

Anpassung an die Folgen des Klimawandels

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit
und Verbraucherschutz

Aktionsprogramm
Natürlicher Klimaschutz
Natur stärken – Klima schützen

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Rückblick letzte Veranstaltung

- Das Klimawandel-Problem ist komplex
- Beispiele vorbei am klassischen Diskurs
- Realistische Prognose zielt aktuell auf eine 3° Wärmere Welt ab
- Endlos Treibhaushase in die Atmosphäre emittieren ist keine Option
- Es geht darum wie schnell wir den Ausstieg aus den Fossilen schaffen

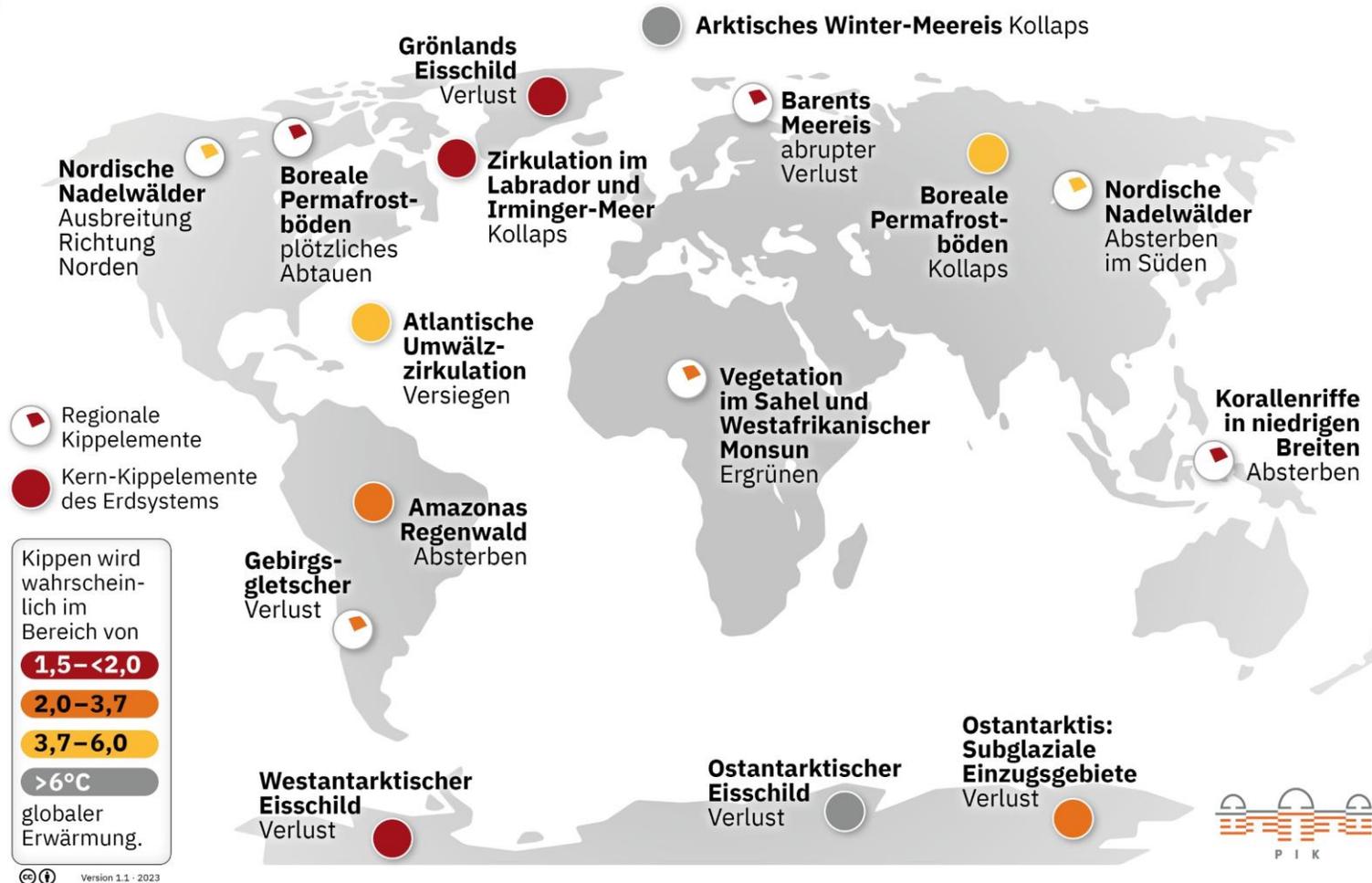
Folgen des Klimawandels

- **Kippelemente im Klimasystem**
 - Maßnahmen zum Klimaschutz
 - Die 4°C kältere Welt
-
- Die Folgen des Klimawandels
 - Klimaangst
 - Zusammenfassung und Diskussion

Kippelemente im Klimasystem



Kippelemente

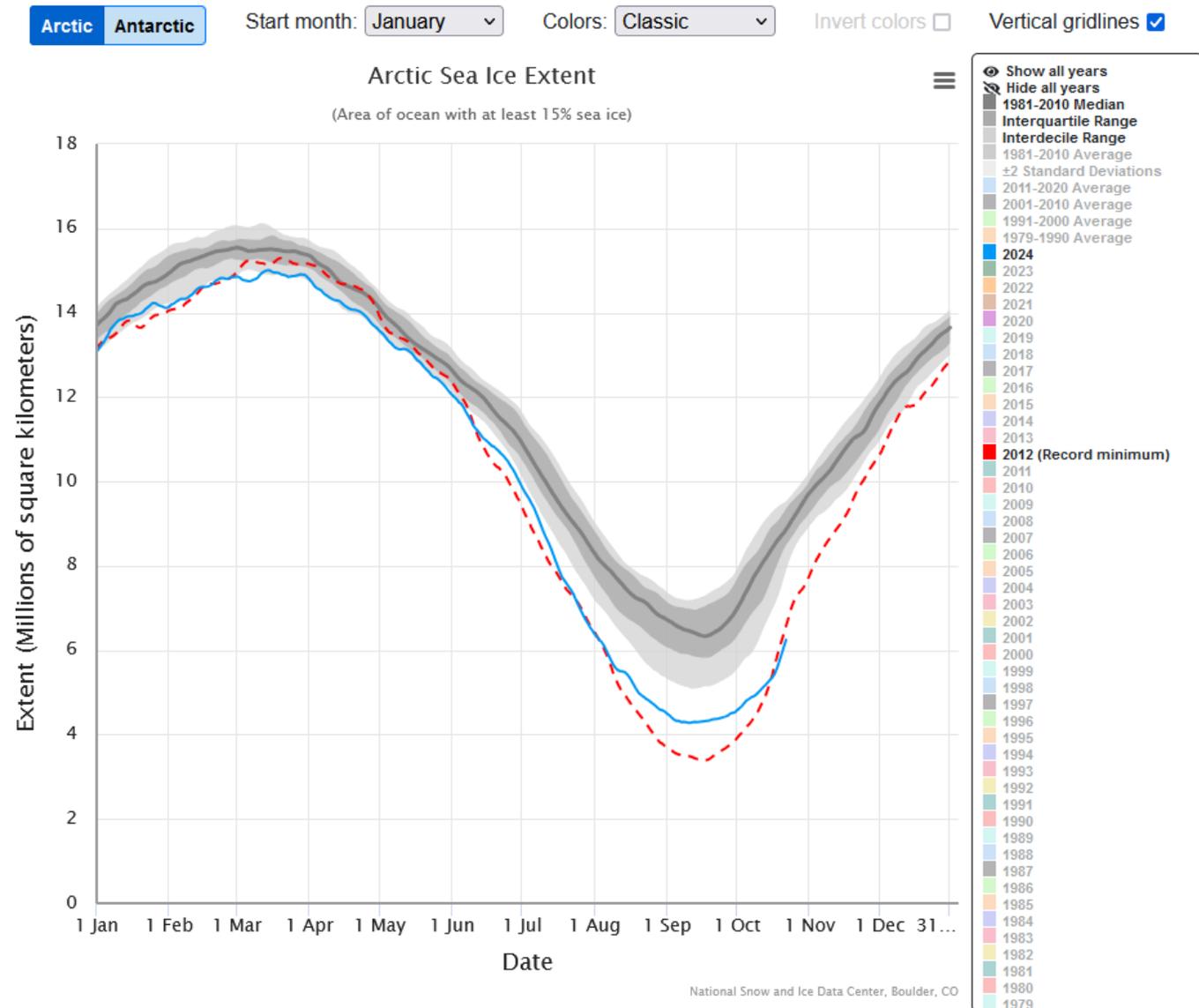


- Kippelemente sind Schwellenwerte im Klimasystem der Erde. Ihr Überschreiten führt zu abrupten und in der Regel irreversiblen Veränderungen in diesem System.
- Die Kippelemente lassen sich in drei Klassen einteilen:
 - Eiskörper,
 - sich verändernde Strömungs- bzw. Zirkulationssysteme der Ozeane und der Atmosphäre, und
 - bedrohte Ökosysteme von überregionaler Bedeutung.

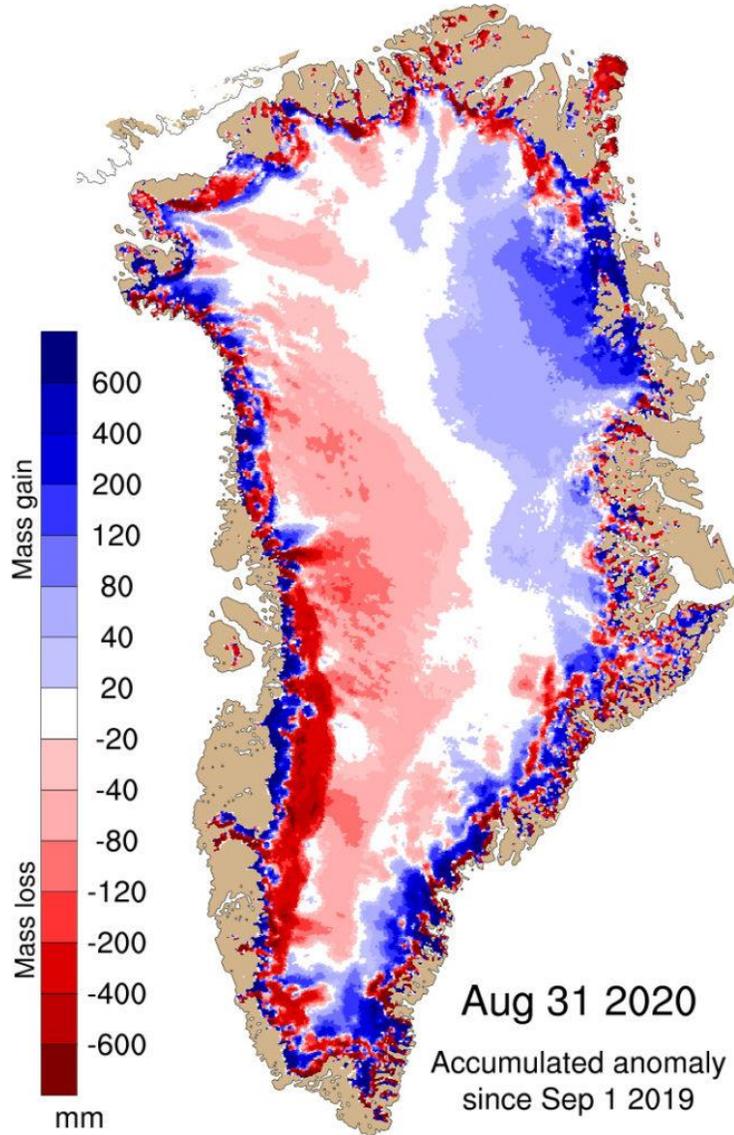
Räumliche Verteilung der globalen und regionalen Kippelemente. Die Farben bezeichnen den Temperaturbereich, in dem ein Kippen wahrscheinlich wird. Abbildung designed am PIK (unter CC-BY Lizenz), wissenschaftliche Grundlage ist Armstrong McKay et al., Science (2022). <https://www.pik-potsdam.de/de/produkte/infothek/kippelemente/kippelemente>

Kippelemente – Eiskörper Arktischer Eisschild

- Das Weiß des schneebedeckten Eises reflektiert bis zu 90 Prozent des Sonnenlichts. Die von oben betrachtet dunkle Wasseroberfläche hingegen nimmt mehr als 90 Prozent der Sonnenenergie auf und strahlt nur etwa sechs Prozent des Lichts zurück.
- Die steigenden Wassertemperaturen schmelzen das Eis „von unten“
- Die Reflektionswerte der Erdoberfläche verschlechtern sich damit langfristig.
- Somit wird durch die kleinere Eisfläche weniger Sonnenstrahlung reflektiert und die Erde heizt sich weiter auf



Kippelemente – Eiskörper Grönländischer Eisschild

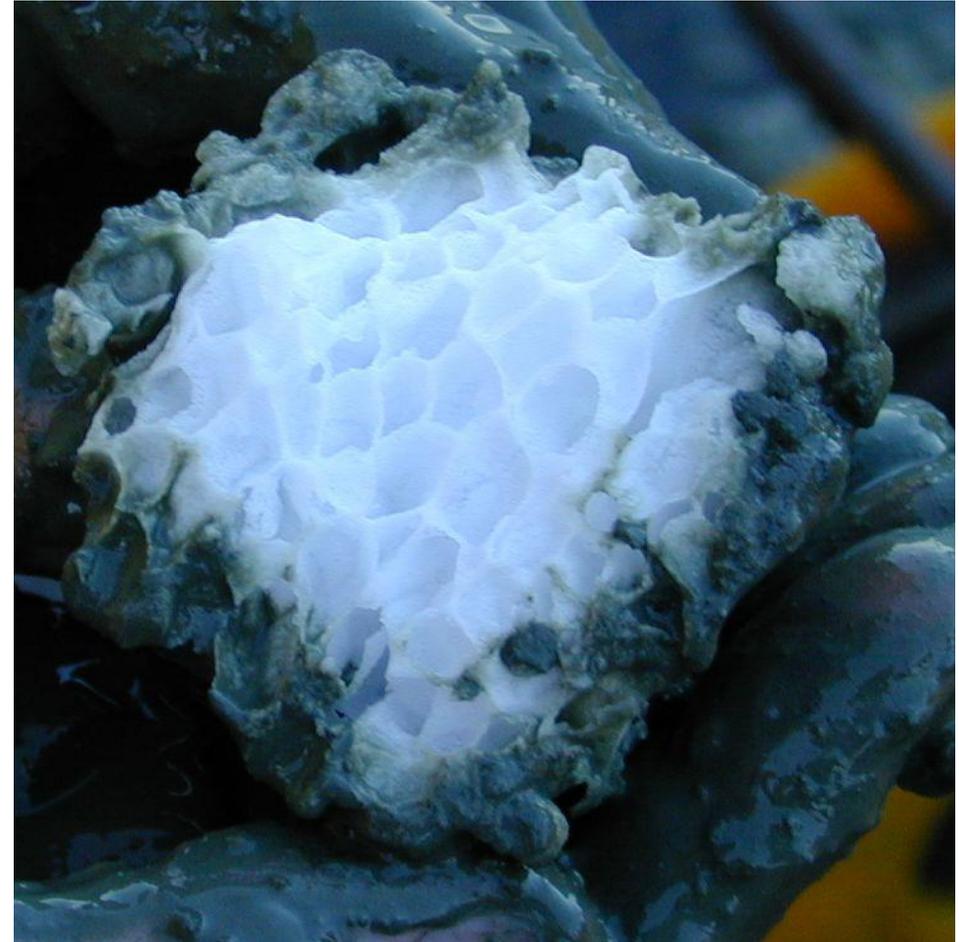


Quelle: Map shows the difference between the annual SMB in 2019-20 and the 1981-2010 period (in mm of ice melt). Blue shows more ice gain than average and red shows more ice loss than average. Credit: DMI Polar Portal.
<https://www.carbonbrief.org/quest-post-how-the-greenland-ice-sheet-fared-in-2020/>

- Eisvolumen 2.600.000 km³
- Höhenbereich 3230 m – 0 m
- Modelle deuten darauf hin, dass ein globaler Temperaturanstieg von etwa 1,5 bis 2 Grad Celsius über dem vorindustriellen Niveau ausreichen könnte, um das Kippen des Grönländischen Eisschildes auszulösen.
- U.a. dadurch, dass sich die Höhe des Eisschild reduziert, wird es dort wärmer.
- Das vollständige Abschmelzen des Eisschildes würde den globalen Meeresspiegel um etwa **7 Meter** ansteigen lassen, was katastrophale Folgen für Küstenregionen weltweit hätte.

Kippelemente – Eiskörper Methanhydrat in der Tiefsee

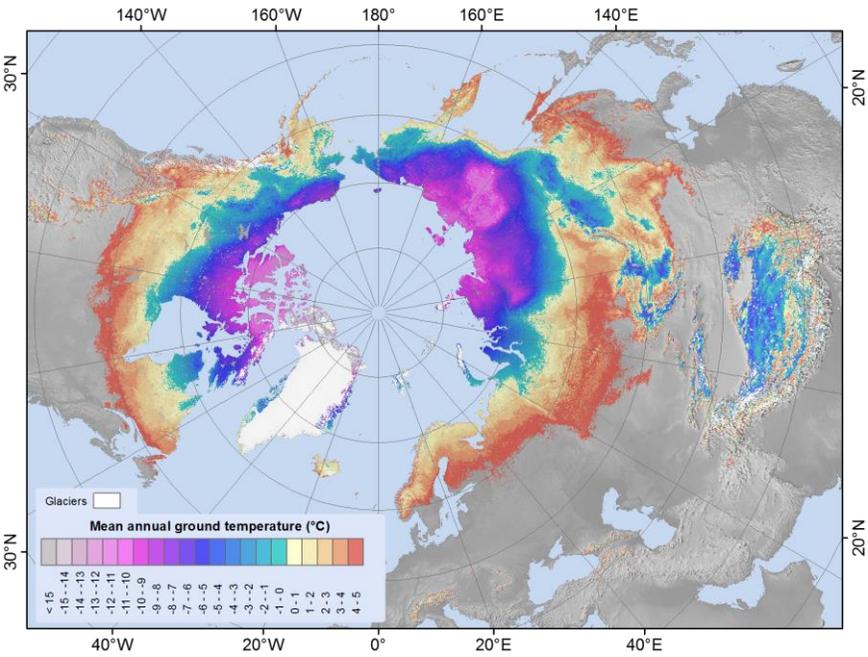
- In der Tiefsee lagern riesige Gasmengen in Form von Methanhydraten.
- Methanhydrat wird auch **Methaneis oder brennbares Eis** genannt. Es entsteht unter hohem Druck und bei niedrigen Temperaturen.
- **Klimawandel könnte Methanfreisetzung aus dem Meeresboden auslösen**, was die globale Erwärmung massiv verstärken würde.
- Perm-Trias-Ereignis



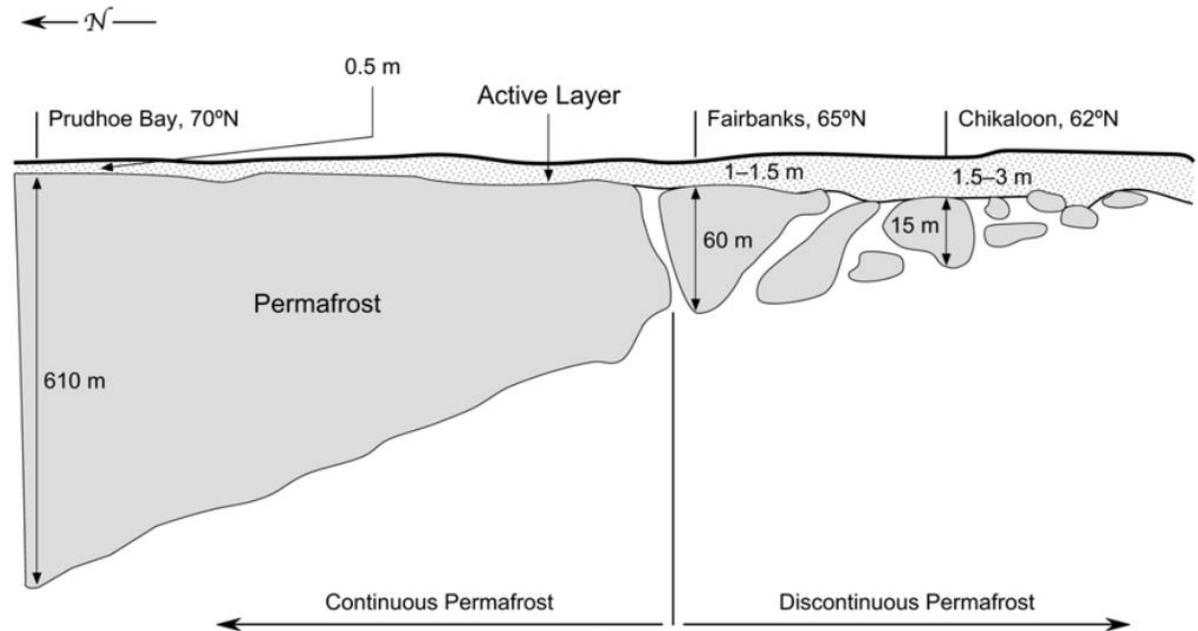
Gashydratblock mit wabenartiger Struktur vom „Hydrate Ridge“ vor Oregon, USA. Das Gashydrat wurde auf einer Forschungsreise mit dem deutschen Forschungsschiff FS SONNE aus etwa 1200 Metern Wassertiefe mit einem Schaufelgreifer aus dem obersten Meter des Sediments geborgen. Quelle: *Wusel007 2009*

Kippelemente – Eiskörper Permafrost

- Der Permafrost bedeckt etwa $\frac{1}{4}$ der Landfläche auf der Nordhalbkugel
- Teilweise schon seit hunderttausenden Jahren dauerhaft gefrorene Böden speichern Unmengen von organischem Kohlenstoff in Form von abgestorbenen Pflanzenresten und anderem nicht zersetzten Material
- Taut der Permafrost auf, beginnt der mikrobielle Abbau dieser Substanzen und die Treibhausgase CO_2 und CH_4 werden frei
- Bei einer globalen Erwärmung von rund fünf bis sechs Grad könnte auch dadurch der gesamte Dauerfrostboden auftauen. (Perm-Trias-Ereignis)



Obu et al. (2018): Ground Temperature Map, 2000-2016, Northern Hemisphere Permafrost [dataset]. Alfred Wegener Institute, Helmholtz Centre for Polar and Marine Research, Bremerhaven, PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.888600>



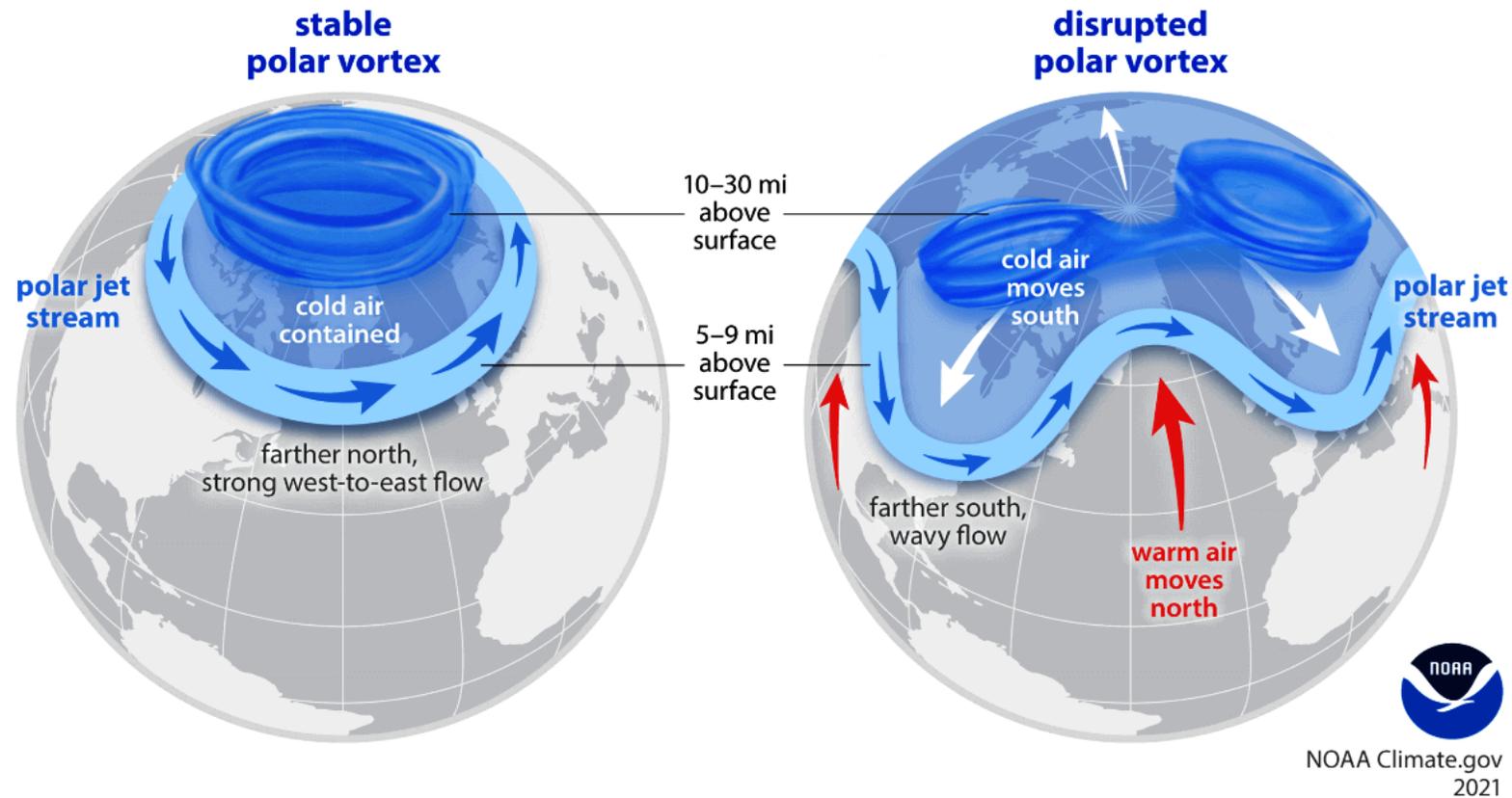
Kippelemente – Eiskörper Permafrost

- Farquharson et. al. 2019 Climate Change Drives Widespread and Rapid Thermokarst Development in Very Cold Permafrost in the Canadian High Arctic
<http://dx.doi.org/10.1029/2019GL082187>
- *“Die beobachteten maximalen Auftautiefen an unseren Beobachtungspunkten in Permafrostgebieten im nördlichen Kanada übertreffen bereits die für 2090 unter Annahme von RCP 4.5 vorhergesagten Daten Auftautiefen.”*
- *Bei der Klimakatastrophe an der Perm-Trias Grenze kam es durch Kippelemente im Polarbereich (Schmelzen der Polkappen, Permafrost, Gashydrate) zu massiver Methan-Rückkopplung und einer nichtlinearen Erwärmung um etwa 10°C*



Kippelemente – Strömungssysteme Jetstream

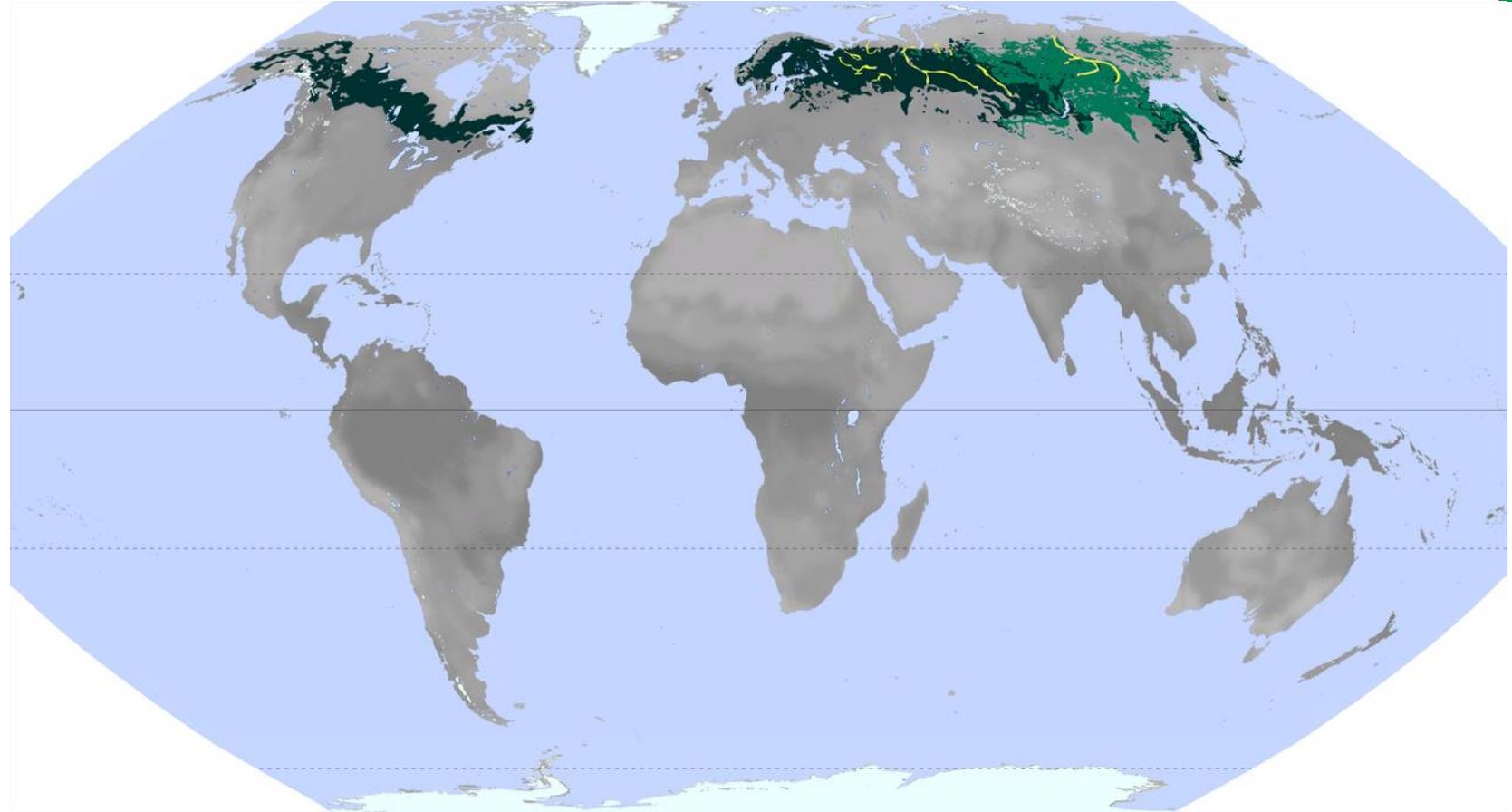
- Die Erwärmung der Arktis und der Rückgang des Meereises verstärken die Veränderungen im Jetstream. Dies führt zu einer stärkeren Wärmeübertragung vom Ozean in die Troposphäre und Stratosphäre, was den Polarwirbel stören und zu extremen Wetterlagen führen kann.
- Durch den fortschreitenden Klimawandel und den weiteren Rückgang des arktischen Eises werden Extremwetter-Ereignisse in den kommenden Jahren und Jahrzehnten häufiger und intensiver.



Quelle: Lindsey 2021 Understanding the Arctic polar vortex
<https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/understanding-arctic-polar-vortex>

Kippelemente – Ökosysteme Nordische/Boreale Nadelwälder

- Der Kippunkt der nordischen/borealen Nadelwälder bezieht sich auf die Schwelle, bei der durch erhöhte Waldbrände die Nadelwälder in diesen kalten Regionen unwiederbringlich zerstört werden könnten.



Karte der Nordischen/Borealen Nadelwälder
Quelle: geo.dianacht.de (Lizenz CC-BY)

Kippelemente – Ökosysteme Nordische/Boreale Nadelwälder

- Boreale Wälder speichern große Mengen CO₂ und haben sich aufgrund der höheren Temperaturen und CO₂-Konzentration stark ausgebreitet/verdichtet.
- Erwärmung und Trockenheit führen zum Absterben von Bäumen und verringern die Waldflächen. Wenn der Schnee nicht mehr über den Winter liegenbleibt, fehlt den Bäumen im Frühjahr Wasser. Und bei steigenden Temperaturen können sich auch die Schadinsekten schneller und besser entwickeln.
- Zunehmende Waldbrände setzen zusätzliches CO₂ frei und erschweren die Regeneration der Wälder.
- 13,4 Millionen Hektar Wald brannte laut Greenpeace im Sommer 2019 bei Waldbränden auf der Nordhalbkugel nieder



Bild vom Sentinel-3 der ESA, das am 28. Juli 2019 aus dem Weltraum aufgenommen wurde: Das Bild zeigt eine Reihe von Bränden und Rauchfahnen in der Republik Sacha. Die russische Großstadt Jakutsk, der Fluss Lena und die Mitteljakutische Niederung im Allgemeinen sowie – am unteren Bildrand – das Aldanhochland sind zu erkennen.

Quelle: ESA, [CC BY-SA IGO](#)

Zusammenfassung: Kippelemente als Selbstläufer

- Die globale Erwärmung mag in den nächsten Jahrzehnten moderat erscheinen.
- Aber die Trägheit des Klimasystems bedeutet, dass die langfristigen Auswirkungen sich zum Teil gegenseitig verstärken und eine weitere Erwärmung unabwendbar ist.
- Kippelemente könnten langfristige Klimaänderungen auslösen, die über Jahrhunderte oder Jahrtausende anhalten und schwerwiegende Folgen für zukünftige Generationen haben.
- Das überschreiten dieser Kippelemente ist unbedingt zu verhindern.
- **Das Ziel ist es die Erdmitteltemperatur zu stabilisieren**

PERSPECTIVE

Trajectories of the Earth System in the Anthropocene

Will Steffen^{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,79,80,81,82,83,84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97,98,99,100,101,102,103,104,105,106,107,108,109,110,111,112,113,114,115,116,117,118,119,120,121,122,123,124,125,126,127,128,129,130,131,132,133,134,135,136,137,138,139,140,141,142,143,144,145,146,147,148,149,150,151,152,153,154,155,156,157,158,159,160,161,162,163,164,165,166,167,168,169,170,171,172,173,174,175,176,177,178,179,180,181,182,183,184,185,186,187,188,189,190,191,192,193,194,195,196,197,198,199,200,201,202,203,204,205,206,207,208,209,210,211,212,213,214,215,216,217,218,219,220,221,222,223,224,225,226,227,228,229,230,231,232,233,234,235,236,237,238,239,240,241,242,243,244,245,246,247,248,249,250,251,252,253,254,255,256,257,258,259,260,261,262,263,264,265,266,267,268,269,270,271,272,273,274,275,276,277,278,279,280,281,282,283,284,285,286,287,288,289,290,291,292,293,294,295,296,297,298,299,300,301,302,303,304,305,306,307,308,309,310,311,312,313,314,315,316,317,318,319,320,321,322,323,324,325,326,327,328,329,330,331,332,333,334,335,336,337,338,339,340,341,342,343,344,345,346,347,348,349,350,351,352,353,354,355,356,357,358,359,360,361,362,363,364,365,366,367,368,369,370,371,372,373,374,375,376,377,378,379,380,381,382,383,384,385,386,387,388,389,390,391,392,393,394,395,396,397,398,399,400,401,402,403,404,405,406,407,408,409,410,411,412,413,414,415,416,417,418,419,420,421,422,423,424,425,426,427,428,429,430,431,432,433,434,435,436,437,438,439,440,441,442,443,444,445,446,447,448,449,450,451,452,453,454,455,456,457,458,459,460,461,462,463,464,465,466,467,468,469,470,471,472,473,474,475,476,477,478,479,480,481,482,483,484,485,486,487,488,489,490,491,492,493,494,495,496,497,498,499,500,501,502,503,504,505,506,507,508,509,510,511,512,513,514,515,516,517,518,519,520,521,522,523,524,525,526,527,528,529,530,531,532,533,534,535,536,537,538,539,540,541,542,543,544,545,546,547,548,549,550,551,552,553,554,555,556,557,558,559,560,561,562,563,564,565,566,567,568,569,570,571,572,573,574,575,576,577,578,579,580,581,582,583,584,585,586,587,588,589,590,591,592,593,594,595,596,597,598,599,600,601,602,603,604,605,606,607,608,609,610,611,612,613,614,615,616,617,618,619,620,621,622,623,624,625,626,627,628,629,630,631,632,633,634,635,636,637,638,639,640,641,642,643,644,645,646,647,648,649,650,651,652,653,654,655,656,657,658,659,660,661,662,663,664,665,666,667,668,669,670,671,672,673,674,675,676,677,678,679,680,681,682,683,684,685,686,687,688,689,690,691,692,693,694,695,696,697,698,699,700,701,702,703,704,705,706,707,708,709,710,711,712,713,714,715,716,717,718,719,720,721,722,723,724,725,726,727,728,729,730,731,732,733,734,735,736,737,738,739,740,741,742,743,744,745,746,747,748,749,750,751,752,753,754,755,756,757,758,759,760,761,762,763,764,765,766,767,768,769,770,771,772,773,774,775,776,777,778,779,780,781,782,783,784,785,786,787,788,789,790,791,792,793,794,795,796,797,798,799,800,801,802,803,804,805,806,807,808,809,810,811,812,813,814,815,816,817,818,819,820,821,822,823,824,825,826,827,828,829,830,831,832,833,834,835,836,837,838,839,840,841,842,843,844,845,846,847,848,849,850,851,852,853,854,855,856,857,858,859,860,861,862,863,864,865,866,867,868,869,870,871,872,873,874,875,876,877,878,879,880,881,882,883,884,885,886,887,888,889,890,891,892,893,894,895,896,897,898,899,900,901,902,903,904,905,906,907,908,909,910,911,912,913,914,915,916,917,918,919,920,921,922,923,924,925,926,927,928,929,930,931,932,933,934,935,936,937,938,939,940,941,942,943,944,945,946,947,948,949,950,951,952,953,954,955,956,957,958,959,960,961,962,963,964,965,966,967,968,969,970,971,972,973,974,975,976,977,978,979,980,981,982,983,984,985,986,987,988,989,990,991,992,993,994,995,996,997,998,999,1000}

Edited by William C. Clark, Harvard University, Cambridge, MA, and approved July 6, 2018 (received for review June 19, 2018)

We explore the risk that self-reinforcing feedbacks could push the Earth System toward a planetary threshold that, if crossed, could prevent stabilization of the climate at intermediate temperature rises and cause continued warming on a "Hothouse Earth" pathway even as human emissions are reduced. Crossing the threshold would lead to a much higher global average temperature than any interglacial in the past 1.2 million years and to sea levels significantly higher than at any time in the Holocene. We examine the evidence that such a threshold might exist and where it might be. If the threshold is crossed, the resulting trajectory would likely cause serious disruptions to ecosystems, society, and economies. Collective human action is required to steer the Earth System away from a potential threshold and stabilize it in a habitable interglacial-like state. Such action entails stewardship of the entire Earth System—biosphere, climate, and societies—and could include decarbonization of the global economy, enhancement of biosphere carbon sinks, behavioral changes, technological innovations, new governance arrangements, and transformed social values.

Earth System trajectories | climate change | Anthropocene | biosphere feedbacks | tipping elements

The Anthropocene is a proposed new geological epoch (1) based on the observation that human impacts on essential planetary processes have become so profound (2) that they have driven the Earth out of the Holocene epoch in which agriculture, sedentary communities, and eventually, socially and technologically complex human societies developed. The formalization of the Anthropocene as a new geological epoch is being considered by the stratigraphic community (3), but regardless of the outcome of that process, it is becoming apparent that Anthropocene conditions transgress Holocene conditions in several respects (2). The knowledge that human activity now rivals geological forces in influencing the trajectory of the Earth System has important implications for both Earth System science and societal decision making. While

recognizing that different societies around the world have contributed differently and unequally to pressures on the Earth System and will have varied capabilities to alter future trajectories (4), the sum total of human impacts on the system needs to be taken into account for analyzing future trajectories of the Earth System.

Here, we explore potential future trajectories of the Earth System by addressing the following questions.

Is there a planetary threshold in the trajectory of the Earth System that, if crossed, could prevent stabilization in a range of intermediate temperature rises?

Given our understanding of geophysical and biosphere feedbacks intrinsic to the Earth System, where might such a threshold be?

¹Stockholm Resilience Centre, Stockholm University, 10691 Stockholm, Sweden; ²Fenner School of Environment and Society, The Australian National University, Canberra, ACT 2601, Australia; ³Center for Macroecology, Evolution, and Climate, University of Copenhagen, Natural History Museum of Denmark, 2100 Copenhagen, Denmark; ⁴Earth System Science Group, College of Life and Environmental Sciences, University of Exeter, EX4 4QE Exeter, United Kingdom; ⁵The Beijer Institute of Ecological Economics, The Royal Swedish Academy of Science, SE-10405 Stockholm, Sweden; ⁶School of Geography and Development, The University of Arizona, Tucson, AZ 85721; ⁷Scott Polar Research Institute, Cambridge University, CB2 1ER Cambridge, United Kingdom; ⁸Jeppia Ridge Biological Preserve, Stanford University, Stanford, CA 94305; ⁹Earth and Life Institute, Université catholique de Louvain, 1348 Louvain-la-Neuve, Belgium; ¹⁰Belgian National Fund of Scientific Research, 1000 Brussels, Belgium; ¹¹Research Domain Earth System Analysis, Potsdam Institute for Climate Impact Research, 14473 Potsdam, Germany; ¹²Department of Environmental Sciences, Wageningen University & Research, 6700AA Wageningen, The Netherlands; and ¹³Department of Physics and Astronomy, University of Potsdam, 14469 Potsdam, Germany

Author contributions: W.S., J.R., K.R., T.M.L., C.F., D.L., C.P.S., A.D.B., S.E.C., M.C., J.F.D., I.F., S.J.L., M.S., R.W., and H.J.S. wrote the paper. The authors declare no conflict of interest. This article is a PNAS Direct Submission. This open access article is distributed under Creative Commons Attribution NonCommercial NoDerivatives License 4.0 (CC BY-NC-ND). ¹⁴To whom correspondence may be addressed. Email: will.steffen@anu.edu.au or john@pik-potsdam.de. This article contains supporting information online at www.pnas.org/lookup/suppl/doi:10.1073/pnas.1810141115/-DCSupplemental. Published online August 6, 2018.

Steffen, W., Rockström, J., Richardson, K., Lenton, T. M., Folke, C., Liverman, D., Summerhayes, C. P., Barnosky, A. D., Cornell, S. E., Crucifix, M., Donges, J. F., Fetzer, I., Lade, S. J., Scheffer, M., Winkelmann, R., & Schellnhuber, H. J. (2018). Trajectories of the Earth System in the Anthropocene. In Proceedings of the National Academy of Sciences (Vol. 115, Issue 33, pp. 8252–8259). Proceedings of the National Academy of Sciences. <https://doi.org/10.1073/pnas.1810141115>

Folgen des Klimawandels

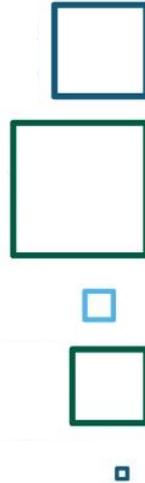
- Kippelemente im Klimasystem
 - **Maßnahmen zum Klimaschutz**
 - Die 4°C kältere Welt
-
- Die Folgen des Klimawandels
 - Klimaangst
 - Zusammenfassung und Diskussion

Maßnahmen zum Klimaschutz



Sparpotentiale von CO₂-Emissionen

Was tust du
für den
Klimaschutz?



Initiative
Psychologie im
Umweltschutz

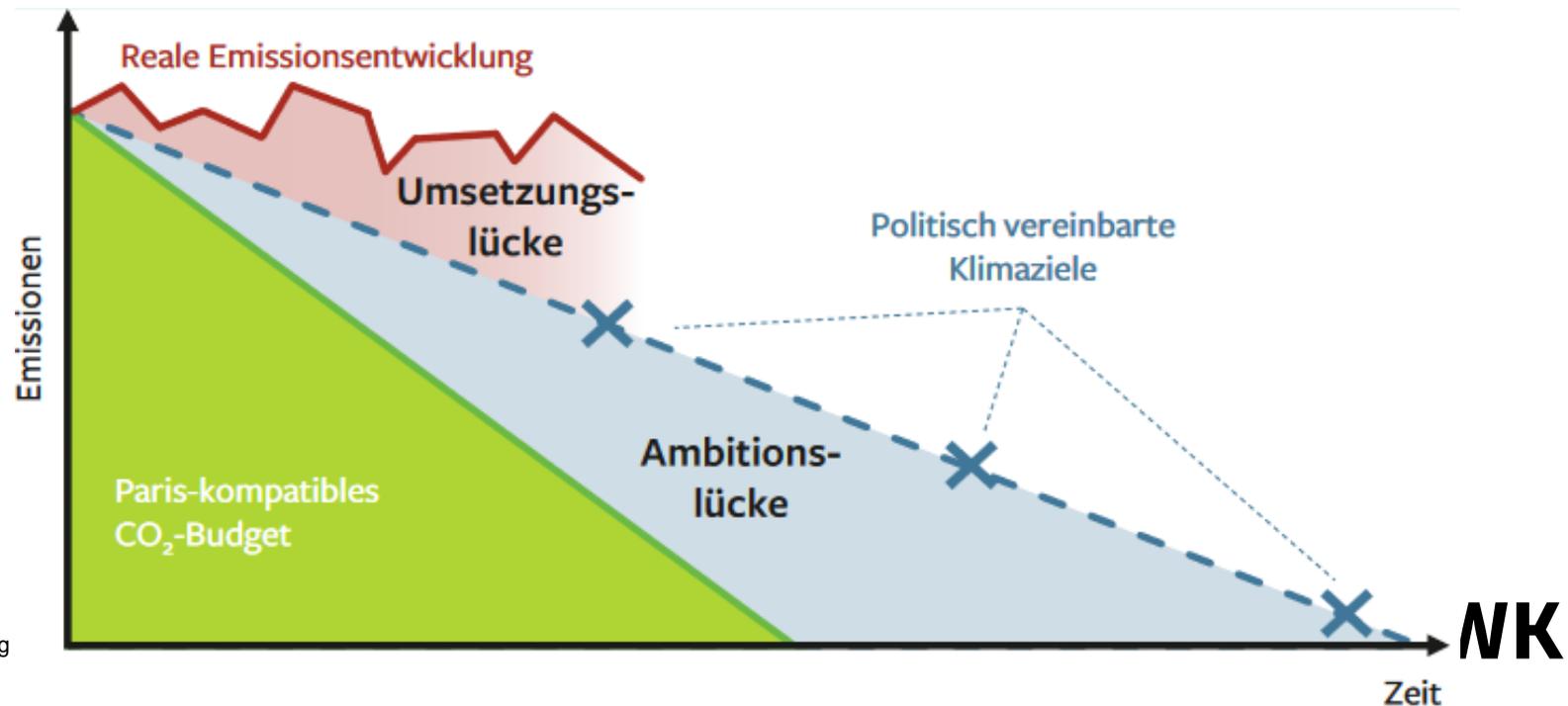
Bereiche:

1. Flugfrei leben
2. Leitungswasser statt Flaschenwasser kaufen
3. Auf Coffee-to-go-Becher verzichten
4. Vegan ernähren
5. Alle Glühbirnen durch LED ersetzen
6. Autofrei leben
7. Wohnen auf weniger als 20 m² pro Person
8. Auf Flugobst- und Gemüse verzichten
9. Plastikverpackungsfrei leben

Ambitions- und Umsetzungslücke

- In Deutschland, aber auch weltweit haben wir zu den Klimaschutzzielen eine Ambitions-lücke und eine Umsetzungslücke
- Ambitions-lücke: Die existierenden Klimaziele stellen keinen ausreichenden Beitrag zum Pariser Klimaabkommen dar.
- Umsetzungslücke: Die gesetzten Energie- und Klimaschutzziele wurden wiederholt verfehlt

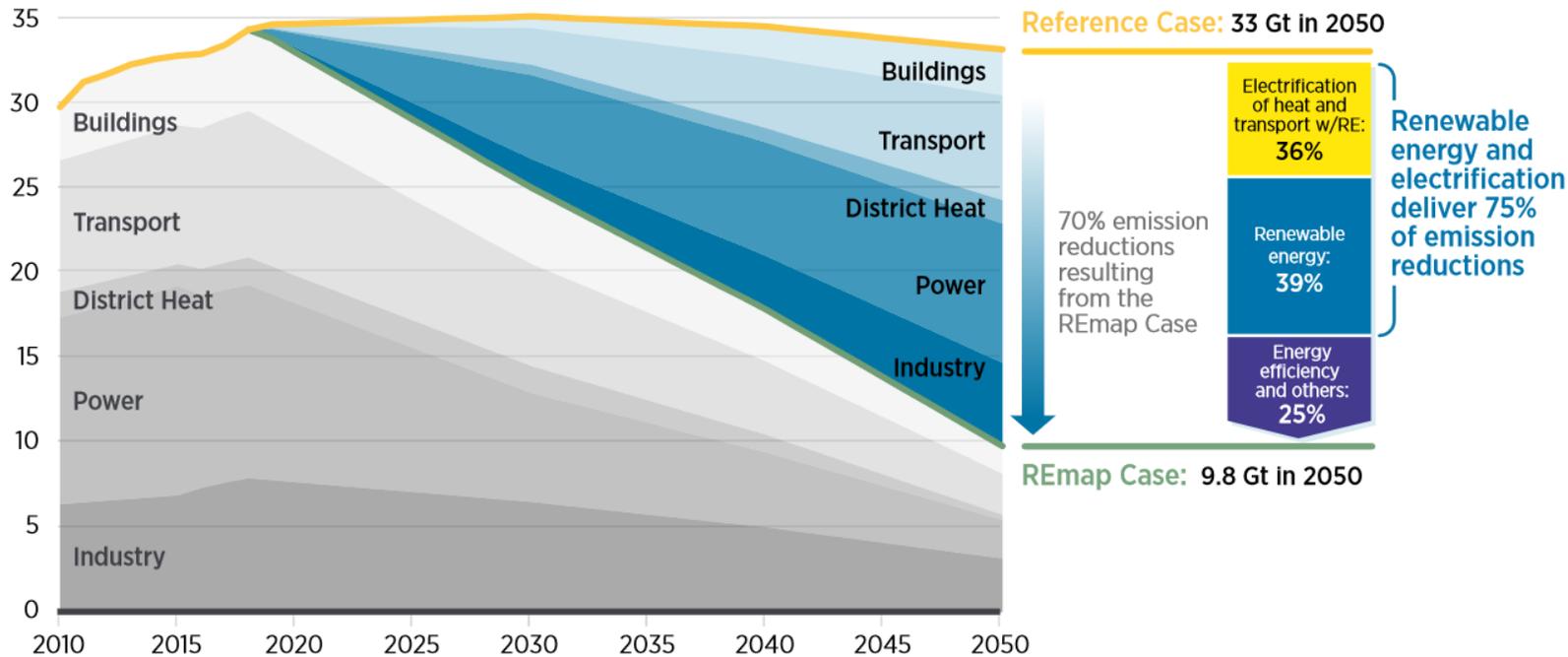
Grafik: Sachverständigenrat für
Umweltfragen (SRU) Umweltgutachten
2020: Für eine entschlossene
Umweltpolitik in Deutschland und Europa
S. 72 ISBN 978-3-947370-16-0



Ambitions- und Umsetzungslücke schließen

- 1. Effizienzsteigerungen und Einsparung
- 2. Ausbau der erneuerbaren Energien
- 3. Elektrifizierung von allem (Strom ist das neue Öl)

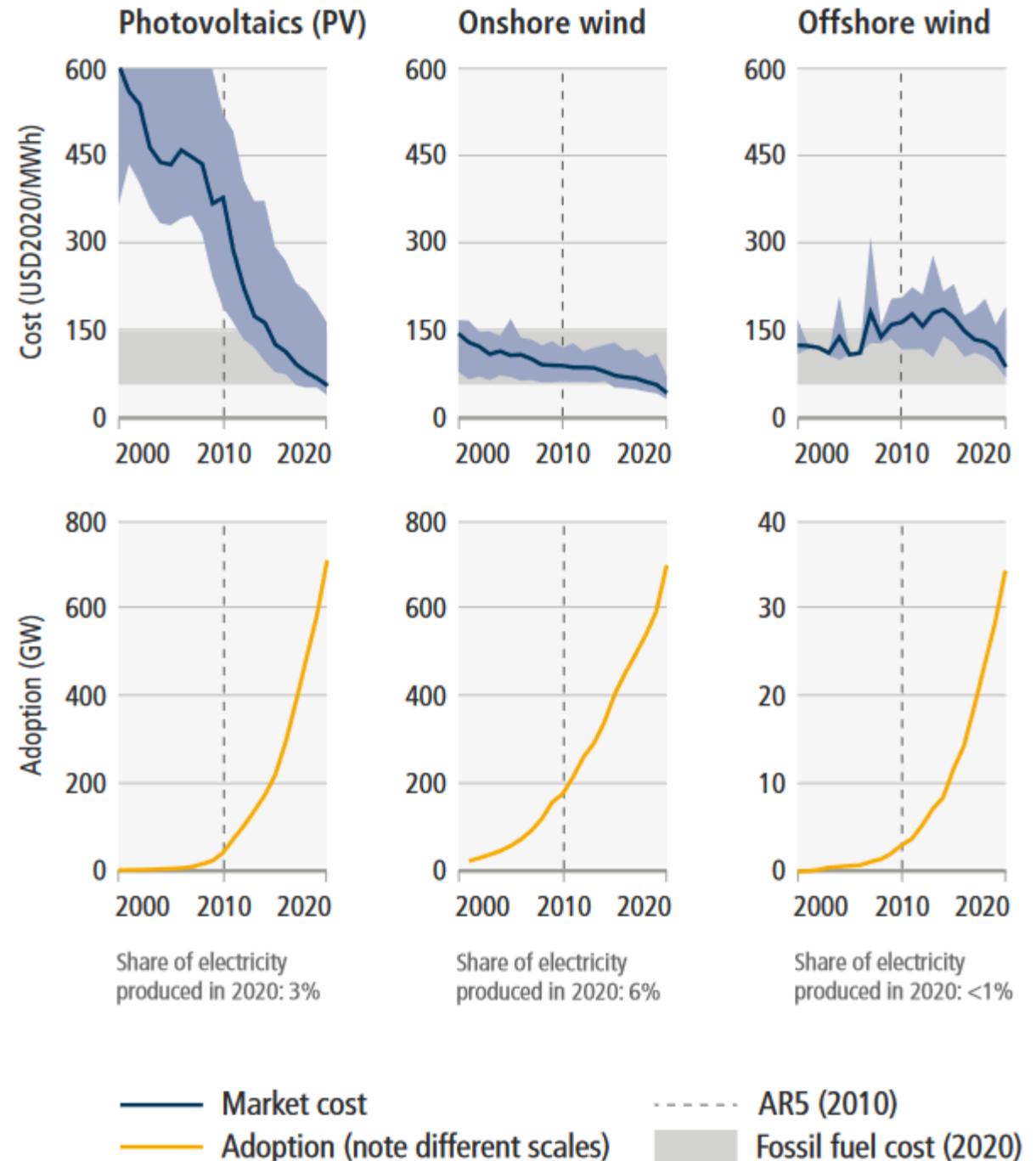
Annual energy-related CO₂ emissions, 2010-2050 (Gt/yr)



Grafik: IRENA (2019), Solutions to integrate high shares of variable renewable energy (Report to the G20 Energy Transitions Working Group (ETWG)), International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. ISBN: 978-92-9260-135-5

Kosten für erneuerbare Energien

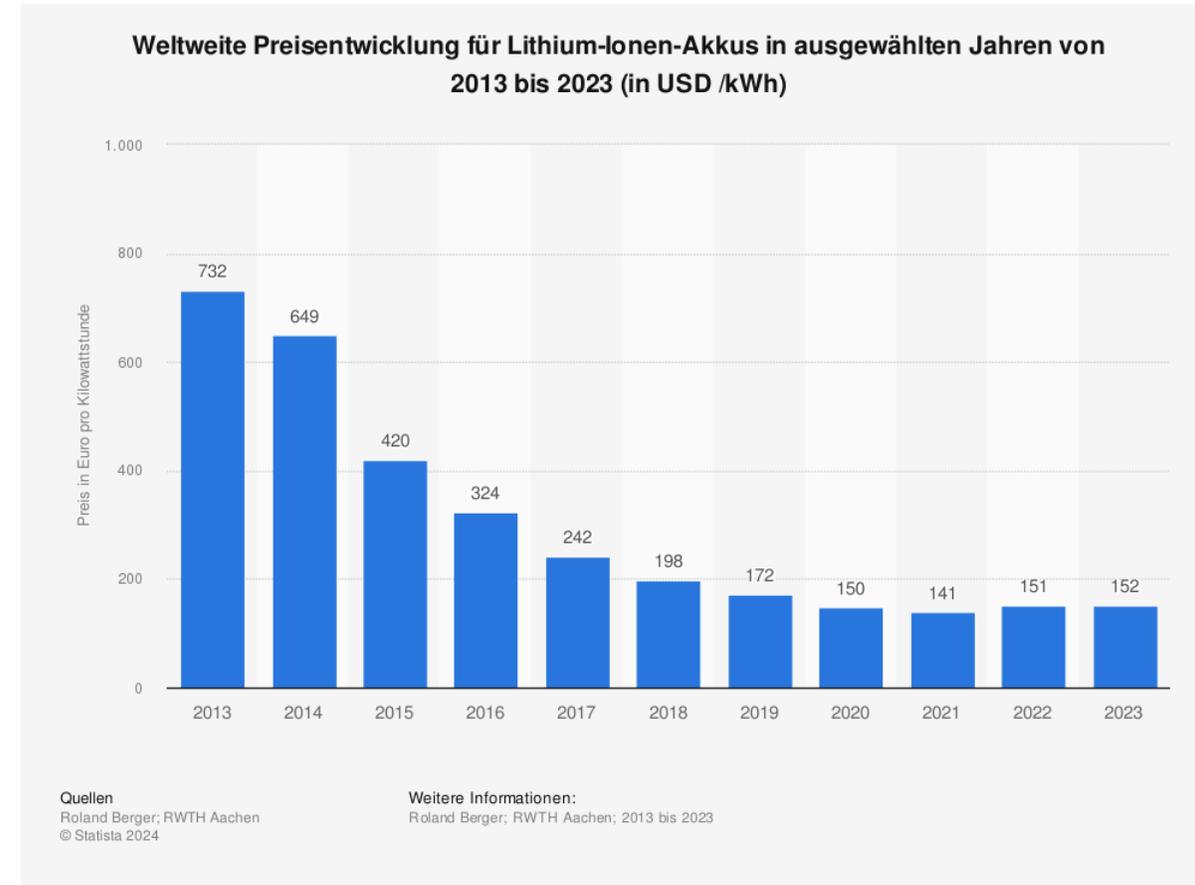
- Die Kosten für Wind- und Solarenergie sind in den letzten Jahren erheblich gesunken, was sie wettbewerbsfähig gegenüber traditionellen Energiequellen macht.
- Solar- und Windkraftanlagen ermöglichen eine dezentrale Energieerzeugung, was die Resilienz des Energienetzes erhöht und regionale Wertschöpfung fördert.



Kosten für Stromspeicher

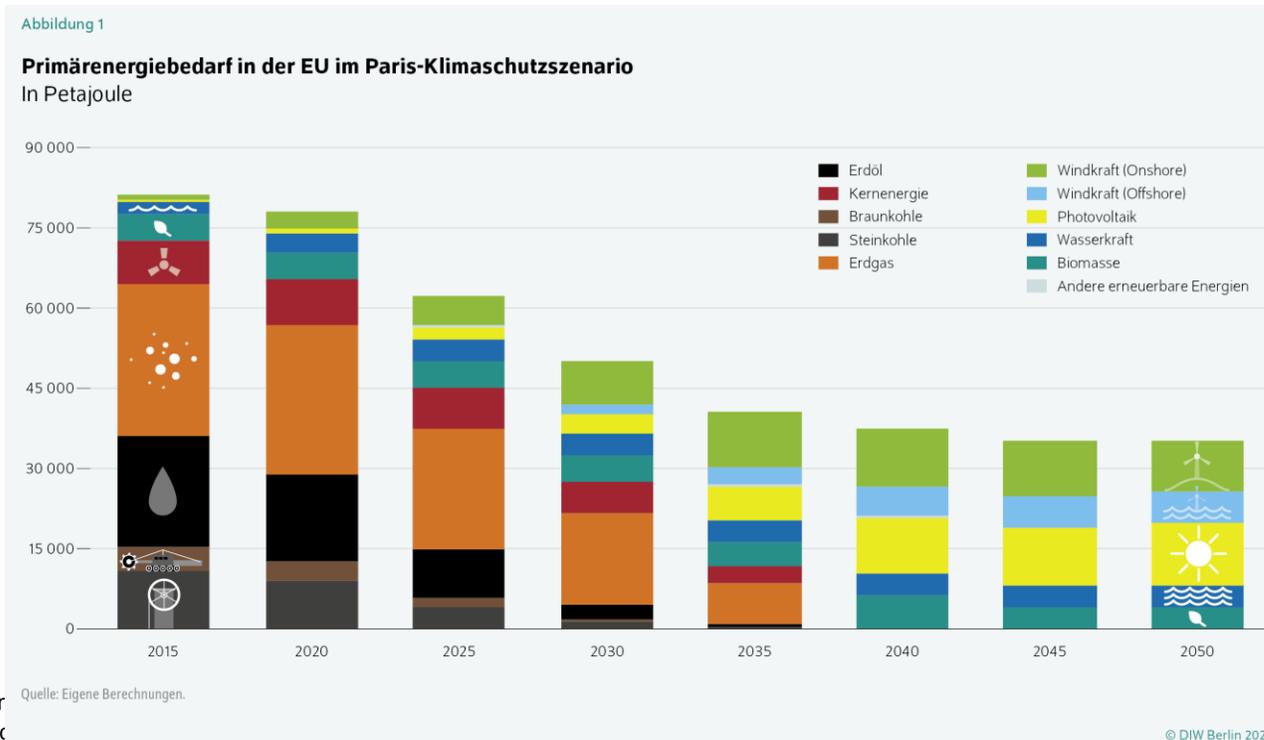
- Die Kosten für Stromspeicher sind in den letzten Jahren erheblich gesunken.
- Stromspeicher spielen eine entscheidende Rolle bei der Integration von erneuerbaren Energiequellen wie Solar- und Windkraft.
- Die Entwicklung hin zu dezentralen Energiesystemen wird durch Stromspeicher unterstützt
- Die zunehmende Verbreitung von Elektrofahrzeugen (EVs) erfordert leistungsfähige und wirtschaftliche Speicherlösungen.

Quelle: Roland Berger. (8. Dezember, 2023). Weltweite Preisentwicklung für Lithium-Ionen-Akkus in ausgewählten Jahren von 2013 bis 2023 (in USD /kWh) [Graph]. In Statista. Zugriff am 08. August 2024, von <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/534429/umfrage/weltweite-preise-fuer-lithium-ionen-akkus/>



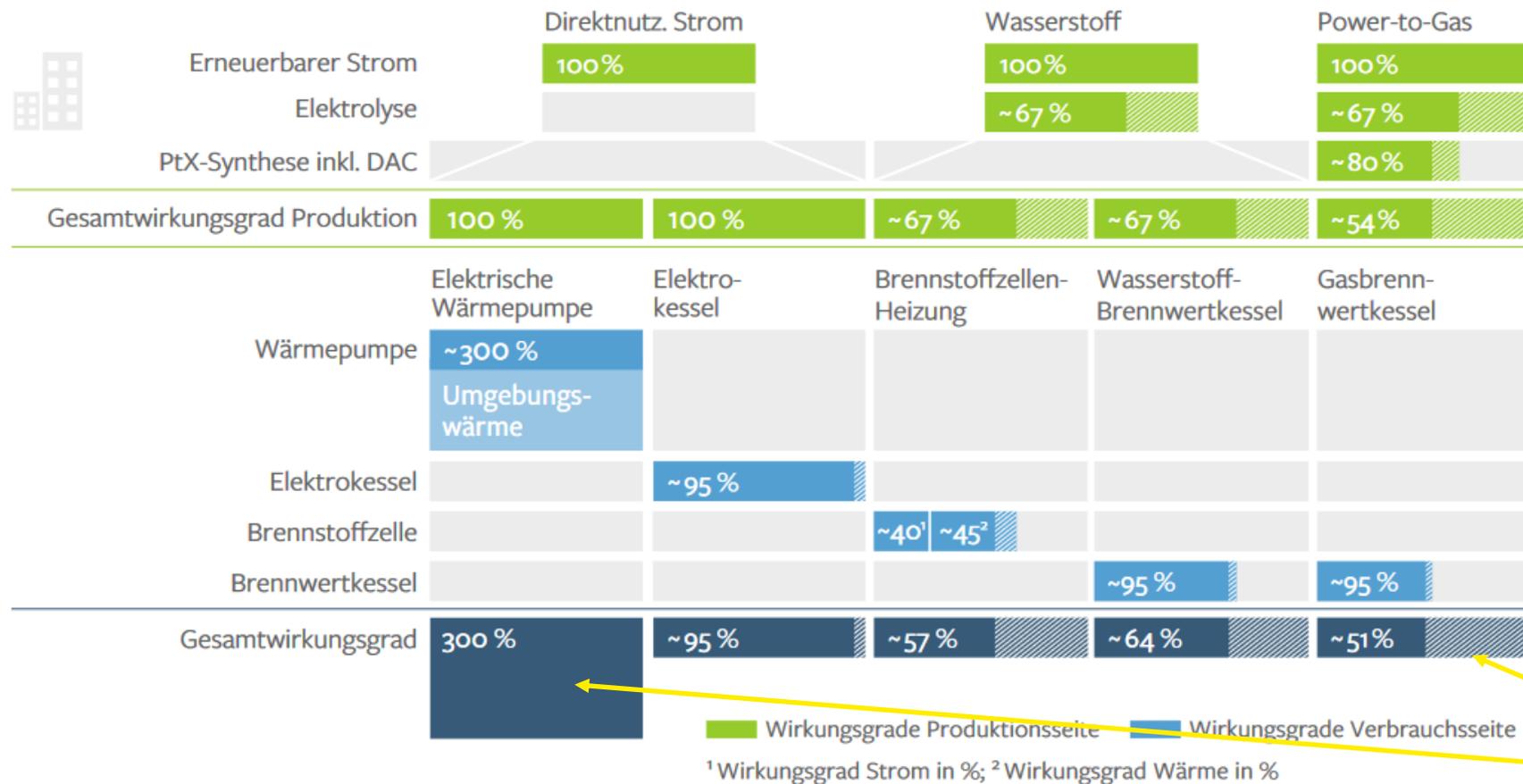
Fossile Energien reduzieren, erneuerbare ausbauen

- Der Primärenergiebedarf sinkt
- Der Wirkungsgrad von Kohlekraftwerken liegt üblicherweise im Bereich von 30 bis 40%, Zentrale Energieversorgung bedeutet auch hohe Leitungsverluste
- Systeme wie Wärmepumpen oder Elektrofahrzeuge sind deutlich effizienter
- Durch die Kopplung der effizienten Technologien mit den erneuerbaren halbiert sich der Primärenergiebedarf



Quelle: DIW Berlin, DIW Wochenbericht 28/2020, European Green Deal: Mit ambitionierten Klimaschutzzielen und erneuerbaren Energien aus der Wirtschaftskrise Von Karlo Hainsch, Leonard Göke, Claudia Kemfert, Pao-Yu Oei und Christian von Hirschhausen https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.793313.de/20-28-1.pdf

Energetischer Gesamtwirkungsgrad verschiedener Optionen zur Wärmeversorgung von Gebäuden

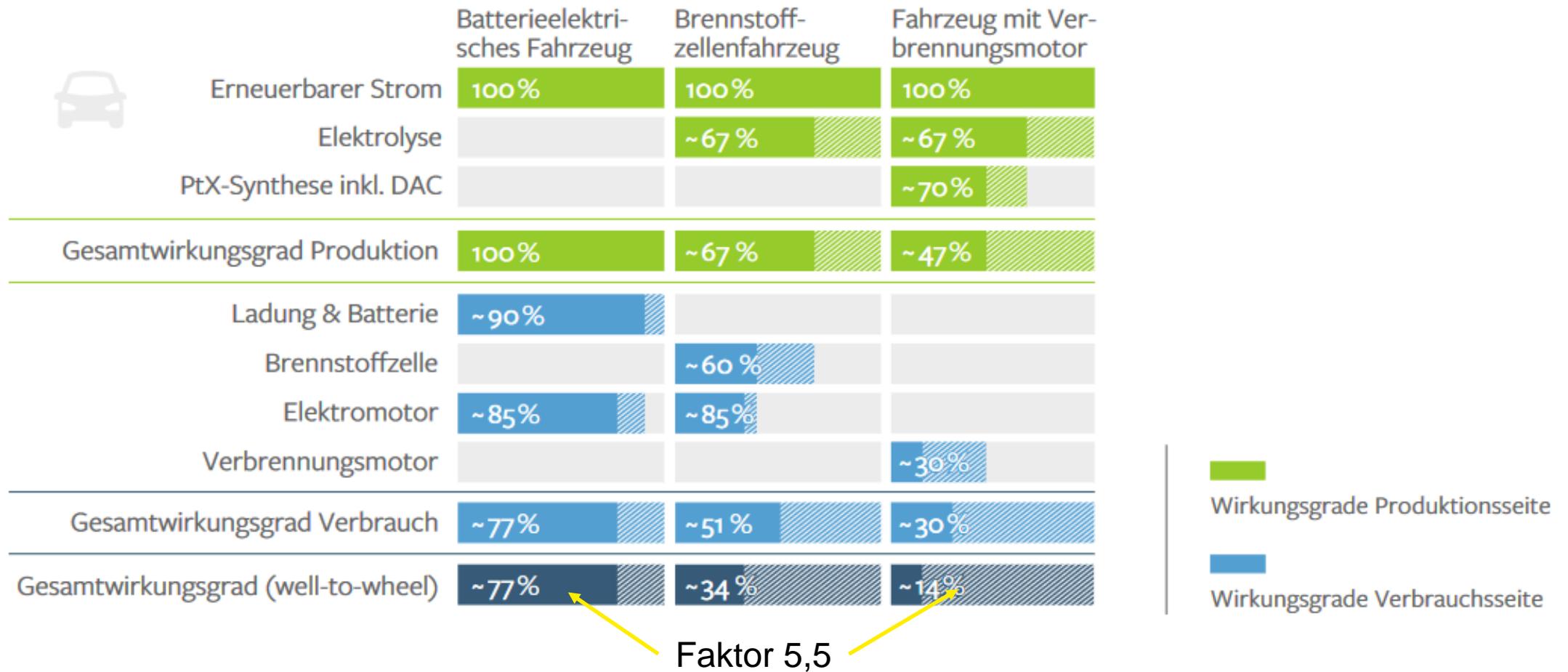


Faktor 6,0

Anmerkung: Der Begriff Wirkungsgrad ist im Fall der Wärmepumpe nicht korrekt, da Wirkungsgrade über 100 % nicht möglich sind. Gemeint ist hier die nutzbar gemachte Umweltwärme im Verhältnis zur eingesetzten Strommenge. Dabei wurde eine Jahresarbeitszahl von 3 angenommen. Je nach Wärmequelle, Heizungstemperatur und Gebäude kann dieser Wert aber auch deutlich abweichen. In BMWi (2021a) werden Jahresarbeitszahlen von 2,6 bis 4,6 angegeben, dementsprechend könnte die nutzbar gemachte Umweltwärme zwischen 260 und 460 % der eingesetzten Strommenge liegen. Quelle: SRU 2021, Wasserstoff im Klimaschutz: Klasse statt Masse, STELLUNGNAHME | Juni 2021 ISBN 978-3-947370-18-4; Datenquelle: für die Wirkungsgrade der Verbrauchsseite s. BMWi 2021a; Agora Verkehrswende et al. 2018; für Wirkungsgrade auf der Produktionsseite s. Abb. 6

https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/04_Stellungnahmen/2020_2024/2021_06_stellungnahme_wasserstoff_im_klimaschutz.html

Energetischer Gesamtwirkungsgrad verschiedener Antriebsoptionen für PKW



Quelle: SRU 2021, Wasserstoff im Klimaschutz: Klasse statt Masse, STELLUNGNAHME | Juni 2021 ISBN 978-3-947370-18-4; Datenquelle: für die Wirkungsgrade der Verbrauchsseite s. BMWi 2021a; Agora Verkehrswende et al. 2018; für Wirkungsgrade auf der Produktionsseite s. Abb. 6 https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/04_Stellungnahmen/2020_2024/2021_06_stellungnahme_wasserstoff_im_klimaschutz.html

Was ist mit Atomenergie?

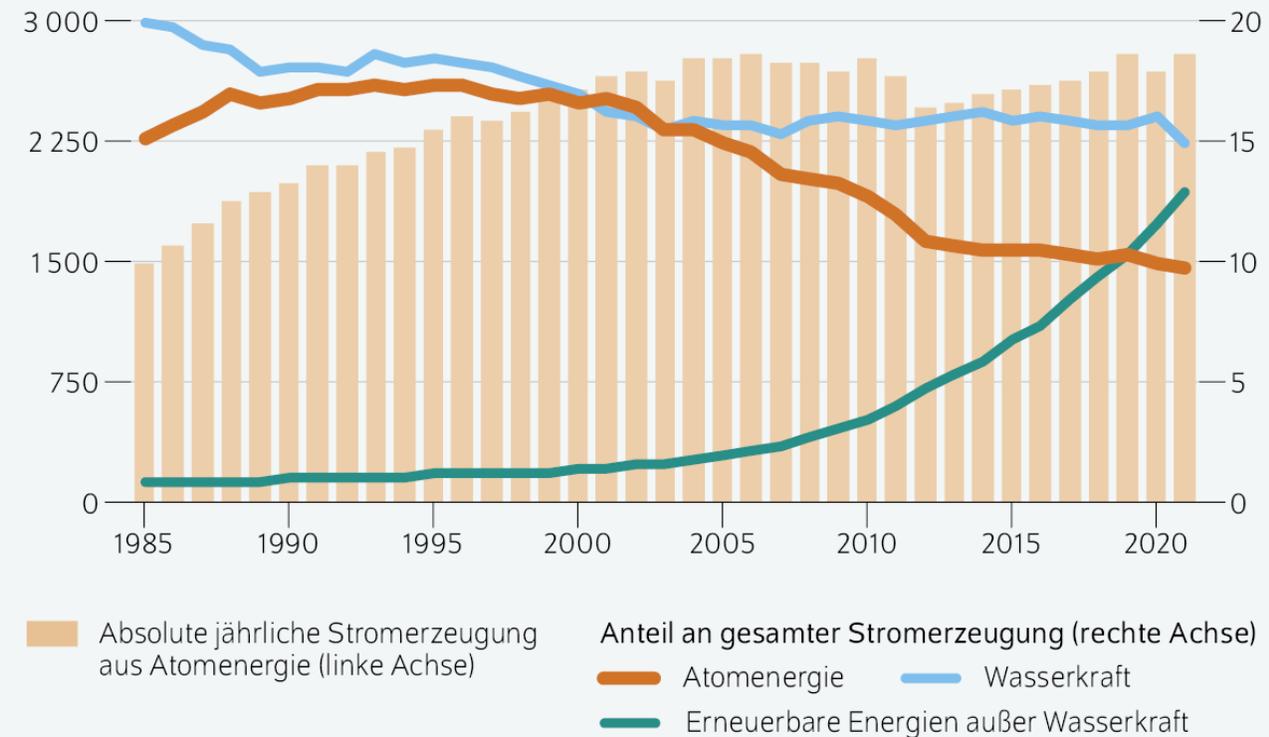
- Der Bau, die Instandhaltung und der Rückbau von Kernkraftwerken ist extrem kostspielig und zeitaufwendig.
- Im Vergleich zur Atomkraft sind erneuerbare Energien wie Solar- und Windkraft mittlerweile günstiger und schneller zu installieren, was Investitionen in die Kernenergie weniger attraktiv macht.
- Die langfristige Lagerung und Entsorgung von radioaktivem Abfall bleibt ungelöst und stellt ein großes Umwelt- und Sicherheitsproblem dar.

Quelle: DIW Berlin, DIW Wochenbericht 10/2023, Ausbau von Kernkraftwerken entbehrt technischer und ökonomischer Grundlagen Von Alexander Wimmers, Fanny Böse, Claudia Kemfert, Björn Steigerwald, Christian von Hirschhausen und Jens Weibezahn https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.867893.de/23-10-1.pdf

Abbildung 1

Weltweite Entwicklung der Stromerzeugung aus Atomenergie, Wasserkraft und anderen erneuerbaren Energien

Jährliche Erzeugung in Terawattstunden (linke Achse); Anteile in Prozent (rechte Achse)



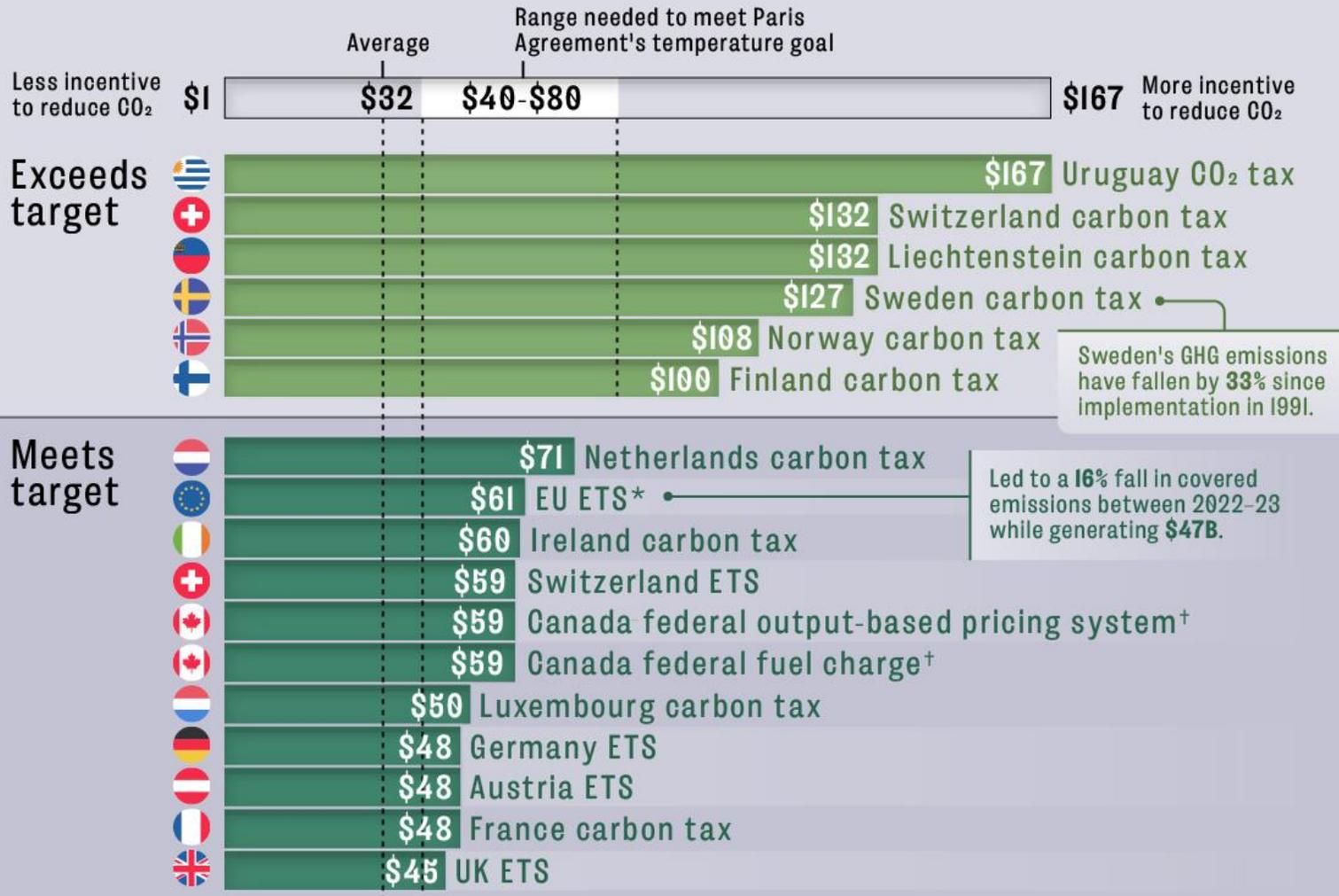
Quelle: BP Statistical Review; eigene Berechnungen.

© DIW Berlin 2023

Der Anteil an der weltweiten Stromerzeugung aus Atomenergie liegt erstmals unter zehn Prozent, erneuerbare Energien werden hingegen immer wichtiger.

CO₂-Preis

2024 PRICE PER METRIC TON OF CO₂ EQUIVALENT

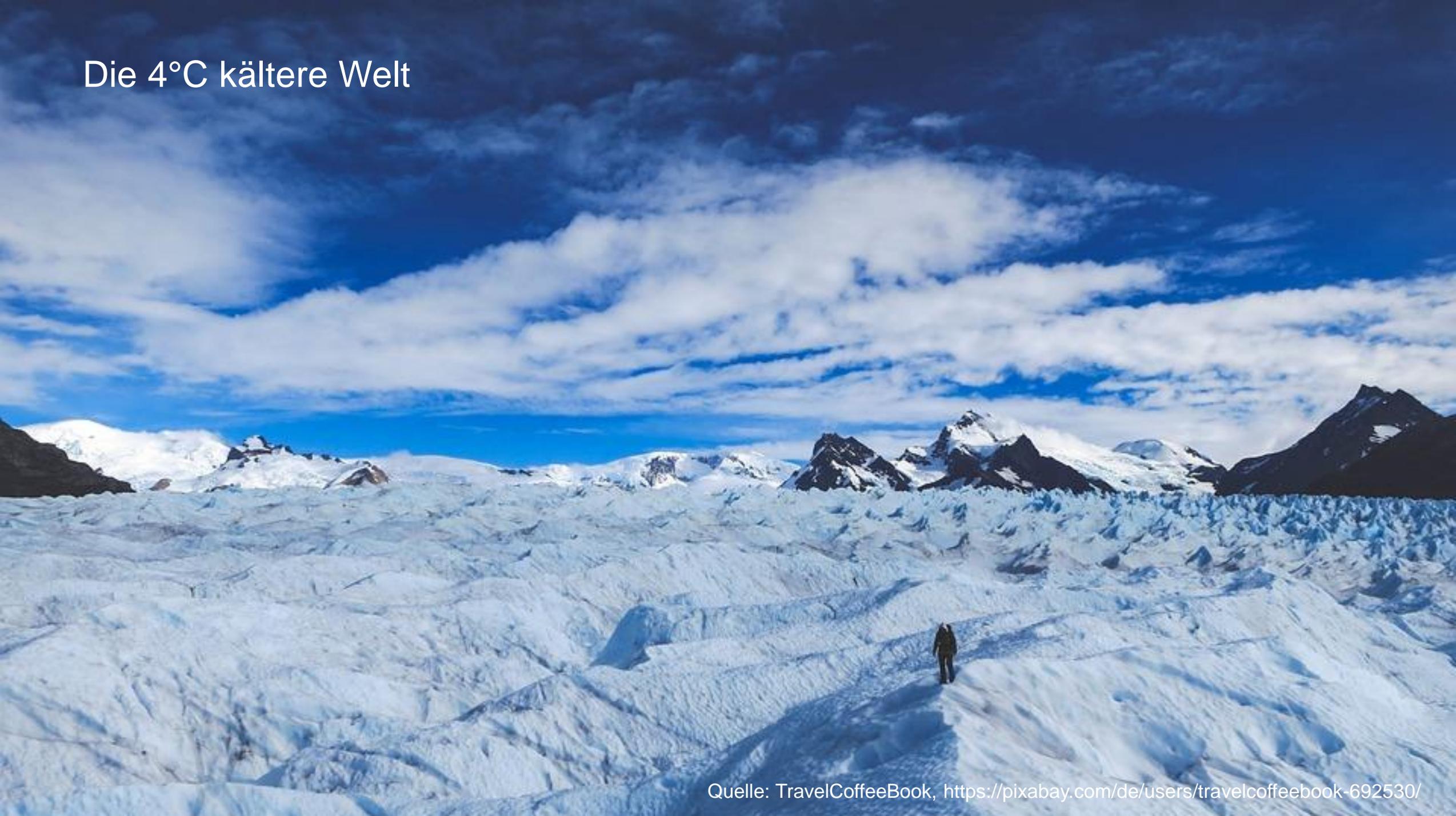


- Im Jahr 2024 sind nur für 1 % der weltweiten Emissionen ist der Preis hoch genug, um das 1,5°C-Ziel des Pariser Abkommens zu erreichen.
- Die Bepreisung von CO₂ ist eine Umweltstrategie, die darauf abzielt, die Treibhausgasemissionen zu reduzieren, indem Kohlenstoffemissionen mit einem Geldpreis belegt werden.
- Die gängigsten Arten der Kohlenstoffbepreisung sind **Emissionshandelssysteme (ETS)** und **CO₂-Steuern**.
 - Bei ersteren wird eine Gesamtemissionsgrenze festgelegt und es werden Genehmigungen für den Handel zugeteilt,
 - während bei letzteren eine Gebühr auf die Emissionen erhoben wird, um deren Kosten zu erhöhen und Anreize zur Reduzierung zu schaffen.

Folgen des Klimawandels

- Kippelemente im Klimasystem
 - Maßnahmen zum Klimaschutz
 - **Die 4°C kältere Welt**
-
- Die Folgen des Klimawandels
 - Klimaangst
 - Zusammenfassung und Diskussion

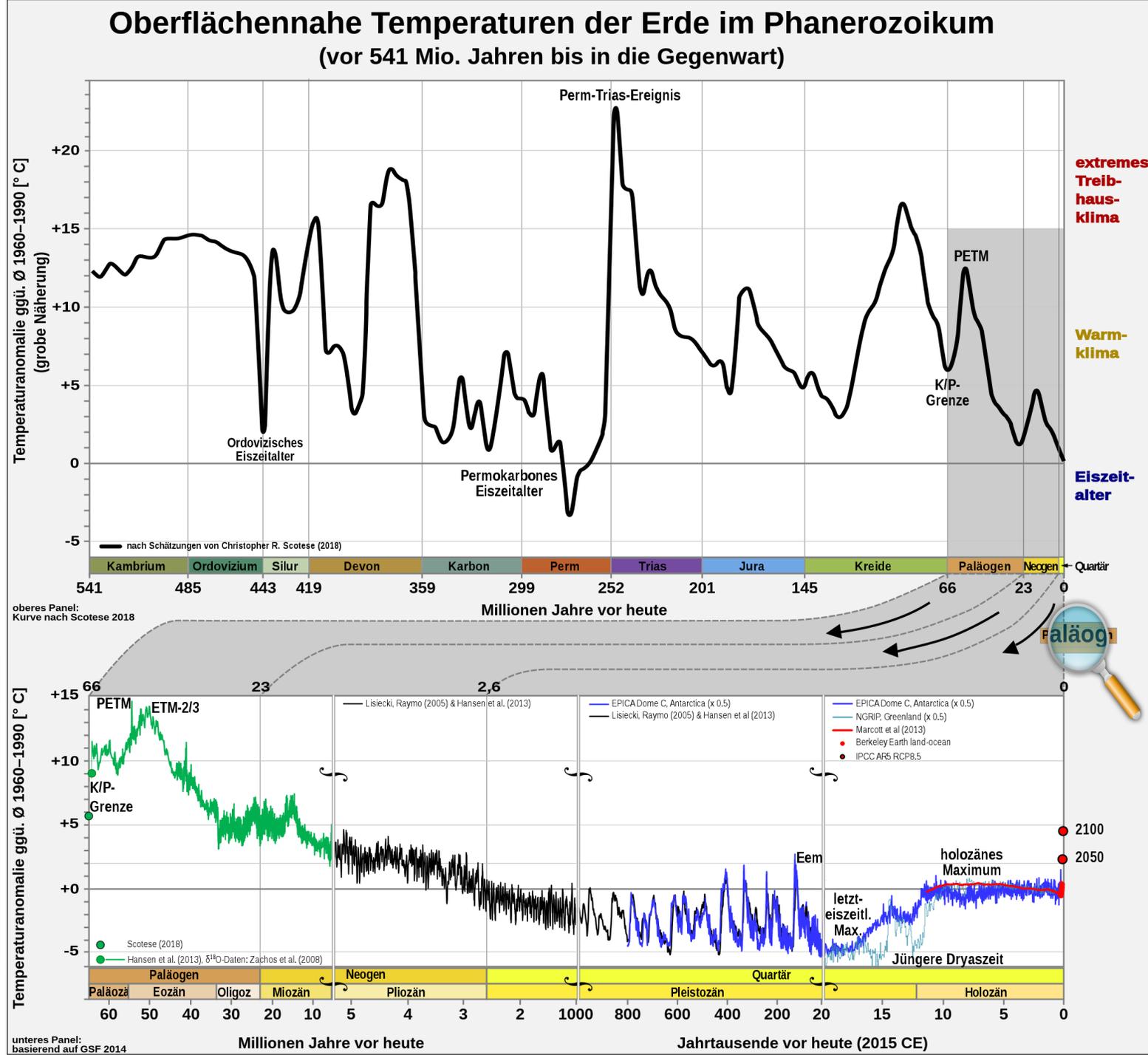
Die 4°C kältere Welt



Die 4°C kältere Welt

- Das Phanerozoikum war durch mehrere große Klimawechsel geprägt, einschließlich bedeutender Eiszeiten und Warmzeiten
- In dieser jüngeren Erdgeschichte gab es eine enge Verbindung zwischen atmosphärischem (CO₂) und den Temperaturen.

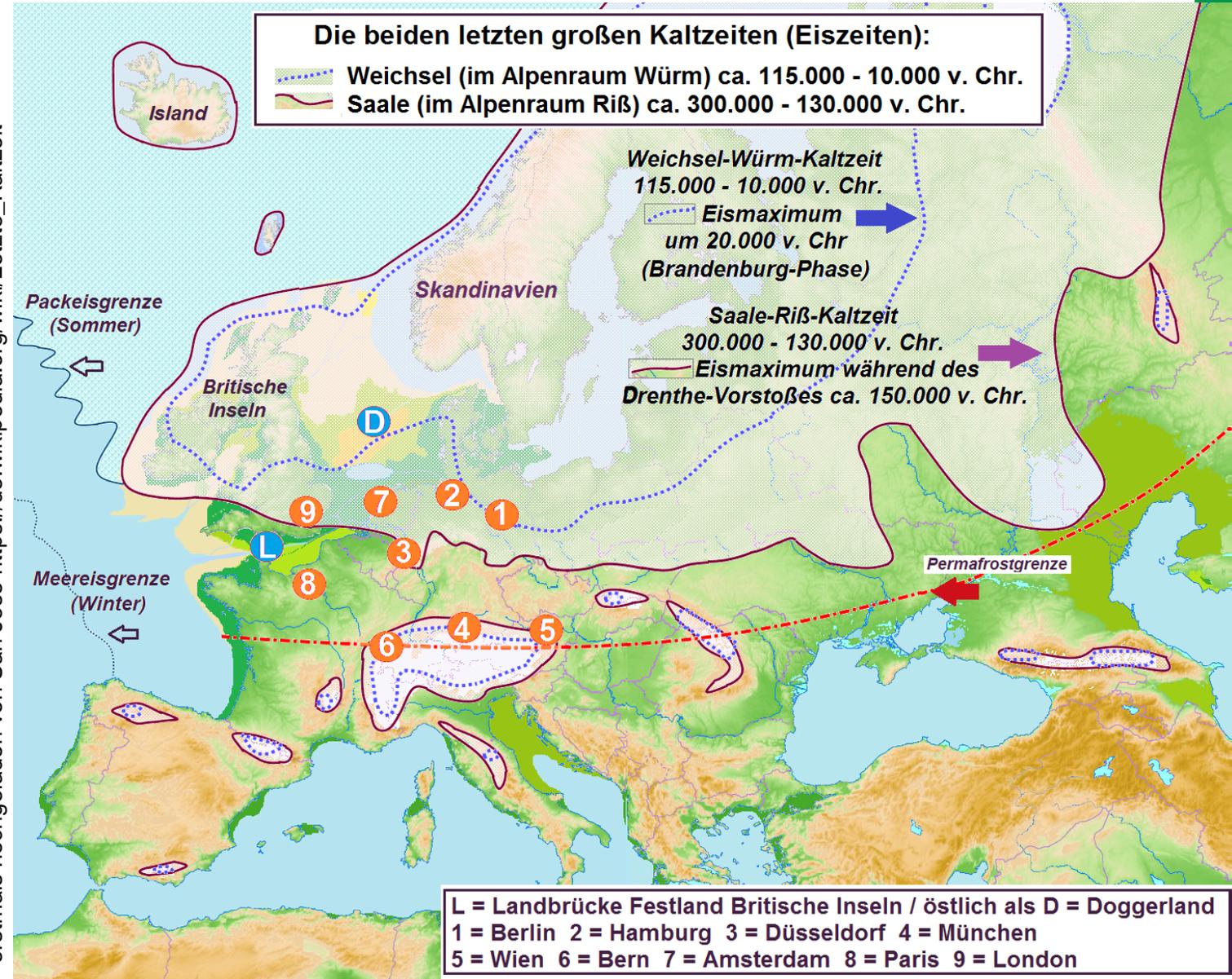
Quelle: CC BY 4.0: of combined chart DeWikiMan, graph in lower panel and description below based on work by User:Glen Fergus, User:hg6996, curve in upper panel based on work by Christopher R. Scotese



Die 4°C kältere Welt

- Vor 20.000 Jahren war die letzte große Eiszeit
- Große Teile Nordeuropas, einschließlich Skandinavien, der Britischen Inseln und des nördlichen Teils von Deutschland, waren von dicken Eisschilden bedeckt.
- Europa erlebte kältere und trockenere Klimabedingungen, was zu tundraähnlichen Landschaften in vielen Teilen des Kontinents führte.

Quelle: CC BY 4.0: Own work This file was derived from: [Europe topography map.png](https://de.wikipedia.org/wiki/Letzte_Eiszeit) erstmals hochgeladen von San Jose https://de.wikipedia.org/wiki/Letzte_Eiszeit



Die 4°C kältere Welt

- Berlin lag unter einem 200m dicken Eisschild
- Die Packeisgrenze der Arktis reichte in ihrer jährlichen maximalen Ausdehnung bis nach Nordspanien
- Meeresspiegel lag ca. 130m tiefer
- Damals gab es Eisschilde, die bis zu drei Kilometer dick waren

Quelle: <https://www.bz-berlin.de/archiv-artikel/wie-es-war-als-die-eiszeit-ueber-berlin-herrschte>

07.11.2016, 22:10 Uhr

Fernsehturm unter Eis-Massen

Wie es war, als die Eiszeit über Berlin herrschte



Zur Eiszeit war der Berliner Raum bis zu 200 Meter hoch mit Eis bedeckt. Nur Kugel und Spitze des Fernsehturms hätten aus der Eismasse herausgeragt Foto: picture alliance / B.Z.-Montage

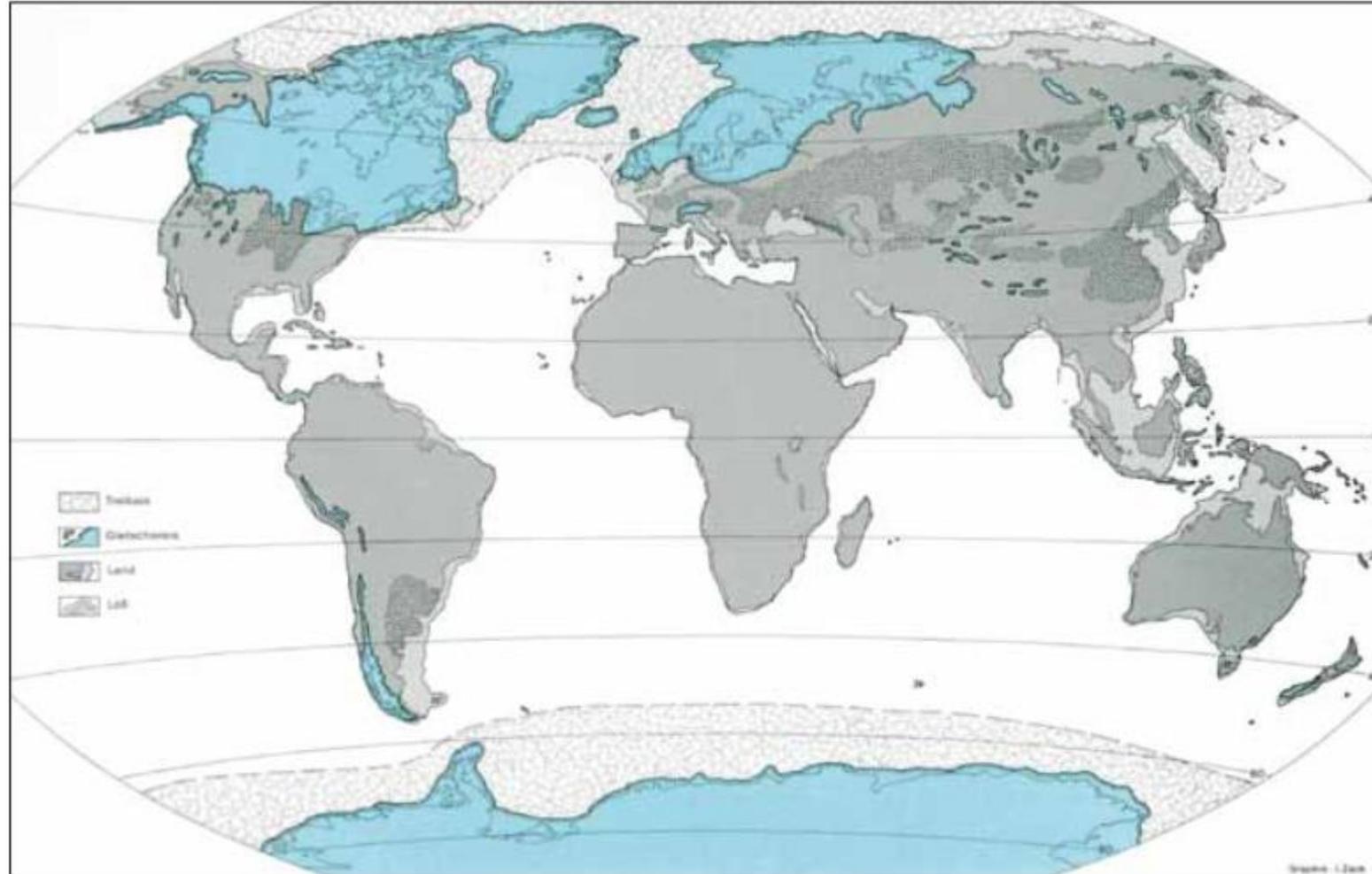
Die 4°C kältere Welt

- Landeisflächen erstreckten sich weit über die heutigen Polargebiete hinaus und bedeckten große Flächen.
- Meereisflächen erstreckten sich während der Wintermonate deutlich weiter nach Süden als heute, und in den Polarregionen war das Meereis ganzjährig vorhanden.
- Die Ausdehnung von Landeis und Meereis während der Eiszeit führte zu einem kühleren globalen Klima, da das Eis große Mengen Sonnenlicht reflektierte (hohe Albedo) und so die Erderwärmung hemmte.

Quelle: Dirk van Husen: Eiszeiten: Ursachen, Verlauf, Auswirkungen

https://www.bibliothekderprovinz.at/media/leseprobe/steiner_einwoegerer_mammut_mensch_co_lp.pdf

Grafik: D. van Husen 1987



Die 4°C kältere Welt

- Die Fauna Nordspaniens während der letzten Kaltzeit: Pferde, Wollhaarmammuts, ein Wollnashorn und Höhlenlöwen am Kadaver eines Rens.



Quelle: Mauricio Antón: Die Fauna Nordspaniens während der letzten Kaltzeit: Pferde, Wollhaarmammuts, ein Wollnashorn und Höhlenlöwen am Kadaver eines Rens. Caitlin Sedwick (1 April 2008). "What Killed the Woolly Mammoth?". *PLoS Biology* 6 (4): e99. DOI:10.1371/journal.pbio.0060099.

15 Minuten Pause

Folgen des Klimawandels

- Kippelemente im Klimasystem
- Maßnahmen zum Klimaschutz
- Die 4°C kältere Welt

- **Die Folgen des Klimawandels**
- Klimaangst
- Zusammenfassung und Diskussion

Die Folgen des Klimawandels



Hitze

Extremhitze in Saudi-Arabien

Mehr als 1300 Menschen sterben bei Pilgerreise nach Mekka

Saudi-Arabien hat die Zahl der Hitzeopfer beim Hadsch dramatisch nach oben korrigiert. Viele der mindestens 1301 Toten seien ohne offizielle Pilgerlizenz unterwegs gewesen – bei teils mehr als 50 Grad.

24.06.2024, 03.41 Uhr

Quelle: <https://www.spiegel.de/ausland/mekka-mehr-als-1300-menschen-sterben-durch-hitze-bei-pilgerreise-hadsch-a-bec4c877-204e-48dc-a0e6-a498ae017220>

Hitzewelle in Südasien

52,3 Grad – höchste je gemessene Temperatur in Indien festgestellt

Heiß, heißer, Mungeshpur. In dem Vorort der indischen Metropole Delhi maßen die Meteorologen einen neuen Hitzerekord. Ganz Südasien leidet seit Wochen unter extremen Temperaturen. Ursache dafür ist aber nicht nur der Klimawandel.

29.05.2024, 16.52 Uhr

Quelle: <https://www.spiegel.de/wissenschaft/indien-52-3-grad-hoechste-je-gemessene-temperatur-in-mungeshpur-festgestellt-a-b7516a5c-1201-437a-9203-2d9d2ee85afe>

Quelle: <https://www.rnd.de/panorama/hitzerekorde-in-australien-ueber-49-grad-es-raubt-einem-den-atem-LBKDCX4Z3ZD7ZNRVBEXT7KDI7Q.html>

Vögel fallen von den Bäumen

„Es raubt einem den Atem“: Hitzerekorde in Australien – über 49 Grad

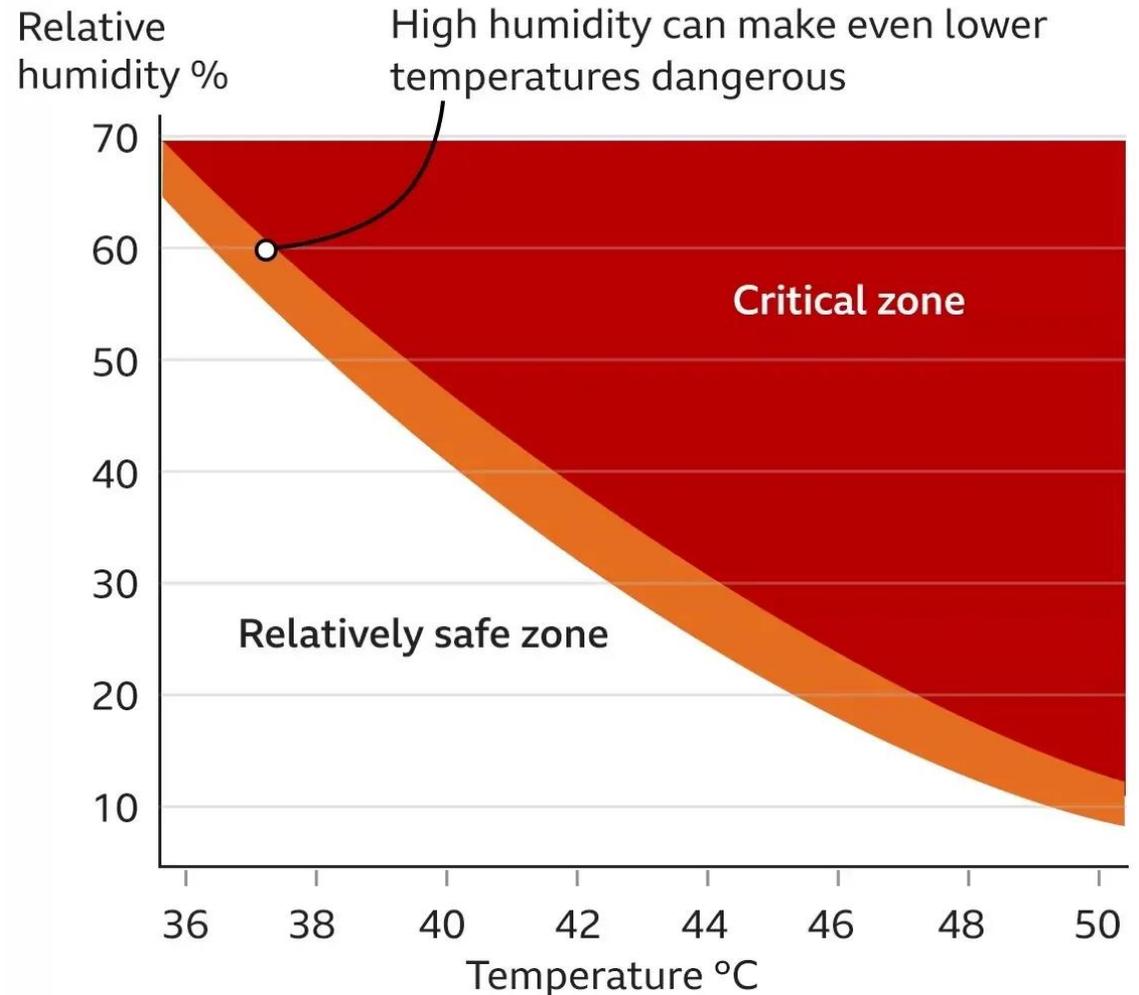


Hitze

- Tödliche Hitze
- Definiert als Bedingungen, die durch eine Kombination aus hoher Temperatur und hoher Luftfeuchtigkeit entstehen und zu einer lebensbedrohlichen Belastung des menschlichen Körpers führen.
- Eine Nasskugeltemperatur von 35°C oder höher ist eine Grenze, bei der die menschliche Thermoregulation durch Schwitzen nicht mehr ausreichend ist, um eine Überhitzung zu verhindern, selbst bei ruhenden, im Schatten befindlichen Personen

When the combination of temperature and humidity becomes deadly

■ Point temperature and humidity combine to start increasing core body temperature



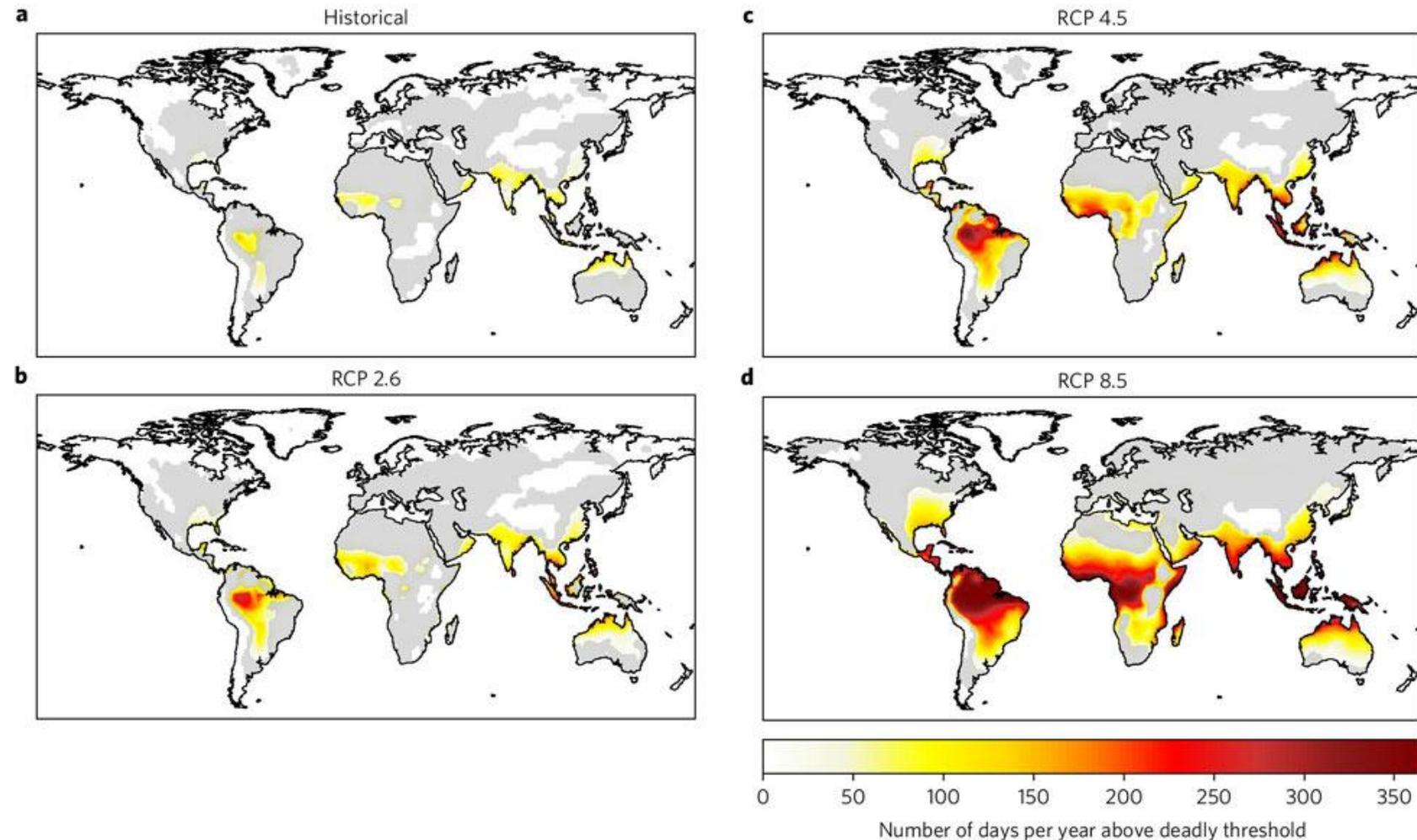
Quelle: umair haque: Eudaimonia and Co, Jun 30, 2023 Are We Beginning To Hit the Limits of Human Survivability? We Need To Talk About Wet Bulb Temperature, and What the Latest Research About It Reveals <https://eand.co/are-we-beginning-to-hit-the-limits-of-human-survivability-b08ec481b181>

Source: Penn State University

Hitze

- Derzeit sind etwa 30% der Weltbevölkerung mindestens 20 Tage im Jahr tödlichen Hitzebedingungen ausgesetzt.
- Zukunftsprognosen: Bis 2100 könnte dieser Anteil auf etwa 48% bei drastischer Reduktion der Treibhausgasemissionen und auf etwa 74% bei anhaltend hohen Emissionen ansteigen.

Quelle: Mora, C., Dousset, B., Caldwell, I. R., Powell, F. E., Geronimo, R. C., Bielecki, C. R., Counsell, C. W. W., Dietrich, B. S., Johnston, E. T., Louis, L. V., Lucas, M. P., McKenzie, M. M., Shea, A. G., Tseng, H., Giambelluca, T. W., Leon, L. R., Hawkins, E., & Trauernicht, C. (2017). Global risk of deadly heat. In *Nature Climate Change* (Vol. 7, Issue 7, pp. 501–506). Springer Science and Business Media LLC. <https://doi.org/10.1038/nclimate3322>



Dürre

- **In Europa wird der Mittelmeerraum austrocknen**
- Dürren führen zu erheblichen Ernteaufschlägen und verringern die landwirtschaftliche Produktivität.
- Die Kombination aus hohen Temperaturen und Trockenheit erhöht das Risiko und die Häufigkeit von Waldbränden.
- Die Wasserknappheit beeinträchtigt auch die Energieversorgung, insbesondere in Regionen, die auf Wasserkraft angewiesen sind.
- Anhaltende Dürren setzen viele europäische Ökosysteme unter Stress und bedrohen die biologische Vielfalt. Feuchtgebiete trocknen aus, Flüsse und Seen schrumpfen, und viele Tier- und Pflanzenarten sind in ihrem Überleben bedroht. Dies hat langfristige Auswirkungen auf die Stabilität und Funktion der betroffenen Ökosysteme

Quelle: Der Standard: <https://www.derstandard.de/story/3000000230211/ausnahmestand-in-griechenland-wegen-akuten-wassermangels>

GRIECHENLAND

Ausnahmestand in Griechenland wegen akuten Wassermangels

Eine gefährliche Mischung aus Konsum, einem veraltetem Wasserversorgungsnetz und Niederschlagsarmut zwingt viele Gemeinden in Griechenland in die Knie. Bericht aus Athen

Robert Stadler

28. Juli 2024, 16:50

481 Postings

Später lesen

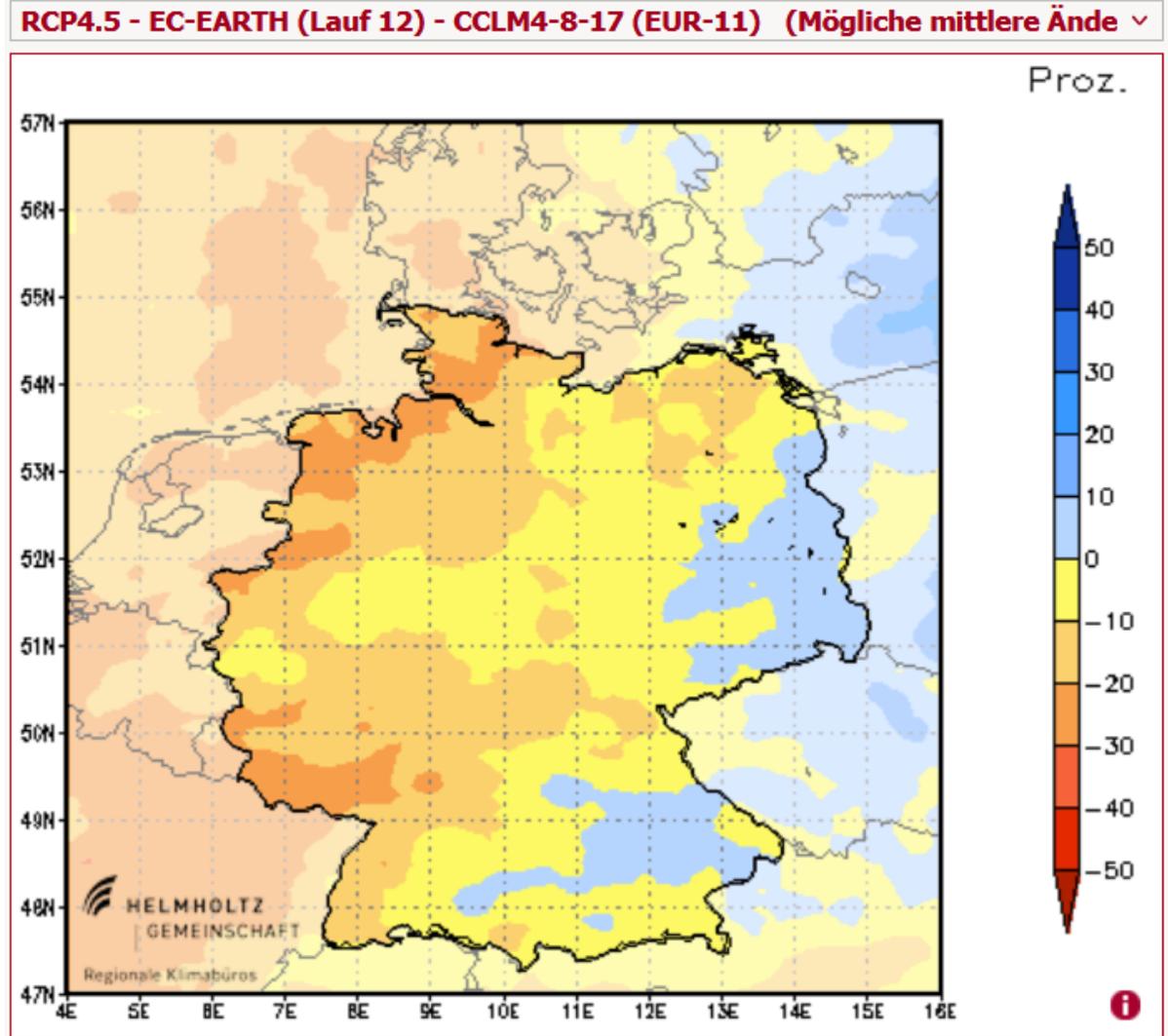


Mit Hitze und Trockenheit kommen auch wieder die Waldbrände.

REUTERS/Alkis Konstantinidis

Dürre

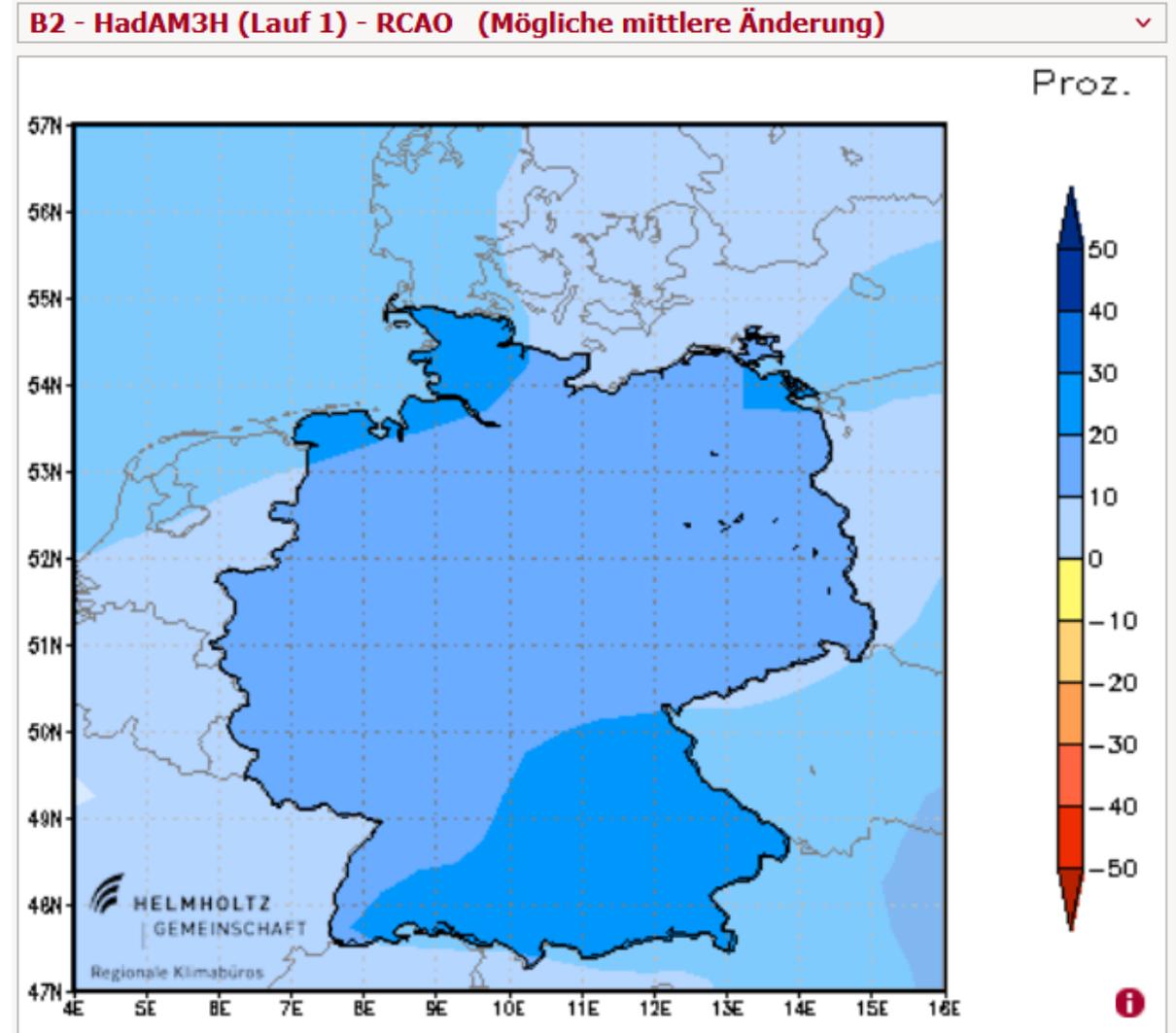
- Die Simulationsrechnungen sagen eher niedrigere Regenmengen für den Sommer voraus.
- Höhere Temperaturen bedeuten auch mehr Verdunstung.
- In den Sommern müssen wir auch in Deutschland mit Dürreperioden rechnen
- Die Anzahl der Regentage im Sommer in Deutschland sinkt deutlich
- Der Regen fällt häufiger als Starkregen



Deutschland: Mögliche mittlere Änderung des Niederschlags im Sommer bis Ende des 21. Jahrhunderts (2071-2100) im Vergleich zu heute (1961-1990): Unklar <https://www.regionaler-klimaatlas.de/klimaatlas/2071-2100/sommer/niederschlag/deutschland/mittlereanderung.html>

Dürre

- Für den Winter werden höhere Regenmengen vorhergesagt.
- Dieser Niederschlag wird nicht als Schnee liegen bleiben.
- Hochwasser in der Kalten Jahreszeit könnten häufiger auftreten



Deutschland: Mögliche mittlere Änderung des Niederschlags im Winter bis Ende des 21. Jahrhunderts (2071-2100) im Vergleich zu heute (1961-1990): Unklar
<https://www.regionaler-klimaatlas.de/klimaatlas/2071-2100/winter/niederschlag/deutschland/mittlereanderung.html>

Dürre

- In Europa wird der Mittelmeerraum austrocknen
- Dürren führen zu erheblichen Ernteaussfällen und verringern die landwirtschaftliche Produktivität.
- Die Kombination aus hohen Temperaturen und Trockenheit erhöht das Risiko und die Häufigkeit von Waldbränden.
- Die Wasserknappheit beeinträchtigt auch die Energieversorgung, insbesondere in Regionen, die auf Wasserkraft angewiesen sind.
- Anhaltende Dürren setzen viele europäische Ökosysteme unter Stress und bedrohen die biologische Vielfalt. Feuchtgebiete trocknen aus, Flüsse und Seen schrumpfen, und viele Tier- und Pflanzenarten sind in ihrem Überleben bedroht. Dies hat langfristige Auswirkungen auf die Stabilität und Funktion der betroffenen Ökosysteme

Rund die Hälfte der Opfer Kinder

Wohl mehr als 40.000 Dürretote in Somalia

20.03.2023 | 12:43



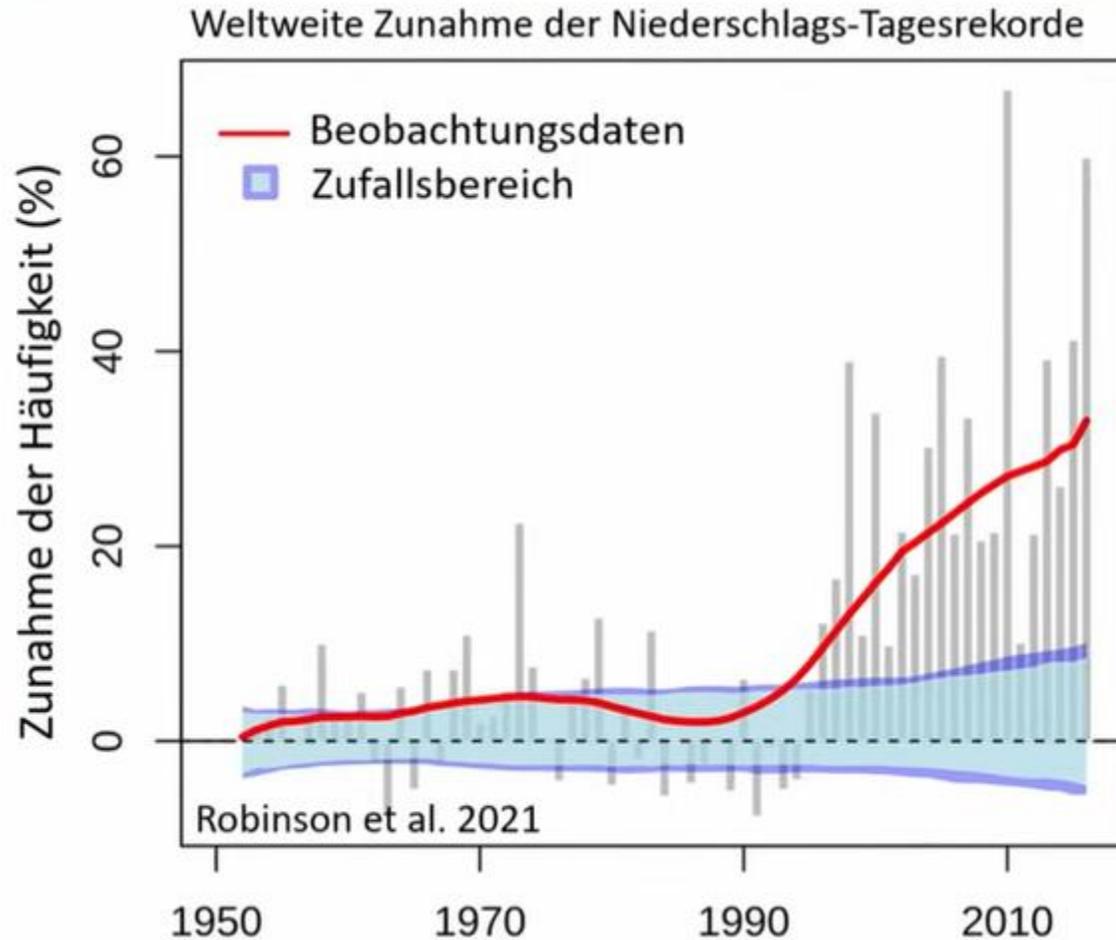
Rund 43.000 Menschen sind laut einem Bericht 2022 in Somalia wegen Dürre gestorben. Demnach herrscht in dem ostafrikanischen Land gerade die schlimmste Dürre jemals.



Somalia leidet unter der schlimmsten Dürre seit Jahrzehnten. Die Hälfte der Todesopfer sind laut eines Berichts Kinder.

Quelle: imago/ZUMA Wire

Starkregen/Überschwemmungen



Daten: Robinson, A., Lehmann, J., Barriopedro, D., Rahmstorf, S., & Coumou, D. (2021). Increasing heat and rainfall extremes now far outside the historical climate. In *npj Climate and Atmospheric Science* (Vol. 4, Issue 1). Springer Science and Business Media LLC. <https://doi.org/10.1038/s41612-021-00202-w>

- Durch die Erwärmung der Atmosphäre kann diese mehr Wasserdampf aufnehmen, was zu intensiveren Niederschlägen führt.
- Der Klimawandel beeinflusst großräumige atmosphärische Zirkulationen, was zu häufigeren und intensiveren Wetterereignissen, einschließlich Starkregen, führen kann.
- Wärmere Temperaturen erhöhen die Energie in der Atmosphäre, was die Wahrscheinlichkeit und Intensität von konvektiven Wetterereignissen wie Gewittern und Starkregen erhöht.
- Der Klimawandel kann die Jetstreams beeinflussen, was zu einer Verschiebung und Verstärkung von Wetterlagen führen kann.
- Veränderungen in der Landnutzung und Vegetation, die durch den Klimawandel verursacht werden, können lokale Wetterbedingungen beeinflussen und die Häufigkeit von Starkregenereignissen erhöhen.

Starkregen/Überschwemmungen

Flut im Ahrtal und Rheinland-Pfalz Sommer 2021

Innerhalb von 24 Stunden fielen in der Nacht vom 14. auf den 15. Juli 2021 mehr als 100 Liter Regen pro Quadratmeter in Teilen der Bundesländer Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen - mit verheerenden Folgen für die Menschen vor Ort.

Foto: Thomas Frey/dpa: Die Katastrophe aus der Luft fotografiert:



- Wir unterscheiden zwischen Hochwasser und Starkregenereignissen
 - Starkregen entsteht durch kurze, intensive Niederschläge, Hochwasser entsteht durch lang anhaltende oder großflächige Niederschläge, Schneeschmelze oder Flussüberlauf
 - Starkregen tritt kurzfristig auf (Minuten bis Stunden), Hochwasser entwickelt sich langsamer und kann länger anhalten (Tage bis Wochen)

Starkregen/Überschwemmungen

Starkregenereignisse können zu Überschwemmungen führen, die Ackerflächen überschwemmen und die Pflanzen beschädigen oder zerstören, was erhebliche Ernteauffälle zur Folge haben kann.

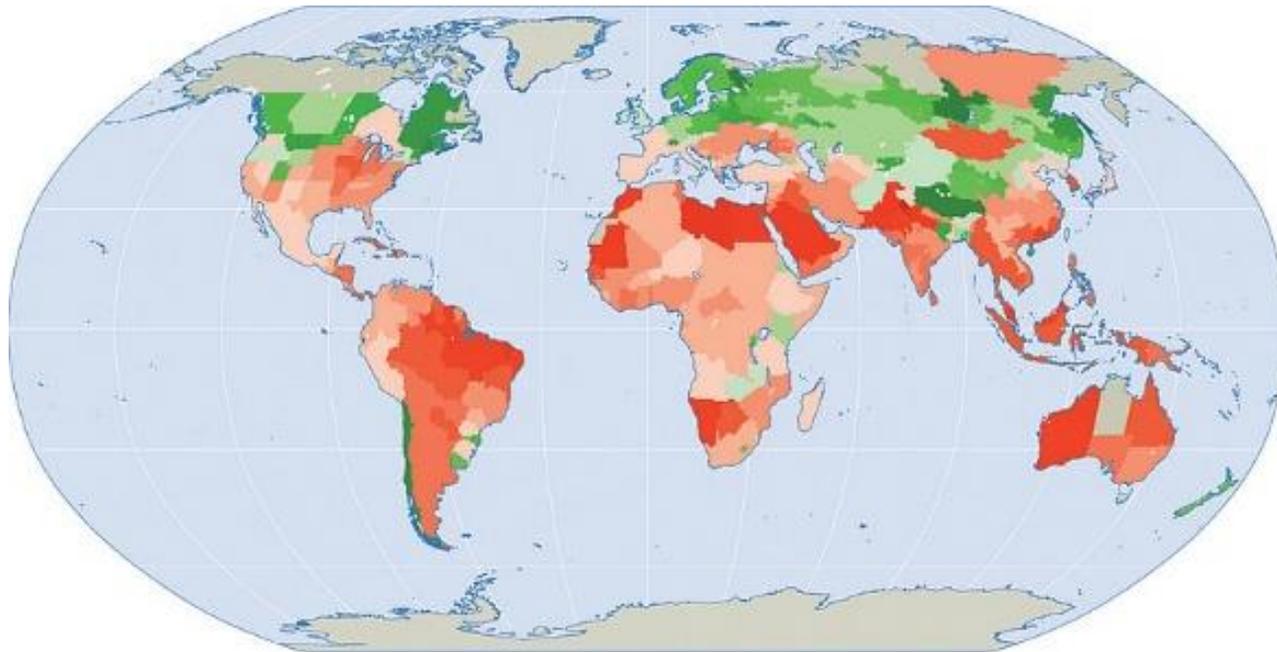
Foto: SWR Aktuell: Starkregen verdirbt Ernte auf beiden Seiten des Rheins, Paula Kersten 14.7.2024



- Hochwasser bezeichnet das Ansteigen von Flüssen, Bächen oder Seen über ihre normalen Ufer, was zu Überschwemmungen in den angrenzenden Gebieten führt. Es entsteht meist durch länger anhaltenden Niederschlag, Schneeschmelze oder Sturmfluten
 - Tritt großflächiger auf und betrifft größere Gebiete entlang von Flussläufen, Seen oder Küsten
 - Kann über Stunden, Tage oder Wochen anhalten
 - Ursachen können anhaltende Regenfälle, Schneeschmelze oder das Überlaufen von Flüssen und Deichen sein
 - Führt zu flächendeckenden Überschwemmungen und hat oft einen langsameren Verlauf als Starkregenereignisse.

Landwirtschaft und Nahrungsmittelsicherheit

In this map, the World Bank combines three emission scenarios across five global climate models to the year 2050 and the projected percentage change in yields of eleven major crops (wheat, rice, maize, millet, field pea, sugar beet, sweet potato, soybean, groundnut, sunflower and rapeseed) under current agricultural practices and crop varieties. A possible CO₂ fertilisation effect from higher ambient CO₂ concentrations is not assumed. The productivity is measured in kg yield of the respective crop per hectare, not in kilocalorie yield actually available for consumption. Source: World Bank (2010). World Development Report, p. 5. <https://www.globalagriculture.org/report-topics/adaptation-to-climate-change.html>



Percentage change in yields between 2010 and 2050



- Hitze, Dürre, Starkregen
- Die ausgetrockneten Böden können nicht mehr in dem Maß Wasser aufnehmen wie zuvor
- Kurze intensive Regenereignisse führen dazu, dass die Regenmengen oberflächlich abfließen
- Die Erträge sinken
- **Klimawandel gefährdet die globale Ernährungssicherheit, insbesondere in Entwicklungsländern.**

Landwirtschaft und Nahrungsmittelsicherheit

Georgina Gustin: Climate Change Could Lead to Major Crop Failures in World's Biggest Corn Regions - Two new studies looking at corn and vegetables warn of a rising risk of food shocks and malnutrition with unchecked global warming.

<https://insideclimatenews.org/news/11062018/climate-change-research-food-security-agriculture-impacts-corn-vegetables-crop-prices/> <https://doi.org/10.1073/pnas.171803111>

Grafik: Paul Horn Inside Climate News

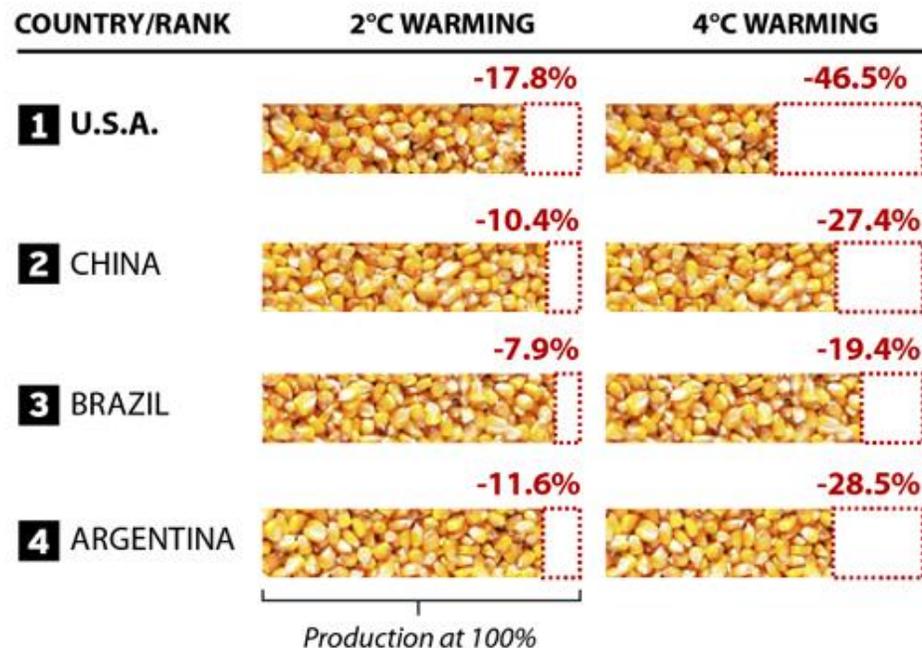
Climate Change Raises Risks to Corn

New research projects that rising global temperatures will reduce yields in the world's largest corn-producing regions and could lead to food shortages.

inside
climate
news

MAIZE PRODUCTION PROJECTIONS

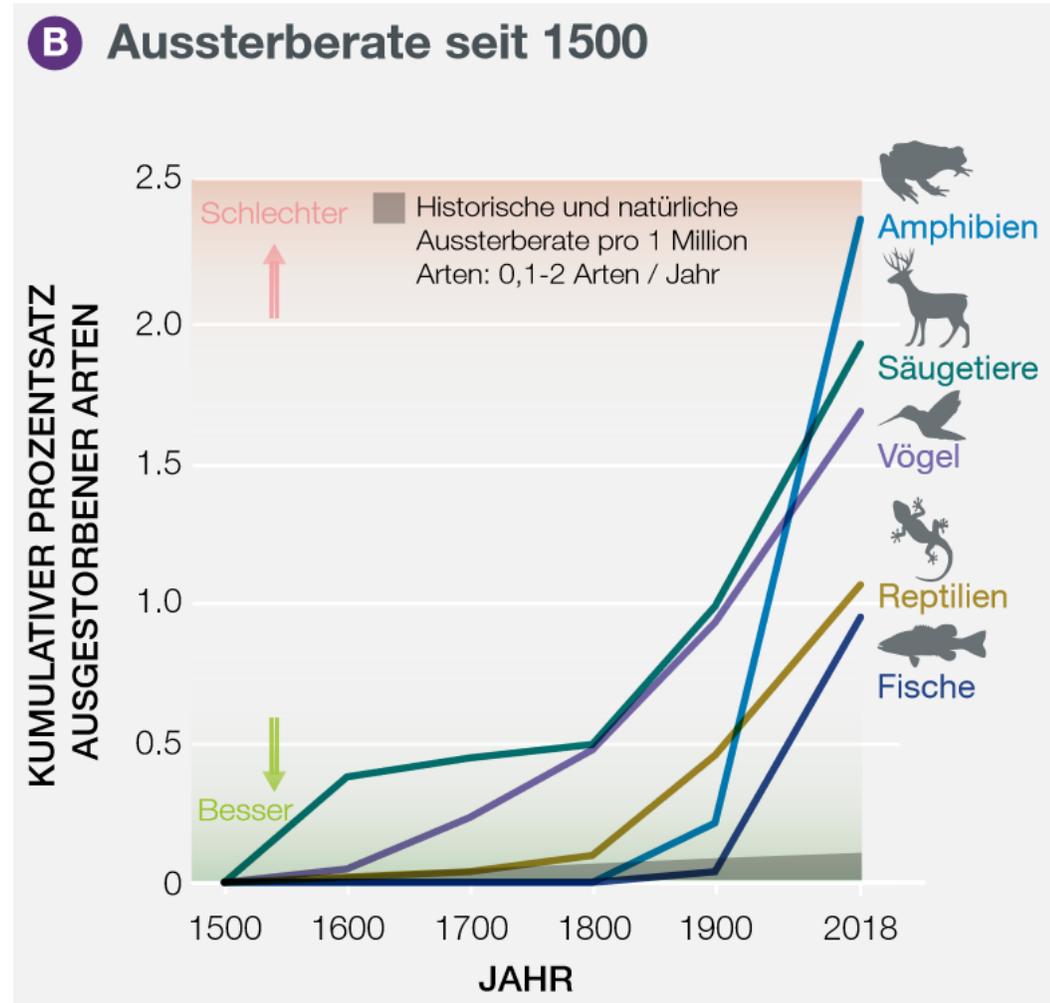
Projections under different warming scenarios, top producers, mean figures



- Klimawandel kann zu geringeren Erträgen durch Extremwetterereignisse wie Dürren und Überschwemmungen führen.
- Veränderungen im Klima beeinflussen die Bodenqualität und -fruchtbarkeit negativ.
- Höhere Temperaturen fördern die Verbreitung von Schädlingen und Krankheiten.
- Klimawandel verschärft die Wasserknappheit, was die Bewässerung erschwert.
- Veränderungen im Klima verschieben die geografischen Anbaubedingungen für verschiedene Kulturen.
- Unregelmäßige Wetterbedingungen stören traditionelle Erntezyklen.
- **Klimawandel gefährdet die globale Ernährungssicherheit, insbesondere in Entwicklungsländern.**

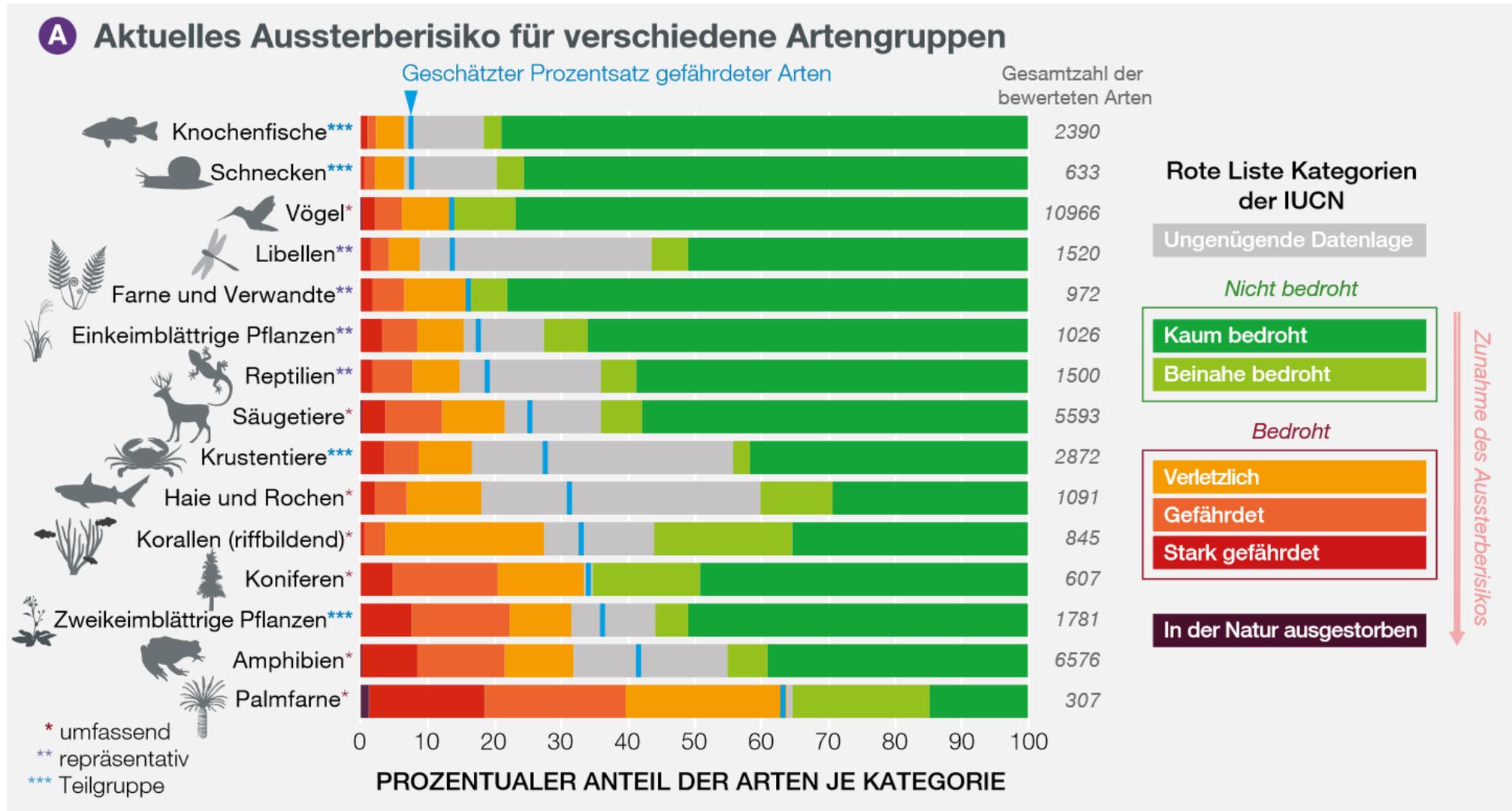
Verlust an Biodiversität

- Biodiversität umfasst die verschiedenen Lebensformen, Lebensräume und genetische Vielfalt auf unserem Planeten.
- Ist die Grundlage allen Lebens auf der Erde.
- Biodiversität ist das Ergebnis einer Millionen Jahre währenden Evolution, geprägt durch den Einfluss Jahrhunderte dauernder menschlicher Nutzungsformen (Rodung, Landwirtschaft, Siedlung, etc.)
- In der Biodiversität sind Gleichgewichtssysteme, die durch den Klimawandel gestört werden.
- Hauptverursacher des Biodiversitätsverlusts ist die industriell geprägte Landwirtschaft.
- Biodiversität ist das natürliche Erbe, dass wir zukünftigen Generationen hinterlassen.



Für die Artengruppen, für die Daten vorliegen, ist ein erheblicher Teil der Arten vom Aussterben bedroht. Die allgemeinen Trends verschlechtern sich, wobei sich die Aussterberaten im letzten Jahrhundert stark erhöht haben.
Quelle: IPBES. (2019). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services (summary for policy makers). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.5502689>

Verlust an Biodiversität



Für die Artengruppen, für die Daten vorliegen, ist ein erheblicher Teil der Arten vom Aussterben bedroht. Die allgemeinen Trends verschlechtern sich, wobei sich die Aussterberaten im letzten Jahrhundert stark erhöht haben. Prozentsatz der vom Aussterben bedrohten Arten ausgewählter Gruppen, für die Bewertungen der Weltnaturschutzunion IUCN vorliegen.

Quelle: IPBES. (2019). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services (summary for policy makers). Zenodo.

<https://doi.org/10.5281/ZENODO.5502689>

Verlust an Biodiversität

- 46 Schmetterlingsarten in Großbritannien zeigen, dass negative Auswirkungen des Habitatverlustes die positiven Effekte der Klimaerwärmung überwiegen.
- Mobile, habitatspezifische Arten profitieren von der Klimaerwärmung, während spezialisierte Arten aufgrund von Habitatverlust zurückgehen.
- **Generalisten gewinnen**
- **Spezialisten verlieren**
- Die kombinierten Effekte von Klimawandel und Habitatveränderungen könnten langfristig zu weniger diversifizierten, von Generalisten dominierten Gemeinschaften führen.

Quelle: Warren, M., Hill, J., Thomas, J. et al. Rapid responses of British butterflies to opposing forces of climate and habitat change. *Nature* 414, 65–69 (2001). <https://doi.org/10.1038/35102054>

Geißklee-Bläuling
Quelle: CC BY 3.0 Martin Albrecht
http://www.bund-nrw-naturschutzstiftung.de/sc_hmetterling2008.htm



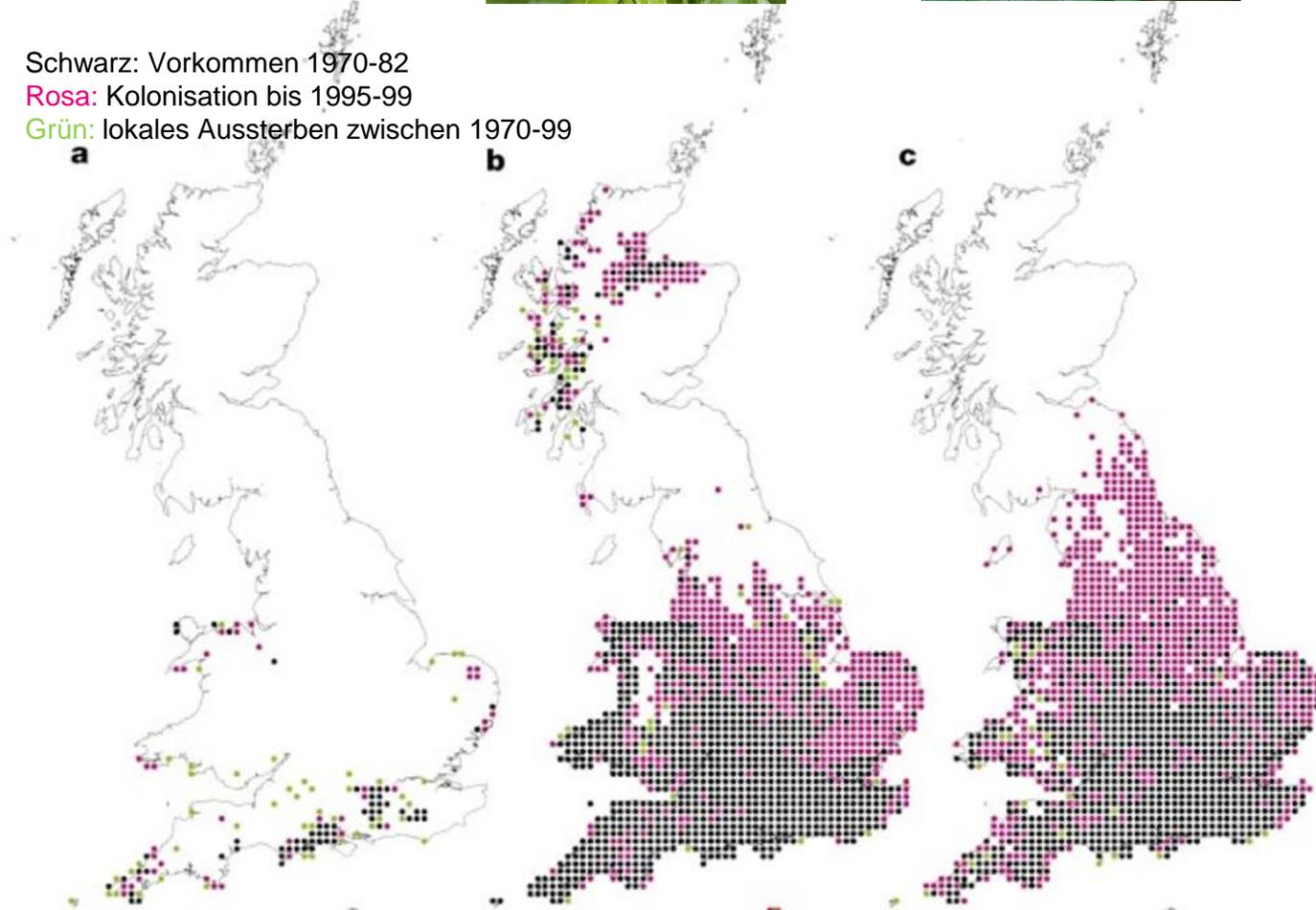
Waldbrettspiel Quelle:
CC BY 4.0 Floris
01924729104



C-Falter
Quelle: CC BY 3.0 Quartl



Schwarz: Vorkommen 1970-82
Rosa: Kolonisation bis 1995-99
Grün: lokales Aussterben zwischen 1970-99



Wirtschaft – Anbau von Baumwolle in Pakistan

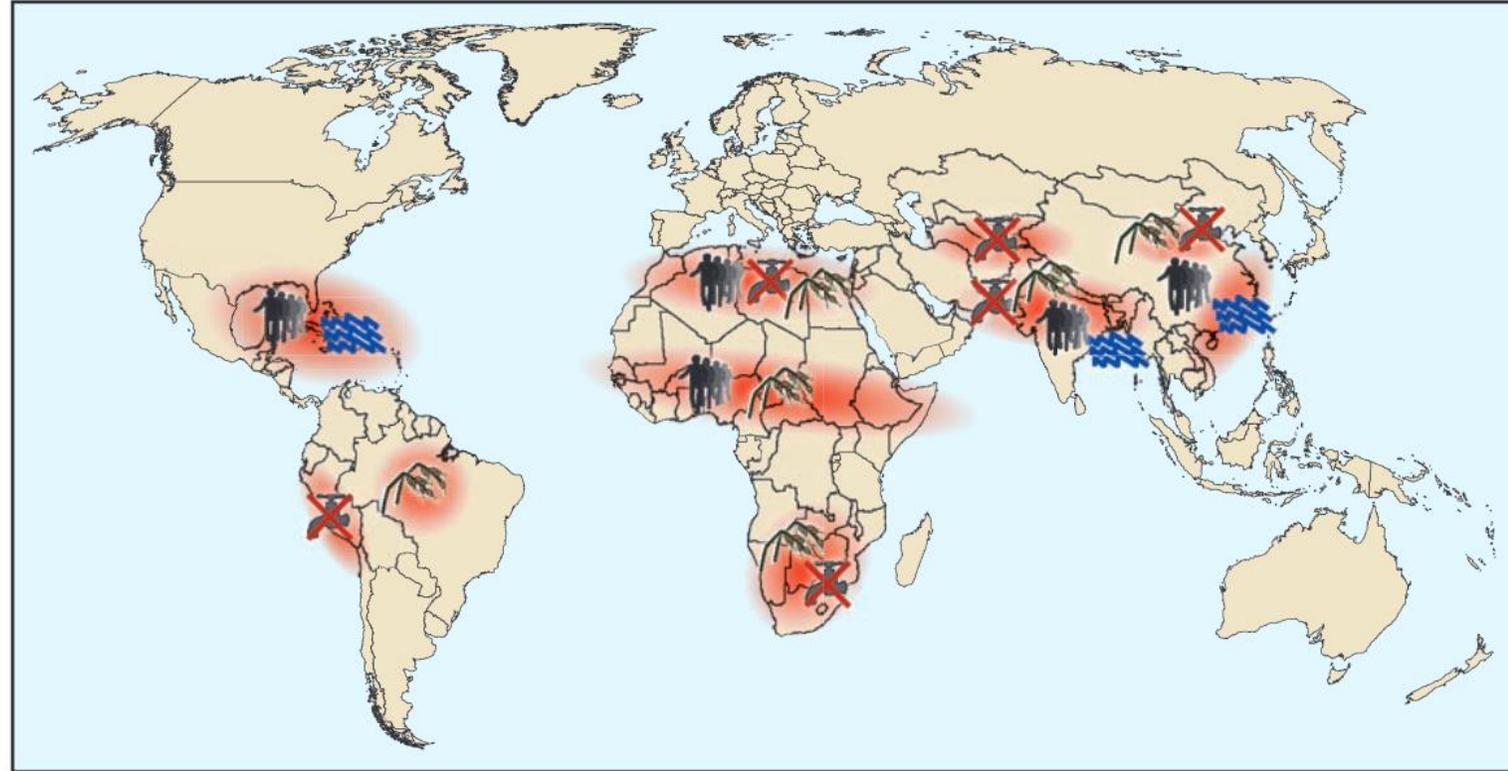
- Pakistan zählt zu den fünf größten baumwollproduzierenden Ländern weltweit
- Mehr als zwei Drittel der Bevölkerung in Pakistan lebt von der Landwirtschaft.
- In den letzten zehn Jahren ist Pakistans Baumwollproduktion um fast die Hälfte zurückgegangen, hauptsächlich aufgrund der Klimaerwärmung.
- Steigende Temperaturen und unregelmäßige Niederschläge beeinträchtigen die Baumwollernte und machen die Pflanzen anfälliger für Schädlinge.



Quelle: picture alliance / Xinhua News Agency / Stringer, Imran Mukhtar, Pakistan - Klimakrise trifft Anbau von Baumwolle in Pakistan <https://www.dandc.eu/de/article/pakistans-baumwollproduktion-ging-den-vergangenen-zehn-jahren-um-fast-die-haelfte-zurueck>

Kriege

- Klimawandel führt zu Wasserknappheit und Nahrungsmittelengpässen, was zu Konflikten um diese knappen Ressourcen führen kann.
- Extreme Wetterereignisse, steigender Meeresspiegel und unbewohnbare Lebensräume zwingen Menschen zur Flucht.
- Große Migrationsbewegungen können Spannungen und Konflikte in den Zielregionen auslösen, wenn Ressourcen und Lebensraum knapp sind.



Konfliktkonstellationen in ausgewählten Brennpunkten:



Klimabedingte Degradation von Süßwasserressourcen



Klimabedingter Rückgang der Nahrungsmittelproduktion



Brennpunkt



Klimabedingte Zunahme von Sturm- und Flutkatastrophen



Umweltbedingte Migration

Sicherheitsrisiken durch Klimawandel: ausgewählte Brennpunkte. Die Karte zeigt beispielhaft nur jene Regionen, die in diesem Gutachten abgehandelt werden und die sich zu Krisenherden entwickeln könnten. Quelle: WBGU Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen – Welt im Wandel Sicherheitsrisiko Klimawandel ISBN 978-3-540-73247-1 Springer Berlin Heidelberg New York https://www.wbgu.de/fileadmin/user_upload/wbgu/publikationen/archiv/wbgu_jg2007.pdf

Kriege

- Die Dürre von 2007 bis 2010 in Syrien war die schlimmste in der Geschichte des Landes.
- Etwa 1,5 Millionen Menschen waren gezwungen ländliche Gebiete zu verlassen und in Städte zu ziehen.
- Die Migration und der Zusammenbruch der Landwirtschaft führten zu sozialen Spannungen und trugen zur Eskalation der Unruhen im Jahr 2011 bei.
- Es gibt eine anhaltende Debatte darüber, inwieweit Klimawandel Konflikte beeinflusst, wobei dieser Fall als ein Beispiel für die verschärfenden Bedingungen durch den Klimawandel dient.

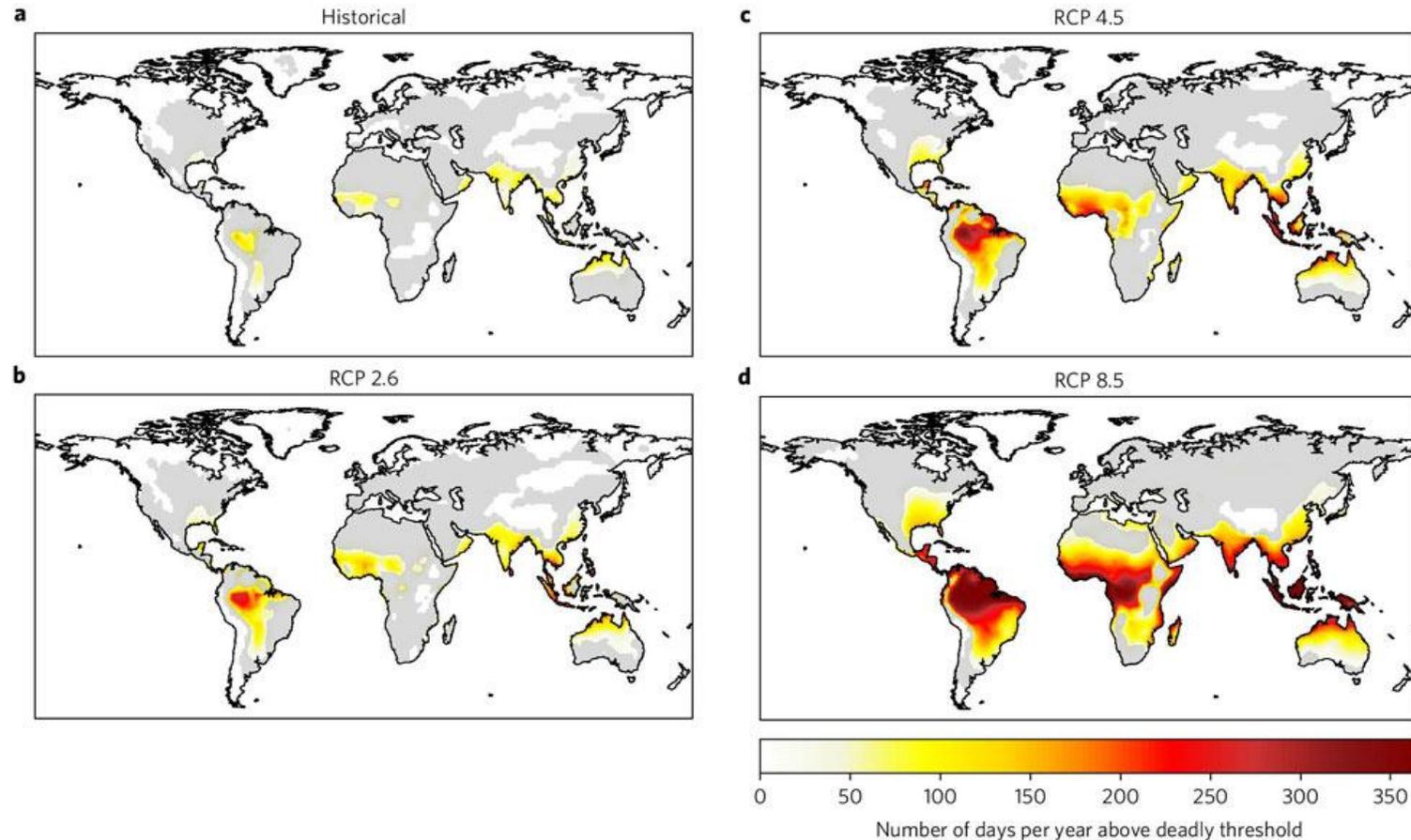


Khaled al-Hariri/Reuters/Corbis

A historic drought that began in 2007 helped to drive roughly 1.5 million Syrians from rural areas to cities.

Quelle: Zastrow, M. Climate change implicated in current Syrian conflict. Nature (2015).
<https://doi.org/10.1038/nature.2015.17027>

Flucht und Vertreibung



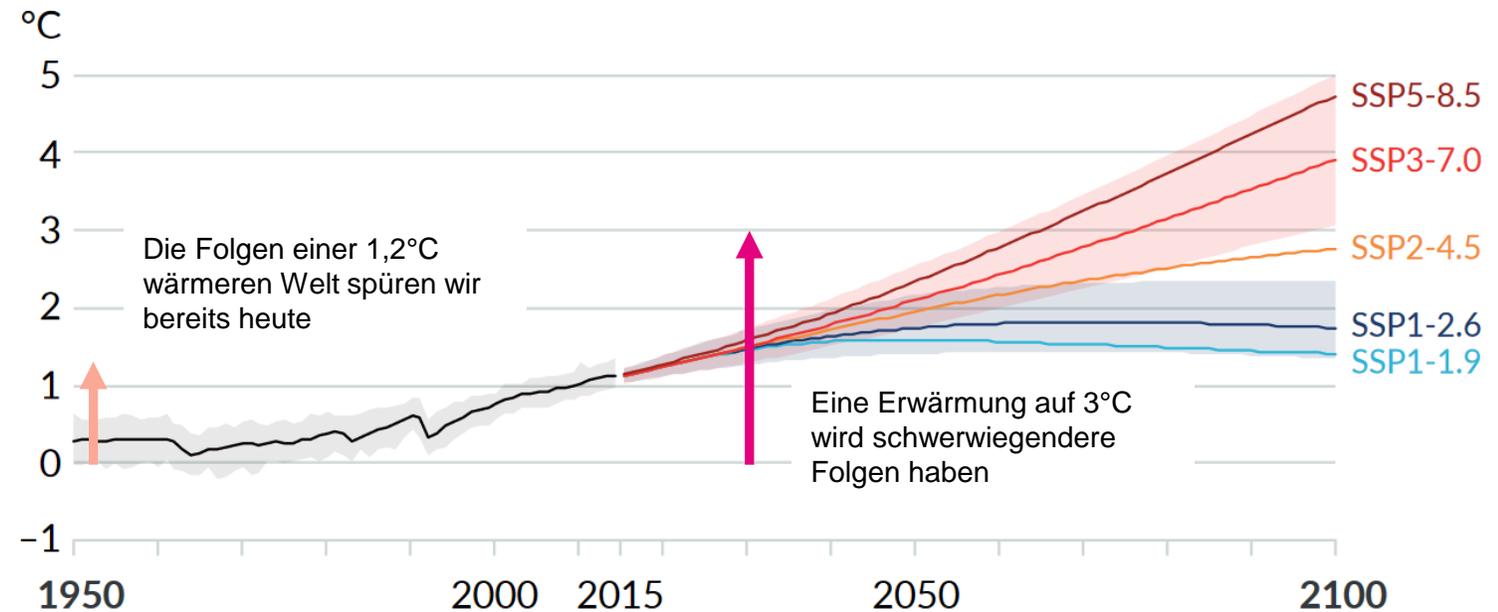
- Der Klimawandel verschärft bestehende soziale, wirtschaftliche und politische Fluchtursachen, wodurch mehr Menschen zur Flucht gezwungen werden
- Immer mehr Gemeinschaften müssen aufgrund langfristiger klimatischer Veränderungen dauerhaft umgesiedelt werden (Meeresspiegelanstieg)

Quelle: Mora, C., Dousset, B., Caldwell, I. R., Powell, F. E., Geronimo, R. C., Bielecki, C. R., Counsell, C. W. W., Dietrich, B. S., Johnston, E. T., Louis, L. V., Lucas, M. P., McKenzie, M. M., Shea, A. G., Tseng, H., Giambelluca, T. W., Leon, L. R., Hawkins, E., & Trauernicht, C. (2017). Global risk of deadly heat. In *Nature Climate Change* (Vol. 7, Issue 7, pp. 501–506). Springer Science and Business Media LLC. <https://doi.org/10.1038/nclimate3322>

Zusammenfassung

- Bereits heute spüren wir die Auswirkungen des Klimawandel.
- Mit einer globalen Erwärmung um 3°C würden Extreme häufiger und intensiver
- Eine 3°C wärmere Welt könnte zu irreversiblen Schäden führen, was die Lebensgrundlagen von Millionen Menschen bedroht.

(a) Global surface temperature change relative to 1850–1900



Quelle: Figure SPM.8 in IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 3–32, doi: 10.1017/9781009157896.001

Folgen des Klimawandels

- Kippelemente im Klimasystem
- Maßnahmen zum Klimaschutz
- Die 4°C kältere Welt

- Die Folgen des Klimawandels
- **Klimaangst**
- Zusammenfassung und Diskussion

Klimaangst



Klimaangst

- **Die Welt wird nicht untergehen.**
- Es geht darum eine lebenswerten Planeten zu hinterlassen.
- Der Klimawandel ist kein unlösbares Problem.
- Obwohl die Situation ernst ist, besteht noch die Möglichkeit, durch entschlossene Maßnahmen die schlimmsten Folgen zu verhindern.
- In den vergangenen Jahren hat man es geschafft von den großen Katastrophenszenarien wegzukommen. Eine positive Entwicklung ist also erkennbar.

Klimaforscher über Doomism

„Kein Ende der Welt in Sicht“

Bedeutet die Klimakrise den Weltuntergang? Nein, sagt der Wissenschaftler Zeke Hausfather. Über den Spagat zwischen Fatalismus und Verharmlosung.



Weltuntergang? Großbrand bei Hemet in Kalifornien im September 2022 Foto: Ringo H.W. Chiu/ap

Quelle: Christian Jakob, 18. 12. 2022, Klimaforscher über Doomism: „Kein Ende der Welt in Sicht“ <https://taz.de/Klimaforscher-ueber-Doomism/!5902230/> Foto: Ringo H.W. Chiu/ap

Klimaangst



Philip Pramer, Gesundheit, Klimaangst: Was tun, wenn die Krise auf die Psyche schlägt?
Illustration: Marie Jecel/Der Standard <https://www.derstandard.de/story/2000140259526/klimaangst-was-tun-wenn-die-krise-auf-die-psyche-schlaegt>

- Klimaangst: Die Angst vor den Auswirkungen des Klimawandels wird immer häufiger und betrifft besonders junge Menschen.
- Psychische Auswirkungen: Die Krise kann zu Gefühlen von Hilflosigkeit, Angst und Depression führen. „Ein Dauer-Unwohlsein“
- Die Bedrohung ist real und wissenschaftlich fundiert.
- Die Angst vor einer realen Bedrohung lässt sich psychologisch nicht so einfach behandeln.
- Weltuntergangsphantasien werden als Verzögerungsdiskurs genutzt um nicht ins Handeln zu kommen.

Klimaangst

- **Klimaangst in der progressiven Welt: Wunsches nach einer lebenswerten und gerechten Zukunft**
- Furcht vor Klimakatastrophen
- Angst vor dem Überschreiten globaler Kippelemente
- Sorge um künftige Generationen
- Verzweiflung über politischen Stillstand
- Angst vor sozialer Ungleichheit durch den Klimawandel
- Schuldgefühle

- **Klimaangst in der konservativen Welt: Wunsch nach Sicherheit und Stabilität**
- **Verlust von Vertrautem**
- Skepsis gegenüber neuen Technologien
- Furcht vor wirtschaftlichem Abstieg
- Soziale und kulturelle Identität
- Verlust von Kontrolle

Klimaangst

Die 10 Säulen der Selbstfürsorge

Diese Liste ist eine kompakte Erinnerungshilfe, was man für sich tun kann, um sich zu regenerieren, die Stimmung, den Antrieb und die Leistungsfähigkeit zu verbessern, sowie um Rückfällen vorzubeugen. Bei Belastung können diese 10 Säulen stabilisieren und einen Einbruch verhindern.

Anleitung: Lege dieses Blatt neben das dazugehörige Arbeitsblatt und notiere Dir dort für jeden der 10 Punkte einzeln und möglichst konkret, was Dir jeweils wichtig ist, was bereits gut läuft, worauf Du achten willst, was du ausbauen willst. Gönn Dir hierfür **30-60 Minuten Zeit**, um zu überzeugenden Lösungen für Dich zu kommen. Nimm Dir das Arbeitsblatt immer wieder hervor und ergänze es bei Bedarf.

1. Struktur (gute Tagesstruktur inklusive Selbstfürsorge und echtem Feierabend)
regelmäßige Mahlzeiten & Schlafenszeiten, Ruhe- & Aktivitätsphasen bringen emotionale Stabilität. Z.B. immer freitags Wochenplan für die Folgewoche vorbereiten und dabei Punkte 2, 3 und 4 miteinplanen. Wie sieht die Arbeitsstruktur aus bezüglich Pausen, Überstunden, Unterbrechungen...? Sich nicht überfordern: Belastungen mit geplanter Erholung ausgleichen. Weniger ist mehr. 'work-life-balance' mit echtem Feierabend. Klare Grenzen zwischen Arbeit & Freizeit & Schlaf ziehen.

Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag

2. Soziale Kontakte & Soziale Kompetenz (z.B. Nein sagen)
Familie, Freunde, Bekannte, Vereine, Selbsthilfegruppe... Kontakte ganz bewusst pflegen, insbesondere wenn man nicht immer ein unterhaltsamer Zeitgenosse sein kann. Bei Depression: Anderen erwidern was los ist und Tipps im Umgang mit sich geben. Private & berufliche Konflikte klären oder sich freundlich abgrenzen. Üben von sozialen Kompetenzen (siehe „gewaltfreie Kommunikation“ bei Wikipedia). Prioritäten setzen & „Nein sagen“ (Angst vor Ablehnung überwinden).

3. Sport & Bewegung (um sich im Körper wohl zu fühlen)
mit anderen zusammen, sonst auch allein. Z.B. (Vereins-)Sportarten, die man früher gern gemacht hat oder schon immer gern kennenlernen wollte. 30min pro Woche schwitzen hilft so gut wie Antidepressivum. Der Nutzen: Sport baut Stress ab, verbessert die Stimmung & den Schlaf, schützt vor Depression, reduziert Sorgen, hilft, sich im Körper wohl zu fühlen und kann soziale Kontakte ermöglichen.

4. Schönes (Hobbys, Spaß, Genuss, Erholung & Natur)
Hobbys, Freizeitaktivitäten allein und mit anderen, kreativ tätig sein, Genießen (mit allen 5 Sinnen): Humor, Kunst, Musik, Stille, Intimität/Erotik (ggf. eher mit einem Fokus auf Nähe anstelle von Lust), Gartenarbeit, Kuscheln (ggf. auch mit Haustieren), Vorfreude auf den langfristig geplanten Urlaub, Erholung (Wies/Wald), ein Entspannungserfahren lernen & täglich üben, Unterhaltung, Kino, Theater, Konzerte.
Tägliche Dankbarkeit kultivieren (trotz aller Probleme).
Kochen & gesundes Essen. „Du bist, was du isst“.
Besonders zu berücksichtigen: Zeit in der Natur.

5. Sinnstiftendes (nach Werten leben)
Anderen Gutes tun, andere unterstützen, anderen etwas beibringen, „sich verschenken“ (in einem gesunden, sinnvollen Ausmaß ohne sich „aufzuopfern“), sich eigene Werte bewusst machen und danach leben, ehrenamtliches (soziales/politisches/ökologisches) Engagement, Spiritualität/Religion, Austausch mit Gleichgesinnten über diese Themen. Etwas tun, damit sich das Leben nicht sinnlos anfühlt.

6. Schlaf
Schlafstörungen sind ein wichtiges Frühwarnzeichen, siehe „19 Tipps für gesunden Schlaf“.

- Bewältigungsstrategien um das Gefühl der Ohnmacht zu reduzieren.
 - Rede darüber (jedes Gespräch nützt)
 - Engagiere dich
 - Eigne dir Wissen an (finde ein gutes Maß der Informiertheit!)
 - Vernetze dich mit gleichgesinnten
- Bei der Klimakommunikation mit anderen: schraube deine Erwartungen herunter.
 - Du wirst niemanden auf Anhieb mit deinen Ansichten überzeugen können. So funktionieren wir Menschen nicht.
- Therapeutische Unterstützung: Professionelle Hilfe kann bei der Bewältigung von Klimaangst unterstützen.
- Akzeptanz der Realität
 - Anerkennen wie groß die Gefährdung ist,
 - gleichzeitig Hoffnung und Handlungsfähigkeit zu bewahren und konstruktive Bewältigungsmöglichkeiten aufzeigen.

Folgen des Klimawandels

- Kippelemente im Klimasystem
 - Maßnahmen zum Klimaschutz
 - Die 4°C kältere Welt
-
- Die Folgen des Klimawandels
 - Klimaangst
 - **Zusammenfassung und Diskussion**



Zusammenfassung

Die Folgen des Klimawandels

Temperaturen steigen.

Extreme Wetterereignisse nehmen zu.

Der Meeresspiegel erhöht sich.

Ökosysteme verlieren Artenvielfalt.

Menschen leiden unter Ressourcenknappheit.

Diskussion

