Denk netz
réseau de réflexion
pensieri in rete
think network

Projekt Heisszeit

Nach den Kipp-Punkten

Von Annette Schlemm

Oktober 2025

Annette Schlemm, Physikerin und Philosophin, betreibt unter dem Titel "Philosophenstübchen" philosophisch-politische Internetprojekte. Sie ist derzeit vor allem in der Klimabewegung aktiv und beteiligt sich am Denknetz-Projekt HEISSZEIT. Neueste Publikationen: Fortschritt als Fehlschritt? Eine rettende Kritik. 2025, Stuttgart. Climate Engineering: Wie wir uns technisch zu Tode siegen, statt die Gesellschaft zu revolutionieren. 2023, Wien.

Orientieren an der Sachlage hilft dem Handeln

Der folgende Text fasst Informationen zusammen, die für die weitere Zukunft der Menschheit entscheidend sind. Wir konnten unsere Zivilisation bisher auch deshalb entwickeln, weil die natürlichen Klima-, Boden- und Lebensbedingungen in den letzten ca. 11 000 Jahren sehr stabil waren. Diese Stabilität wird gerade ernsthaft beeinträchtigt. Die größten Risiken sind mit den sogenannten Kipp-Elementen verbunden. Kipp-Elemente sind Teile des Erdsystems, die beim Erreichen bestimmter Grenzen – den sogenannten Kipp-Punkten – schlagartig und massiv ihren Zustand verändern. Dadurch gefährden sie die Stabilität der Lebensbedingungen auf der Erde. Wir werden im Folgenden einige Beispiele für Kipp-Elemente des Klimas diskutieren und die Frage klären, wie nahe wir ihnen bereits

sind. Danach wird ausführlich geschildert, welche Folgen bei welchem Maß an global-durchschnittlicher Temperaturerhöhung zu erwarten bzw. zu befürchten sind. Dabei werden die aktuell vorliegenden wissenschaftlichen Informationen aus den Berichten des Weltklimarats (IPCC) und aus weiterer Fachliteratur ausgewertet. Weil es bisher oft unklar war, wie wahrscheinlich 2 Grad mehr Temperaturerhöhung oder gar 4 Grad sind und was 2 Grad mehr, 3 Grad mehr oder 4 Grad mehr bedeuten, werden hier die aktuellsten Erkenntnisse dazu zusammen getragen. Dies soll mögliche Spekulationen auf den Boden der besten wissenschaftlichen Erkenntnisse „herunterholen", und dabei die Ernsthaftigkeit der Lage klarmachen.

Bei allen politischen Strategien ist mittlerweile davon auszugehen, dass die nächsten Jahre und Jahrzehnte nicht nur von ökonomischen Krisen geprägt sein werden, sondern dass nun die Zeit gekommen ist, vor der seit vielen Jahrzehnten gewarnt wird: die Zeit folgenreicher ökologischer Zusammenbrüche und des Klima-Umbruchs. Das Heißzeit-Projekt des *Denknetzes* (Schweiz) geht davon aus, dass die fortschrittlichen Organisationen und Bewegungen ihre politischen Strategien mit der Antizipation der schlimmer werdenden ökonomischen, sozialen, politischen und ökologischen sowie Klima-Bedingungen verbinden müssen Weil sich die Bedingungen bereits unwiderruflich verschlechtert haben, hatte ich bereits 2013 einen „Crashtest für Schönwetter-Utopien" (Schlemm 2013) gefordert.

Dabei ist zu betonen, dass eine Voraussicht auf das künftige Klima immer mit Unsicherheiten und Ungewissheiten verbunden sind. Die beiden Begriffe sind wie folgt definiert. Beim Vorliegen einer *Unsicherheit* kann der genaue Wert eines in Gang gesetzten Prozesses nicht sicher vorhergesagt werden. Unsicherheit kennzeichnet mangelndes Wissen über einen Prozess. Der Meeresspiegel wird steigen, wir wissen aber nicht genau, um wieviel. Z.B. sagt ein Simulationsmodell für 2100 einen Meeresspiegelanstieg zwischen 0,6 und 1,1 Meter voraus samt einer Wahrscheinlichkeitsverteilung. Die Unsicherheit sagt also aus, dass *wir nicht genau wissen* wann und wie viele von zu erwartenden Folgen eintreten. Wenn noch nicht klar ist, ob und in welchem Maße ein Prozess überhaupt auftritt, spricht man hingegen von *Ungewissheit*. *Unsicher* sind z.B. Temperaturprognosen, *ungewiss* ist die Reaktion von Gesellschaften auf den Klima-Umbruch und andere Veränderungen. Alle Zahlenangaben zum Klima und zum Meeresspiegel liegen innerhalb von Unsicherheitsbereichen (in den gängigen Grafiken häufig grau oder in blasser Farbe um die Trendlinie herum dargestellt). Wie stark die globale Temperatur steigen wird, ist auch deshalb ungewiss, weil das stark von menschlichem Handeln abhängt. Je länger wir mit radikalen Treibhausgassenkungen warten, desto kleiner werden die Möglichkeitsfenster für noch günstige Szenarien.

Die konkreten Temperaturwerte und auch deren Auswirkungen sind regional häufig recht unterschiedlich. So bedeutet ein global-durchschnittlicher Temperaturanstieg von 1,5 Grad für die Gebiete über Land durchaus oft weit mehr als 1,5 Grad (IPCC AR6, WGI: 190).

Welche Folgen werden diese Entwicklungen für unser Leben haben? Welche haben sie jetzt schon? Allein im Jahr 2024 gab es über 62 000 Hitzetote in Europa (Italien, Spanien, Deutschland). Zwischen 2022 und 2024 starben in Europa mehr als 181 000 Menschen an den Folgen der Hitze (Janoš et al. 2025). Das sind mehr Menschen als in Basel leben, und es entspricht auch ungefähr der Zahl der im Ukraine-Krieg seit seinem Beginn getöteten

Soldaten. Die Hitze kommt auch an den Arbeitsplätzen an. Während in Deutschland im Jahr 2012 nur 25% der Befragten erwartet haben, dass Hitze ihre Leistungsfähigkeit am Arbeitsplatz stark oder sehr stark beeinträchtigen werde, erwarteten dies im Jahr 2021 nun 40-45 % (UBA 2023). In der Schweiz sind deshalb Gefährdungsbeurteilungen in Hinsicht auf die Temperaturen bei der Arbeit vorgesehen. Die Arbeitgeber müssen prüfen, ob die Temperaturen gesundheitlich unbedenklich sind und gegebenenfalls Maßnahmen ergreifen, z. B. Pausen, Lüftung, Klimatisierung und flexible Arbeitszeiten. Wie das konkret umzusetzen ist, kann durchaus zum Kampfthema für Interessenvertretungen der Beschäftigten werden.

Und wer nur auf ökonomische Zahlen reagiert, dem kann gesagt werden, dass durch die Hitze in den Jahren 2018 und 2019 allein in Deutschland in Industrie und Gewerbe ein wirtschaftlicher Schaden von neun Milliarden Euro verursacht worden sind, weil die Produktivität wegen der Hitze sank. In der Forst- und Landwirtschaft entstanden in Deutschland Schäden in Höhe von 25,6 Milliarden Euro (WELT 2022). Für die Schweiz wird geschätzt, dass bei mäßigen Dürren die Biomasseproduktion um ca. 20% sinkt, bei extremen Dürren um 35% (Maienfisch 2024). Insgesamt muss die Weltwirtschaft ab 2050 mit einem Einkommensverlust von 19% rechnen (PIK 2024).

Für die Zeit zwischen 2040 und 2050 werden systemische Bedrohungen für die Nahrungsmittelversorgung aufgrund geringerer Ernten und möglicherweise ausfallender Lieferketten erwartet. Ab 2050 steigen die Risiken dafür erheblich. Bei Kaffee (Claudi 2025), Kakao und Schokolade, Orangensaft (ebd.) sowie Zucker sind bereits jetzt Preissteigerungen um bis zu 112 % (bei Olivenöl, siehe WELT 2024) erfolgt, die vorwiegend auf wetter- und damit klimabedingte Ausfälle zurückzuführen sind. In Großbritannien wurden 2024 aufgrund von starken Winterregen die Kartoffeln um 22 Prozent teurer und in den USA stiegen 2022 die Preise für Gemüse wegen der Sommerdürre um 80% (Klatt 2025).

Kipp-Punkte zum Teil erreicht!

Wir stehen heute an diversen Kipp-Punkten des Klimasystems – und sind wahrscheinlich zum Teil schon darüber hinaus geschossen.[1] In den letzten etwa 11 000 Jahren schwankte die globale durchschnittliche Temperatur nur leicht (um weniger als ±1 °C). Dies wurde abgesichert durch einander stabilisierende Rückkopplungen zwischen Temperatur, Eis, Wasser, Atmosphäre und Biosphäre. Durch die vom Menschen verursachten Treibhausgase ist die Erde jedoch nun schon um etwa 1,5 °C wärmer geworden (Stand 2024, nach Copernicus 2025, Rohde 2025). Dadurch geraten jetzt schon wichtige Systeme aus dem Gleichgewicht: Jetstream und Golfstrom verändern sich, Gletscher und Polareis schmelzen

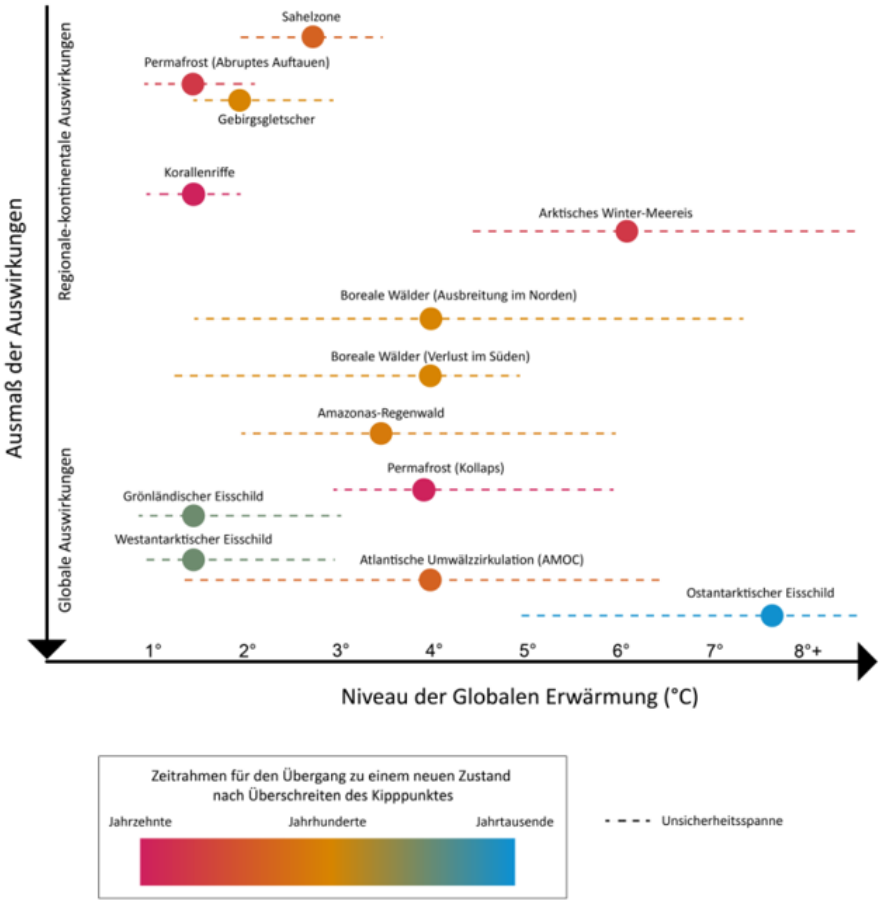
[1] Trotzdem entschied sich der IPCC im Jahr 2024 leider nicht dafür, einen speziellen Bericht über die Kipp-Elemente (ähnlich wie den Spezialreport zum 1,5-Grad-Ziel) zu erstellen, weil das Thema „Politiker und einige Mitgliedsländer auf der ganzen Welt sehr unruhig macht“ (Rockström in CarbonBrief 2025).

schneller, Wälder brennen stärker und verlieren ihre Funktion als CO_2-Speicher, und tauender Permafrost setzt Methan frei. Solche Prozesse verlaufen nicht immer kontinuierlich, sondern manche können plötzlich kippen. Das heißt: ein neuer Zustand tritt verhältnismäßig schnell ein, und es gibt keinen einfachen Rückweg mehr in den früheren Zustand. Das kann man vergleichen mit einer Kugel, die über den Rand einer Mulde rollt und nicht zurückkommen kann. Auch ein gekochtes Ei wird nie wieder flüssig, egal wie sehr man es danach wieder abkühlt. Für die Kipp-Elemente des Klimas kann man das Kippen meist gut physikalisch erklären. So ist das Eis in Grönland bis zu drei Kilometer dick. Nun ist in unterschiedlichen Höhen die Luft unterschiedlich warm. Wenn genug Eis geschmolzen ist, gerät die obere Eisschicht in wärmere Luftzonen. Dann beschleunigt sich das Schmelzen und lässt sich nicht mehr stoppen. Wann genau dieser Punkt erreicht wird, weiß man nicht genau. Forschende schätzen, dass die Schwelle bei 1,7 bis 2,3 °C Erwärmung über dem vorindustriellen Niveau liegt (Bochow et al. 2023). Dies ist ein Beispiel für die oben erwähnte *Unsicherheit*.

Es gibt Warnsignale, dass das grönländische Eis seinem Kipp-Punkt nahe ist – und diese Warnungen schlagen bereits an (Boers, Rypdal 2021). Zwar dauern das komplette Abschmelzen und der dadurch entstehende Meeresspiegelanstieg viele Jahrhunderte, doch der Moment des Kippens selbst kommt relativ schnell und bedeutet, dass der Prozess dann nicht mehr rückgängig zu machen ist. Beim Schmelzen entsteht außerdem eine dunklere Oberfläche, die mehr Sonnenwärme aufnimmt und so die Erwärmung beschleunigt. Dasselbe Phänomen findet auch in der Arktis und weltweit statt. Dies ist ein Beispiel für einen Prozess, bei dem ein Effekt mit seinen Wirkungen neue Prozesse anstößt. Eine andere solche „positive Rückkopplung“ besteht in Folgendem: Wenn Permafrost taut, wird Methan frei, ein sehr starkes Treibhausgas, das die Erwärmung verstärkt, was wiederum das Auftauen des Permafrostes beschleunigt, was wiederum zu einer verstärkten Freisetzung von Methan führt – und so weiter.

Solche Entwicklungen werden heute intensiv erforscht. In der nächsten Abbildung sieht man, ab welcher Erwärmung verschiedene Kipp-Elemente des Klimasystems aktiviert werden können, und wie hoch das Ausmaß der Folgen dieses Kippens wäre.

Abbildung 1: Mögliche Kipp-Elemente im Klimasystem



Quelle: Kornhuber u.a. 2024: 19

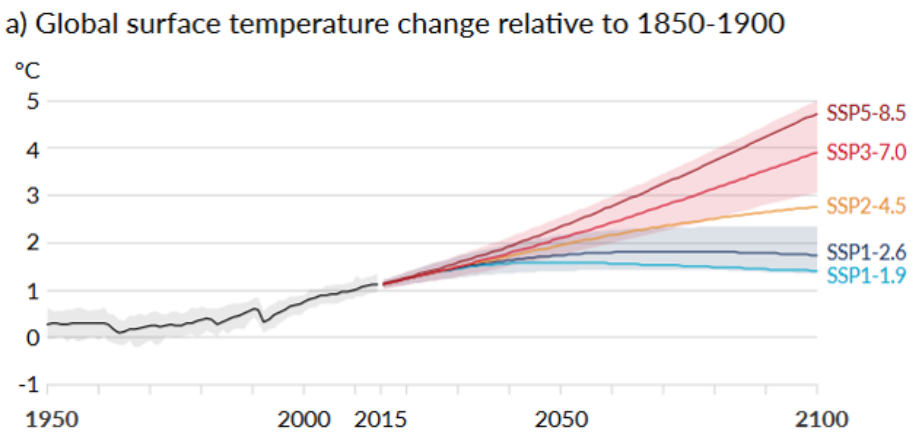
Wir sehen, dass das Kippen beim Westantarktischen (vgl. dazu auch Abram et al. 2024) und Grönländischen Eisschild, den Korallenriffen und dem Permafrost bereits begonnen hat oder kurz bevorsteht. Die Eisschilde, die Korallenriffe, der Amazonas-Regenwald und die Veränderungen der Meeresströme machen den Fachleuten denn auch besondere Sorgen (CarbonBrief 2025a). Bis 2100 könnte das geschmolzene Eis allein aus Grönland den Meeresspiegel um 18 cm anheben (IPCC AR6, WGI: 1260). ~~Das bedeutet den Verlust von Landflächen in der Größe von Mexiko oder von Deutschland und Belgien zusammen.~~ Wenn man nur den Klima-Umbruch alleine berücksichtigen würde, würde der Amazonas erst bei 3–5 °C kippen. Doch durch den Verlust an Biodiversität, durch Abholzung und Wasserkreislauf-Veränderungen sinkt die Schwelle auf 1,5–2 °C (Rockström in CarbonBrief 2025a; vgl. Wunderling ebd.). Auch der Golfstrom (Teil des AMOC[2]) gilt als besonders gefährdet (van Westen et al. 2025, Pontes, Menviel 2024): Sein Zusammenbruch hätte weltweit katastrophale Folgen und könnte schnell eintreten.[3] Was genau „Kipp-Elemente" sind und was sie kennzeichnet, wird in der Klimawissenschaft derzeit ausgiebig diskutiert. Der genannte Amazonas-Regenwald steht dabei auch für einen weitreichenderen globalen

[2] Atlantic Meridional Overturning Circulation, dt.: Atlantische meridionale Umwälzzirkulation.
[3]

Verlust an Wäldern (mit den Folgen von Waldbränden und dem Verlust der CO_2-Speicher) bei einer global-durchschnittlichen Erwärmung um ca. 3 Grad.

Frühere IPCC-Berichte (2001) nahmen an, dass solche Kippprozesse erst ab etwa 3,5 °C einsetzen. Heute ist klar: Schon ab 1,5 °C sind einige wahrscheinlich (Zommers et al. 2020: 522; Copernicus 2025). Daher war das Pariser Klimaziel, die Erwärmung unter 1,5 °C zu halten, nicht nur politisch, sondern auch wissenschaftlich geboten (Schellnhuber u.a. 2016). Bereits bei 1,5 °C gilt das Kippen von vier Elementen als „wahrscheinlich" und von sechs weiteren als „möglich". **Damit haben wir den „sicheren Klimazustand" bereits verlassen** (ebd.).

Abbildung 2: Mögliche Erwärmung der Oberflächentemperatur im Vergleich zur Periode von 1850-1900 nach Szenarien

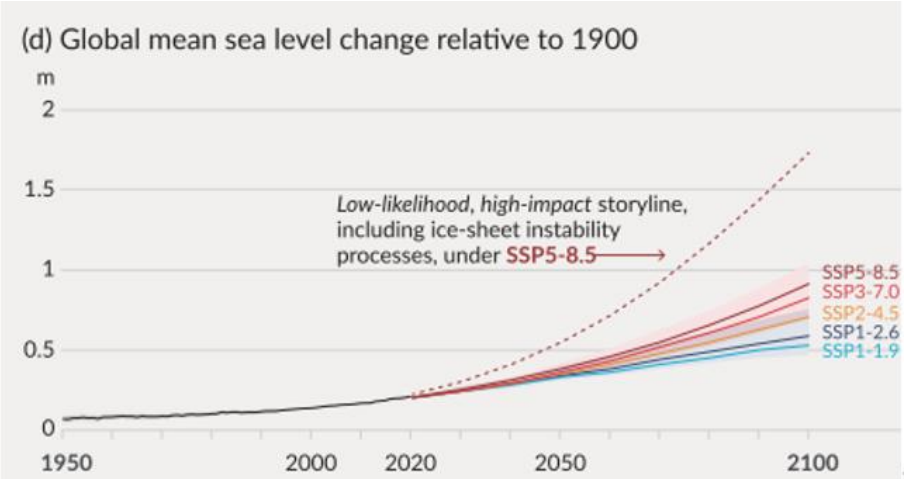


Quelle: IPCC AR6 WGI-SPM 20, Fig. SPM8a

In den Temperatur-Szenarien werden Unsicherheitsbereiche gezeigt. Eigentlich müsste ab 1,5 °C zusätzlich markiert sein, dass dann das Kippen wichtiger Klima-Elemente wahrscheinlich wird. Diese Prozesse fehlen bisher in den gängigen Klimamodellen, was die Aussagekraft der Ergebnisse einschränkt.

Beim Meeresspiegel zeigt der IPCC ein Szenario, das zwar als „gering wahrscheinlich" gilt, für das aber sehr schwere Folgen angenommen werden (IPCC AR6 WGI, SPM: 22, Abb. SPM.8d).

Abbildung 3: Möglicher Anstieg des Meeresspiegels, für das Szenario SSP5-8.5 ergänzt durch mögliche Ereignisse mit „geringer Wahrscheinlichkeit, aber massiven Auswirkungen"



Quelle: IPCC AR6 WGI, SPM: 22, Abb. SPM8 d

Auch die Temperaturberachtungen müssten eigentlich um Szenarien ergänzt werden, bei denen die klimarelevanten Kipp-Elemente (z.B. das Auftauen des Permafrostes, der Schwund der Wälder) im Verlauf der Temperaturerhöhung kippen, wodurch sich die Klimaerwärmung beschleunigen würde. Dafür gibt es aber noch keine belastbaren Berechnungen, weshalb solche Linien spekulativ wären. Das darf aber nicht heißen, dass diese Gefahren vernachlässigt werden können!

Neben dem Klima gibt es auch in anderen Bereichen des Erdsystems kritische Schwellen („Planetare Belastungsgrenzen"). Dazu gehören etwa der Verlust der Biodiversität, die Plastikverschmutzung oder die Belastung von Gewässern durch Stickstoff und Phosphor. Weil die Schwellwerte, bei denen ein Kippen einsetzt, nicht exakt ermittelt werden können, fordert die Wissenschaft ein Vorsorgeprinzip (Steffen et al. 2015). Damit soll verhindert werden, dass wir überhaupt in die Nähe der Schwellwerte geraten.

Von neun sogenannten planetaren Belastungsgrenzen sind inzwischen sechs überschritten: Bei Klima, Biodiversität, Landnutzung, Süßwasser, biochemischen Kreisläufen und neuen Substanzen (Richardson et al. 2023). Neueste Daten zeigen, dass auch eine siebte Grenze, die Ozeanversauerung, überschritten ist (Findlay et al. 2025).

Ist denn alles zu spät?

Die Abschmelzprozesse in Grönland, in der Antarktis und in Gletschern würden sich auch dann fortsetzen, wenn die globale Temperatur wieder sinken würde. Das liegt daran, dass sich der Ozean nur sehr langsam abkühlt und das Wasser lange braucht, um wieder neues Eis zu bilden. Bestenfalls könnte das Schmelzen verlangsamt werden (IPCC AR6, WGI: 1318). Folgen wie Sturmfluten und Überschwemmungen werden die Küstenbewohner*innen dennoch weiter spüren. Solche Aussichten machen Angst, und darum wird das Thema oft verdrängt. Wichtig ist aber: Selbst wenn Kipp-Elemente die Erwärmung verstärken, bedeutet das keine „Runaway-Klimakatastrophe" (Schlemm 2025a). Mit „Runaway" ist das „Ausreißen" der Temperaturen um mehrere Dutzend oder gar hundert Grad in wenigen

Jahrzehnten gemeint. Solche Prozesse werden zum Beispiel für die frühere Venus angenommen. Jem Bendell (2020) behauptet zwar, dass alle Selbstverstärkungen auch auf der Erde automatisch einen „Runaway-Klimawandel“ auslösen, doch das stimmt nicht. Ein echter Runaway-Prozess würde nur eintreten, wenn die Erde ihre Wärme nicht mehr ins All abstrahlen könnte. Das kann mit sehr hoher Sicherheit ausgeschlossen werden, selbst bei vollständiger Verbrennung aller fossilen Energien und zusätzlichem Methan aus dem Permafrost. Das Methan könnte die Erwärmung um etwa 3°C oder auch 6-8°C verstärken, aber keinen Runaway-Effekt auslösen. Die Folgen steigender Temperaturen sind trotzdem erheblich und überdies schwer abzuschätzen: Ab wann würde die Menschheit aussterben? Oder könnte sie unter extremen Bedingungen noch überleben? Viel hängt davon ab, wie wir reagieren – ob wir uns gegenseitig bekämpfen oder solidarisch zusammenarbeiten.

Was bedeuten höhere Temperaturen?

In der Erdgeschichte war es schon deutlich wärmer als jetzt: In der Kreidezeit stieg die Temperatur gegenüber dem vorindustriellen Wert zeitweise um bis zu 22 Grad an (Judd et al. 2024). Im sog. Paläozän-Eozän-Temperaturmaximum vor 56 Millionen Jahren, das 100 000 bis 200 000 Jahre anhielt, war die Temperatur ebenfalls um 14 bis 20 Grad höher als in vorindustriellen Zeiten (Haynes, Hönisch 2020). Ein Runaway-Klimawandel trat dabei trotzdem nicht auf. Vor 500 Millionen Jahren, im Zeitalter des Kambriums, explodierte die Artenvielfalt im Meer gerade, die Lebewesen waren aber noch nicht besonders komplex. In der späten Kreidezeit vor 65 Millionen Jahren mit um vier bis fünf °C höheren Temperaturen als heute erlebten die großen Dinosaurierpopulationen ihren Höhepunkt. Doch damals stieg die Temperatur extrem langsam, in der Kreidezeit zum Beispiel um weniger als 0,01 bis 0,03°C pro 1000 Jahre. Heute steigt sie mehr als 0,26 °C pro Jahrzehnt (Forster et al. 2024: 2626) – etwa 1000-2000-mal schneller. Lebensformen können sich an so rasche Veränderungen kaum anpassen.

Arten sterben aber nicht nur durch die Erwärmung. Laut IPBES (2019: 25) sind die Hauptgründe für den Verlust an Biodiversität:

- Land- und Meeresnutzungsänderungen (z. B. Abholzung, Landwirtschaft),
- direkte Ausbeutung (z. B. Überfischung),
- Klimawandel,
- Verschmutzung (Chemie, Lärm, Licht),
- invasive Arten.

Besonders sichtbar wird der menschliche Einfluss an der „Aneignung der Nettoprimärproduktion“ – also daran, wie stark wir die Produktivität von Ökosystemen für uns nutzen. Die planetare Belastungsgrenze liegt dafür bei 10 % der Erdoberfläche. Schon vor 1900 war dieser Wert überschritten; heute bewegen wir uns in Richtung 30 % (Caesar et al. 2024: 36; Richardson et al. 2023: 5). Johann Gottlieb Fichte formulierte einst folgende hoffnungvollen Sätze: Der Mensch „legt nicht nur die notwendige Ordnung in die Dinge; er gibt ihnen auch diejenige, die er sich willkürlich wählte; da wo er hintritt, erwacht die Natur,

bei seinem Anblick bereitet sie sich zu, von ihm die neue schönere Schöpfung zu erhalten“ (Fichte 1794: 152). Ernst Bloch schwärmte von einer „Allianz mit dem Herd der Naturerscheinungen“ (PH 787). Die vorhandene Natur soll nur dazu überwunden werden, „um sie mit dem latent Besten in ihr zu unserem Besten zu vermitteln“ (ebd.: 810).

Daraus wurde bisher nichts, im Gegenteil. Für viele Tier- und Pflanzenarten ist das existenzbedrohend. Schon bei +2 °C Erwärmung könnte in den artenreichsten Regionen ein Viertel aller Arten verschwinden, bei 4,5 °C sogar 70–90 % (WWF 2018). Bei einer Erwärmung um ca. 5,2 °C droht ein Massenaussterben, vergleichbar mit früheren großen Artensterben[4] (Song et al. 2021). Das geschieht, wenn die schlimmsten Szenarien eintreten, bis Ende des Jahrhunderts (IPCC AR6, WGI, SPM: 13).

Wegmarken in die Katastrophe

1,5 Grad mehr

Im Jahr 2024 wurde erstmals die Marke von 1,5 °C globaler Erwärmung überschritten (Forster et al. 2025: 2656). Auch wenn für Aussagen über das Klima die Temperatur und ihre Veränderung über Jahre gemittelt werden muss, ist klar, „dass das 1,5 °C-Ziel nicht erreicht wird. Zu wenig Zeit bleibt, und die Bemühungen um Abschwächung bleiben weit hinter dem zurück, was nötig gewesen wäre, um dieses Ziel zu erreichen“ (Rohde 2025). Doch so sehr dieses Ziel einst stark gemacht worden ist, so wenig wird seine Nichterfüllung jetzt skandalisiert. Es geht immer noch darum, jedes weitere Zehntel Grad Erderhitzung zu verhindern. Aber diese Aussage wirkt derzeit eher als Geste der Beruhigung, denn als Aufruf, nun endlich ganz grundlegend etwas zu verändern.

Die globale Erwärmung wirkt sich bereits stark aus und ihre Folgen führen zu beschleunigten Prozessen, z. B. beim Meeresspiegel (Forster et al. 2025: 2665f.). Bei 1,5 °C Erwärmung werden bis 2100 wahrscheinlich noch 26–77 cm zum bisherigen Anstieg von 20–25 cm hinzukommen. Danach kann es bei Überschreiten von Kipp-Punkten (Grönland, Teile der Antarktis) noch um weitere Meter weitergehen (IPCC SR1.5: 178). Betroffen wären schon bei nur 1,5 Grad Erwärmung bis 2100 ca. 100–150 Millionen Menschen (ebd.: 234).

Schon bei „nur“ 1,5 Grad Erderwärmung

- verlieren (im lokalen Rahmen) bis zu 6% der Insekten, 8% der Pflanzen und 4% der Wirbeltiere ihre angestammten Gebiete (IPCC SR1.5 SPM, B.3.1).
- Auf ungefähr 4% der Landfläche verändern sich die Ökosysteme grundlegend (ebd.: B.3.2). Korallenriffe werden zu 70 bis 90% zurückgehen (ebd.: B.4.2).

[4] Am Ende des Perm vor ca. 252 Millionen Jahren erfasste das größte bekannte Massenaussterben ca. 98% der marinen Arten und ca. 70% der Landarten. Verantwortlich waren wahrscheinlich massive Vulkanausbrüche in Sibirien, Methanfreisetzung und darauf folgender Klimawandel.

- Der Ertrag der Meeresfischerei könnte pro Jahr um ca. 1,5 Millionen Tonnen geringer sein als die 185,4 Millionen Tonnen im Jahr 2022 (das sind 0,8% des Ertrags) (ebd.: B.4.4).

Diese Zahlen werden meist nur genannt, um vor den noch größeren Verlusten bei 2 Grad zu warnen. Aber wir sehen, dass auch schon bei „nur“ 1,5 Grad „Gründe zur Besorgnis“ bestehen. Das Risiko für „einzigartige und bedrohte Systeme“ ist bereits hier „hoch“ (ebd.: B.5.7).

1,5 Grad bedeutet: Es gibt bereits deutliche regionale Klimaveränderungen, die Extremtemperaturen steigen, die Häufigkeit, Intensität und/oder die Menge von Starkniederschlägen wächst in einigen Regionen und auch die Intensität und Häufigkeit von Dürren steigt (IPCC SR1.5: 177). In den Tropen sind mehr tödliche Hitzewellen zu erwarten, in den mittleren Breiten gibt es mehr heiße Sommer und intensivere Niederschlagsereignisse (ebd.: 279). Die Mittelmeerregion wird trockener (ebd.). Die 1,5 Grad im globalen Durchschnitt können regional in den mittleren Breiten eine Erhöhung um drei Grad bedeuten, und in den hohen Breiten um 4.5 Grad (ebd.) oder auch um 6 Grad (ebd.: 274). Die bereits bei 1,5 Grad vorhandene Versauerung der Ozeane gefährdet das Überleben, die Fähigkeit zur Kalkbildung und das Wachstum von vielen Meereslebewesen (ebd.: 178). Da die Lebensbedingungen sich bereits jetzt durch den Klimawandel in vielen Regionen deutlich verschlechtern, deutet sich eine Abwanderung von Menschen in andere Gebiete an (ebd.: 180). Im Ackerbau muss stärker bewässert werden, so dass der Wasserstress zunimmt (ebd.: 279). Schon jetzt ist auch an vielen Orten die Tourismusindustrie betroffen (ebd.: 181).

Fast die Hälfte der Menschheit erlebt heute schon mindestens 30 zusätzliche Tage mit extremer Hitze (Giguere et al. 2025: 1). Das ist erst einmal nur „Wetter“ – als „Klima“ zählen Klimawerte erst nach mindestens einem Jahrzehnt. Vorsichtig gesehen gibt es eine 70%ige Wahrscheinlichkeit, dass die globale Temperatur bereits in den Jahren 2025 bis 2029 oberhalb der 1,5 Grad-Grenze liegen wird. In jedem dieser Jahre wird die durchschnittliche Temperatur voraussichtlich zwischen 1,2 und 1,9 Grad über dem vorindustriellen Niveau liegen (WMO 2025). Leider spricht nichts dafür, dass der Anstieg der Temperaturen in diesem Zeitraum überhaupt noch aufgehalten werden kann, weil schon zu viele Treibhausgase in der Luft sind. Zudem können auch beim besten Willen die nötigen Umgestaltung der Lebens- und Produktionsweise nicht schlagartig geschehen, sondern brauchen eine gewisse Umstellungszeit. Deshalb kann auch die weitere Zunahme von Treibhausgasen nicht abrupt gestoppt werden. Wir sind also voll auf dem Pfad hin zu mindestens 2 Grad.

Zwar gab es in den Hauptindustrieländern in den letzten Jahren eine Minderung der Emissionen. Aktuell jedoch zeichnet sich eine Rückwärts-Wende ab mit einem Rüstungsaufschwung, mit Kriegen, mit dem erneuten Setzen auf fossile Energien wie LNG (verflüssigtes Erdgas). Leider müssen wir sogar zur Kenntnis nehmen, dass die Investitionen in Kohle 2023 auf das höchste Niveau seit 2015 gestiegen sind (Ambrose 2024). Für 2024

wurde erwartet, dass die weltweiten Öl- und Gasinvestitionen um 7% steigen werden (ebd.). „Globale Banken unter der Führung von JPMorgan Chase, Citigroup und Bank of America haben die Finanzierung fossiler Brennstoffe im Jahr 2024 um mehr als ein Fünftel erhöht, in einer großen Umkehr des Trends der letzten Jahre… .“(Mooney 2025) Wie groß dieser Rückschlag ist und was er bedeuten wird für die Klimaentwicklung, ist noch nicht abzusehen. Die massiv steigenden Erträge aus erneuerbaren Energien scheinen die fossilen Energieverbräuche jedenfalls nur zu ergänzen, nicht zu ersetzen.

2 Grad mehr

Wie beutet eine global-durchschnittlichen Temperaturerhöhung um zwei Grad für die Menschen? Es gibt allein schon durch direkte körperliche Schäden mehr Sterbefälle, vor allem während Hitzeperioden. Diese Schäden werden durch die Hitze selbst verursacht, aber auch durch zusätzliche Umweltverschmutzungen wegen erhöhter Werte von SO_2, NO_2 und Ruß (bei Waldbränden) in der Atmosphäre (Shindell et al. 2018). In einigen Studien wird geschätzt, dass bei einer Temperaturerhöhung um 2 Grad ca. 150 Millionen Menschen mehr sterben als bei nur 1,5 Grad. David Wallace-Wells vergleicht das mit der Zahl der Ermordeten im Holocaust (6 Millionen). 2 Grad mehr statt nur 1,5 Grad führen dann zu 25 Holocausts. (Wallace-Wells 2019: 42). Genauso wie der Holocaust aufgrund der besonders perfiden Mordmethoden nicht mit etwas anderem verglichen werden kann (letztlich auch nicht mit dem Klima-Umbruch), so werden auch die Massensterbefälle durch den Klima-Umbruch unvergleichlich sein.

Ein Vergleich der zu erwartenden Folgen bei 1,5 Grad Erwärmung und bei 2 Grad Erwärmung wurde im Sonderbericht des IPCC von 2018 vorgenommen. Für zwei Grad Erwärmung gilt:

- Bei zwei Grad erleben wir höchstwahrscheinlich dreimal mehr Hitzesommer, häufigere Dürreperioden durch die größere Verdunstung und auch deshalb ein Steigen der Wahrscheinlichkeit von Starkregen um 25%.
- Der Meeresspiegelanstieg fällt bei 2 Grad 10 cm höher aus (IPCC SR1.5 SPM B.2),
- die Häufigkeit von Küstenfluten erhöht sich dadurch um das Zwei- bis Dreifache – insgesamt betrifft das bis zu 10 Millionen von Menschen (ebd.: B.2.1).
- Viele Tiere verlieren ihre angestammten Verbreitungsgebiete, so verlieren 6% der Insekten bei 1,5 Grad ihre ursprünglichen Verbreitungsgebiete. Diese Zahl erhöht sich auf 18% bei 2 Grad (ebd.: B.3.1):
  Bei 1.5 Grad Erwärmung: Insekten 6%, Planzen 8%, Wirbeltiere 4%
  Bei 2 Grad Erwärmung: Insekten 18%, Pflanzen 16%, Wirbeltiere 8%
- Bei zwei Grad tauen 1,5 bis 2,5 Millionen Quadratkilometer mehr Permafrostböden auf (ebd.: B.3.3). Weniger als 1% der Korallenriffe können dann erhalten werden (ebd.: B.4.2). Die Ernährung von immerhin 400 Millionen Menschen hängt von der Funktion der Korallenriffe ab! (Rockström in CarbonBrief 2025a).
- In besonders artenreichen Gebieten könnten schon bei 2 Grad bis zur Hälfte aller Arten aussterben (WWF 2018).

- Um bei Menschen zu bleiben: Bei nur 1,5 Grad statt 2 Grad würden „mehrere hundert Millionen“ vor allem armutsgefährdete Menschen in gefährdeten Regionen weniger klimabedingten Risiken ausgesetzt sein (IPCC SR1.5, B.5.1).
- Bei 2 Grad wird es zu stärkeren Rückgängen des Ertrags bei Mais, Reis und Weizen kommen als bei 1,5 Grad und auch mehr Nutztiere werden leiden (ebd.: B.5.2). In China könnte der der Reisertrag im Regenfeldanbau um5% bis12% sinken (WBGU 2009: 13). „Die Nahrungsmittelproduktion wird bei einer Erwärmung um 2–4 °C voraussichtlich weltweit sinken. Dies kann regionale Ernährungskrisen auslösen und die ökonomische Leistungsfähigkeit betroffener Staaten untergraben.“ (ebd.) Nicht nur die im Vergleich zu jetzt fehlenden Erträge sind problematisch, sondern auch die im Kapitalismus damit verbundenen spekulativen enormen Preissteigerungen für Nahrungsmittel. Diese führen dann meist zu sozialen Unruhen.

Die Anzahl von Menschen, die Wasserstress ausgesetzt sind, wird sich bei 2 Grad im Vergleich zu 1,5 Grad verdoppeln (IPCC SR1.5 SPM: B.5.4), regional kann die Anzahl von betroffenen Menschen noch viel höher sein. Für sogenannte „Gründe der Besorgnis“ wie „Einzigartige und bedrohte System“ und „Extremwetterereignisse“ steigt das Risikoniveau von „moderat“ auf „hoch“ (ebd.: B.5.6).

Sogar wenn eine Temperaturerhöhung um zwei Grad (wie erhofft z.B. durch Maßnahmen des Climate Engineering[5]) in wenigen Jahrzehnten wieder auf 1,5 Grad zurückgefahren werden könnte, sind dann viele Ökosysteme irreversibel geschädigt (IPCC SR1.5: 280). Migration, erzwungene Umsiedlungen und ein Verlust an Identität führen in einigen Ländern dann auch zu einem Rückschlag bei erreichten Erfolgen für die Sicherheit und Nachhaltigkeit. Gesundheit und Wohlergehen sinken; Armut und Benachteiligung steigen (ebd.).

3 Grad mehr

Mögliche Temperaturerhöhungen um 3 oder gar 4 Grad gelten im aktuellen IPCC-Bericht als „mittel- bis langfristiges Risiko“ (IPCC AR6, WGII, SPM: 14). Für das mögliche Erreichen dieser Werte wird ein Zeitrahmen von 2041 bis 2100 angegeben. Dies liegt innerhalb der Lebensspanne aller jetzt geborenen und der jüngeren Menschen! Werte von drei Grad mehr als in vorindustriellen Zeiten gab es auf der Erde seit rund drei Millionen Jahren nicht mehr. Im Übrigen gilt, dass es auf Landgebieten viel wärmer wird als im globalen Durchschnitt – für Deutschland ist bei einer globaldurchschnittlichen Erderwärmung um 3 Grad eine durchschnittliche Erwärmung um 6 Grad zu erwarten (Rahmstorf 2022: 14). Hitzerekorde könnten dann auch bei uns 45 Grad erreichen (ebd.: 15). Bei drei Grad Erwärmung „dürfte der Meeresspiegel grob geschätzt etwa dreimal so schnell steigen wie heute“ (ebd.: 21), Extremniederschläge werden ebenso häufiger und heftiger wie Dürren und vor allem die Stärke von tropischen Wirbelstürmen und Sturmfluten nimmt zu. Gleichzeitig werden Risiken durch Extremwetterereignisse immer weniger versicherbar – schon jetzt sind nur ca.

[5] Kritisch dazu Schlemm 2023.

35% aller Extremwetterschäden in Europa versichert (Wenz, Kuik 2022: 117). „In einer 3 Grad wärmeren Welt könnten Überschwemmungen an Flüssen in Europa zu Schäden in Höhe von 40 Milliarden Euro führen – das ist in etwa so viel wie die Kosten, die durch die Flutkatastrophe in 2021 in Westdeutschland[6], den Niederlanden und Belgien entstanden sind – allerdings jedes Jahr“ (ebd.: 104). Eine Dürreperiode, die zur Jahrtausendwende nur ungefähr einmal in 100 Jahren auftrat, wird sich dann etwa aller 10 Jahre wiederholen (ebd.: 105). An den bedrohten Küsten liegen mehr als 130 Millionenstädte und rund 200 Kernkraftwerke, die Meerwasserkühlung nutzen (Rahmstorf 2022: 21). Die Kipp-Elemente Grönlandeis, Westantarktischer Eisschild sind dann sehr wahrscheinlich gekippt, der Kipp-Punkt der Korallenriffe ist dann „sicher“ überschritten (ebd.: 24). Bei 3 Grad verlieren die Tropenwälder auch ihre Funktion der Kohlenstoffspeicherung und anderer Biosystemleistungen (Winter 2022: 139). Die Tropenwälder des Amazonas dürften sich in Steppen verwandeln (ebd.) und auch alle anderen Walder müssen „ums Überleben kämpfen“ (ebd.: 141).

Bei drei Grad mehr sind 29% der Landtierarten bedroht (IPCC AR6 WGII SPM: B.4.1), also ungefähr doppelt so viele wie bei 1,5 Grad. Aber nicht alle Risiken gegenüber 1,5 Grad verdoppeln sich „nur“ – manche Auswirkungen können viermal so stark sein wie bei einer Erhöhung um 1,5 Grad (WEF 2024). Zerstörungen durch Fluten sind um 2,5- bis 3,9-mal größer als derzeit (ebd.: B.4.2). Landwirtschaftliche Erträge sinken zum Teil um bis zu 40% (Ramirez-Cabral et al. 2017). Der positive CO_2-Düngungseffekt wird an vielen Stellen übertroffen durch negative Effekte wie Wasserknappheit, höhere Ozonwerte und das Auftreten von Extremwetterereignissen (Lombardozzi et al. 2018). Die Nahrungsmittel haben auch geringere Proteinwerte sowie weniger Mikronährstoffe und Vitamin B (IPCC SR1.5: 136). Da diese Effekte regional sehr unterschiedlich wirken, müsste die landwirtschaftliche Produktion streng nach den jeweils optimalen Bedingungen ausgerichtet werden. Die Kalorien für die menschliche Ernährung werden zurzeit zu zwei Dritteln durch Weizen, Reis, Mais und Sojabohnen geliefert (Zhao et al. 2018: 9326). Jeder Grad Temperatursteigerung führt zu einem Sinken der Erträge bei Weizen um 6%, bei Reis um 3,2%, bei Mais um 7,4% und bei Sojabohnen um 3,1% (ebd.). Diese Prozentzahl für drei Grad zu verdreifachen, ist ein einfaches Rechenexempel. Zusätzlich kommen noch pro Grad Temperatursteigerung Ernteverluste von 10 bis 25% hinzu durch gesteigerte Aktivitäten von pflanzenfressenden Schädlingen (Seppelt et al. 2022: 74). Auch neue Züchtungen helfen nicht wirklich: Ganz grundsätzlich gilt auch für Nahrungsmittelpflanzen, dass sie bei Temperaturen ab 42 Grad[7] nicht mehr gedeihen… (ebd.). „Eine um 3 Grad wärmere Welt ist mit dem Risiko massiver Ertragseinbußen konfrontiert; im Extremfall können weitere Landstriche veröden oder unbewohnbar werden“ (ebd.: 76).

[6] In diesem Jahr fand die Ahrtalkatastrophe statt.
[7] Die Hitzegrenze für pflanzliche Zellen ist zwischen 35 und 46 Grad Celsius erreicht (Winter 2022: 140).

Während derzeit jährlich in Europa ca. 44 000 Menschen hitzebedingt sterben, könnten es bei drei Grad weitere ca. 55 000 Hitzetote, vor allem von Menschen über 85 Jahren, geben (García-León et al. 2024: e644). Zu den alten, stark davon Betroffenen, gehöre dann auch ich – außer wenn der dann noch schwächere Golfstrom meine Region kühlt. Wer weiter lebt, ist damit konfrontiert, dass sich bei 3 Grad durch den Hitzestress die Arbeitskapazität um 30 bis 50% sinken dürfte (Seppelt et al. 2022: 75f.).

Wirtschaftliche Verluste von mindestens 10%, in ärmeren tropischen Ländern bis zu 17% sind bei drei Grad mehr zu erwarten (Waidelich et al. 2024: 592, 594) – auch dies unter dem Vorbehalt, dass alles kontinuierlich und ohne größere Einbrüche geschieht. Spätestens jetzt entstehen soziale Unruhen und politische Destabilisierungen folgen (IPCC SR1.5: 280). Stefan Rahmstorf hat für eine drei Grad wärmere Welt eine düstere Vorstellung:

„… ziemlich sicher wäre diese Erde voller Schrecken für die Menschen, die sie erleben müssten. Wetterchaos mit tödlichen Hitzewellen, verheerenden Monsterstürmen und anhaltenden verbreiteten Dürren, die weltweite Hungerkrisen auslösen könnten. Steigende Meeresspiegel, die unsere Küsten verwüsten. Umkippende Ökosysteme, verheerendes Artensterben, brennende und verdorrende Wälder, versauerte Ozeane. Failed States, riesige Menschenzahlen auf der Flucht.“ (ebd.: 29)

4 Grad mehr

4 Grad mehr im Jahr 2100 kommen in den beiden extremsten Szenarien des IPCC-Berichts vor. Im schlimmsten Szenarium SSP5-8.5 ist eine Erhöhung der Durchschnittstemperatur um 3,3 und 5,7 Grad „sehr wahrscheinlich“[8] und im etwas besseren Szenarium SSP3-7.0 sind 2,8 bis 4,6 Grad „sehr wahrscheinlich“ (IPCC AR6 WGI, Table SPM.1). Mit den Erfolgen der wenigstens zeitweisen Emissionsreduktion in den meisten Industrieländern liegen wir mit den weltweiten Emissionen derzeit glücklicherweise gerade unter diesen beiden Emissionsszenarien. Das nächstniedrige Szenarium SSP2-4.5 erwartet im Jahr 2100 eine globaldurchschnittliche Temperaturerhöhung von 2,1 bis 3,5 Grad (ebd.).

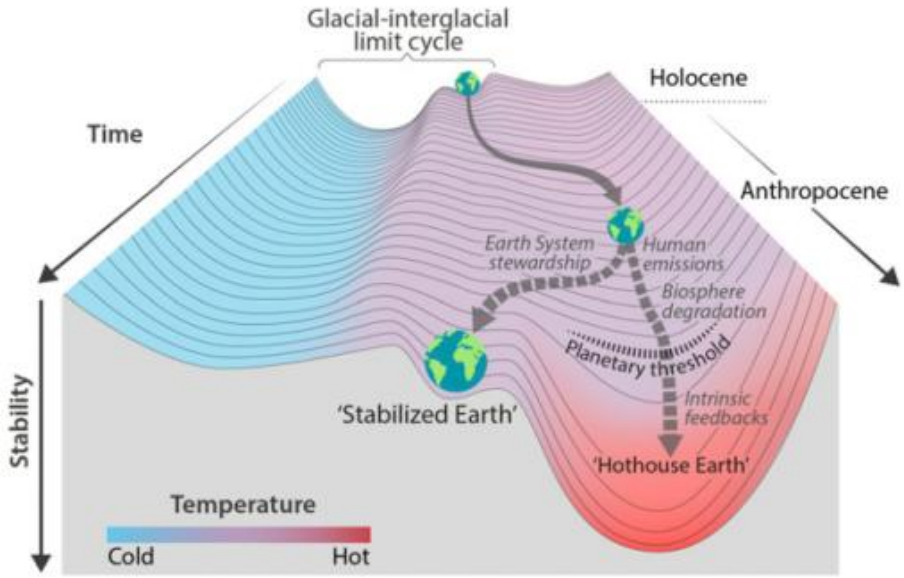
Inzwischen wird auch angenommen, dass ein Wert von über zwei Grad Temperatursteigerung das Klimasystem so destabilisieren kann, dass es doch in den 4-Grad-Bereich rutscht. Bei einer Erwärmung bis zu vielleicht zwei Grad könnte sich die Erderwärmung nach einer Beendigung der Treibhausgasemissionen noch stabilisieren und wieder auf den früheren stabilen Holozän-Durchschnittswert zurückgeführt werden („Stablizied Earth“ = dt. stabilisierte Erde). Wird aber ein kritischer Wert der Temperaturerhöhung überschritten, steigt die Temperatur immer weiter bis hin zu einer „Heißzeit-Erde“, die dann über Jahrtausende das Klima beherrschen wird. Diese Heißzeit-Erde ist noch kein Runaway-Zustand, sondern stellt eine Erwärmung um ca. 4 Grad dar – gefolgt von weiteren Erhitzungen durch das Kippen der Kipp-Elemente und anderer Effekte. Dies stellt einen globalen Kipp-Punkt dar (vgl. Armstrong McKay et al. 2022: 1). Erst nach

[8] „Sehr wahrscheinlich“ bedeutet in IPCC-Berichten eine Wahrscheinlichkeit von 90% bis 100%.

Jahrtausenden dürfte die Erde die überschüssige Energie wieder ins All zurückgestrahlt haben. Außerdem dürften durch die starke Störung der Biosphäre wichtige Regulierungsmechanismen im Erdsystem zerstört werden.[9] Nach dem Erreichen des kritischen Wertes gibt es auch kein schnelles Zurück mehr zu einer kühleren Erde, weil sich die Erwärmungsfaktoren gegenseitig positiv beeinflussen und stabilisieren.

Diesen Zustand und den möglichen Weg dahin verdeutlicht folgende Abbildung. Die Zeit verläuft nach vorne, die „Landschaft" stellt die Stabilität des Klimazustands dar.

Abbildung 4: Weg zur Heißzeit-Erde



Quelle: Steffen et al. 2018: 8254

Bei 4 Grad mehr würde es auf 47% der gesamten Landfläche zu heiß, als dass menschliches Leben auf Dauer möglich wäre, das betrifft 74% der menschlichen Bevölkerung (Mora et al. 2017: 501). 39% der Landtierarten sind dann in ihrer Existenz bedroht (IPCC AR6 WGII SPM: B.4.1).

Die Weltbank fasste in ihrem Bericht *Turn down the Heat. Confronting the New Climate Normal* die erschreckenden Folgen einer um 4 Grad wärmeren Welt zusammen. Der Bericht beruht noch auf dem früheren IPCC-Bericht (AR5) und seither wurden vom IPCC die Klimawandelfolgen als noch gefährlicher eingeschätzt als damals. Aber schon bei den konservativeren früheren Schätzungen bedeuten 4 Grad mehr Erschreckendes:

[9] Derzeit scheinen Wälder (Lang 2024) und Ozeane (DeVries et al.: 2017) schon die Funktion einer Senke für CO_2 zu verlieren.

- Noch nie dagewesene Hitzeextreme würden auf 70- bis 80% der Landfläche im Nahen Osten und Nordafrika sowie in Lateinamerika und der Karibik und auf etwa 55 Prozent der Landfläche in den in diesem Bericht untersuchten Teilen Europas und Zentralasiens auftreten (World Bank 2014: xix).
- In der Karibik, dem westlichen Balkan, dem Mittleren Osten und Nordafrika dürften die Niederschläge um ca. 20-50% zurückgehen (ebd.).
- Ein 30-70-prozentiger Ertragsrückgang bei Sojabohnen und ein bis zu 50-prozentiger Rückgang bei Weizen in Brasilien, ein 50-prozentiger Rückgang bei Weizen in Zentralamerika und der Karibik sowie ein 10-50-prozentiger Rückgang bei Weizen z.B. in Tunesien sind zu befürchten (ebd.).

Diese Aussichten sind schlimm: „Wenn sich die Erwärmung auf 4 °C zubewegt, ist damit zu rechnen, dass sehr schwerwiegende Auswirkungen Kaskaden von Auswirkungen auslösen, die kritische Schwellenwerte der Umwelt- und Unterstützungssysteme des Menschen überschreiten. Klimatische Bedingungen, Hitze und andere Wetterextreme, die heute als höchst ungewöhnlich oder beispiellos gelten, würden zum neuen Klimanormalzustand werden – eine Welt mit erhöhten Risiken und Instabilität." (ebd.: xxxii)

Aus der Perspektive von 2014 war anzunehmen, „dass unter den jüngsten Trends und den derzeitigen politischen Maßnahmen eine 40-prozentige Chance besteht, dass die Temperatur bis zum Jahr 2100 4°C überschreitet, und ein 10-prozentiges Risiko besteht, dass die Temperatur 5°C überschreitet" (World Bank 2014: 5).

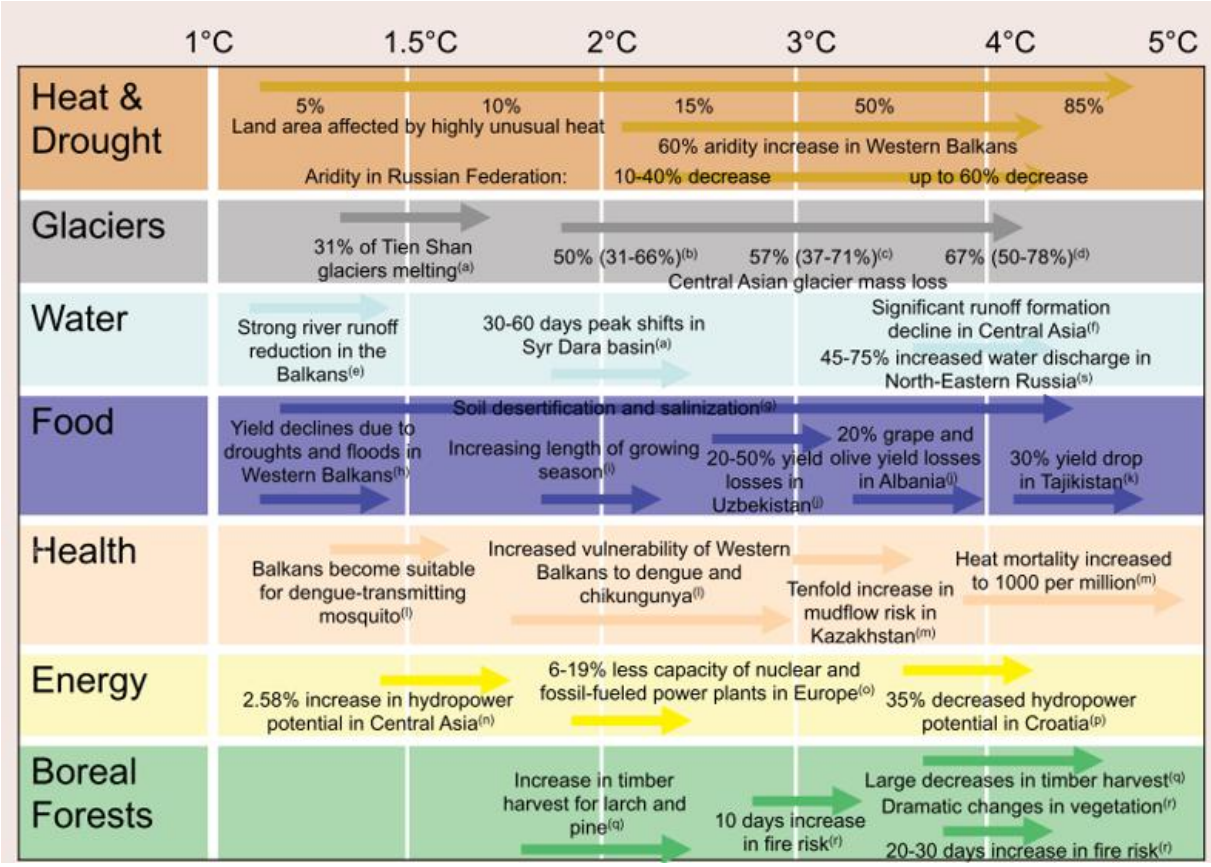
Die Natur hält bei diesen Temperaturen noch weitere erschreckende Möglichkeiten in petto: Als kritisch könnte sich ein möglicher Verlust von Stratocumulus-Wolken, die bisher das Sonnenlicht stark reflektieren, erweisen. Dies könnte bei einem CO_2-Gehalt von 1200 ppm bzw. einer Temperaturerhöhung von 4 Grad geschehen. Durch den Verlust dieser Wolken würde noch einmal eine Erwärmung um 4 Grad dazukommen! (Schneider et al. 2019). Damit wären dann wieder fast die Temperaturen der Frühzeit der Erde erreicht, was für die allermeisten der derzeitigen Lebensformen tödlich sein dürfte.

5 Grad mehr und mehr

5 Grad sind im Jahr 2100 nicht unmöglich, sondern die Wahrscheinlichkeit, dass dieser Wert erreicht wird, wurde 2014 mit immerhin 10% angegeben! Wer würde in ein Flugzeug steigen, das mit 10%iger Wahrscheinlichkeit abstürzt?! Uns sind weiter oben Zahlen um und über 5 Grad schon begegnet, weil dann mit einem echten Massenaussterben von Lebewesen gerechnet werden muss. Bei 5 Grad mehr sind fast die Hälfte, nämlich 48% der Landtierarten bedroht (IPCC AR6 WGII SPM: B.4.1).

Im Weltbank-Bericht von 2014 wird die folgende Übersicht über die Verstärkung der Gefahren für Europa und Zentralasien gezeigt.

Abbildung 5: Verstärkung der Gefahren bei höheren Temperaturen



Quelle: World Bank 2014: xxxv

Diese Darstellung scheint einen linearen Anstieg der Gefährdungen zu suggerieren. So schlimm auch das ist, wir müssen bei höheren Temperaturen nichtlineare Selbst- und Kaskadenverstärkungen erwarten und auch das Überschreiten von Schwellwerten für Kipp-Elemente im Klima- und Biosystemen…

Zu spät für was?

Die *Global Challanges Foundation* geht davon aus, dass ein „globales Katastrophenrisiko" besteht, wenn mehr als 10% der menschlichen Bevölkerung getötet oder ernsthaft geschädigt werden könnten (Global Challanges Foundation 2024). Auf der *Globalen Konferenz zu den Tipping Points 2025* meinte Johan Rockström, dass dieses Risikoniveau inzwischen erreicht sei (Rockström in CarbonBrief 2025b). Der Aufkleber von *Extinction Rebellion* mit der Botschaft „Wir sind am Arsch" scheint der Wirklichkeit zu entsprechen. Michael Mann betont gegen einen übertriebenen Doomismus[10] jedoch, dass es nicht darauf ankäme, ob wir

[10] Vgl. Schlemm 2025b.

„am Arsch“ seien, sondern *wie sehr* wir „am Arsch“ seien (Mann 2021: 223). Und es ist die Frage zu stellen: Für was und auch für wen[11] ist es zu spät?

Bei einem Überschreiten der 1,5 Grad wird nach einer langen Aufzählung der wahrscheinlichen Folgen zusammengefasst: „Es wird verheerende Auswirkungen auf Ökosysteme, Gemeinschaften und Volkswirtschaften haben. Bis 2040 könnte es zu globalen Nahrungsmittelknappheit, der Überschwemmung von Küstenstädten und einer Flüchtlingskrise kommen, die anders ist, als die Welt je gesehen hat.“ (Shivanna 2024) Dies völlig zu verhindern, also – zur Sicherheit – ein ganzes Stück unter 1,5 Grad zu bleiben, wird wohl höchstwahrscheinlich unerreichbar sein. Das Fenster zu dieser Möglichkeit hat sich geschlossen. Andere Fenster sind noch offen. So können wir auch nach dem Kippen eines Kipp-Elements oft noch Einfluss darauf nehmen, wie schnell der Prozess stattfindet. Das Eis in der Westantarktis hat z.B. seinen Kipp-Punkt höchstwahrscheinlich überschritten, es wird abschmelzen. Aber: „Wir können noch bestimmen, wie schnell der Meeresspiegel steigt. Es macht für Küstenschutz oder das Umsiedeln von Städten einen großen Unterschied, ob das Wasser innerhalb von 100 Jahren um drei Meter steigt oder innerhalb von 500. Wenn man zum Beispiel in Hamburg lebt, hängt daran die Frage, ob die eigenen Enkel noch in der Stadt leben können, oder eben nicht.“ (Staud in Martus 2025) Lokale Anpassungsmaßnahmen wie eine bessere Infrastruktur, Katastrophenschutz und eine gute Wasserwirtschaft sowie die Minimierung von Ungleichheiten können auch helfen, dass Menschen in ihrer Heimat bleiben können und Klima-Migration vermindert wird (Boas et al. 2025).

Die möglicherweise noch vor uns liegenden Wegmarken ins Grauen müssen auch dazu führen, dass wir endlich das *Vorsorgeprinzip* durchsetzen. Für die EU wurde dazu festgelegt: Das Vorsorgeprinzip gilt dann, wenn es einen „begründeten Anlass zu der Besorgnis“ gibt, „daß die möglicherweise gefährlichen Folgen für die Umwelt und die Gesundheit von Menschen, Tieren und Pflanzen mit dem von der EU angestrebten hohen Schutzniveau unvereinbar sein könnten“ (EU 2000).[12] Dann muss die Gefährlichkeit nicht erst zu 100% nachgewiesen sein (also die Kipp-Elemente müssten schon messbar gekippt sein), sondern es muss bereits vorher ein „Fall für Fall (case by case) – und Schritt-für-Schritt (step by step)-Konzept“ (von Schomberg 2005) erarbeitet werden. Dies gilt für jeden möglichen weiteren Eskalationsschritt, solange es noch Menschen gibt, die dies tun können. Letztlich gilt: *Solange sich Menschen noch die Frage stellen können, ob sie noch etwas tun können, ist die Antwort immer „JA“.*

Bei der Antwort auf die Frage, WAS zu tun sei, müssen emanzipative Kräfte sich wahrscheinlich stark gegen barbarisierende Tendenzen stemmen. Mehr Gleichheit und Gerechtigkeit statt Verteilungskampf, mehr Kooperation statt Konkurrenz gegen andere,

---

[11] Die extrem ungerechte Verteilung der Betroffenheit von den Gefahren wird in diesem Text nicht ausgeführt, ist aber immer mit zu bedenken.

[12] Zu Unterschieden der Debatte in den USA siehe von Schomberg 2005: 97, Fußnote 20.

mehr Emanzipation statt Zurücknahme von demokratischen und individuellen Selbstentfaltungsmöglichkeiten.

Politisch emanzipative Kräfte müssen sich in düsteren Zeiten umso mehr darum kümmern, dass diese desaströsen Zustände nicht dazu führen, dass auch die gesellschaftlichen Verhältnisse in Richtung der Barbarei kippen. Häufig werden „positive gesellschaftliche Kipp-Punkte“ angerufen, wenn ein letzter Rest Hoffnung verteidigt wird (vgl. CarbonBrief 2025b). Dazu gibt es dann recht vereinfachte Transformationsvorstellungen. Dabei wird das Beharrungspotential von kapitalistischen wirtschaftlichen Verhältnissen unterschätzt, weil diese nicht einmal thematisiert werden, und oft werden auch die in bestimmten Regionen vorherrschenden jahrhundertealten Raubbau- und Anspruchsmentalitäten nicht ernst genommen. Es wird quasi auf ein Wunder gehofft, denn es kann ja nicht sein, was nicht sein darf. Diese Hoffnung ist das Opium der Gutgewillten, auch „Hopium“ genannt.

Michael E. Mann wirft jenen, die die Härte der zu antizipierenden dystopischen Zustände ernst nehmen, vor, Fatalismus und Nihilismus zu fördern. In Wirklichkeit sind fast alle, die verschiedene Kollapse in Natur und Gesellschaft in Gegenwart und Zukunft als wahrscheinlich ansehen, überhaupt nicht inaktiv, sondern sie kämpfen für eine „bessere Katastrophe“ (Boyd 2023) bzw. nennen das Kommende „Breaking Together“[13] (Bendell 2023). Auch der Journalist David Wallace-Wells, der mit dem Zeitungsbeitrag und Buch mit dem Titel *Die unbewohnbare Erde* berühmt wurde, meint letzten Endes: „Und der Kampf ist definitiv noch nicht verloren – er wird nie verloren sein, solange wir noch nicht ausgestorben sind…“ (Wallace-Wells 2019: 46).

Der Kampf dreht sich um die Verhinderung weiterer Schäden in der Natur durch den Kampf um jedes Hundertstel Temperatursteigerung und die Erhaltung und Regeneration der natürlichen Lebensgrundlagen, aber entscheidend sind die gesellschaftlichen Verhältnisse, unter denen die Menschen ihr Leben und ihre Re-Produktion organisieren.

Auf jeder der genannten Wegmarken können und müssen jene, die noch nicht gestorben sein werden, sich dafür einsetzen, dass es nicht noch einen Schritt weiter geht in die endgültige Katastrophe. Und dass wir Menschen unsere Würde behalten, dass wir so liebevoll, emanzipativ und kooperativ wie möglich agieren, statt in eine allgemeine Barbarei abzurutschen, was angesichts von hochkochenden Verteilungskämpfen ebenfalls möglich ist. Und sogar unter völlig dystopischen Bedingungen kann man weiter für Inseln in der barbarischen Welt kämpfen. Die möglicherweise barbarischen Zukünfte sind durch viele dystopische Bücher, Filme und Computerspiele fest in vielen Köpfen verankert – manchmal aber auch die sich dagegen stellenden Menschen ebenfalls.

Es kann sein, dass das Überschreiten von Kipp-Punkten die Situation plötzlich noch mehr verschlimmert. Aber was bleibt uns übrig, als trotzdem weiter zu machen? Im Widerstand gegen die Ursachen der Probleme, so der Emission von Treibhausgasen oder der

[13] Deutsch: Doppelbedeutung: Zusammenbrechen und *Zusammen* (zusammen)brechen.

Vernichtung von Wäldern. Aber wir müssen uns auch immer mehr der Anpassung an die Folgen widmen und zwar einer Anpassung, die niemanden zurücklässt, die notfalls aus dem Chrash heraus neue Lebensformen für alle entwickelt. Vieles von dem, was zu tun ist, kann die Lebenszustände dann auch wieder verbessern. All das setzt voraus, dass Menschen der jeweiligen Sache angemessene Entscheidungen treffen und dass sie dabei Gerechtigkeit verwirklichen, so dass niemand Gründe hat, sich dagegen zu stellen. Die Rettung von Wäldern und Aufforstungen (Mosandl 2022), Bauen mit Holz (Schellnhuber 2022), die Wiedervernässung von Mooren (Joosten 2022) und andere naturnahe Maßnahmen zur Speicherung von Kohlendioxid in natürlichen Senken wie die Verbesserung der Bodenqualität (Schwarzer, Schmidt 2022) und vieles andere muss getan werden.

Außerdem muss natürlich die Industrie zurück- und umgebaut werden (Zeller 2020, Kern 2024) und die gesamte landwirtschaftliche Produktion muss umorganisiert werden. Dabei muss trotz dystopischer werdender Bedingungen alles darangesetzt werden, die Armut und die ökonomische Ungleichheit zurückzudrängen, wie es der letzte Bericht an den *Club of Rome* fordert. Darin wurden diese Forderungen in der Reihenfolge der Bedeutung weit über die Ersetzung der fossilen Energiequellen durch erneuerbare gestellt (Dixxon-Decléve et al. 2022). Um in diesem Sinne der Sache angemessene Entscheidungen demokratisch treffen zu können, ist der Kapitalismus extrem ungeeignet. Die wirtschaftlichen Akteure sind schon durch die gegenseitige Konkurrenz gezwungen, sich an immer höheren Profiten zu orientieren und zeitweise klimapolitische Erfolge sind immer bedroht, bei einer Verschärfung von wirtschaftlichen Problemen oder militärischen Herausforderungen wieder vernichtet zu werden, wie wir es in der Gegenwart erleben. Wir brauchen stattdessen grundsätzlich andere gesellschaftliche Verhältnisse. Die Ersetzung des Kapitalismus durch einen Ökosozialismus oder Commonismus ist also nicht mehr nur wünschbar oder möglich, sondern not-wendig! Wenn schon nicht die Ausbeutung, Unterdrückung und die imperialen Kriege eine wirklich befreiende Revolution erzwingen konnten, so gilt jetzt doch der Ausspruch von Rosa Luxemburg, die ihn Friedrich Engels zuschrieb:

> „Die bürgerliche Gesellschaft steht vor einem Dilemma, entweder Übergang in den Sozialismus oder Rückfall in die Barbarei.“ (Luxemburg 1916/1990: 62)

Literatur

Abram, Nerilie J., Purich, Ariaan; England, Matthew H. et al. (2025): „Emerging evidence of abrupt changes in the Antarctic environment“, *Nature* 644, 621–633, DOI: 10.1038/s41586-025-09349-5.

Ambrose, Jillian (2024): *Investment in clean energy likely to be double figure for fossil fuels in 2024, IEA says,* The Guardian: https://www.theguardian.com/business/article/2024/jun/06/investment-in-clean-energy-likely-to-be-double-figure-for-fossil-fuels-in-2024-iea-says.

Armstrong McKay, David I.; Staal, Arie; Abrams, Jesse F. et al. (2022): „Exceeding 1.5°C global warming could trigger multiple climate tipping points“. In: *Science*, Vol. 377, 6611, DOI: 10.1126/science.abn7950.

Bendell, Jem (2020): „Deep Adaptation: A Map for Navigating Climate Tragedy. IFLAS Occasional Paper 2“, *Philpapers*: https://philpapers.org/archive/BENDAN-2.pdf (abgerufen 2025-06-17).

Bendell, Jem (2023): *Breaking Together: A freedom-loving response to collapse,* Good Works.

Bloch, Ernst (PH): *Das Prinzip Hoffnung,* Werkausgabe Band 5, Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag 1985.

Boas, Ingrid, Sterly, Harald; Farbotko et al. (2025): „Climate-induced redistrubation of people ist not inevibable“, *Environ. Res. Lett.* 20 101001, DOI: 10.1088/1748-9326/adfdfd.

Bochow, Nils; Poltronieri, Anna; Robinson, Alexander et al. (2023): „Overshooting the critical threshold for the Greenland ice sheet“, *Nature* 622, 528–536 (2023), DOI: 10.1038/s41586-023-06503-9.

Boers, Niklas; Rypdal, Martin (2021): „Critical slowing down suggests that the western Greenland ice sheet is close to a tipping point“, *PNAS*. DOI: 10.1073/pnas.2024192118.

Boyd, Andrew (2023): *I want a better catastrophe.* Gabriola Island: New Society Publishers.

Caesar, Levke; Sakschewski, Boris; Andersen, Lauren Seaby et al. (2024): *Planetary Health Check. A scientific Assessment of the State of the Planet 2024,* Potsdam: Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK).

CarbonBrief (2025a): *Experts: Which climate tipping point is the most concerning?*, CarbonBrief: https://www.carbonbrief.org/experts-which-climate-tipping-point-is-the-most-concerning/.

CarbonBrief (2025b): *Tipping points: Window to avoid irreversible climate impacts is ´rapidyl closing`*, CarbonBrief: https://www.carbonbrief.org/tipping-points-window-to-avoid-irreversible-climate-impacts-is-rapidly-closing/.

Claudi, Julian (2025): „Zu teuer? Beschweren Sie sich doch beim Klimawandel“, *ZEIT:* https://www.zeit.de/wissen/umwelt/2025-05/lebensmittel-klimawandel-preis-entwicklung-kaffee-schokolade (abgerufen 2025-09-30).Copernicus (2025): *2024 – a second record-breaking year, following the exceptional 2023*, Copernicus: https://climate.copernicus.eu/global-climate-highlights-2024 (abgerufen 2025-06-09).

DeVries Tim; Holzer, Mark; Primeau, Francois (2017): „Recent increase in oceanic carbon uptake driven by weaker upper-ocean overturning“, *Nature*, 2017 Feb 8;542(7640):215-218. DOI: 10.1038/nature21068.

Dixxon-Decléve, Sandrine; Gaffney, Owen; Ghosh, Jayati; Randers, Jørgen; Rockström, Johan; Stoknes, Per Espen (2022): *Earth for all. Ein Survivalguide für unseren Planeten. Der neue Bericht an den Club of Rome, 50Jahre nach „Die Grenzen des Wachstums“.* München: oekom.

EU (Europäische Union) (2000): *Die Kommission verabschiedet eine Mitteilung zum Vorsorgeprinzip, IP/00/96*, Europäische Union: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/IP_00_96.

Foster, Piers M.; Smith, Chris; Walsh, Tristram et al. (2025): „Indicators of Global Climate Change 2024: annual update of key indicators of the state of the climate system and human influence“, *Earth Syst. Sci. Data*, 17, 2641–2680, 2025, DOI: 10.5194/essd-17-2641-2025.

Fichte, Johann Gottlieb (1794): *Über die Würde des Menschen*, in: ders.: *Die Bestimmung des Menschen*, Leipzig: Reclam, S. 147-154.

Findlay, Helen S.; Feely, Richard A.; Jiang, Li-Quing et al. (2025): *„Ocean Acidification: Another Planetary Boundary Crossed“, Global Change Biology*, 31(8), 70238, DOI: 10.1111/gcb.7023.

Forster, Piers M.; Smith, Chris; Walsh, Tristram et al. (2024): „Indicators of Global Climate Change 2023: annual update of key indicators of the state of the climate system and human influence“, *Earth System Science Data* 16(2024)6, 2625-2658. DOI: 10.5194/essd-16-2625-2024.

Forster, Piers M.; Smith, Chris; Walsh, Tristram et al. (2025): „Indicators of Global Climate Change 2024: annual update of key indicators of the state of the climate system and human influence“, *Earth System Science Data* 17, 2641–2680, 2025, DOI: 10.5194/essd-17-2641-2025.

García-León, David; Masselot, Pierre; Mistry, Malcolm N. et al. (2024): „Temperature-related mortality burden and projected change in 1368 European regions: a modelling study“, *The Lancet Public Health*, Volume 9, Issue 9, e644 – e653.

Giguere, Otto, Tannenbaum, Vahlberg, et al. (2025): *Climate Change and the Escalation of Global Extreme Heat: Assessing and Addressing the Risks*, Climate Central, Red Cross Red Crescent Climate Centre, World Weather Attribution:

https://www.climatecentral.org/report/climate-change-and-the-escalation-of-global-extreme-heat-2025.

Global Challanges Foundation (2024): *Components of Global Catastrophic Risk*s, Global Challanges Foundation: https://globalchallenges.org/components-of-global-catastrophic-risks/.

Haynes, Laura L.; Hönisch, Bärbel (2020): „The seawater carbon inventory at the Paleocene-Eocene Thermal Maximum“, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 117(39):24088–24095. DOI: 10.1073/pnas.2003197117.

IPBES (2019): *Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services,* IPBES Secretariat, Bonn, Germany, DOI: 10.5281/zenodo.3553579.

IPCC (2010): *Guidance Note for Lead Authors of the IPCC Fifth Assessment Report on Consistent Treatment of Uncertainties*, Jasper Ridge, CA, USA.

IPCC SR1.5 SPM (2018): *1,5°C Globale Erwärmung, IPCC Sonderbericht, Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger*, Hrsg. von Deutscher IPCC-Koordinierungsstelle, Umweltbundesamt, ProClim.

IPCC SR1.5 (2018): *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty,* [IPCC Special Report 15], IPCC, Geneva, Switzerland, WorldMeteorological Organization. https://www.ipcc.ch/sr15/.

IPCC-Sachstandsbericht AR6_WGI: *Climate Change 2021. The Physical Science Basis,* IPCC.CH: https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-i/.

IPCC-Sachstandsbericht AR6_WGII: *Climate Change 2022. Impacts, Adaptation and Vulnerability,* IPCC.CH: https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/.

Janoš, Tomáš; Quijal-Zamorano, Marcos; Shartova, Natalia et al. (2025): „Heat-related mortality in Europe during 2024 and health emergency forecasting to reduce preventable deaths“, *Nat Med* (2025), DOI: 10.1038/s41591-025-03954-7.

Joosten, Hans (2022): *Moor muss nass. Wiedervernässung vorantreiben, Torfabbau verhindern,* in: Wiegandt, Klaus (Hrsg.): *3 Grad mehr. Ein Blick in die drohende Heißzeit und wie uns die Natur helfen kann, sie zu verhindern,* München: Oekom, S. 209-232.

Judd, Emily J.; Tierney, Jessica E., Lunt, Daniel J. et al. (2024): „A 485-million-jear history of Earth´s surface temperature“, *Science*, Vol. 385, Issue 6715, DOI: 10.1126/science.adk3705.

Kern, Bruno (2024): *Industrielle Abrüstung jetzt! Abschied von der Technik-Illusion*, Marburg: metropolis.

Klatt, Robert (2025): „Lebensmittelpreise sind durch den Klimawandel global stark gestiegen“, *Forschung und Wissen*: https://www.forschung-und-wissen.de/nachrichten/oekonomie/lebensmittelpreise-sind-durch-den-klimawandel-global-stark-gestiegen-133710348 (abgerufen 2025-09-30).Kornhuber, Kai; Klönne, Uta; Kellou, Dalia et al. (2024): *Kipppunkte und kaskadische Kippdynamiken im Klimasystem. Erkenntnisse, Risiken sowie klima- und sicherheitspolitische Relevanz.* Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

Kornhuber, Kai; Klönne, Uta; Kellou, Dalia et al. (2024): *Kipppunkte und kaskadische Kippdynamiken im Klimasystem. Erkenntnisse, Risiken sowie klima- und sicherheitspolitische Relevanz*, Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

Kusserow, Hannelore (2017): „Desertification, resilience, and re-greening in the African Sahel—a matter of the observation period?“, *Earth System Dynamics*, *8*(4), 1141–1170, DOI: 10.5194/esd-8-1141-2017.

Lang, Chris (2024): „In 2023 the world’s forests stopped acting as a carbon sink“. *REDD-Monitor*: https://reddmonitor.substack.com/p/in-2023-the-worlds-forests-stopped. (abgerufen 2021-08-09).

Lombardozzi, Danica L.; Bonan, Gordan B., Levis, Samuel, Lawrence, David M. (2018): „Changes in Wood Biomass and Crop Yields in Response to Projected CO_2, O_3, Nitrogen Deposition, and Climate“, JGR Biogeosciences, Vol. 113, Issue 10, October 2018, 3262-3282, DOI: 10.1029/2018JG004680.

Luxemburg, Rosa (1916/1990): *Die Krise der Sozialdemokratie. [Junius-Broschüre]*, in: dies.: *Gesammelte Werke*, Band 4, Berlin: Dietz Verlag 1990, S. 49-164.

Maienfisch, Ronja (2024): „Die Last der extremen Trockenperioden“, *Umweltnetz Schweiz:* https://umweltnetz-schweiz.ch/auswirkungen-von-duerren (abgerufen 2025-09-30).Mann, Michael E. (2021): *The New Climate Ware. The fight to take back our planet.* Melbourne, London: SCRIBE.

Martus, Theresa (2025): *Klimawandel: „Unsere Städte bekommen ein Verfallsdatum“*, Thüringische Landeszeitung, 16.07.2025, https://www.tlz.de/politik/article409494131/klimawandel-unsere-staedte-bekommen-ein-verfallsdatum.html.

Mooney, Attracta (2025): *Banks boosted fossil fuel finance by more than a fifth in 2024, report says*, Financial Times: https://www.ft.com/content/dbb34bdf-fff6-4df3-93ea-de779b5783e7.

Mora, Camilo; Dousset, Bénédicte; Caldwell, Iain R., at al. (2017): *Global risk of deadly heat.* Nature Climate Change, 7 (7). pp. 501506. ISSN 1758678X, S. 501.

PIK (Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung) (2024): „38 Billionen Dollar Schäden pro Jahr: 19 Prozent Einkommensverlust weltweit durch Klimawandel“, *PIK*: https://www.pik-potsdam.de/de/aktuelles/nachrichten/38-billionen-dollar-schaeden-pro-jahr-19-einkommensverlust-weltweit-durch-klimawandel (abgerufen 2025-09-30).Pontes, Gabriel M., Menviel, Laurie (2024): „Weakening of the Atlantic Meridional Overturning Circulation driven by subarctic freshening since the mid-twentieth century“, *Nat. Geosci.* 17, 1291–1298 (2024), DOI: 10.1038/s41561-024-01568-1.

Rahmstorf, Stefan (2022): *Klima und Wetter bei 3 Grad mehr. Eine Erde, wie wir sie nicht kennen (wollen),* in: Wiegandt, Klaus (Hrsg.): *3 Grad mehr. Ein Blick in die drohende Heißzeit und wie uns die Natur helfen kann, sie zu verhindern,* München: Oekom, S. 13-30.

Ramirez-Cabral, Nadiezshda Y.Z.; Kumar, Lalit; Shabani, Farzin: (2017): „Global alterations in areas of suitability for maize production from climate change and using a mechanistic species distribution model (CLIMEX)“, *Sci Rep* 7, 5910 (2017), DOI: 10.1038/s41598-017-05804-0.

Richardson, Katherine; Steffen, Will; Lucht, Wolfgang et al. (2023): *„Earth beyond six of nine planetary boundaries“, Science Advances, 9*(37), eadh2458. DOI: 10.1126/sciadv.adh2458.

Rohde, Robert (2025): *Globaler Temperaturbericht für 2024*, Berkeley Earth: https://berkeleyearth.org/global-temperature-report-for-2024/.

Schellnhuber, Hans Joachim; Rahmstorf, Stefan; Winkelmann, Ricarda (2016): „Why the right climate target was agreed in Paris“. *Nature Climate Change*, Vol. 6, Juy 2016, S. 649-653.

Schellnhuber, Hans Joachim (2022): *Bauhaus für die Erde. Nachhaltige Nutzung von Holz im Bausektor,* in: Wiegandt, Klaus (Hrsg.): *3 Grad mehr. Ein Blick in die drohende Heißzeit und wie uns die Natur helfen kann, sie zu verhindern,* München: Oekom, S. 169-208.

Schlemm, Annette (2013): *Schönwetter-Utopien im Crashtest,* Osnabrück: Packpapier-Verlag.

Schlemm, Annette (2021): *Kipp-Elemente des Klimas*, Philosophenstübchen-Blog: https://philosophenstuebchen.wordpress.com/2021/06/11/kipp-elemente-des-klimas/.

Schlemm, Annette (2023): *Climate Engineering. Wie wir uns technisch zu Tode siegen, statt die Gesellschaft zu revolutionieren,* Wien: mandelbaum verlag.

Schlemm, Annette (2025a): *Runaway-Klima-Umbruch auf der Erde?*, Philosophenstübchen-Blog: https://philosophenstuebchen.wordpress.com/2025/06/27/runaway-klima-umbruch-auf-der-erde/.

Schlemm, Annette (2025b): *Neuer Klimakrieg – gegen den Doomismus?*, Philosophenstübchen-Blog: https://philosophenstuebchen.wordpress.com/2025/06/30/neuer-klimakrieg-gegen-den-doomismus/.

Schneider, Tapio; Kaul, Colleen M.; Pressel, Kyle G. (2019): „Possible climate transitions from breakup of stratocumulus decks under greenhouse warming“. *Nature Geoscience.* 12. 164-168. DOI: 10.1038/s41561-019-0310-1.

Schwarzer, Stefan; Schmidt, Hans Peter (2022): Humusanreicherung in Böden. Die vielen Wege der regenerativen Landwirtschaft, in: Wiegandt, Klaus (Hrsg.): *3 Grad mehr. Ein Blick in die drohende Heißzeit und wie uns die Natur helfen kann, sie zu verhindern,* München: Oekom, S. 233-254.

Seppelt, Ralf; Klotz, Stefan; Peiter, Edgar; Volk, Martin (2022): *Landwirtschaft in einer heißen Welt. Warum Effizienzsteigerungen nicht ausreichen, um unsere Ernährung zu sichern*, in: Wiegandt, Klaus (Hrsg.): *3 Grad mehr. Ein Blick in die drohende Heißzeit und wie uns die Natur helfen kann, sie zu verhindern,* München: Oekom, S. 55-78.

Shindell, Drew; Faluvegi, Greg; Seltzer, Kalr, Shindell, Cary (2018): „Quantified, localized health benefits of accelerated carbon dioxide emissions reductions“, *Nature Clim Change* 8, 291–295 (2018), DOI: 10.1038/s41558-018-0108-y.

Shivanna KR (2024): „Climate change and its impact on biodiversity and human welfare“, *Proc.Indian Natl. Sci. Acad*. 2022;88(2):160–71, DOI: 10.1007/s43538-022-00073-6.

Scotese, Christopher R.; Song, Hongyu, Mills, Brian J.W. et al. (2021): „Phanerozoic Paleotemeratures: The Earth´s Changing Climate during the last 540 million years“, *Earth-Science Reviews*, Band 215, Artikel 103503, DOI: 10.1016/j.earscirev.2021.103503.

Song, Haijun; Kemp, David B.; Tian, Li et al. (2021): „Thresholds of temperature change for mass extinctions“, *Nat Commun.* 2021 Aug 4;12(1):4694, DOI: 10.1038/s41467-021-25019-2.

Steffen, Will; Richardson, Katherine; Rockström, Johan (2015): „Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet“, *Science*, vol. 347, Issue 622.

Steffen, Will; Rockström, Johan; Richardson, Katherine et al. (2018): „Trajectories of the Earth System in the Anthropocene“, *PNAS*, August 14, 2018, vol. 115, no. 33, DOI: 10.1073/pnas.1810141115. Suppl.: https://www.pnas.org/doi/suppl/10.1073/pnas.1810141115/suppl_file/pnas.1810141115.sapp.pdf.

UNEP (United Nations Environment Programme) (2024): *Emissions Gap Report 2024: No more hot air … please! With a massive gap between rhetoric and reality, countries draft new climate commitments*, Nairobi, DOi.10.59117/20.500. 11822/46404.

Van Westen, René; Vanderborght, Elian; Kliphuis, Michael; Dijkstra, Henk A. (2025): „Physics-Based Indicators for the Onset of an AMOC Collapse Under Climate Change“, *JGR Oceans*, Vol. 130, Issue 8, August 2025, DOI: 10.1029/2025JC022651.

Von Schomberg, René (2005): „Die normativen Dimensionen des Vorsorgeprinzips“, in: *Risikoregulierung bei unsicherem Wissen: Diskurse und Lösungsansätze,* hrsg. TAB (Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag), S. 91-118.

Waidelich, Paul; Batibeniz, Fulden; Rising, James et al. (2024): „Climate damage projections beyond annual temperature“, *nature climate change*, 14, 592–599 (2024), DOI: 10.1038/s41558-024-01990-8.

Wallace-Wells, David (2019): *Die unbewohnbare Erde. Leben nach der Erderwärmung,* München: Ludwig Verlag.

WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen) (2009): *Kassensturz für den Weltklimarat – der Budgetansatz,* Sondergutachten, Berlin: WBGU.

WEF (World Economic Forum) (2021): *COP26: Why 3°C of warming will lead to extreme and varied impacts*,World Economic Forum: https://www.weforum.org/stories/2021/11/cop26-3-c-of-warming-climate-change-1-5-c/.

WELT (2022): „Wetterschäden kosten Deutschland laut Studie jährlich 6,6 Milliarden Euro im Schnitt“, *WELT*: https://www.welt.de/politik/deutschland/article239973089/Klimaschaeden-Extremwetter-kosten-Deutschland-6-6-Milliarden-Euro-jaehrlich.html (abgerufen 2025-09-30).

WELT (2024): „Inflation – Diese Lebensmittel sind am teuersten geworden“, *WELT*: https://www.welt.de/wirtschaft/article253404922/Inflation-Diese-Produkte-verzeichneten-in-den-letzten-vier-Jahren-die-hoechsten-Preisanstiege.html (abgerufen 2025-09-30).

Wenz, Leonie; Kuik, Friderike (2022): *Ökonomische Risiken. Über die Folgen der Klimakatastrophe für die Wirtschaft,* in: Wiegandt, Klaus (Hrsg.): *3 Grad mehr. Ein Blick in die drohende Heißzeit und wie uns die Natur helfen kann, sie zu verhindern,* München: Oekom, S. 93-119.

Winter, Susanne (2022): *Stopp der Regenwaldabholzung. Der dringlichste Weg, Klima- und Artenschutz zu kombinieren,* in: Wiegandt, Klaus (Hrsg.): *3 Grad mehr. Ein Blick in die drohende Heißzeit und wie uns die Natur helfen kann, sie zu verhindern,* München: Oekom, S. 123-144.

World Bank (2014): *Turn down the heat: Confronting the new climate normal,* Washington, DC,World Bank: https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/317301468242098870.

WMO (World MeteorologicalOrganization (2025): „WMO Global Annual to Decadal Climate Uptdate (2025-2029)“, *World Meteorological Organization*:

https://wmo.int/publication-series/wmo-global-annual-decadal-climate-update-2025-2029.

WWF (World Wildlife Foundation) (2018): *Half of plant and animal species at risk from climate change in world's most important natural places*, WWF: http://wwf.panda.org/wwf_news/?324471/Half-of-plant-and-animal-species-at-risk-from-climate-change-in-worlds-most-important-natural-places.

Zhao, Chuang; Liu, Bing; Piao,Shilong et al. (2017): „Temperature Increase Reduces Global Yields of Major Crops in Four Independent Estimates", *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 114 (35) 9326-9331, DOI: 10.1073/pnas.1701762114.

Zeller, Christian (2020): *Revolution für das Klima. Warum wir eine ökosozialistische Alternative brauchen,* München: oekom.

Zommers et al. (2020): „Burning embers: towards more transparent and robust climate-change risk assessments", *Nature*, October 2020, Vo. 1, pp. 516-529.