nur schwer zu ersetzen.
- Erneuerbare Hochtemperatur-Energiequellen und neue umweltfreundliche chemische Prozesse befinden sich in der Entwicklung und erfordern weitere Investitionen.
- Eine der wirksamsten Lösungen wäre es die **globale Waldbedeckung auf das Niveau des späten 20. Jahrhunderts zurückzuführen** und die Verbrennung fossiler Brennstoffe zu beenden. Dieses Ziel wird jedoch durch die zunehmende Nutzung von Biomasse als Ersatz für fossile Brennstoffe gefährdet. "Es gibt nicht genug Biomasse, um das Kohlendioxid aus der Atmosphäre zu entfernen", sagte Katherine Richardson von der Universität Kopenhagen.
- Die **Kohlenstoffabscheidung und -speicherung (CCS)** für diese schwer zu dekarbonisierenden Industriezweige attrahiert Investitionen an, doch ist es **unwahrscheinlich, dass sie ohne einen formellen Kohlenstoffpreis auf breiter Basis angenommen wird.**
- Richardson äußerte sich auch kritisch zur Förderung von Technologien zur Kohlenstoffabscheidung und -speicherung, um die Treibhausgasemissionen aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe aufzufangen. "**Kohlenstoffabscheidung und -speicherung ist eine Fortsetzung von 'wir benutzen es und werfen es weg, wenn wir fertig sind'". Sollte für hard-to-abate industries reserviert bleiben.**

World view



By David T. Ho

Carbon dioxide removal is an ineffective time machine

Decarbonization must come first, or carbon removal will be next to useless.

Carbon dioxide removal (CDR) is what puts the 'net' into 'net zero emissions'. All pathways to limit global warming to 1.5–2 °C above pre-industrial levels that have been assessed by the Intergovernmental Panel on Climate Change require rapid decarbonization to start now. But they also require the removal of CO₂ from the atmosphere because we won't be able to eliminate carbon emissions entirely on the required time scales. Hard to abate sectors such as aviation and shipping will remain large sources of greenhouse gases even in the most optimistic scenarios. Residual emissions will mean that we cannot achieve a zero-emissions goal, and we will need CDR to reach a net-zero target. Historically, this has meant planting or maintaining trees, but removing CO₂ from the atmosphere and storing it in the ground, the ocean or in products will be more durable.

However, businesses are springing up that promise various CDR techniques as climate solutions for today. Others are enthusiastically buying carbon credits – essentially, investments in planting trees, or other future CDR capacity – as part of their current decarbonization commitments.

I have spent my career studying the natural carbon cycle and, in recent years, developing methods for checking that CDR works. I have scrutinized dozens of proposals, and I was a reviewer for the US\$100-million XPRIZE Carbon Removal competition funded by the Musk Foundation. I don't deny the need to develop CDR methods over the longer term. And I welcome governments committing much-needed resources to this area. After some small-scale demonstrations of 'direct air capture' (DAC) technology, which suck CO₂ out of the atmosphere by chemical means, the 2022 US Bipartisan Infrastructure Law has devoted \$3.5 billion to developing four DAC hubs. But it's clear to me that deploying them to remove CO₂ from the atmosphere is pointless until society has almost completely eliminated its polluting activities.

Time travel

To understand why, think of CDR as a time machine. Take the proposed US DAC hubs, for example. Each facility is eventually expected to extract one million tonnes of CO₂ each year.

In 2022, the world emitted 40.5 billion tonnes of CO₂ (P. Friedlingstein *et al.* *Earth Syst. Sci. Data* 14, 4811–4900; 2022). At that rate, for every year of operation at its full potential, each hub would take the atmosphere back in time by almost 13 minutes, but in the time it took to remove those 13 minutes of CO₂, the world would have spewed

“We must stop talking about deploying carbon dioxide removal as a solution today.”

David T. Ho is a professor of oceanography at the University of Hawaii at Manoa. e-mail: ho@hawaii.edu

another full year of CO₂ into the atmosphere.

Meanwhile, if everyone on Earth planted a tree – 8 billion trees – it would take us back in time by about 43 hours every year, once the trees had matured.

The time-machine analogy reveals just how futile CDR currently is.

We have to shift the narrative as a matter of urgency. Money is going to flood into climate solutions over the next few years, and we need to direct it well. We must stop talking about deploying CDR as a solution today, when emissions remain high – as if it somehow replaces radical, immediate emission cuts.

Back to the future

It's a different story if we successfully decarbonize enough in the coming 20–30 years.

If we reduced emissions to around 10% of current levels – 4 billion tonnes of CO₂ a year – a DAC plant capable of removing one million tonnes would be a time machine taking us back just over 2 hours instead of 13 minutes. At that point, it would take 4,000 facilities to reach net zero in any given year, presuming they were fully powered by renewable energy.

In reality, residual emissions will probably be 18% of our current total (H. J. Buck *et al.* *Nature Clim. Change* <https://doi.org/10.1038/s41561-023-00000-0>), so we will have to scale up CDR substantially to reach net zero. Still, it might be feasible to build 7,290 DAC hubs or deploy other CDR technology.

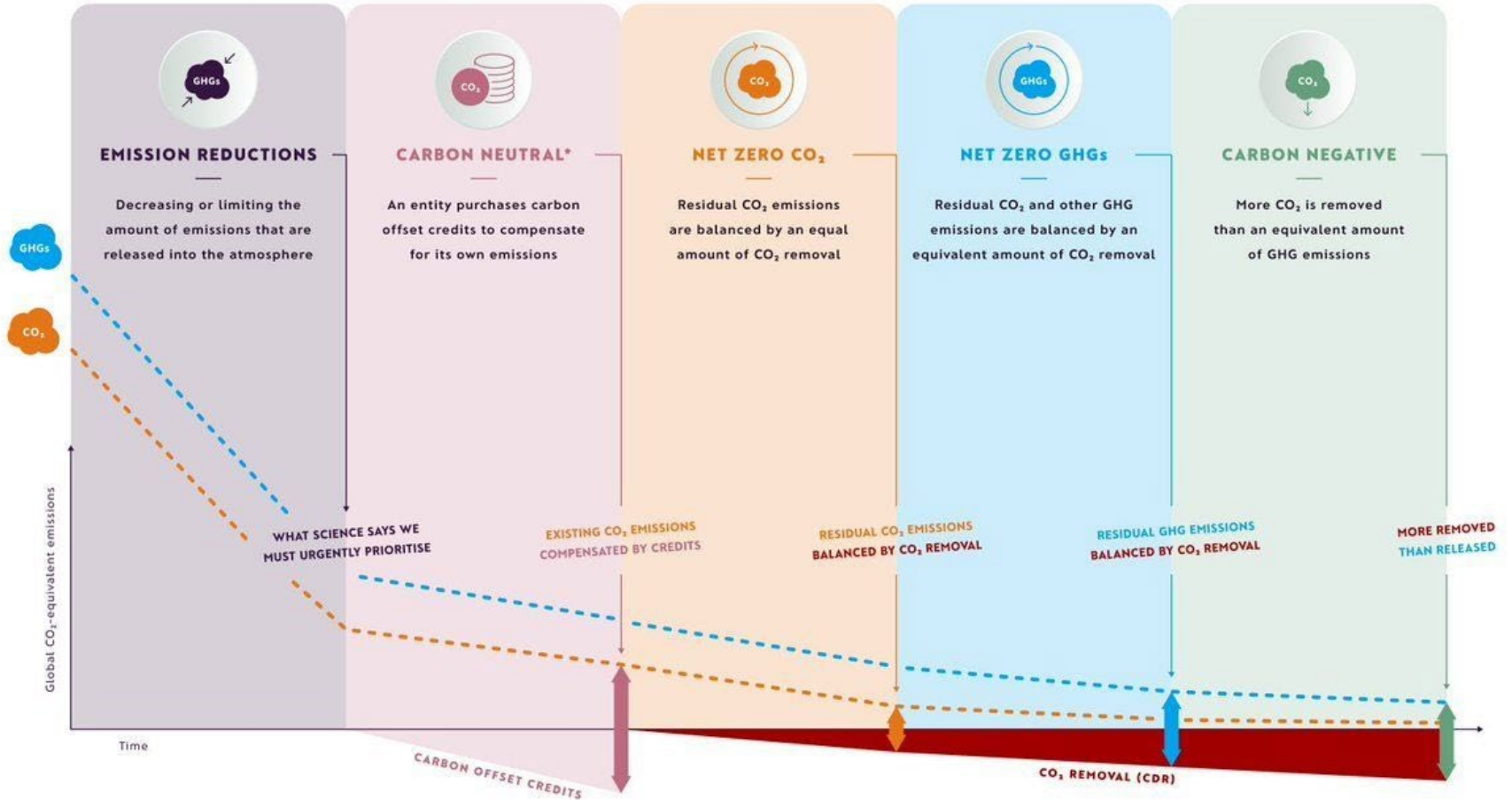
In the meantime, research is needed to seek CDR methods that minimize land use and energy consumption, and can be scaled up rapidly and cheaply. Doing that now is essential, so that we have the technology available in the future, when it will be effective, and when it can be used to remove legacy emissions to address intergenerational justice.

Not all techniques that work in the laboratory will work in the real world. Some might come with heavy costs for biodiversity and the environment. Developing methods to verify that CDR works is a major challenge. It will be many years before we have the science to tell us which methods work and whether they harm or benefit the environment.

Humanity has never removed an atmospheric pollutant at a global, continental or, even, regional scale – we have only ever shut down the source and let nature do the clearing up. This is the case for chlorofluorocarbons and stratospheric ozone destruction, for sulfur dioxide and acid rain, and for sulfur and nitrogen oxides and photochemical smog. We must be prepared for CDR to be a failure, leaving us to rely on the environment to stabilize atmospheric CO₂ over thousands of years. This is another argument for rapid decarbonization.

The scale of the challenge is immense. We must slow the carbon clock to a crawl before we can turn it back.

UNTANGLING OUR CLIMATE GOALS



Note: GHG = Greenhouse gas. *Carbon neutral and net zero CO₂ are scientifically synonymous, being a 'state of balance between the CO₂ emitted into the atmosphere and the CO₂ removed from it.' In practice, many companies and other entities claim carbon neutrality by relying on external carbon offset credits to compensate for the emissions they are responsible for. Offset credits can be of varying quality and can come from projects involving reduction, avoidance, or removal of GHGs. Carbon neutrality is therefore not always equivalent to net zero CO₂.

Barrieren überwinden

- Weg von den Ausreden.
- Wege zu Sachlichkeit und evidenzbasierten Entscheidungen.
- Handeln Sie jetzt.



Nicht ich.
Nicht jetzt.
Nicht so.
Zu spät.

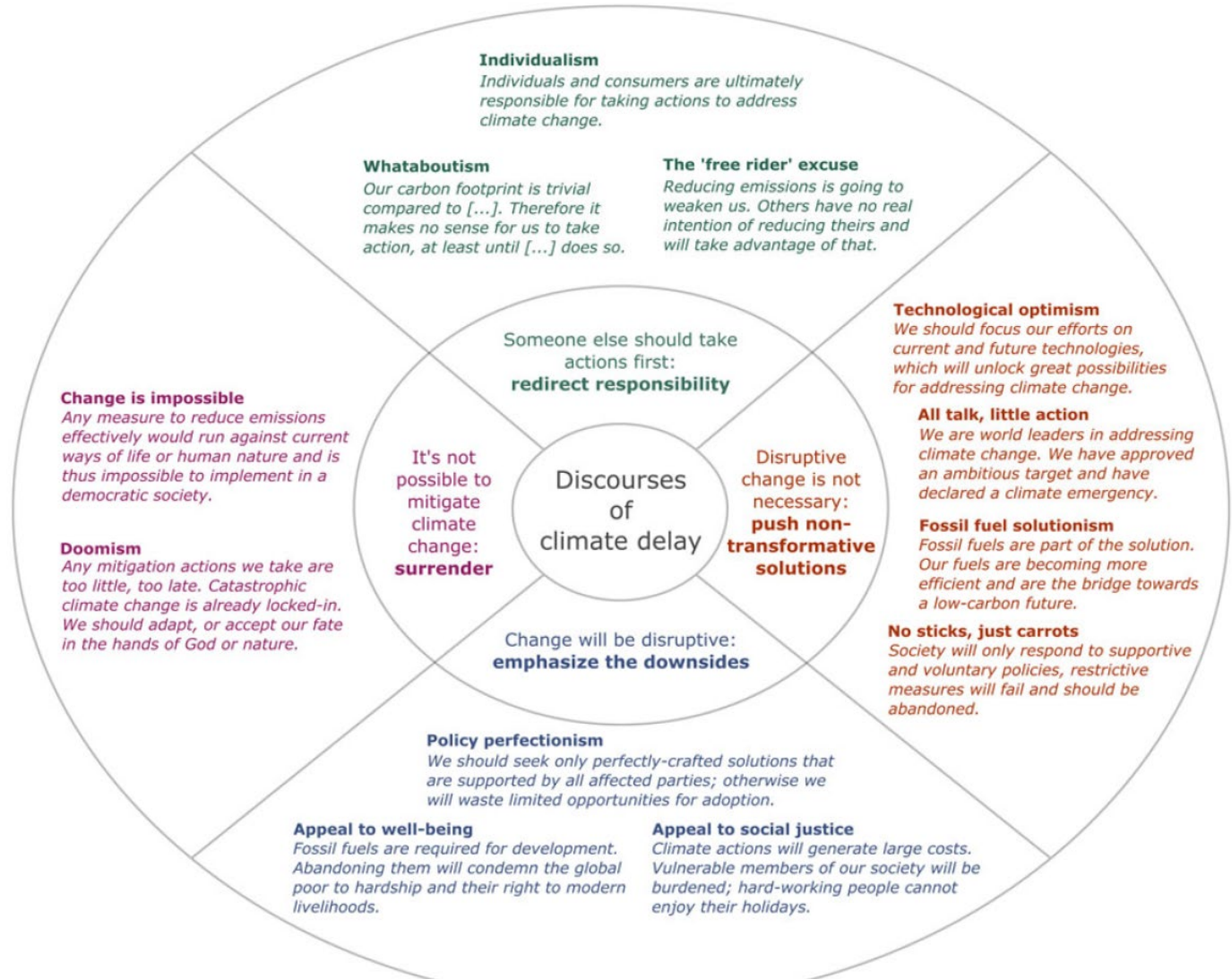




Fig. 12. Wandel ist unmöglich

JEDER WIRKSAMEN REDUZIERUNG DER EMISSIONEN WÜRDEN DER HEUTIGEN LEBENSWEISE ODER DER MENSCHLICHEN NUMER. ZU WIDERLAUFEN UND IST DAMIT IN EINER DEMOKRATISCHEN GESELLSCHAFT UNMÖGLICH UMZUSETZEN.

ALLE MAßNAHMEN ZUR SCHADENSBEGRENZUNG, DIE WIR ERGRIFFEN, SIND NICHT AUSREICHEND UND ZU SPÄT. DER KATASTROPHALE KLIMAWANDEL IST UNVERMEIDLICH.
WIR SOLLTEN UNS ANPASSEN ODER UNSER SCHICKSAL IN DEN HÄNDEN GOTTES ODER DER NATUR AKZEPTIEREN.



Fig. 10. Applaud an das Wohlbefinden

FÖSILBRENNSTOFFE WERDEN FÜR DIE ENTWICKLUNG BEDEUTEND.

WEIN SIE AUFGEBOGEN WERDEN, WERDEN DIE ARMSTEN DER WELT EU NICHT VERURTEILT UND INGEN WIR DAS RECHT AUF EINE HOCHZEIT ERISTENZSICHERHEIT VERWEIGERT.

Fig. 9. Politikschonismus



WIR SOLLTEN NUR PERFEKT AUSGEARBEITETE LÖSUNGEN ANSTREBEN, DIE VON ALLEN BETROFFENEN PARTIEN UNTERSTÜTZT WERDEN ...
... ANDERNFALLS VERGESSEN WIRD DIE REGIERENDE MÖGLICHKEITEN ZUR UMSETZUNG.



Fig. 1. Whataboutismus

UNSER CO₂-FUßABDRUCK IST IM VERGLEICH ZU (A) VERNACHLÄSSIGBAR.

(A) CHINA, INDIEN, USA.

DAMER MACHT ES FÜR UNS KEINEN SINN, ETWAS ZU UNTERNEHMEN, ZUMINDEST BIS (A) DIES TUT.

LETZTLICH IST JEDER EINZELNE, JEDER ENDVERBRÄUCHER, DAFÜR VERANTWORTLICH, MAßNAHMEN ZUR BEKÄMPFUNG DES KLIMAWANDELS ZU ERGRIFFEN.



Fig. 2. Individualismus

Andere sollen zuerst mal was unternehmen. Abwälzen von Verantwortung.

Die Folgen des Klimawandels können nicht abgemildert werden. Kapitulation



Disruptiver Wandel ist unumgänglich. Forcieren nicht-transformativer Lösungen

Die Veränderungen werden tiefgreifend sein. Hervorheben der Kehrseiten



Fig. 8. Soziale Gerechtigkeit als Vorwand

KLIMAMAßNAHMEN WERDEN HOHE KOSTEN VERURSACHEN. DIE SCHWÄCHSTEN MITGLIEDER UNSERER GESELLSCHAFT WERDEN BELASTET WERDEN ...
HART ARBEITENDE MENSCHEN KÖNNEN IHREN UMLAUF NICHT GENIEßEN.



Fig. 3. Die 'Trittbrettfahrer'-Ausrede

REDUZIERUNG DER EMISSIONEN WIRD UNS SCHWÄCHEN.

ANDERE HABEN KEINE WIRKLICHE ABSICHT, IHRE EMISSIONEN ZU REDUZIEREN, UND WERDEN DIES AUSNUTZEN.



Fig. 4. Technologischer Optimismus

WIR SOLLTEN UNSERE BEMÜHUNGEN AUF AKTUELLE UND ZUKÜNFTIGE TECHNOLOGIEN KONZENTRIEREN ...

... DIE GROSSE MÖGLICHKEITEN ZUR BEWÄLTIGUNG DES KLIMAWANDELS ERÖFFNET WERDEN.



Fig. 5. Nur Worte, keine Taten

WIR SIND WEITWEIT FÜHREND IN DER BEKÄMPFUNG DES KLIMAWANDELS.

WIR HABEN EIN EHRGEBIGES ZIEL VERABSICHTET UND DEN KLIMAWANDEL AUSGEREIFEN.

UNSERE BRENNSTOFFE WERDEN IMMER EFFIZIENTER UND SIND DIE BRÜCKE IN EINE KÖHLENSTOFFARME ZUKUNFT.
FÖSILBRENNSTOFFE SIND TEIL DER LÖSUNG.



Fig. 6. Fossile Brennstoffe als Lösungsansatz

Nur Worte, keine Taten

DIE GESELLSCHAFT WIRD NUR AUF EINE UNTERSÜTZUNGS- UND FÖRDERUNGS POLITIK REAGIEREN ...
RESTRIKTIVE MAßNAHMEN WERDEN SCHRITTMÄßIG UND SOLLTEN AUFGEBOGEN WERDEN.

Fig. 7. Nur Zuckerbrot, keine Peitsche

Der \$100 Billionen-Pfad zu Netto-Null Emissionen

The fiscal costs of net zero vary between regions

OECD forecast change in net public revenues, (as a % of baseline 2050 GDP)

■ By 2030 ■ By 2050



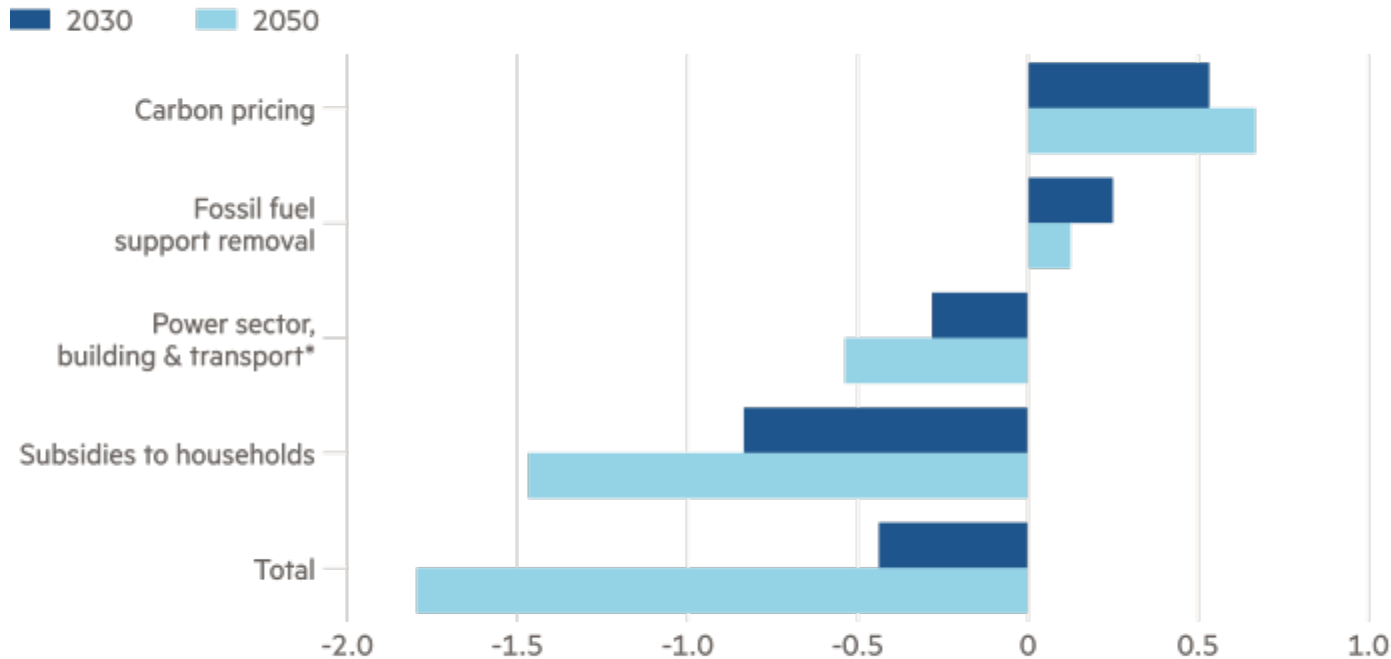
Source: Foure, Dellink, Lanzi & Pavenello, OECD 2023

© FT

Der \$100 Billionen-Pfad zu Netto-Null Emissionen

Green subsidies for households will hit public budgets hardest

Forecast cost of net zero on global public revenues (% of baseline GDP)



Auf globaler Ebene wird ein Rückgang der öffentlichen Nettoeinnahmen um 0,4 % des BIP im Jahr 2030 und um 1,8 % im Jahr 2050 prognostiziert.

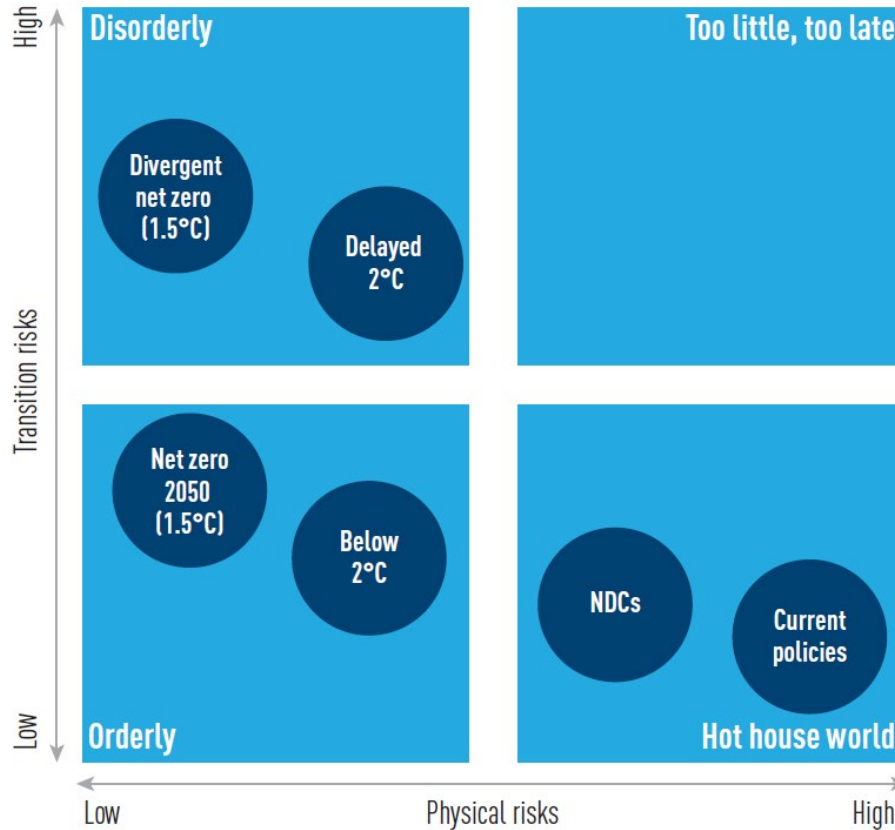
* Measures to reduce use of fossil fuels in the power sector and to stimulate investments to decarbonise emissions from building and transport

Source: Foure, Dellina, Lanzi & Pavenello OECD 2023

Der \$100 Billionen-Pfad zu Netto-Null Emissionen

- N Stern schätzt, dass **jährlich 3 Billionen Dollar** zusätzlich benötigt werden, insgesamt 100 Billionen Dollar über 30 bis 40 Jahre, um erneuerbare Energien zu fördern, Verkehrssysteme zu elektrifizieren, Gebäudeheizung und -kühlung zu dekarbonisieren und grünen Wasserstoff zu fördern.
- Während der Großteil der Investitionen aus privaten Quellen kommen muss, bedeutet der Übergang eine größere Rolle für den Staat.
- Die **fiskalischen Kosten** variieren von Region zu Region: Sie sind dort **niedriger**, wo die Regierungen mehr auf **Regulierung** setzen, um die Emissionen zu reduzieren, und **steigen** in Nord- und Südamerika sowie in Europa aufgrund **großzügiger Subventionen** auf 3,4 % des BIP.

Szenarien

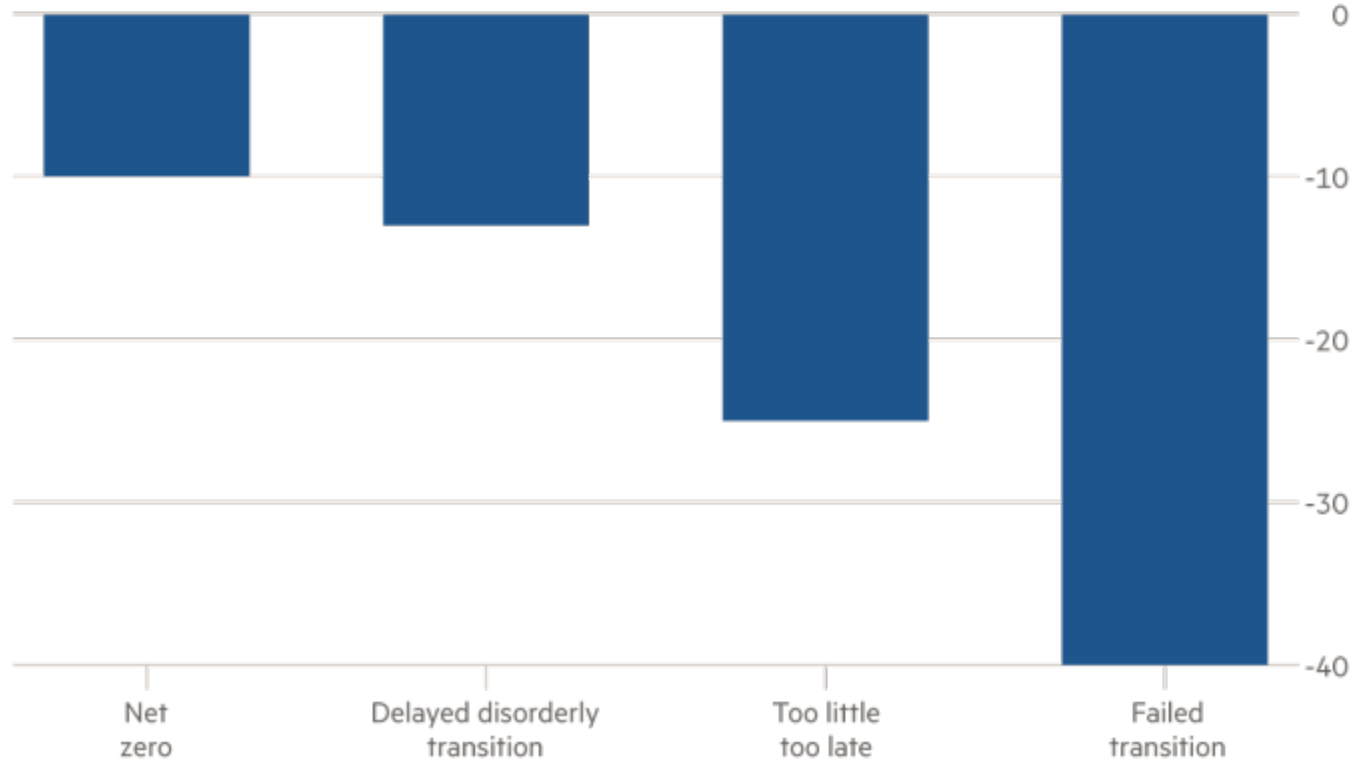


Net Zero ist die am wenigsten schlechte Option für Investor:innen

- Es besteht die Gefahr eines "**Klima-Minsky-Moments**", d. h. einer plötzlichen Korrektur von Vermögenswerten, wenn die Anleger:innen gleichzeitig erkennen, dass diese Werte nicht nachhaltig sind.
- Bislang haben Unternehmen und Investoren den **physischen Auswirkungen des Klimawandels weniger Aufmerksamkeit** geschenkt als den Kosten und Risiken der Dekarbonisierung, da die Welt versucht, den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur zu begrenzen.
- **Aktien haben die Risiken des Klimawandels nicht eingepreist**, wie Untersuchungen des IWF und anderer Institute wiederholt gezeigt haben.
- Eine Erklärung dafür ist, dass Risiken wie der Anstieg des Meeresspiegels als **weit entfernt wahrgenommen** werden. Eine andere ist die enorme Schwierigkeit, die **Wechselwirkungen** zwischen der Wirtschaft und den Treibhausgasemissionen abzubilden.
- Wie würde sich ein Portfolio, das zu 60 Prozent aus globalen Aktien und zu 40 Prozent aus Anleihen besteht, bei unterschiedlichen klimapolitischen Maßnahmen entwickeln?

Net zero is the least worst option for investors

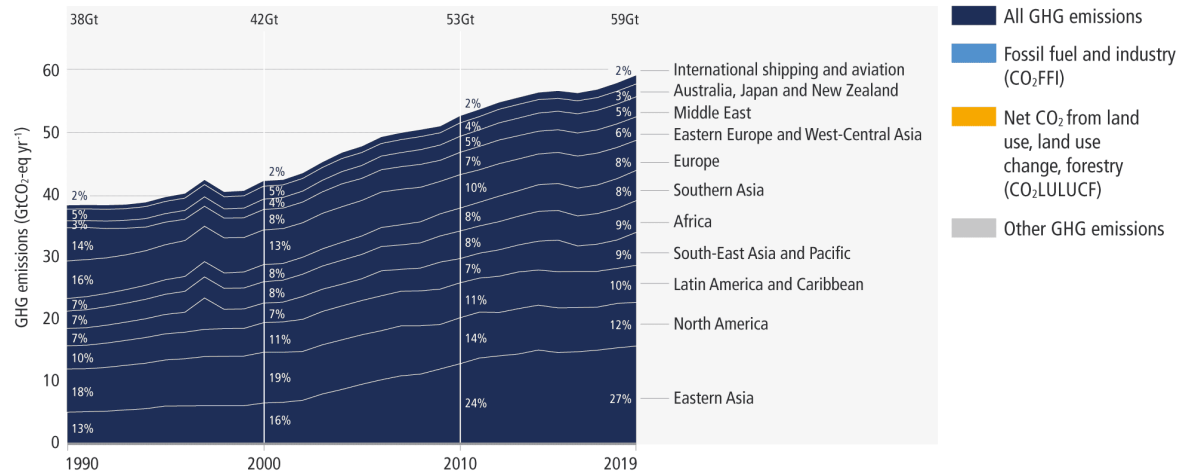
40-year cumulative returns as a difference from baseline (%)



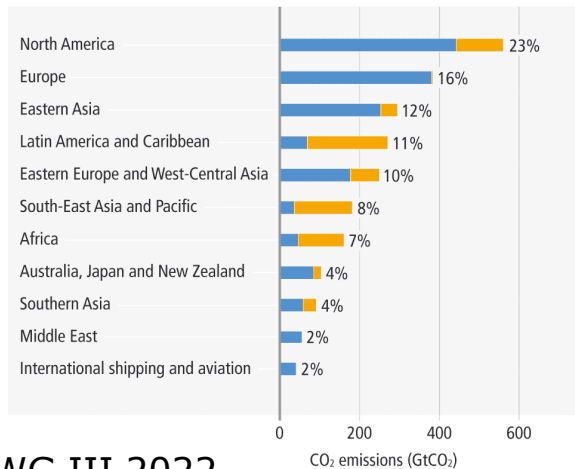
Sources: GIC; Cambridge Econometrics; Ortec Finance
© FT

Emissions have grown in most regions but are distributed unevenly, both in the present day and cumulatively since 1850.

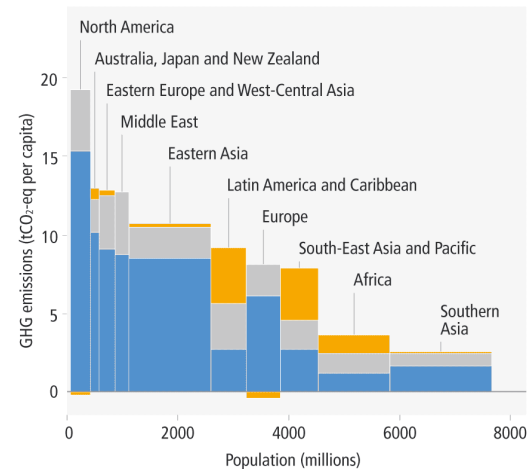
a. Global net anthropogenic GHG emissions by region (1990–2019)



b. Historical cumulative net anthropogenic CO₂ emissions per region (1850–2019)



c. Net anthropogenic GHG emissions per capita and for total population, per region (2019)



Österreichs Wirtschaft fordert wirksame Klimapolitik

Österreichs Wirtschaft fordert wirksame Klimapolitik!

- Energiekrise, Versorgungs-Unsicherheit und Teuerungswellen machen Unternehmen schwer zu schaffen. Fehlende oder wenig ambitionierte Klimaschutz-Maßnahmen schaden dem Wirtschaftsstandort Österreich zusätzlich und erschweren die Planung.
- Über 170 heimische Unternehmen mit einem Gesamtumsatz von über 22 Milliarden Euro und rund 87.000 Beschäftigten haben sich daher mit den Umweltschutzorganisationen WWF Österreich und GLOBAL 2000 zu einem gemeinsamen "Appell der Wirtschaft" an die Bundesregierung zusammengeschlossen.
- Sie fordern von der Regierungsspitze einen verbindlichen Ausstiegspfad aus fossilen Energieträgern, ein Energiesparprogramm sowie ein ambitioniertes Klimaschutzgesetz, um eine "krisensichere Energiezukunft" zu ermöglichen.
- Fünf Kernforderungen:
 - Unseren Wirtschaftsstandort energieeffizient und krisensicher machen.
 - Einen verbindlichen Ausstiegspfad aus fossilen Energien beschließen.
 - Ein ambitioniertes Klimaschutz-Gesetz beschließen.
 - Erneuerbare Energien naturverträglich ausbauen.
 - Öffentliche Mittel wirksam einsetzen und umsteuern.

Die nächste Generation befasst sich mit diesen Themen

Umfragen zeigen, dass 60 Prozent der Generation Z und der Millennials über den Klimawandel beunruhigt oder besorgt sind, und mehr als 70 Prozent der Generation-Z-Kohorte an Wirtschaftsuniversitäten wünschen sich Inhalte, die darauf reagieren.



VIENNA UNIVERSITY OF
ECONOMICS AND BUSINESS

DEPARTMENT SOCIOECONOMICS
Institute for Ecological Economics
Welthandelsplatz 1, 1020 Vienna, Austria

UNIV.PROF. DR. SIGRID STAGL

T +43-1-313 36-5790
stagl@wu.ac.at
www.wu.ac.at/ecolecon
sigridstagl.org/

NEU!

Studienzweig

Wirtschaft - Umwelt – Politik

BSc Wirtschafts- und Sozialwissenschaften
Ab Oktober 2023

- Boasson, E. L. and M. Tatham (2023). "Climate policy: from complexity to consensus?" *Journal of European Public Policy* **30(3): 401-424**.
- Common, M., Stagl, S. 2005. *Ecological Economics – An Introduction*, Cambridge University Press
- Coote, A. (2021). "Universal basic services and sustainable consumption." *Sustainability: Science, Practice and Policy* 17(1): 32-46.
- Cruz, I., A. Stahel and M. Max-Neef (2009). "Towards a systemic development approach: Building on the Human-Scale Development paradigm." *Ecological Economics* 68(7): 2021-2030.
- Gough, I. (2017). *Heat, Greed and Human Need - Climate Change, Capitalism and Sustainable Wellbeing*, Edward Elgar Publishing.
- Haberl, H., D. Wiedenhofer, D. Virág, G. Kalt, B. Plank, P. Brockway, T. Fishman, D. Hausknost, F. Krausmann, B. Leon-Gruchalski, A. Mayer, M. Pichler, A. Schaffartzik, T. Sousa, J. Streeck and F. Creutzig (2020). "A systematic review of the evidence on decoupling of GDP, resource use and GHG emissions, part II: synthesizing the insights." *Environmental Research Letters* **15(6): 065003**.
- Lamb, W., Mattioli, G., Levi, S., Roberts, J., Capstick, S., Creutzig, F., Minx, J., Müller Hansen, F., Culhane, T., Steinberger, J., 2020, Discourses of climate delay, *Global Sustainability* <http://dx.doi.org/10.1017/sus.2020.13>
- Lee, H., K. Calvin, D. Dasgupta, G. Krinner, A. Mukherji, P. Thorne, C. Trisos, J. Romero, P. Aldunce, K. Barrett, G. Blanco, W. W. L. Cheung, S. L. Connors, F. Denton, A. Diongue-Niang, D. Dodman, M. Garschagen, O. Geden, B. Hayward, C. Jones, F. Jotzo, T. Krug, R. Lasco, J.-Y. Lee, V. Masson-Delmotte, M. Meinshausen, K. Mintenbeck, A. Mokssit, F. E. L. Otto, M. Pathak, A. Pirani, E. Poloczanska, H.-O. Pörtner, A. Revi, D. C. Roberts, J. Roy, A. C. Ruane, J. Skea, P. R. Shukla, R. Slade, A. Slangen, Y. Sokona, A. A. Sörensson, M. Tignor, D. v. Vuuren, Y.-M. Wei, H. Winkler, P. Zhai and Z. Zommers (2023). "Synthesis Report of the IPCC Sixth Assessment Report (AR6)."
- Mills, M. B., Y. Malhi, R. M. Ewers, L. K. Kho, Y. A. Teh, S. Both, D. F. Burslem, N. Majalap, R. Nilus and W. Huaraca Huasco (2023). "Tropical forests post-logging are a persistent net carbon source to the atmosphere." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 120(3): e2214462120.
- Monasterolo, I 2023 Climate scenarios for financial risk analysis: EDHEC Research Insights: 27-32
- Monasterolo, I. 2020. Climate change and the financial system. *An. Rev. Envir. Res. Econ.* (12) 1-22
- Power, M. (2013). *A social provisioning approach to gender and economic life*. Handbook of research on gender and economic life, Edward Elgar Publishing.
- Rockström, J., J. Gupta, D. Qin, S. J. Lade, J. F. Abrams, L. S. Andersen, D. I. Armstrong McKay, X. Bai, G. Bala, S. E. Bunn, D. Ciobanu, F. DeClerck, K. Ebi, L. Gifford, C. Gordon, S. Hasan, N. Kanie, T. M. Lenton, S. Loriani, D. M. Liverman, A. Mohamed, N. Nakicenovic, D. Obura, D. Ospina, K. Prodani, C. Rammelt, B. Sakschewski, J. Scholtens, B. Stewart-Koster, T. Tharammal, D. van Vuuren, P. H. Verburg, R. Winkelmann, C. Zimm, E. M. Bennett, S. Bringezu, W. Broadgate, P. A. Green, L. Huang, L. Jacobson, C. Ndehedehe, S. Pedde, J. Rocha, M. Scheffer, L. Schulte-Uebbing, W. de Vries, C. Xiao, C. Xu, X. Xu, N. Zafra-Calvo and X. Zhang (2023). "Safe and just Earth system boundaries." *Nature* 619(7968): 102-111.
- Serafeim, George, ESG: Hyperboles and Reality (November 8, 2021). Harvard Business School Research Paper Series Working Paper 22-031, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3966695> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3966695>
- Steffen, W., K. Richardson, J. Rockström, S. E. Cornell, I. Fetzer, E. M. Bennett, R. Biggs, S. R. Carpenter, W. de Vries, C. A. de Wit, C. Folke, D. Gerten, J. Heinke, G. M. Mace, L. M. Persson, V. Ramanathan, B. Reyers and S. Sörlin (2015). "Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet." *Science* 347(6223): 1259855.
- Theine et al. (2022) Emissions inequality: Disparities in income, expenditure, and the carbon footprint in Austria. *Ecological Economics* Vol. 197
- Vogel, J., J. K. Steinberger, D. W. O'Neill, W. F. Lamb and J. Krishnakumar (2021). "Socio-economic conditions for satisfying human needs at low energy use: An international analysis of social provisioning." *Global Environmental Change*: 102287.