KLIMA FAKTEN PAPIER

Klimafaktenpapier

Basisfakten zum Klimawandel, die in der Wissenschaft unumstritten sind

November 2025



DKK Deutsches Klima Konsortium

DMG Deutsche Meteorologische Gesellschaft

Deutscher Wetterdienst
Wetter und Klima aus einer Hand
DWD

ExtremWetterKongress

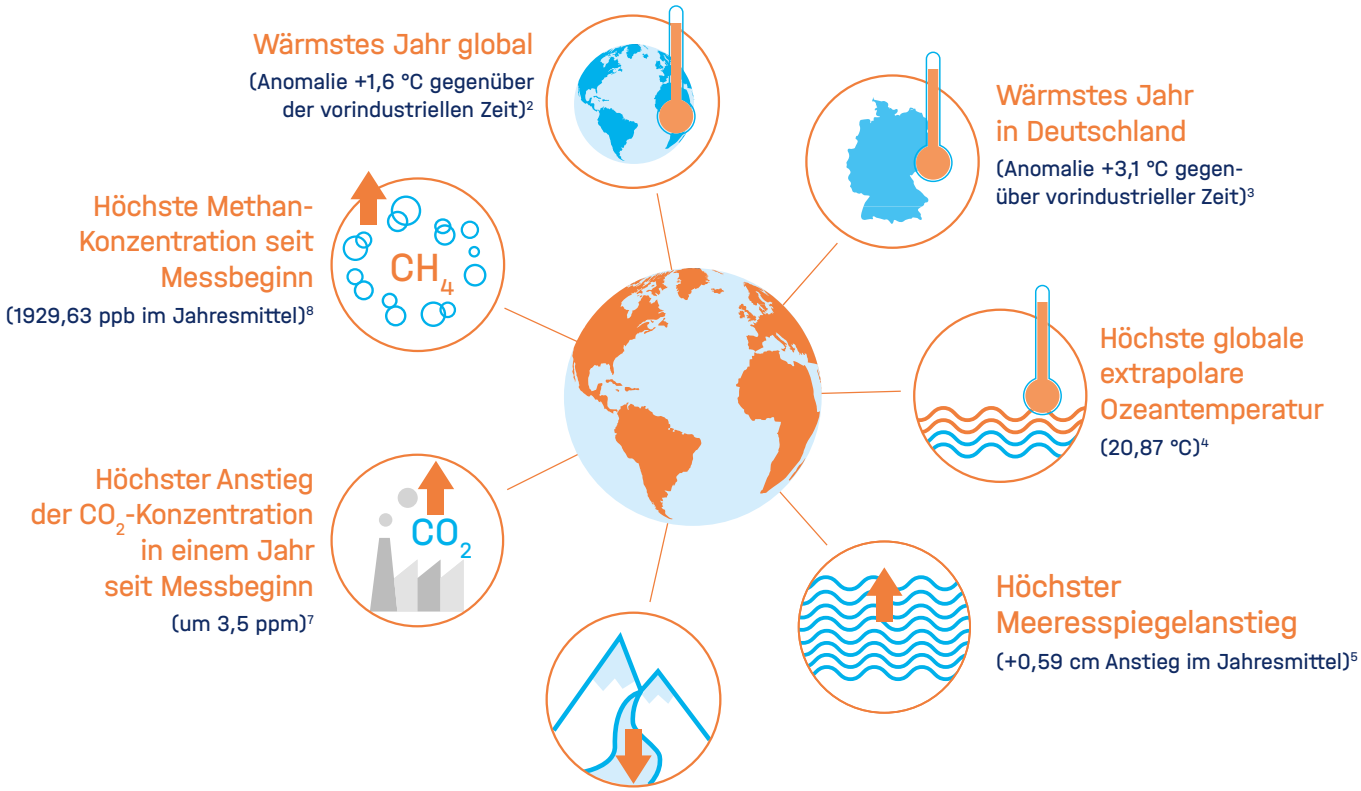
HELMHOLTZ KLIMA
Dialog-Plattform

Klimafakten

Die Kerninfos zum
Klimawandel in nur 24 Worten[1]:

1. Er ist real.
2. Wir sind die Ursache.
3. Er ist gefährlich.
4. Die Fachleute sind sich einig.
5. Wir können etwas tun.
6. Die Meisten
   wollen mehr Klimaschutz.

7 Schlaglichter der globalen Erwärmung aus 2024



Inhalt

Grundlagen zum Klimawandel 5

1. Der natürliche Treibhauseffekt 5
2. Der Mensch verstärkt den Treibhauseffekt 5
3. Ursachen von Klimaänderungen – interne Schwankungen 7
4. Ursachen von Klimaänderungen – äußere Einflüsse 8
5. Klimamodelle 9

Globaler Klimawandel 10

6. Weltweite Erwärmung 10
7. Beispiellose Häufung von Rekorden 10
8. Das Arktische Meereis schwindet 11
9. Festland-Eis und Schneedecke schrumpfen 13
10. Der Meeresspiegel steigt 14
11. Ozeane versauern, Korallen sterben 15
12. Wetterextreme nehmen zu 15

Klimawandel in Deutschland 16

13. Bereits 2,5 °C Erwärmung gemäß Klimatrend 16
14. Beispiellose Häufung von Wärme-Rekordjahren 17
15. Mehr Hitze, weniger Frost 17
16. Mehr Starkregen – und zugleich längere Trockenzeiten 18
17. Pflanzen und Tiere reagieren sensibel 20
18. Land- und Forstwirtschaft leiden 22
19. Die Waldbrandgefahr nimmt zu 22
20. Binnenseen sowie Nord- und Ostsee sind deutlich wärmer geworden 23
21. Der Meeresspiegel steigt auch an den deutschen Küsten 23

Künftige Entwicklung 24

22. Das 1,5 °C-Limit werden wir wahrscheinlich verfehlen 24
23. Unumkehrbare Veränderungen 25
24. Starke Emissionssenkungen sind möglich 26
25. Es gibt breite Unterstützung für mehr Klimaschutz 27
26. Jedes Zehntelgrad zählt 27

Quellennachweise 28

DKK Deutsches Klima Konsortium

DMG Deutsche Meteorologische Gesellschaft

Deutscher Wetterdienst Wetter und Klima aus einer Hand DWD

ExtremWetterKongress

HELMHOLTZ KLIMA Dialog-Plattform

Klimafakten

Grundlagen zum Klimawandel

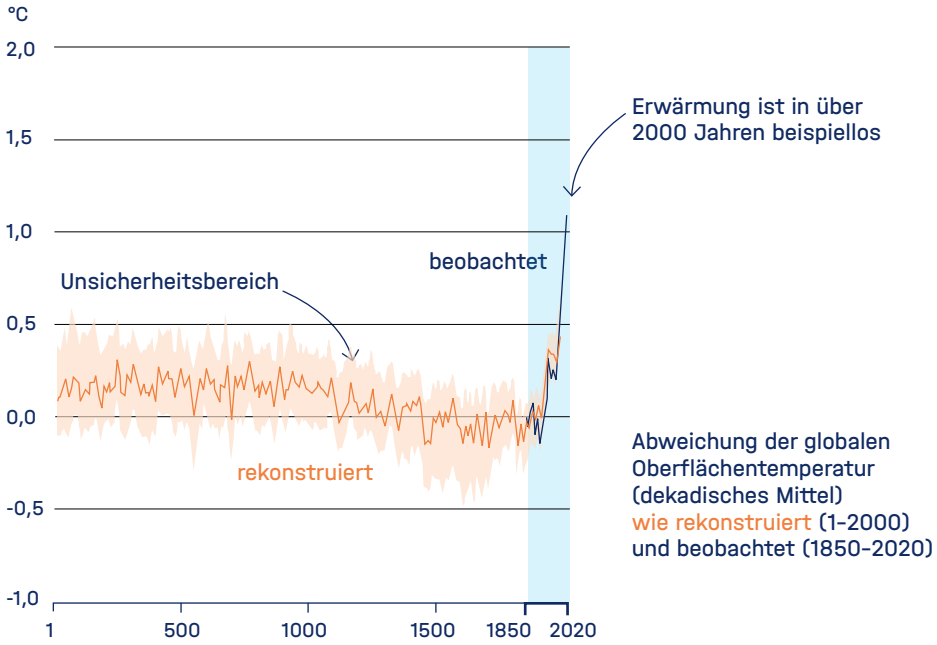
1. Der natürliche Treibhauseffekt

Einige Spurengase und Partikel in der Lufthülle der Erde sorgen dafür, dass ein Teil der Energie, die über die Sonneneinstrahlung an der Erdoberfläche ankommt und diese erwärmt, nicht unmittelbar von ihr in Form von Infrarotstrahlung ins Weltall abgestrahlt wird. Die Gase werden Treibhausgase genannt, ihre Wirkung ist der Treibhauseffekt. Die wichtigsten Treibhausgase sind Wasserdampf (H_2O), Kohlendioxid (CO_2), Methan (CH_4) und Lachgas (N_2O), die sich unterschiedlich lang in der Atmosphäre halten.[12] Ohne Treibhausgase, aber bei ansonsten gleichbleibenden Bedingungen, wäre die Oberflächentemperatur der Erde im Mittel etwa minus 18 °C kalt. Durch den Treibhauseffekt ist die Temperatur um circa 32 °C auf rund plus 14 °C erhöht und macht so die Erde erst für Menschen bewohnbar. Diese grundsätzlichen Zusammenhänge sind seit mehr als 150 Jahren bekannt. Sie sind in der Wissenschaft unumstritten und durch zahlreiche Experimente und Messungen belegt.[13]

2. Der Mensch verstärkt den Treibhauseffekt

Die Menschheit ist nachweislich nahezu ausschließlich Ursache der aktuellen Klimaänderung, deren schneller Verlauf wissenschaftlich nur durch die menschengemachte Verstärkung des Treibhauseffekts erklärbar ist. Seit Beginn der Industrialisierung am Ende des 18. Jahrhunderts, also seit mehr als 200 Jahren, nimmt die Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre erst langsam, dann immer stärker zu.

Der Einfluss des Menschen auf das Klima



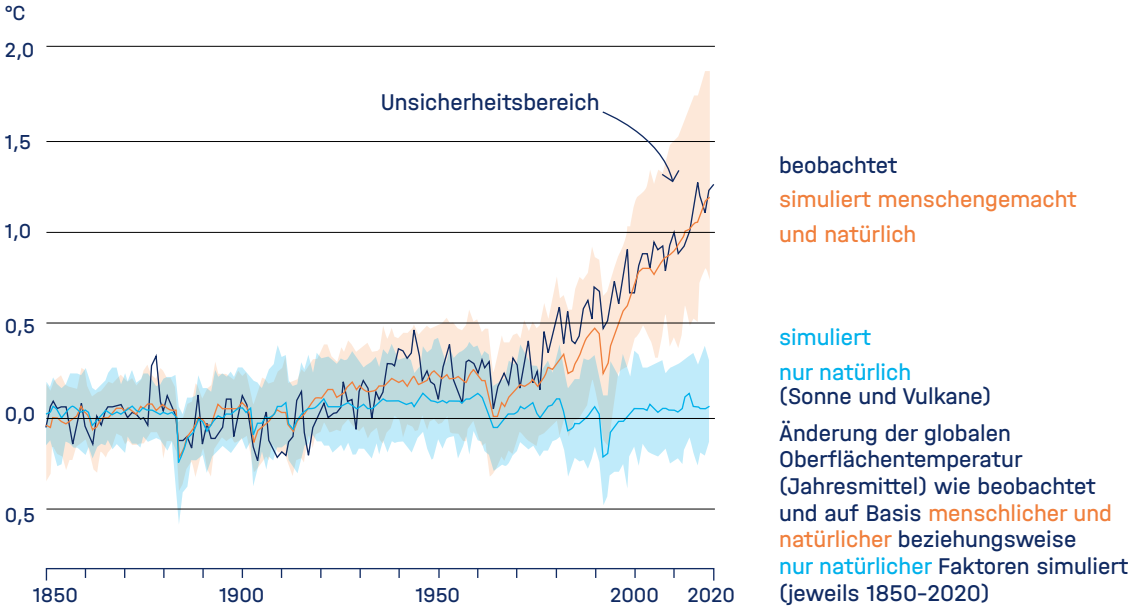
Abweichungen von der durchschnittlichen globalen Oberflächentemperatur zwischen 1850 und 1900, rekonstruiert aus paläoklimatischen Archiven (durchgezogene orange Linie, Jahre 1-2000) und aus direkten Beobachtungen (durchgezogene schwarze Linie von 1850 bis 2020).

Quelle: IPCC, AR6, SPM.1, modifiziert

Herausgegeben von:
Deutsches Klima-Konsortium, Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Deutscher Wetterdienst,
Extremwetterkongress Hamburg, Helmholtz KLIMA, klimafakten

Änderungen der globalen Oberflächentemperatur 1850–2020

Referenzzeitraum 1850–1900



Mit der Oberflächentemperatur ist die Temperatur nahe der Erdoberfläche gemeint; über Land ist dies die Lufttemperatur in ca. 2 Meter Höhe, über See die Wassertemperatur nahe der Oberfläche, die immer sehr nahe an der Temperatur der angrenzenden Luftschicht ist.

Quelle: IPCC, AR6, SPM.1, modifiziert

Der Einfluss des Menschen hat die Atmosphäre nahe der Erdoberfläche in einem Maße erwärmt, wie es seit der letzten Eiszeit nicht mehr der Fall war – und das in den letzten 50 Jahren mit einer in der Erdgeschichte beispiellosen Geschwindigkeit.

Kohlendioxid entsteht durch die Verbrennung kohlenstoffhaltiger Energieträger, die im Laufe der Erdgeschichte entstanden sind („fossile Energieträger") – vor allem Kohle, Erdöl und Erdgas. Die Hauptquellen von Methan sind die intensive Landwirtschaft (insbesondere die Nutztierhaltung) und die Nutzung fossiler Energieträger (unter anderem durch Lecks an Erdgas-Bohrlöchern oder -Leitungen). Lachgas (N_2O) wird vor allem in der Landwirtschaft zusätzlich freigesetzt (beispielsweise durch den Einsatz großer Mengen Kunstdünger).[14] Treibhausgase wurden und werden auch durch das Abholzen oder Abbrennen großer Waldflächen, das Trockenlegen von Mooren und die veränderten Nutzungen von Böden freigesetzt. Zudem gibt es dann weniger Wälder und Moore, die Kohlendioxid aus der Atmosphäre aufnehmen und binden können.

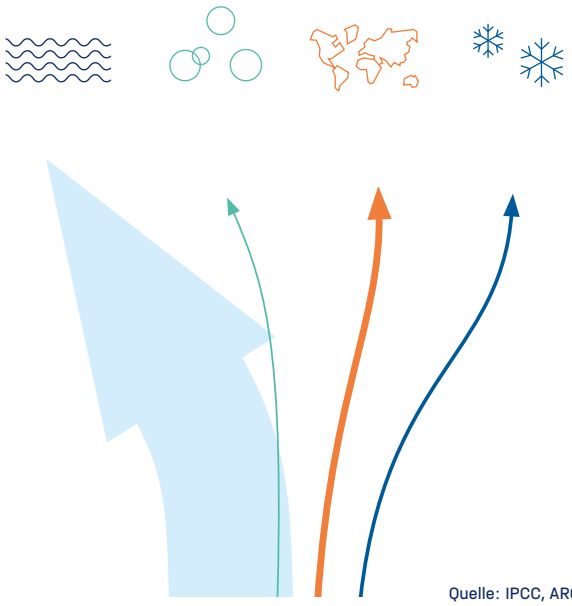
Die Konzentration von Kohlendioxid in der Erdatmosphäre lag 2024 im Jahresmittel bei 422,8 ppm (das sind 422,8 CO_2-Moleküle pro eine Million Luftmoleküle, gemessen an der Referenzstation Mauna Loa auf Hawaii und repräsentativ für die Nordhalbkugel).[15] Dies bedeutet eine Zunahme um 50 Prozent gegenüber dem Niveau vor Beginn der Industrialisierung. Besonders steil war der Anstieg in den vergangenen drei Jahrzehnten.[16] Die CO_2-Konzentration liegt damit viel höher als jemals zuvor in den zurückliegenden 800.000 – wahrscheinlich sogar drei Millionen Jahren.[17] Auch die Konzentrationen der anderen bekannten Treibhausgase steigen in der Atmosphäre an. So erreichte Methan im Jahresmittel (2024) mit 1930 ppb (Teilchen pro Milliarde Luftmoleküle, globaler Durchschnitt) bereits rund das Zweieinhalbfache des vorindustriellen Niveaus.[18] Die Konzentration von Lachgas in der Atmosphäre hat seit Beginn der Industrialisierung von 270 ppb auf 338 ppb zugenommen.[19]

Herausgegeben von:
Deutsches Klima-Konsortium, Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Deutscher Wetterdienst,
Extremwetterkongress Hamburg, Helmholtz KLIMA, klimafakten

3. Ursachen von Klimaänderungen – interne Schwankungen

Das Klimasystem der Erde beruht auf einem komplexen Zusammenspiel von Atmosphäre, Biosphäre, Landmassen (Lithosphäre), Ozeanen und Eismassen (Kryosphäre). Diese tauschen ständig Energie und Masse untereinander aus. Dadurch schwanken typische Zirkulationsmuster in der Atmosphäre und den Ozeanen, wie die Hadleyzirkulation, die Westwindgürtel und die Subpolarwirbel auf Zeitskalen von Tagen bis zu Jahrhunderten in ihrer Intensität und ihrem Ausmaß.

Wohin fließt die zusätzliche Energie?



Quelle: IPCC, AR6, SPM.1, modifiziert

Durch die zusätzlich von Menschen in die Atmosphäre eingebrachten Treibhausgase ist im gesamten Klimasystem zusätzliche Energie vorhanden. Im Mittel verbleibt nur rund 1,3 Prozent dieser Zusatz-Energie in der Atmosphäre (2,7 Prozent in den Eisflächen, 5 Prozent in der Erdoberfläche), hingegen werden etwa 91 Prozent von den Weltmeeren aufgenommen.[20] So kann die Temperatur der Atmosphäre durchaus stagnieren oder gar abnehmen (wie es immer mal wieder und auch über einige Jahre hinweg vorkommt), während gleichzeitig die Temperatur der Ozeane weiter ansteigt. Der Wärmeinhalt der Ozeane ist damit ein besserer Indikator für die Klimaerwärmung als die stärker und schneller schwankende Lufttemperatur.

Die im Ozean gespeicherte Wärme lässt sein Wasser ausdehnen, was derzeit für ein Drittel bis zur Hälfte des globalen Meeresspiegelanstiegs verantwortlich ist. Der größte Teil der zusätzlichen Energie wird nahe der Oberfläche gespeichert, in Tiefen bis zu ca. 700 Metern. Die letzten zehn Jahre waren das wärmste Jahrzehnt des Ozeans seit mindestens den 1850er Jahren.[21] Das Jahr 2024 war mit einer Mitteltemperatur der obersten 700 Meter von 20,87 °C das wärmste Jahr des Ozeans seit Beginn der Aufzeichnungen.[22]

Der langfristige Erwärmungstrend von Atmosphäre und Ozean wird durch kurzfristige Schwankungen und natürliche äußere Einflüsse, wie es beispielsweise Vulkanausbrüche sind (siehe Punkt 4), überlagert. Die Messkurve der globalen Mitteltemperatur ist deshalb eine ansteigende Zickzack-Linie.

Herausgegeben von:
Deutsches Klima-Konsortium, Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Deutscher Wetterdienst,
Extremwetterkongress Hamburg, Helmholtz KLIMA, klimafakten

4. Ursachen von Klimaänderungen – äußere Einflüsse

Das Klima hat sich über die Jahrmillionen der Erdgeschichte vielfach verändert. Die wesentlichen Ursachen dafür sind wissenschaftlich geklärt. Erdgeschichtliche Warm- und Kaltzeiten wurden vor allem hervorgerufen durch die Änderungen der Erdbahn um die Sonne oder der Rotationsachse der Erde, Erdbahnparameter genannt, und durch die Verschiebung von Kontinenten und damit verbundenen Änderungen der globalen Meeresströmungen. Die durch diese Prozesse verursachten Veränderungen der globalen Temperatur laufen allerdings im Vergleich zur aktuellen Erwärmung extrem langsam ab – der kürzeste der Erdbahnparameterzyklen beispielsweise hat eine Dauer von 23.000 Jahren.

Erkenntnisse über das Klima der Vergangenheit (dieser Forschungszweig heißt „Paläoklimatologie“) werden durch die Auswertung natürlicher Klimaarchive wie Eiskerne oder Sedimentablagerungen am Grund von Ozeanen und Seen gewonnen. Bohrungen auf Grönland und in der Antarktis fördern Eis zutage, das Luftbläschen aus der Atmosphäre enthält, die bis zu 800.000 Jahre alt sind. Daraus können die Konzentrationen von Treibhausgasen in der Atmosphäre und die Temperaturen bis weit in die Vergangenheit rekonstruiert werden. Dabei stellte sich unter anderem heraus, dass sich die historischen Klimaschwankungen nur erklären lassen, wenn man auch die Änderungen des Treibhauseffekts mit einbezieht. Über die jüngere Vergangenheit geben Baumringe oder Korallen Auskunft.[23]

> Die aktuell beobachtete starke globale Erwärmung ist nachgewiesenermaßen nur durch die menschengemachte Verstärkung des Treibhauseffekts erklärbar. Natürliche Ursachen sind nach heutigem Stand der Wissenschaft ausgeschlossen.[24]

So kann die Sonne beispielsweise nicht die Ursache der aktuellen globalen Erwärmung sein, denn seit etwa 50 Jahren nimmt ihre Leuchtkraft leicht ab – während in diesem Zeitraum der stärkste Temperaturanstieg gemessen wurde.[25] Selbst ein künftiges absolutes Aktivitätsminimum der Sonne wie während der Kleinen Eiszeit zwischen dem 15. und dem 19. Jahrhundert würde wenig an der globalen Erwärmung ändern: In einem solchen (hypothetischen) Fall würde sich die Erdmitteltemperatur nur um wenige Hundertstel- oder Zehntelgrad verringern, während der globale Anstieg gegenüber der vorindustriellen Zeit jetzt bereits etwa 1,4 °C beträgt.[26]

Ein weiterer natürlicher Klimafaktor sind Vulkanausbrüche. Dabei gelangen insbesondere Schwefelgase in die Atmosphäre, aus denen dort Schwefelteilchen entstehen – sogenannte Aerosole. Diese reflektieren einen Teil des Sonnenlichts, was zu einer gewissen Abkühlung der Erde führt. Dieser Effekt hält aber nur wenige Jahre an. Der bisher letzte klimawirksame Vulkanausbruch dieser Art war der Ausbruch des Pinatubo auf den Philippinen im Jahr 1991. Über längere Zeiträume hat Vulkanaktivität keinen signifikanten Einfluss auf die aktuelle globale Erwärmung.[27] Allerdings lässt sich nicht vorhersagen, wann in Zukunft mit welchen Vulkanausbrüchen und in welcher Häufigkeit gerechnet werden muss. Es ist aber wahrscheinlich, dass im Laufe dieses Jahrhunderts mindestens einmal eine kurzfristige Abkühlung wie nach dem Ausbruch des Pinatubo 1991 zu erwarten ist.

5. Klimamodelle

Um das Klima der Zukunft zu berechnen, nutzt die Wissenschaft computergestützte Klimamodelle. Diese bilden das Klimasystem der Erde nach, und zwar mit all seinen physikalischen Grundgesetzen, wie dem Erhalt von Masse, Impuls und Energie. Bevor diese Modelle die Zukunft berechnen, müssen sie in der Lage sein, die Vergangenheit verlässlich abzubilden. Erst wenn das zuverlässig der Fall ist, werden ihre Berechnungen auch für Aussagen über die Zukunft genutzt.

Meist werden mehrere Klimamodelle mit unterschiedlicher Komplexität und Detaillierung der Wechselwirkungen (insbesondere zwischen Ozean, Atmosphäre und Landoberfläche) herangezogen, um mit ihnen dann sehr viele Rechendurchläufe durchgeführt. Aus der Summe der Ergebnisse werden Mittelwerte abgeleitet sowie Spannbreiten verschiedener Klimavariablen berechnet. Man nennt das auch „Ensemble-Betrachtungen". Die Klimaforschung verwendet bereits seit mehr als 35 Jahren diese Modelle und kann daher inzwischen auch im Rückblick beurteilen, ob sie grundsätzlich zutreffen. Denn man kann vergleichen: Was haben diese Modelle damals über die Zukunft ausgesagt, also die Zeit, die wir jetzt bereits erleben? Das Ergebnis: Der weltweite Temperaturanstieg bewegt sich heute in dem Bereich, den der Weltklimarat (IPCC) schon 1990 in seinem ersten Sachstandsbericht erwartet hat. Der Vergleich zeigt, dass die Klimamodelle sehr verlässlich sind, vor allem, wenn es um die globale Erwärmung geht.

Komplexer und daher schwieriger zu berechnen sind die Folgen einer immer wärmeren Welt insbesondere für das Wasser im Erdsystem, und hier insbesondere die Entwicklung der Niederschläge. Wo wird es trockener? Wo wird es nasser? Und wie sehr? Hierzu braucht man globale Klimamodelle, die mit einer einhundert mal höheren Auflösung berechnet werden können als bisher, flankiert durch entsprechend höher aufgelöste Beobachtungen. Durch die neueste Generation von Hochleistungsrechnern und neue flächenhafte fernerkundliche Beobachtungen wird dies zunehmend möglich.

Um mithilfe der Klimamodelle noch mehr über die Zukunft zu erfahren, nutzen Forschende unterschiedliche Klimaszenarien, zum Beispiel für Treibhausgasemissionen, aber auch Änderungen der Landnutzung, weil sich nicht vorhersagen lässt, wie sich die Menschen in Zukunft verhalten. Wird die Politik Rahmenbedingungen schaffen, welche die Emissionen schnell senken? Werden technologische Innovationen den Klimaschutz vorantreiben? Szenarien zeigen also keine realen Entwicklungen, sondern ‚mögliche Zukünfte'. Sie funktionieren nach dem Wenn-Dann-Prinzip: Wenn eine bestimmte Menge an Treibhausgasen in der Atmosphäre ist, dann passiert dies oder jenes. Da aber das künftige Handeln und Wirken der Menschheit nicht vorhersagbar ist, spricht man in der Wissenschaft bei Simulationen über mehrere Dekaden in der Zukunft von Klimaprojektionen oder Szenarien und nicht von Klimavorhersagen. Den einzelnen Szenarien werden deshalb auch keine Wahrscheinlichkeiten zugeordnet.[28]

Globaler Klimawandel

6. Weltweite Erwärmung

Ozean, Land und Atmosphäre haben sich in den vergangenen Jahrzehnten fast überall deutlich erwärmt und zudem ebenfalls fast überall zur Abnahme der Eismassen geführt. Eine Ausnahme, die Abkühlung des subpolaren Atlantiks, wurde von Klimamodellen seit langem vorhergesagt[29] und geht offenbar auf eine Abschwächung des Golfstromsystems zurück. Eine weitere Ausnahme ist die leichte Abkühlung im Süd-Ozean, deren Ursache noch ungeklärt ist. Das rasante Tempo und die weltweite Gleichzeitigkeit des Temperaturanstieges unterscheiden den heutigen menschengemachten Klimawandel von vorherigen natürlichen Veränderungen, wie den Eiszeit-Warmzeit-Zyklen, der sogenannten Mittelalterlichen Warmzeit oder der kleinen Eiszeit.[30]

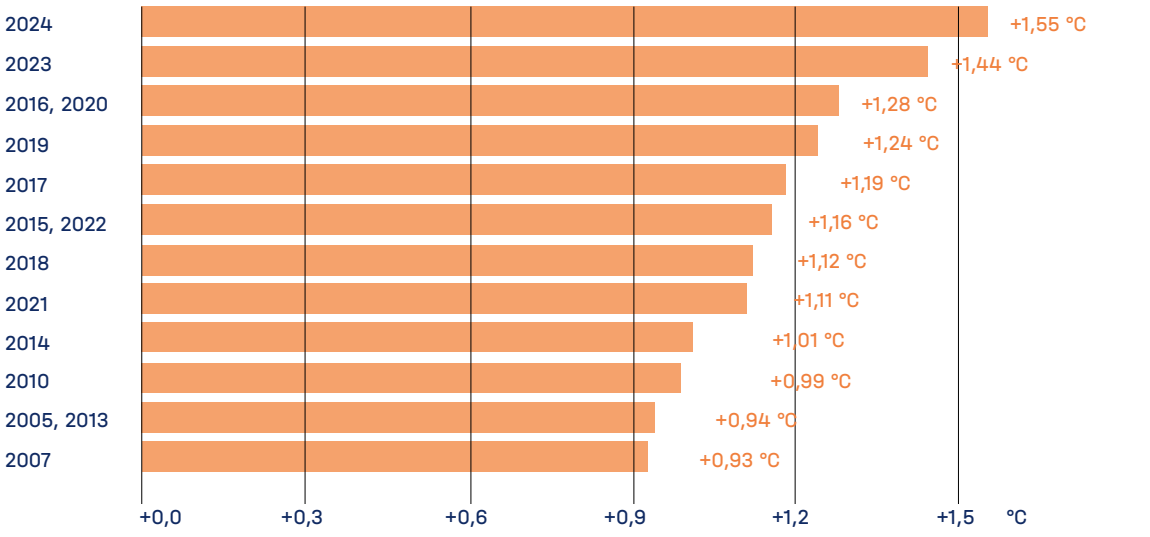
Die Temperatur nahe der Erdoberfläche hat sich gegenüber der vorindustriellen Zeit im langjährigen globalen Mittel bereits um über 1,3 °C erhöht und in 2023 bis 2025 sogar Werte über 1,5 °C erreicht.[31] Die 1,5-Grad-Grenze des Pariser Abkommens bezieht sich auf den mittleren Zustand über 20 Jahre. Ein solches Temperaturniveau gab es laut den verfügbaren paläoklimatischen Daten noch nie während der vergangenen 2.000 Jahre und sehr wahrscheinlich auch nie während der gegenwärtigen Warmzeit (dem Holozän), die vor etwa 11.700 Jahren begann – also noch nie im Laufe der Geschichte des modernen Menschen.[32] Gleichzeitig erfolgt die Erwärmung über Land mit globalen Mittelwerten nahe 2 °C deutlich stärker als über dem Ozean, der die globale Erwärmung abbremst.

7. Beispiellose Häufung von Rekorden

Seit den 1980er Jahren war jede Dekade wärmer als die vorherige und wärmer als alle vorangegangenen Jahrzehnte seit 1850. Auch die Dekade 2011 bis 2020 hat einen neuen Höchststand markiert. Alle zehn wärmsten Jahre seit Beginn der Aufzeichnungen traten seit 2015 auf.[33] 2022 war nach Daten der US-Behörde NOAA weltweit das 46. Jahr in Folge, in dem die Mitteltemperatur an der Erdoberfläche über dem Durchschnitt des 20. Jahrhunderts lag.[34] Dem folgten 2023 und 2024 als die bisher wärmsten Jahre.[35]

Die wärmsten Jahre weltweit

Abweichung in Bezug auf das Mittel zwischen 1881 und 1910 seit Beginn der Aufzeichnungen



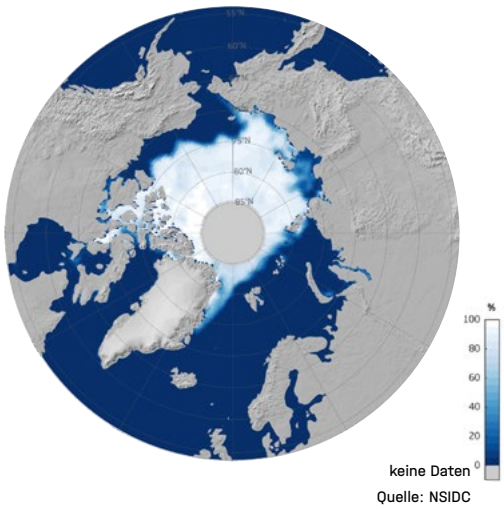
Quelle: NASA/GISS/GISTEMP

Herausgegeben von:
Deutsches Klima-Konsortium, Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Deutscher Wetterdienst,
Extremwetterkongress Hamburg, Helmholtz KLIMA, klimafakten

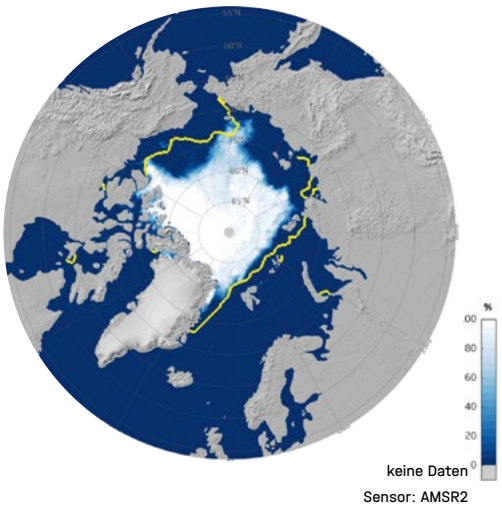
8. Das Arktische Meereis schwindet

Vergleich der arktischen Meereiskonzentration im Monatsmittel September

Sept 1979
Mittlere Ausdehnung: 7,05 Mio. km²



Sept 2025
Mittlere Ausdehnung: 4,97 Mio. km²



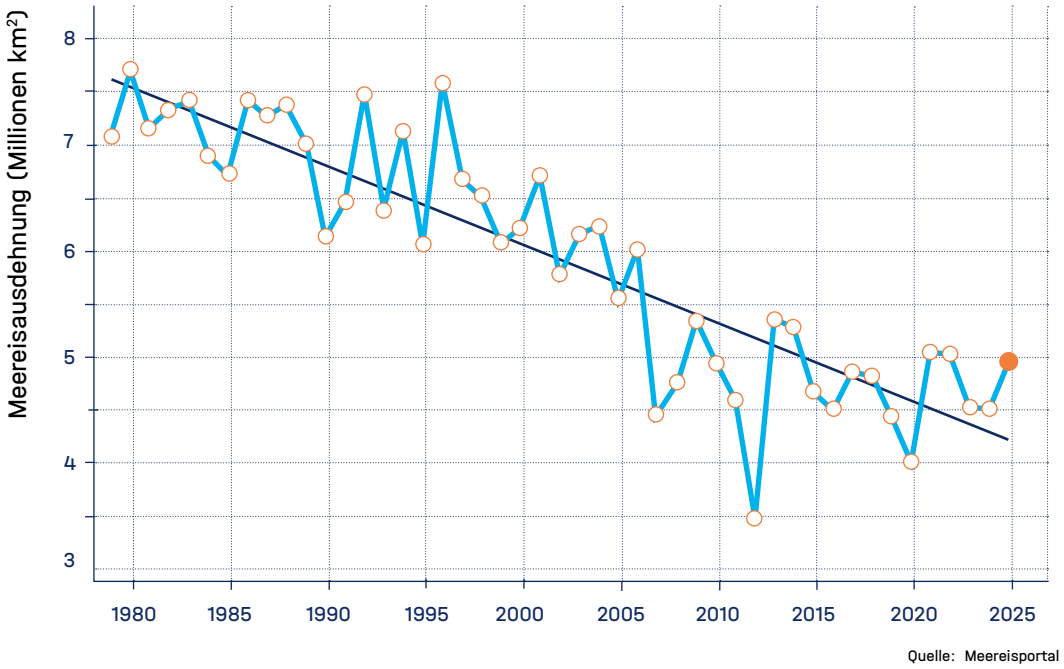
Quelle: Meereisportal

Mittlere Ausdehnung im September 1979 (NSIDC)

Das Meereis rund um den Nordpol verringert sich kontinuierlich. Sowohl das Eisvolumen in der Arktis als auch die dort mit Eis bedeckte Ozeanfläche (die Maximalausdehnung am Ende des Winters ebenso wie das Minimum am Ende des Sommers) sind seit Beginn der Satellitenmessungen 1979 stetig zurückgegangen, und zwar um durchschnittlich mehr als 11 Prozent pro Dekade für den Monat September. Betrug die minimale Ausdehnung des arktischen Meereises für September zwischen 1979 und 1992 noch rund 6,1 Millionen Quadratkilometer, so lag dieser Wert im Zeitraum 2007 bis 2024 nur noch bei rund 3,9 Millionen Quadratkilometern.[36] Sehr stark (zu 95 Prozent) wurde das mehrjährige und damit besonders dicke Eis reduziert, weshalb die verbleibende Eisfläche empfindlicher auf die Erwärmung reagiert und nunmehr zu etwa 70 Prozent aus saisonal gebildetem Eis besteht.[37]

Herausgegeben von:
Deutsches Klima-Konsortium, Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Deutscher Wetterdienst,
Extremwetterkongress Hamburg, Helmholtz KLIMA, klimafakten

Mittlere Meereisausdehnung September 1979–2025 in der Arktis



Quelle: Meereisportal

Monatsmittelwerte September
1979–2024
2025

Trend
(-11,4±1,3) % pro Dekade

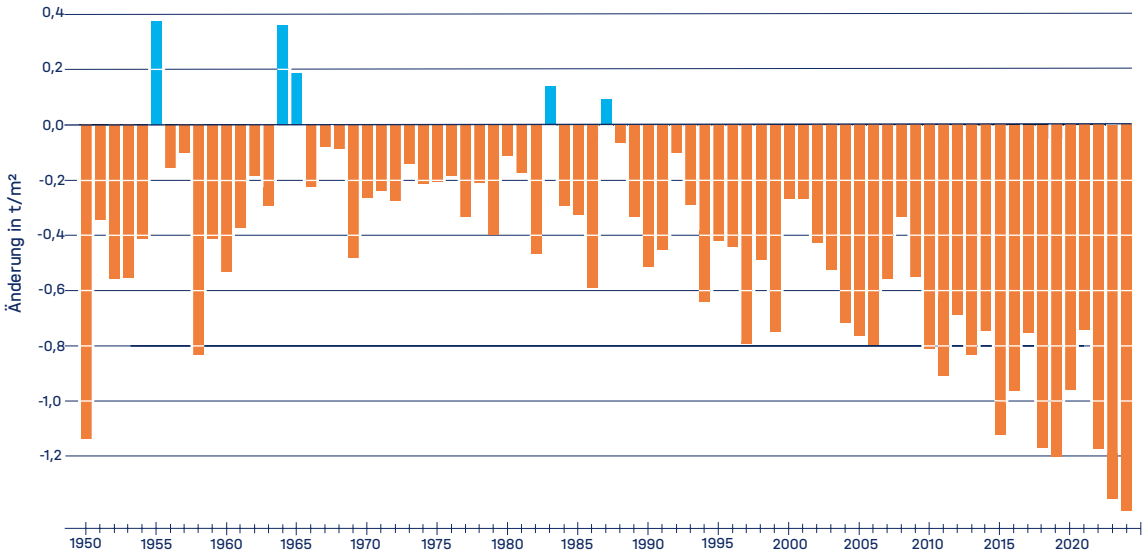
Im Gegensatz zur oben dargestellten Entwicklung in der Arktis, zeigt die Ausdehnung des Meereises rings um den antarktischen Kontinent für den Zeitraum seit 1979 bisher keinen statistisch signifikanten Trend. Seit 2015 wurden jedoch deutliche Rückgänge beobachtet, verursacht auch durch erhöhte Salinität und wärmere Oberflächentemperaturen des Meerwassers.[38]

Herausgegeben von:
Deutsches Klima-Konsortium, Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Deutscher Wetterdienst,
Extremwetterkongress Hamburg, Helmholtz KLIMA, klimafakten

9. Festland-Eis und Schneedecke schrumpfen

Für den Zeitraum von 2002 bis 2022 wurde ein durchschnittlicher Massenverlust des Grönländischen Eisschilds von ca. 255 Milliarden Tonnen pro Jahr errechnet.[39] Das Abschmelzen trägt nahezu ein Viertel zum globalen Meeresspiegelanstieg bei.[40] Das Tempo des Eisverlusts auf Grönland hat sich in den vergangenen Jahren beschleunigt.[41] Der westliche Teil des antarktischen Eispanzers zeigt ebenfalls starke Verluste. Dort gehen seit 2006 etwa 155 Milliarden Tonnen Eis pro Jahr verloren (Beitrag zum Meeresspiegelanstieg: rund vier Millimeter pro Jahrzehnt).[42] Vor allem die Auslassgletscher in der Westantarktis sind betroffen, weshalb sie als mögliche Vorboten eines langfristigen Kollapses des Westantarktischen Eisschildes eingeordnet werden.

Jährliche Veränderung der Gletschermasse weltweit



Quelle: World Glacier Monitoring Service

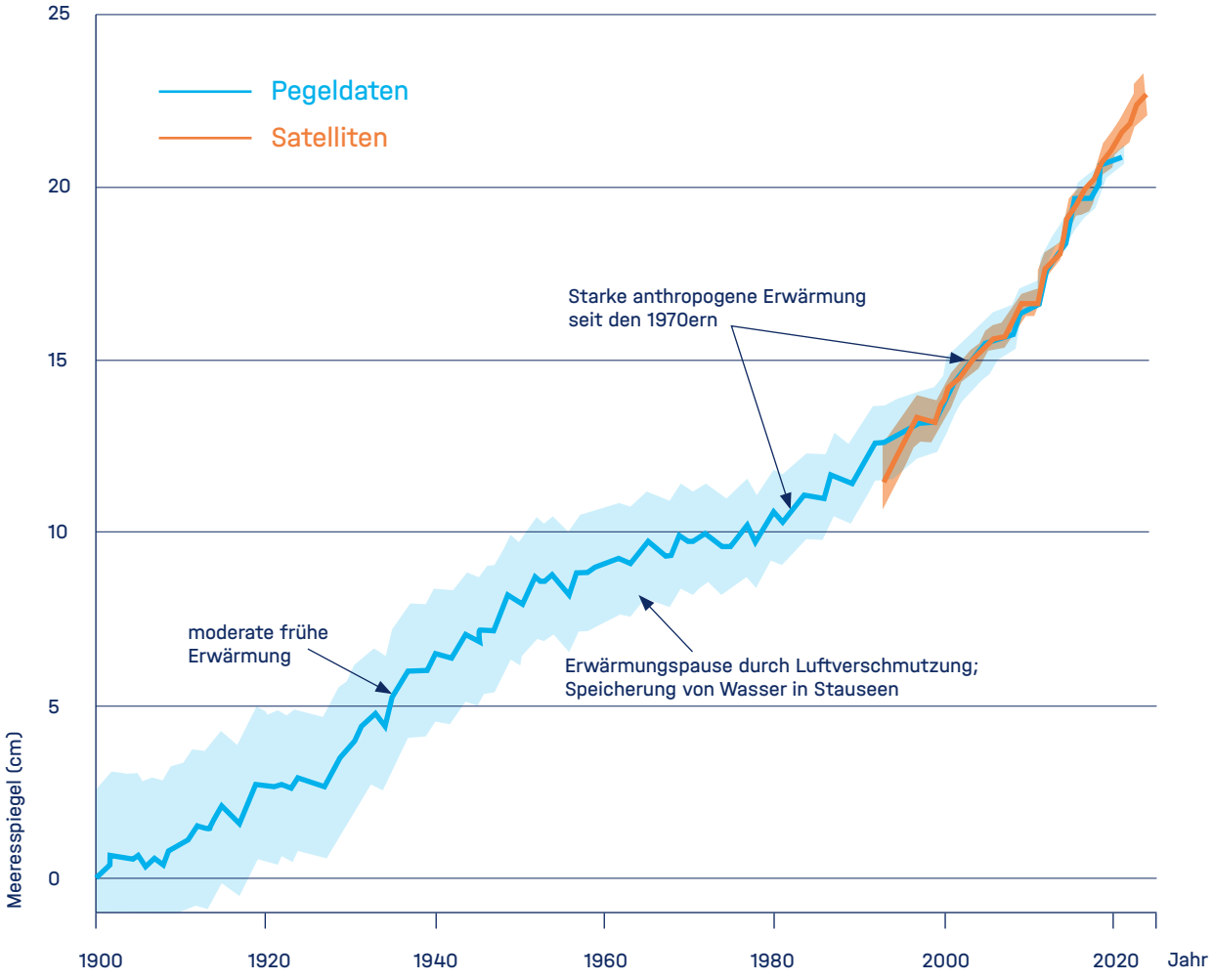
Auch die meisten Gebirgsgletscher schrumpfen. Obwohl einige wenige Gletscher aufgrund regionaler Besonderheiten wachsen, hat die globale Gesamtmasse der Gebirgsgletscher seit 1980 deutlich abgenommen – im Durchschnitt verschwand seitdem eine Eisschicht von mehr als 20 Metern Dicke.[43] Eine derartige Entwicklung hat es seit Beginn der Aufzeichnungen noch nie gegeben.[44] Der Rekordverlust von Gletschereis hat dazu geführt, dass der südliche Schneeferner seit September 2022 nicht mehr als Gletscher, sondern nur noch als Toteis existiert. Damit gibt es in Deutschland nur noch vier Gletscher. Während ein Teil des Gletscherschwunds noch eine Nachwirkung der Erwärmung im Anschluss an die Kleine Eiszeit auf der Nordhalbkugel sein dürfte, ist seit einigen Jahrzehnten der menschengemachte Klimawandel die Hauptursache. Der beschleunigte Gletscherschwund hat sich weltweit auch in 2023 und 2024 fortgesetzt.[45] Auch die Dauer der Schneebedeckung ist in vielen Regionen in den vergangenen Jahrzehnten deutlich zurückgegangen.[46]

Herausgegeben von:
Deutsches Klima-Konsortium, Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Deutscher Wetterdienst,
Extremwetterkongress Hamburg, Helmholtz KLIMA, klimafakten

10. Der Meeresspiegel steigt

Zwischen 1880 und 2020 sind die Meeresspiegel im weltweiten Durchschnitt bereits um rund 20 cm gestiegen, allein seit Beginn globaler Messungen per Satellit 1993 um mehr als neun Zentimeter.[47] Seit 2015 bis 2024 betrug die Anstiegsrate jährlich knapp 4,7 Millimeter – mehr als doppelt so viel wie zuvor.[48] Ursache dieser Beschleunigung ist – wie oben schon ausgeführt – die immer stärkere Schmelze der Eispanzer in Grönland und der Antarktis sowie die thermale Expansion der Ozeane.[49] Trotz nach wie vor großer Unsicherheit legt die neuere Literatur nahe, dass selbst bei einer begrenzten globalen Erwärmung um 1,5°C ein Meeresspiegelanstieg von mehreren Metern erfolgen wird, vergleichbar dem Anstieg in der letzten Warmzeit vor ca. 120.000 Jahren.[50] Solch ein Anstieg wurde zunächst nur bei stärkerer Erwärmung prognostiziert.

Meeresspiegelanstieg



Quelle: S. Dangendorf et al. 2024, ESSD – Credit: C3S/ECMWF/CMEMS. Graphic: T. Schulzki (eig. Darstellung)

Allerdings steigen die Pegel an den Küsten der Welt nicht überall gleich stark, es gibt regionale Abweichungen von bis zu plus oder minus 30 Prozent.[51] Ursache für die Unterschiede sind zum Beispiel Landmassen unter Deltas oder Städten, die stark absinken, ausgelöst durch menschliches Handeln wie durch das Abpumpen von Grundwasser, die Öl- und Gasförderung oder durch Sedimentverschiebungen. Etwa 58 Prozent der Weltküstenbevölkerung, die an oder auf absinkenden Deltas lebt, sind davon betroffen. Dort stieg der Meeresspiegel in den vergangenen 20 Jahren durchschnittlich sogar um 7,8 mm bis 9,9 mm pro Jahr an.[52]

Herausgegeben von:
Deutsches Klima-Konsortium, Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Deutscher Wetterdienst,
Extremwetterkongress Hamburg, Helmholtz KLIMA, klimafakten

11. Ozeane versauern, Korallen sterben

Der Säuregrad von Flüssigkeiten wird durch den pH-Wert angegeben – je kleiner der pH-Wert, desto saurer die Flüssigkeit. Der pH-Wert des oberflächennahen Meerwassers liegt aktuell im weltweiten Mittel bei etwa 8,1 und ist gegenüber der vorindustriellen Zeit bereits um mehr als 0,1 gesunken. Diese Veränderung mag gering erscheinen, bedeutet jedoch (weil die pH-Skala logarithmisch ist) eine Zunahme des Säuregrades um ca. 30–40 Prozent. Diese Entwicklung bedroht vor allem im Zusammenwirken mit Ozeanerwärmung und Sauerstoffmangel (tödliches Trio) zahlreiche kalkbildende Meereslebewesen wie Korallen, Muscheln oder Krebse. Dabei wird nicht nur die Schalenbildung beeinträchtigt, sondern auch die Fortpflanzungs- und allgemeine Leistungsfähigkeit.[53]

Grund dieser sogenannten „Versauerung" der Meere sind die vom Menschen verursachten Emissionen von Kohlendioxid; seit Beginn der Industrialisierung haben die Ozeane etwa 20 bis 30 Prozent davon aufgenommen.[54] Wenn sich CO_2 in Meerwasser löst, reagiert es mit Wasser und bildet Kohlensäure. Sinkt der menschengemachte Ausstoß von Kohlendioxid nicht, könnte der pH-Wert bis Ende des Jahrhunderts auf Werte fallen, wie sie seit mehr als 50 Millionen Jahren nicht mehr in den Meeren vorkamen.[55] Korallen leiden außerdem sehr stark unter den steigenden Temperaturen des Meerwassers. Sie verlieren ihre einzelligen Algen als Energielieferanten, bleichen daher großflächig aus und verhungern schließlich aufgrund der immer häufiger auftretenden Hitzewellen im Meer.[56]

12. Wetterextreme nehmen zu

Bestimmte Typen von Extremwetter-Ereignissen haben weltweit deutlich zugenommen. Die bereits beobachtete Erwärmung hat in den meisten Gebieten an Land und auch im Ozean bereits zu einer erhöhten Häufigkeit, Intensität und Dauer von Hitzewellen geführt. In manchen Gegenden sind auch Dürren häufiger und heftiger geworden, etwa im Mittelmeerraum, in Westasien, in vielen Teilen Südamerikas sowie in einem Großteil Afrikas und Nordostasiens. Zudem wurden lokale Starkniederschläge weltweit noch intensiver.[57] In Nordwest-Europa hat in den vergangenen Jahrzehnten das Risiko von Flusshochwassern zugenommen.[58] Bei tropischen Wirbelstürmen stieg zwar nicht die Gesamtzahl, wohl aber die Intensität, d.h. die stärksten von ihnen sind häufiger geworden: Der Anteil der von Satelliten bestimmten Hurrikane der stärksten Kategorien 3, 4 und 5 an allen Hurrikanen stieg von 1979 bis 2017 um etwa ein Viertel, von 32 Prozent auf 40 Prozent.[59]

Die Zunahme an Wetterextremen war von 2011 bis 2024 so hoch, dass sie ohne menschliches Zutun kaum erklärbar wäre. Größere Teile der Welt erleben immer stärkere Hitze, ständig gibt es neue Temperatur- und Regenrekorde über das rein statistisch erklärbare Maß hinaus. Besonders die Tropen sind stark von Hitze-Extremen betroffen. Mit fortschreitendem Klimawandel dürfte die Hitze auch in höheren Breitengraden häufiger extrem werden.[60]

Der Temperaturanstieg, veränderte Niederschlagsmuster und die Zunahme mancher Wetterextreme beeinträchtigen bereits die Sicherheit der Lebensmittelversorgung: In vielen äquatornahen Regionen sind die Erträge etwa von Mais und Weizen gesunken (in Regionen höherer Breiten dagegen gab es bessere Ernten). In Afrika schadet der Klimawandel bereits der Viehzucht. Vielerorts bekommt die Landwirtschaft größere Probleme durch den Schädlingsbefall von Pflanzen.[61]

Herausgegeben von:
Deutsches Klima-Konsortium, Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Deutscher Wetterdienst,
Extremwetterkongress Hamburg, Helmholtz KLIMA, klimafakten

Infolge der globalen Erwärmung werden verschiedene Extremwetterphänomene wahrscheinlicher. Die Attributionsforschung kann sogar für einzelne Ereignisse abschätzen, wie sehr der Klimawandel dazu beigetragen hat. Zum Beispiel wurde die Hitzewelle, die am 18. und 19. Juli 2022 erstmals zu Temperaturen über 40 °C im Raum London geführt hat, durch die Klimaerwärmung um mindestens das Zehnfache wahrscheinlicher. Inzwischen gelingt die Attribution auch für großflächige extreme Niederschlagsereignisse oder die Intensität von Waldbränden.[62]

Klimawandel in Deutschland

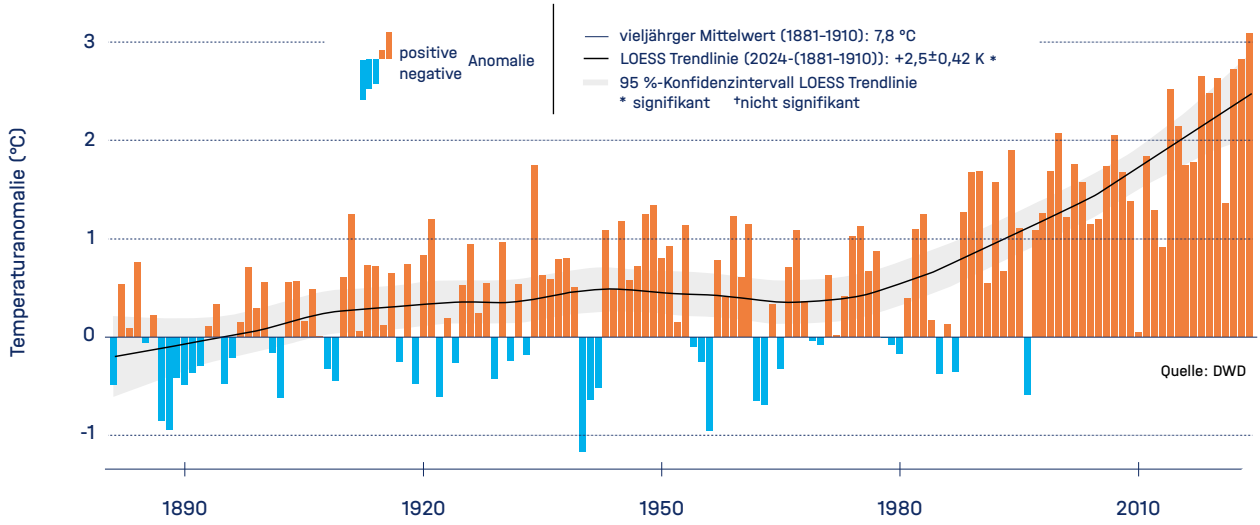
13. Bereits 2,5 °C Erwärmung gemäß Klimatrend

Seit Beginn der systematischen, flächendeckenden Wetteraufzeichnungen 1881 hat sich die mittlere Temperatur der bodennahen Luft in Deutschland bereits deutlich erhöht. Laut Daten des Deutschen Wetterdienstes waren die zurückliegenden zehn Jahre (2015-2024) rund 2,3 °C wärmer als die ersten drei Jahrzehnte (1881-1910) der Aufzeichnungen. Das Tempo des Temperaturanstiegs hat in Deutschland (wie auch weltweit) in den vergangenen fünf Jahrzehnten dabei deutlich zugenommen: Über den Gesamtzeitraum 1881-2024 gerechnet wurde es im Mittel um 0,13 °C pro Dekade wärmer, für die letzten 54 Jahre (1971-2024) lag die Erwärmungsrate mit 0,41 °C pro Dekade dreimal so hoch.

Seit den 1960er Jahren war es hierzulande jedes Jahrzehnt deutlich wärmer als das vorherige.[63] Aufgrund dieser Beschleunigung berechnet der DWD seit Anfang April 2025 den Temperaturanstieg seit der frühindustriellen Zeit (1881-1910) auch aus der Differenz der nach der LOESS-Methode ermittelten Temperatur für das letzte komplette Jahr (aktuell 2024) und dem Temperaturmittel dieser Periode.[64] Diese beträgt gemäß Klimatrendlinie bereits 2,5 °C. Die Temperaturen in Deutschland sind also - wie über den meisten Landflächen - deutlich stärker gestiegen als im weltweiten Durchschnitt.

Anomalie der Jahresmitteltemperatur seit 1881 und Klimatrendlinie

Deutschland, Referenzzeitraum 1881 - 1910



Herausgegeben von:
Deutsches Klima-Konsortium, Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Deutscher Wetterdienst,
Extremwetterkongress Hamburg, Helmholtz KLIMA, klimafakten

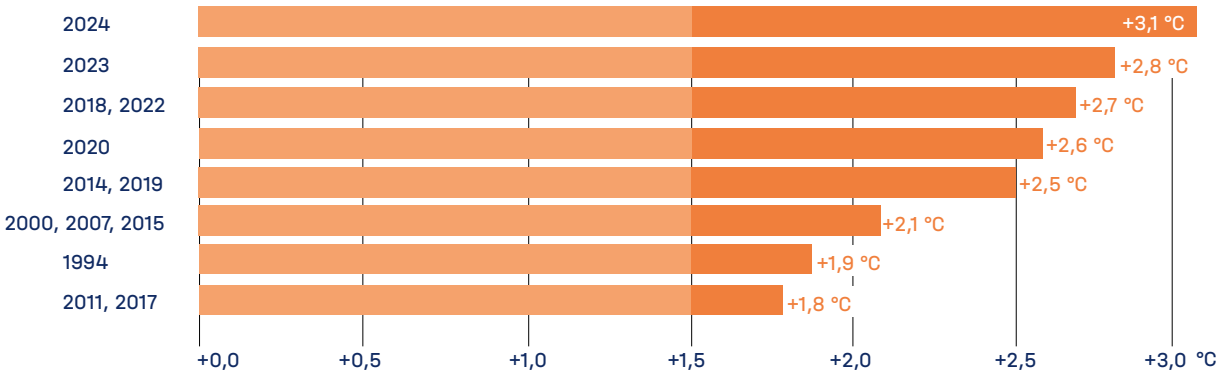
Laut NOAA haben sich die Landmassen bei Anwendung des vom DWD verwendeten LOESS-Trendverfahrens um 2,1 °C erwärmt, bezogen auf die Gesamteroberfläche inklusive der Ozeane ist die globale Erwärmung mit 1,3 °C sogar nur halb so groß wie in Deutschland. Letztere ist wichtig, um einzuschätzen, wie lange es noch dauert, bis die ambitionierte 1,5 °C Grenze des Übereinkommens von Paris gerissen wird. Jüngste Berechnungen grenzen diesen Zeitraum inzwischen auf die 8 Jahre zwischen 2028 und 2036 ein.[65]

14. Beispiellose Häufung von Wärme-Rekordjahren

Die zehn wärmsten Jahre seit 1881 in Deutschland sind sämtlich nach dem Jahr 2000 aufgetreten. Zehn Jahre waren bereits mehr als 2 °C wärmer als der langjährige Durchschnitt zu Beginn der Aufzeichnungen (1881–1910), fünf Jahre sogar schon über der 2,5 °C Marke. 2024 war das wärmste Jahr in Deutschland mit einer Anomalie von +3,1 °C gegenüber der vorindustriellen Zeit.[66] Eine derart außergewöhnliche Häufung von Rekordjahren der Temperatur ist nur durch die menschengemachte globale Erwärmung erklärbar; statistische Zufälle oder natürliche Ursachen (interne Schwankungen im Klimasystem oder natürliche Einflüsse von außen) fallen als Erklärung aus.[67]

Die wärmsten Jahre in Deutschland

Abweichung in Bezug auf 1881–1910



Quelle: DWD

15. Mehr Hitze, weniger Frost

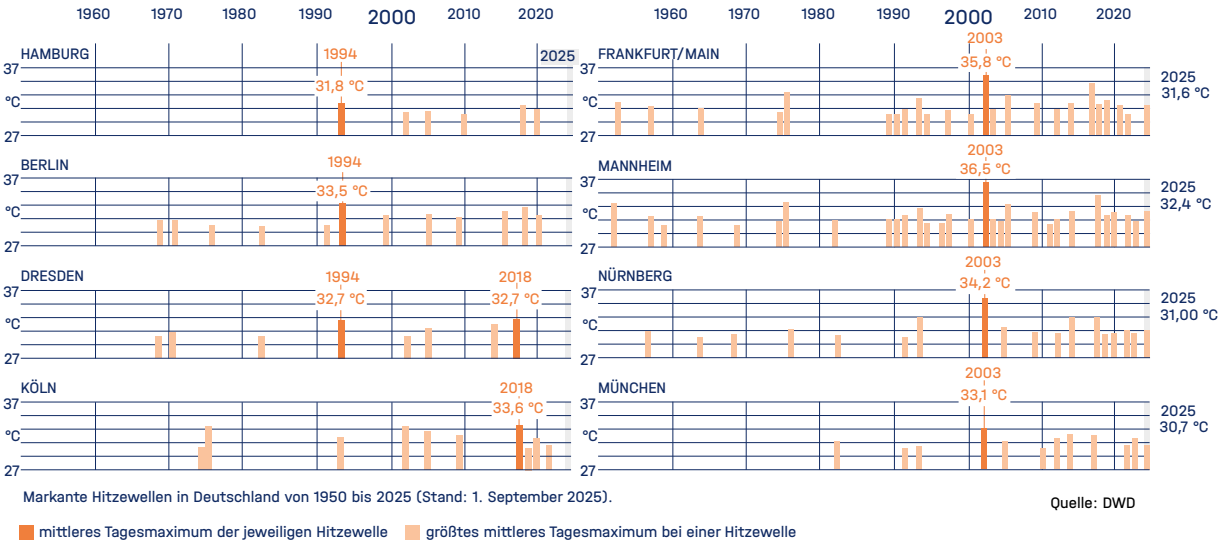
In den 1950er Jahren (1951–1960) gab es im bundesweiten Mittel pro Jahr etwa 3,5 sogenannte „Heiße Tage" (So werden in der Meteorologie Tage genannt, an denen die Lufttemperatur in 2 m Höhe auf 30°C oder höher steigt). Im Zeitraum 1991–2020 war die Anzahl „Heißer Tage" bereits durchschnittlich 8,9 Tage pro Jahr. Demgegenüber nahm die mittlere Zahl der sogenannten „Eistage" (Tage, an denen die Lufttemperatur in 2 m Höhe den ganzen Tag unter 0 °C bleibt) im gleichen Zeitraum von 28 auf 19 Tage pro Jahr ab.[68]

Auch die Häufigkeit und Intensität von Hitzewellen in Deutschland hat sich verändert; in vielen Regionen kommt es seit den 1990er Jahren zu einer massiven Häufung. 14-tägige Hitzeperioden mit einem mittleren Tagesmaximum der Lufttemperatur von mindestens 30 °C traten zum Beispiel in Hamburg vor 1994 überhaupt nicht auf – danach gab es dort allerdings schon sechs. Bei ungebremstem Treibhausgasausstoß wird für den Zeitraum 2021 bis 2050 eine weitere Zunahme um fünf bis zehn Heiße Tage in Norddeutschland und um zehn bis 15 Heiße Tage in Süddeutschland erwartet.

Herausgegeben von:
Deutsches Klima-Konsortium, Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Deutscher Wetterdienst,
Extremwetterkongress Hamburg, Helmholtz KLIMA, klimafakten

Markante Hitzewellen seit 1950

14-tägige Hitzeperioden mit einem mittleren Tagesmaximum der Lufttemperatur von mindestens 30 °C für ausgewählte Großstädte

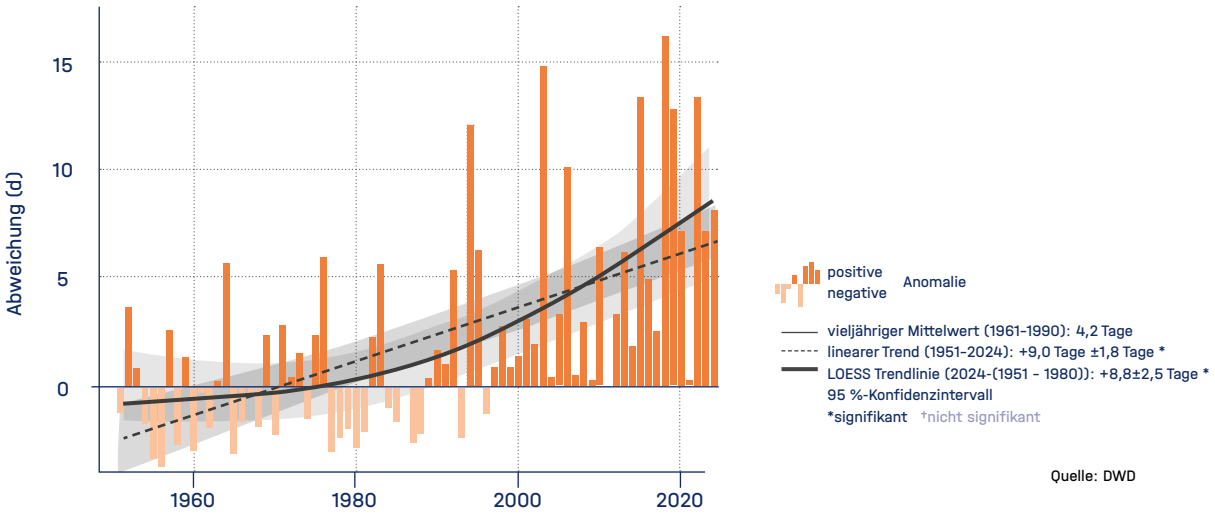


Markante Hitzewellen in Deutschland von 1950 bis 2025 (Stand: 1. September 2025).

Quelle: DWD

Anomalie der Anzahl der Heißen Tage

Deutschland, Jahr 1951–2024, Referenzzeitraum 1961–1990



Quelle: DWD

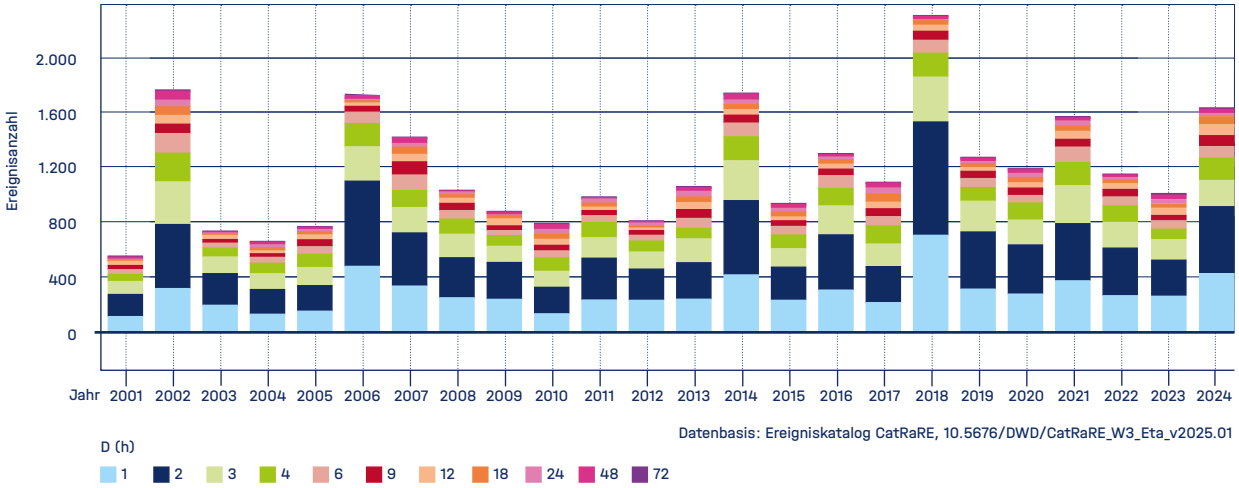
16. Mehr Starkregen – und zugleich längere Trockenzeiten

Eine mögliche Folge des Klimawandels in Deutschland ist die Zunahme von Starkregenereignissen. Zumindest die Daten der flächendeckenden Regenradare des DWD[69] liefern erste Indizien für eine Zunahme; weil diese Datenreihe aber noch zu kurz ist, kann die Zunahme noch nicht statistisch gesichert nachgewiesen werden. Eine Zunahme entspräche auch dem physikalischen Grundverständnis, wonach die erhöhte Wasserdampfaufnahme der Atmosphäre durch die globale Erwärmung konvektive Niederschläge verstärken könnte. Es gibt zudem Hinweise, dass im Sommer die Zahl aufeinanderfolgender Trockentage zunehmen könnte. Beide Tendenzen hätten zur Folge, dass sich hydroklimatische Gefahren wie Dürren und Überschwemmungen erhöhten.[70] Zumindest der Trend zu intensiveren Starkregenereignissen wird für die Zukunft prognostiziert.[71]

Herausgegeben von:
Deutsches Klima-Konsortium, Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Deutscher Wetterdienst,
Extremwetterkongress Hamburg, Helmholtz KLIMA, klimafakten

Die bodennahe relative Feuchte der Luft hat abgenommen und wird weiter abnehmen, so dass auch bei gleichbleibenden Niederschlägen der Boden vermehrt austrocknet.[72] Laut Daten des DWD hat die Zahl von Tagen mit niedriger Bodenfeuchte seit 1961 bereits deutlich zugenommen; besonders betroffen von der zunehmenden Bodentrockenheit sind der Nordosten Deutschlands sowie das Rhein-Main-Gebiet.

Starkregenereignisse in Deutschland



Verteilung der Starkregenereignisse über die Jahre 2001 bis 2024 in Deutschland anhand der jährlichen Ereignisanzahl in Abhängigkeit von der Dauerstufe (D(h)).

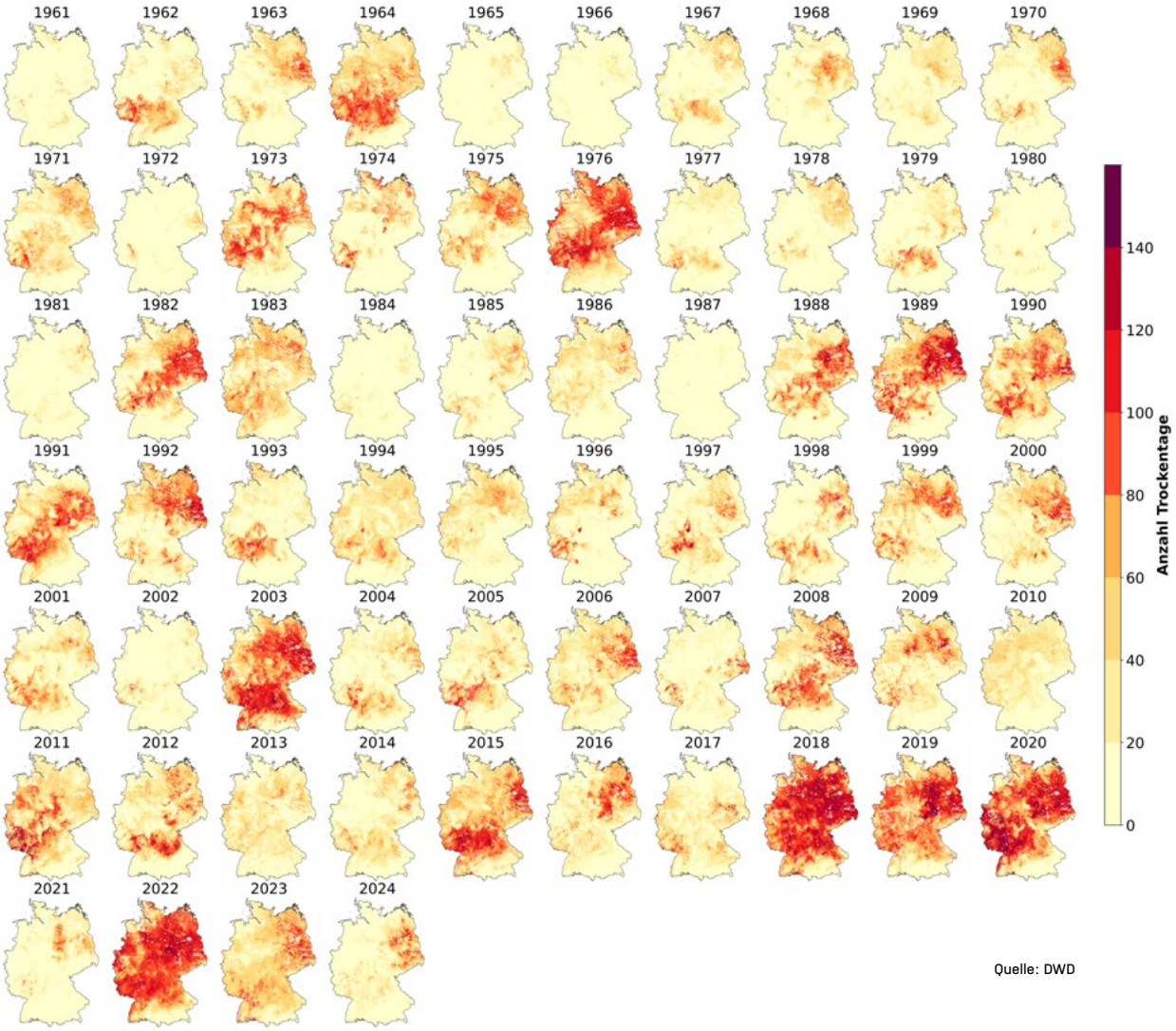
Auch wenn es bislang keinen eindeutigen Nachweis dafür gibt, dass verminderte Niederschläge über Deutschland mit dem anthropogenen Klimawandel zusammenhängen, ist es bemerkenswert, dass die trockenen Jahre 2018 bis 2020 beispiellos für die vergangenen 250 Jahre waren.[73] Seit 1766 hat es in Mitteleuropa keine dreijährige Sommer-Dürre dieses Ausmaßes gegeben; mehr als 50 Prozent des Ackerlandes waren davon betroffen.[74] Diese extrem ungewöhnliche Trockenheit setzte sich in vielen Regionen auch 2022 fort, sodass das „normale" Jahr 2021 für eine durchgreifende Entspannung nicht reichte. Der Dürremonitor des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung in Leipzig zeigt, dass der Gesamtboden in weiten Teilen Deutschlands von 2018 bis 2023 sechs Trockenjahre in Folge während der Vegetationsperiode erlebt hat.[75]

Die Bodenfeuchte bzw. der aktuelle Wasserversorgungsgrad der Pflanzen wird üblicherweise in Prozent nutzbare Feldkapazität (Prozent nFK) angegeben. Bei weniger als 50 Prozent nutzbarer Feldkapazität ist von beginnendem Trockenstress der Pflanzen auszugehen. Sinkt die Bodenfeuchte über längere Phasen auf Werte unter 30 Prozent nFK stehen viele Pflanzen unter Trockenstress, bei landwirtschaftlichen Kulturen ist mit Ertragseinbußen zu rechnen. Bei Wäldern besteht bei einer Bodenfeuchte von unter 40 Prozent nFK mittlere bis hohe, bei unter 20 Prozent sehr hohe bis extrem hohe Trockenstressgefahr.

Zahlreiche Wirtschaftsbranchen bekommen die Auswirkungen von Dürren zu spüren.[76] Während der extrem trockenen Sommer 2018, 2019 und auch 2022 sanken zum Beispiel die Wasserstände von Rhein und Elbe so stark, dass Binnenschiffe über Wochen oder gar Monate nur eingeschränkt oder gar nicht fahren konnten. Wegen der Verkehrseinschränkungen mussten am Rhein zum Beispiel Raffinerien und Chemiewerke ihre Produktion reduzieren; weil es an Kühlwasser mangelte, wurden Kohle- und Atomkraftwerke zeitweise in ihrer Leistung gedrosselt.[77] Die wirtschaftlichen Schäden für die betroffenen Branchen betrugen hunderte Millionen Euro.[78]

Geht der Klimawandel ungebremst weiter, wird mit einer starken Risikozunahme in Bezug auf Trockenheit und deren Folgen gerechnet. Zunehmende Konflikte bei der Wassernutzung zwischen den Verbrauchergruppen (Industrie, Landwirtschaft, Ökologie, Bevölkerung) sind absehbar und werden sich mit anhaltender Erwärmung und in der Folge erhöhter Verdunstung verschärfen. Eine globale Erwärmung um weitere 3 °C würde zum Beispiel für Teile Südwestdeutschlands gegenüber dem Zeitraum 1971 bis 2000 eine Verdoppelung der Zeiten unter Dürre bedeuten.[79]

Anzahl der Trockentage im von Gras in der Hauptvegetationszeit durchwurzeltem Boden 1961–2024



Quelle: DWD

17. Pflanzen und Tiere reagieren sensibel

Weltweit hat der Temperaturanstieg bereits zu einer Verschiebung von Klimazonen geführt und damit zu teils tiefgreifenden Veränderungen der Verbreitungsgebiete von Pflanzen und Tieren.[80] Auch in Deutschland ist zu beobachten, dass sich verschiedene Pflanzen und Tiere in neue Regionen ausbreiten, etwa das ursprünglich aus dem Mittelmeerraum stammende Affen-Knabenkraut nach Norden oder die schon länger im Westen Deutschlands heimische Stechpalme nach Norden und Osten.

Herausgegeben von:
Deutsches Klima-Konsortium, Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Deutscher Wetterdienst,
Extremwetterkongress Hamburg, Helmholtz KLIMA, klimafakten

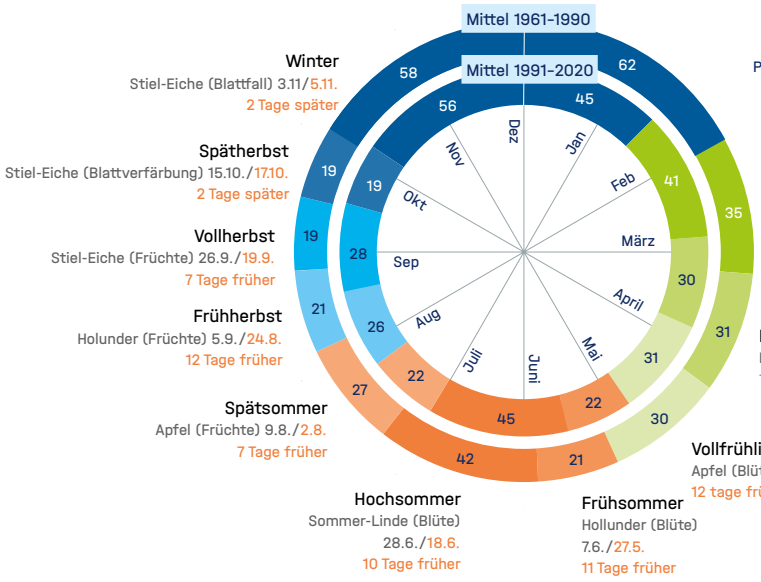
Dasselbe ist auch bei krankheitsübertragenden Insekten wie der Asiatischen Tigermücke sowie bei Schadinsekten in der Landwirtschaft wie der Schilf-Glasflügelzikade zu beobachten. Der Klimawandel verändert zudem Entwicklungsphasen und Wechselbeziehungen zwischen Organismen: Zugvögel kommen früher zurück und brüten im Mittel 6 bis 14 Tage früher als vor 30 Jahren. Bei Fischen wurde eine frühere Laichzeit nachgewiesen.

Auswirkungen des Klimawandels auf Pflanzen und Tiere

Zugvögel
- kommen früher zurück
- Eiablage beginnt früher
- Verhaltensmuster verändern sich

Pflanzen
- Hohe Temperaturen und Wärme verlängern die Vegetationsperiode: Pflanzen fangen früher an zu blühen
- Lebensrhythmen von Pflanzen und bestäubenden Insekten verändern sich
- früherer Pollenflug, größere Pollenmenge, agressiver für Allergiker:innen

Phänologische Jahreszeiten* in Deutschland
äußerer Ring zeigt das Mittel 1961-1990/innerer Ring zeigt das Mittel 1991-2020 in Tagen



Im Frühjahr und Sommer haben sich die Blühzeitpunkte von Pflanzen um zwei bis drei Wochen verfrüht, sodass sie nicht mehr so gut zum Lebenszyklus der sie bestäubenden Insekten passen.[81] Daten des Deutschen Wetterdienstes belegen, wie sich insgesamt die Vegetationsphasen verändert und verschoben haben: Der sogenannte phänologische Erstfrühling beginnt heute im Mittel schon rund drei Wochen früher als in den fünfziger Jahren. Der phänologische Herbst beginnt eher und dauert länger. Hingegen hat sich der phänologische Winter von durchschnittlich 120 Tagen pro Jahr im Mittel 1961-1990 auf nur noch 102 Tage in der jüngsten Referenzperiode 1991-2020 verkürzt.[82]

Der Klimawandel bedroht auch die Artenvielfalt. Eine Analyse von 500 ausgewählten heimischen Tierarten im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz ergab, dass der Klimawandel für 63 von ihnen ein hohes Risiko darstellt auszusterben; am stärksten betroffen sind Schmetterlinge, Weichtiere (z. B. Schnecken) und Käfer.[83]

Herausgegeben von:
Deutsches Klima-Konsortium, Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Deutscher Wetterdienst,
Extremwetterkongress Hamburg, Helmholtz KLIMA, klimafakten

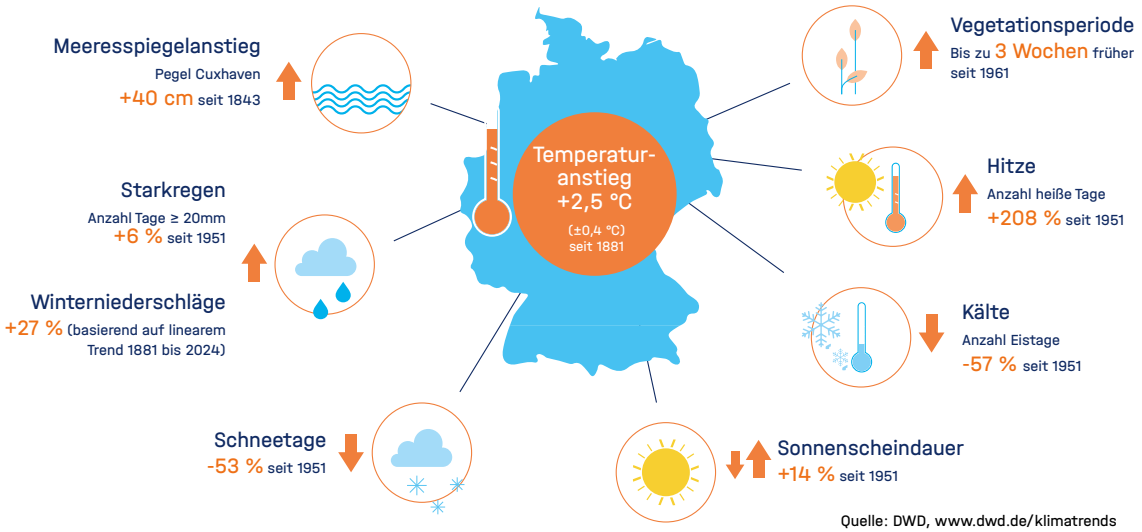
18. Land- und Forstwirtschaft leiden

Im Vergleich zu den 1950er Jahren blühen zum Beispiel Apfelbäume heute rund zweieinhalb Wochen zeitiger – doch weil es so früh im Jahr nachts häufig noch sehr kalt wird und die Blüten frostempfindlich sind, haben Obstbäuerinnen und -bauern häufiger schwere Frostschäden zu beklagen (wie es etwa im Frühjahr 2017 und 2024 der Fall war).[84] Die langen Trockenphasen in der jüngeren Vergangenheit führten regional zu deutlichen Ernteeinbußen – zum Beispiel lagen im Dürrejahr 2018 die Erträge bei Getreide um 18 Prozent unter dem Mittel; am stärksten betroffen waren Schleswig-Holstein (-34 Prozent), Brandenburg (-30 Prozent) und Sachsen-Anhalt (-28 Prozent).[85] Darüber hinaus können Unwetter regional immense Schäden in der Landwirtschaft verursachen – wie zum Beispiel im Juli 2021 Tief „Bernd" im Westen Deutschlands.

Auch fehlender Frost wird für die Landwirtschaft ein Problem: Viele Ackerkulturen, etwa Winterweizen, brauchen in einer bestimmten Wachstumsphase (dem „Schossen") einen Kältereiz – fehlt dieser, leiden die Ernten. Für 2025 spricht der Erntebericht des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat (BMLEH) auf vorläufigen Daten allerdings von einer guten Ernte bei Raps und Getreide, vor allem aufgrund des regenreichen Julis.[86]

Grundsätzlich bedrohen Trockenstress durch geringere Sommerniederschläge und durch einen erhöhten Wasserbedarf aufgrund der höheren Temperaturen, die beschleunigte Entwicklung von Schadinsekten und die zunehmende Gefahr von Waldbränden die Forstwirtschaft. Das Bundeslandwirtschaftsministerium schätzt inzwischen, dass nach den Trockenjahren 2018, 2019 und 2022 bundesweit mindestens 500.000 Hektar Wald wieder aufgeforstet werden müssen.[87]

Klimawandel in Deutschland



Quelle: DWD, www.dwd.de/klimatrends

19. Die Waldbrandgefahr nimmt zu

Wärmere Sommer und längere Trockenphasen verstärken das Risiko von Waldbränden. In den vergangenen Jahrzehnten ist die Zahl der Tage mit hoher Waldbrandwarnstufe bereits gestiegen: Nach Auswertungen des DWD auf Basis des Waldbrandgefahrenindex WBI gab es deutschlandweit gemittelt im Zeitraum 1961 bis 1990 rund sechs Tage pro Jahr mit hohem oder sehr hohem Waldbrandrisiko. Im Zeitraum 1991 bis 2020 waren es rund zehn Tage pro Jahr. Auffallend ist die besonders hohe Anzahl der Tage mit Waldbrandgefahr in den Jahren 2018, 2019, 2020 und 2022.[88]

Herausgegeben von:
Deutsches Klima-Konsortium, Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Deutscher Wetterdienst,
Extremwetterkongress Hamburg, Helmholtz KLIMA, klimafakten

20. Binnenseen sowie Nord- und Ostsee sind deutlich wärmer geworden

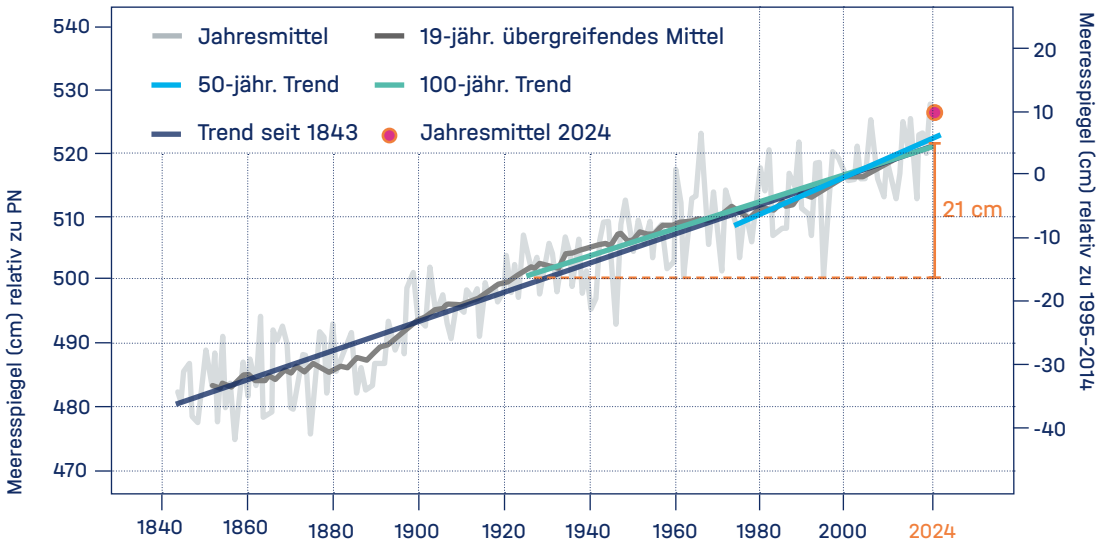
Die Erwärmung betrifft die Seen in den Alpen und im Alpenvorland ebenso wie die Seen in den Mittelgebirgen oder im Norddeutschen Tiefland. Wegen des Temperaturanstiegs verändert sich die Artenvielfalt in den Seen und es kommt häufiger zu Fischsterben und Algenblüten, die auch für badende Menschen eine Gesundheitsgefahr darstellen können.[89]

Die mittlere Oberflächentemperatur der Nordsee in der Deutschen Bucht hat sich zwischen 1969 und 2017 um etwa 1,3 °C erhöht. Vor der deutschen Ostseeküste wurde seit 1982 ein mittlerer Anstieg der Wassertemperaturen um rund 1,6 °C gemessen, wobei die Werte durch die geringere Durchmischung nach Ort und Wassertiefe teils stark von diesem Mittel abweichen können.[90]

21. Der Meeresspiegel steigt auch an den deutschen Küsten

Meeresspiegelanstieg seit 1843

Pegel Cuxhaven



Quelle: Meeresspiegelmonitor

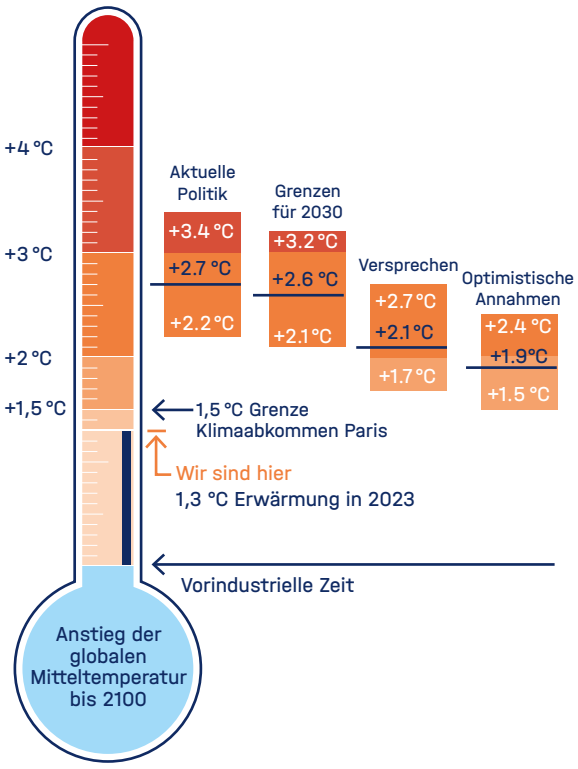
PN bezeichnet den sog. Pegel Null für Cuxhaven, der bei 5 Meter unter der Referenzhöhe Normalnull (NN) mit 0 Metern beginnt.

Der Meeresspiegel am Pegel Cuxhaven zum Beispiel hat seit Mitte des 19. Jahrhunderts bereits um gut 40 Zentimeter zugelegt, am Pegel Travemünde um rund 30 Zentimeter.[91] Allein in den vergangenen hundert Jahren betrug der Anstieg in Cuxhaven im Mittel 21 Zentimeter. Eine Folge sind höher auflaufende Sturmfluten in der Nordsee.[92]

Herausgegeben von:
Deutsches Klima-Konsortium, Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Deutscher Wetterdienst,
Extremwetterkongress Hamburg, Helmholtz KLIMA, klimafakten

Künftige Entwicklung

22. Das 1,5 °C-Limit werden wir wahrscheinlich verfehlen



Quelle: Climate Action Tracker

Bei ungebremsten globalen Emissionen könnte bis Ende des Jahrhunderts die Erwärmung im weltweiten Durchschnitt mehr als 5 °C gegenüber der Temperatur der letzten zwei Jahrzehnte betragen.[93] Auf dem UN-Klimagipfel von Paris im Jahr 2015 wurde beschlossen, dass der globale Temperaturanstieg auf „deutlich unter 2 °C" gegenüber dem vorindustriellen Niveau begrenzt werden soll, möglichst sogar auf 1,5 °C. Im langjährigen Mittel (über 20 Jahre) sind bereits 1,3 °C globale Erwärmung erreicht.[94] Setzt sich der derzeitige Erwärmungstrend fort, so wird die 1,5 °C-Grenze auch im 20-Jahres-Mittel vermutlich Anfang der 2030er Jahre überschritten, fast unabhängig von der Emissionsentwicklung.[95]

Wollen die Regierungen das Übereinkommen von Paris umsetzen, müssen sie weltweit ihre Klimaschutzanstrengungen schnell und drastisch verstärken. Selbst die Einhaltung aller bisher zugesagten Emissionsminderungsziele der Regierungen (inklusive beispielsweise des Ziels der Treibhausgasneutralität der Europäischen Union bis 2050) würde noch zu einer Erwärmung zwischen 1,5 und 2,4 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau führen.[96]

Die aktuell eingeführten und geplanten politischen Maßnahmen entsprechen jedoch noch nicht den zugesagten Emissionsminderungszielen der Regierungen; sie würden bis Ende des Jahrhunderts zu einem Anstieg um ca. 2,2 bis 3,4 °C gegenüber der vorindustriellen Temperatur führen.[97] Das ist weit von den Pariser Vorgaben entfernt, jedoch schon erheblich weniger als bei immer weiter steigenden Treibhausgasemissionen zu erwarten wäre.

Das vom Menschen ausgestoßene Kohlendioxid bleibt sehr lange in der Luft. Die Folgen der bereits vom Menschen verursachten Erwärmung werden sich deshalb für Jahrhunderte bis Jahrtausende fortsetzen. Sie wird langfristige Änderungen im Klimasystem bewirken, sowie einen weiteren Meeresspiegelanstieg oder Verluste an Artenvielfalt – und damit verbundene, schwerwiegende Folgen für den Menschen.[98]

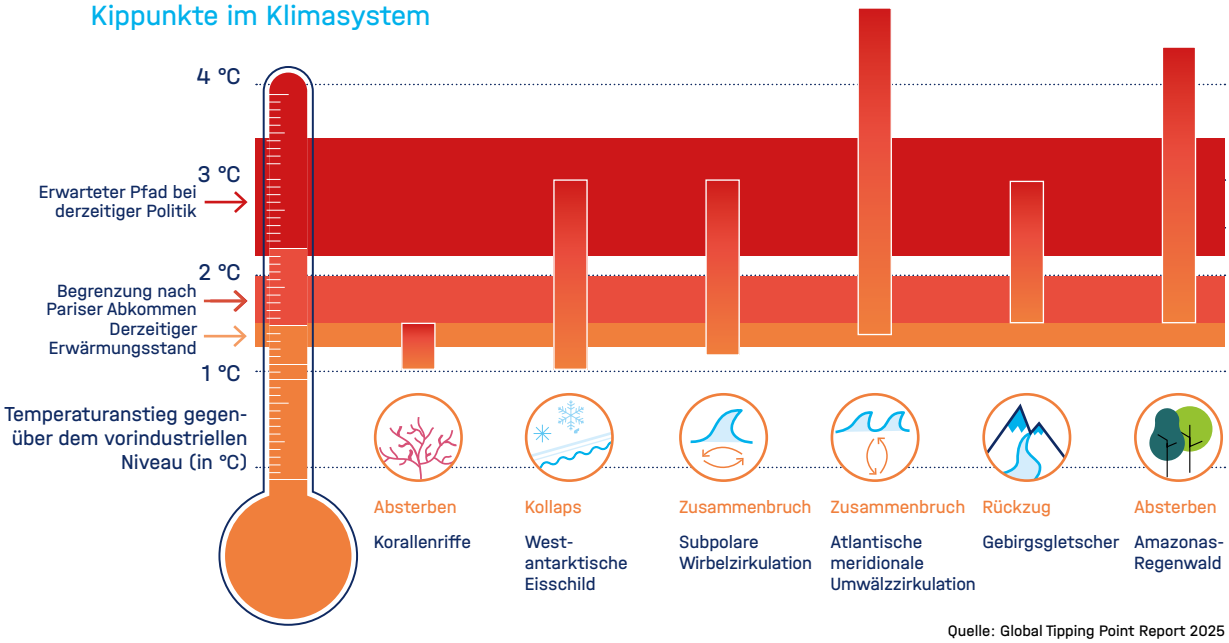
Herausgegeben von:
Deutsches Klima-Konsortium, Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Deutscher Wetterdienst,
Extremwetterkongress Hamburg, Helmholtz KLIMA, klimafakten

23. Unumkehrbare Veränderungen

Wichtige Elemente des Klimawandels sind – in Zeiträumen von mehreren menschlichen Generationen – unumkehrbar. Die sehr lange Lebensdauer von CO_2 in der Atmosphäre bewirkt, dass die globale Erwärmung und ihre Folgen (sofern der Atmosphäre nicht in großem Maße CO_2 wieder entzogen wird) selbst nach einem Stopp aller Emissionen zunächst weiter andauern. Weil Eismassen und Ozeane träge auf den Temperaturanstieg reagieren, wird sich zum Beispiel die Tiefsee noch lange Zeit weiter erwärmen, Gletscher werden weiter schmelzen, die Meeresspiegel weiter steigen.[99]

Zudem gibt es Kipppunkte im Klimasystem: das sind kritische Schwellen globaler Erwärmung, jenseits derer sich ein Teil des Erd- und Klimasystems – ein sogenanntes Kippelement – neu organisiert, häufig beschleunigt, mit einer sich selbst verstärkenden Dynamik und/oder unumkehrbar.[100] Eisschilde reagieren empfindlich, selbst auf moderate Temperaturänderungen. Ein Beispiel ist der Eispanzer auf Grönland: Er ist gegenwärtig kilometerdick, so dass die Oberfläche in einer Höhe liegt, in der es (wie im Gebirge) kalt ist. Schmilzt er, sinkt die Oberfläche in wärmere Luftschichten und schmilzt immer schneller. Schon bei einer dauerhaften Erderwärmung um rund 1,5 °C (Schätzungen reichen von 0,8 bis 3 °C) könnte das Eis auf Grönland und der Westantarktis über Zeiträume von mehreren Jahrtausenden vollständig und unumkehrbar abschmelzen. Als weiteres Kipp-Element gilt der Amazonas-Regenwald, dessen großflächiges Absterben Studien zufolge bei einer Erderwärmung zwischen 1,5 und 6 °C möglich ist – umso früher, je weiter die Abholzung fortschreitet, welche zu weniger Niederschlägen führen kann.

Kippunkte im Klimasystem



Quelle: Global Tipping Point Report 2025

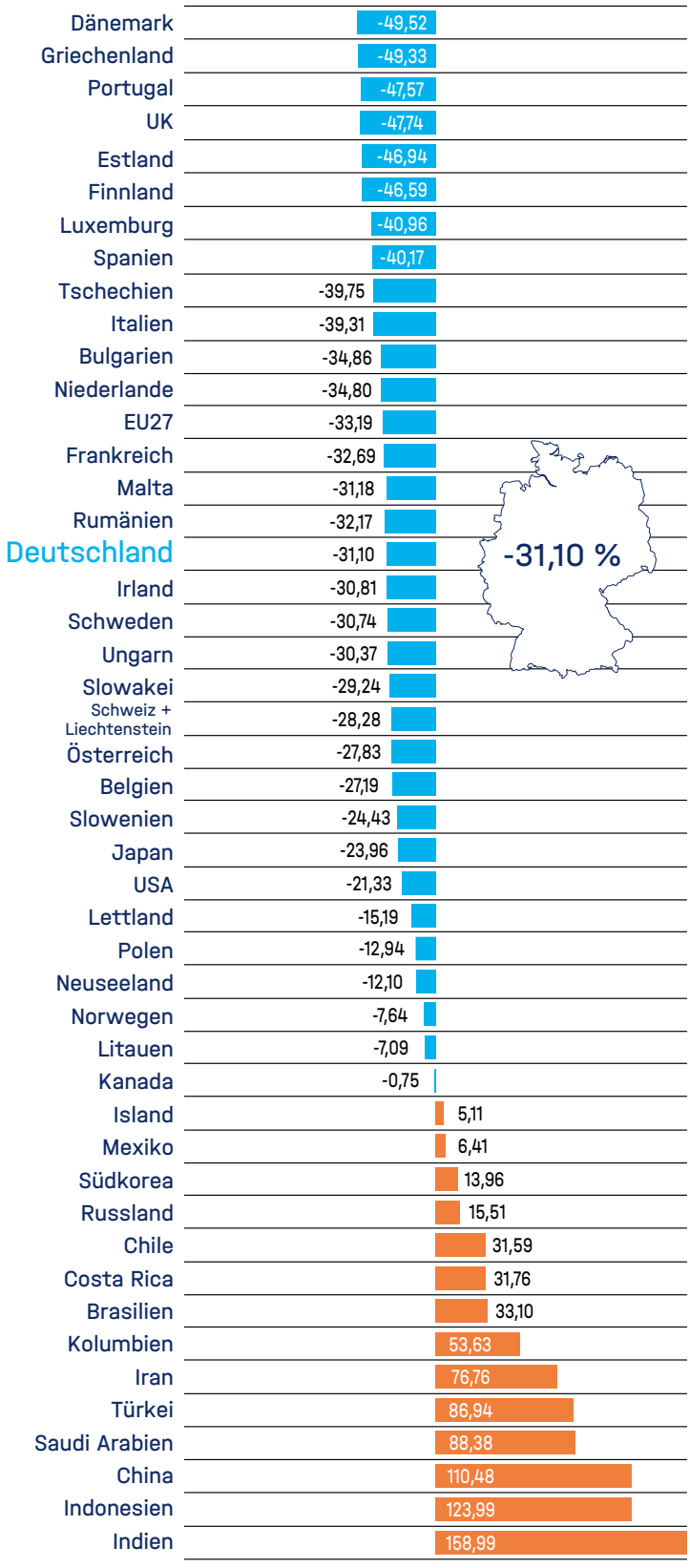
Manche Kipp-Elemente können die globale Erwärmung zusätzlich verstärken, weil nach Überschreiten ihrer kritischen Schwellen weitere Treibhausgase freigesetzt werden. Dies gilt etwa für das Tauen von Permafrostböden, wodurch große zusätzliche Mengen Methan oder Kohlendioxid freigesetzt werden könnten.[101] Die menschengemachten Treibhausgasemissionen bleiben jedoch die dominante Ursache des Klimawandels, und deren Minderung auch das effektivste Mittel, ihm und seinen Folgen zu begegnen.[102] Der 2023 erschienene Synthesebericht des IPCC warnt, dass das Risiko für das Überschreiten von Kipppunkten, wie etwa der Instabilität von Eisschilden oder der Verlust von Ökosystemen in den tropischen Wäldern, zwischen 1,5 und 2,5 °C Erwärmung von „moderat" auf „hoch" steigt.[103]

Herausgegeben von:
Deutsches Klima-Konsortium, Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Deutscher Wetterdienst,
Extremwetterkongress Hamburg, Helmholtz KLIMA, klimafakten

24. Starke Emissionssenkungen sind möglich

Veränderung der CO_2-Emissionen ausgewählter Länder

Unterschied zwischen 2005 und 2024 in Prozent



Quelle: EDGAR

Auch wenn es eine große Herausforderung ist: Schnelle und drastische Minderungen der Treibhausgas-Emissionen sind möglich, das zeigen zahlreiche Studien. Viele der dafür notwendigen Technologien existieren und sind teilweise bereits unter den heutigen politischen Rahmensetzungen finanziell konkurrenzfähig.[104] Nach Angaben der Internationalen Erneuerbaren Energien Agentur (IRENA) entfielen im Jahr 2024 92,5 Prozent der neu zugebauten Stromproduktionskapazität auf erneuerbare Energien, stark dominiert von den großen Investitionen in China.[105] Die Internationale Energieagentur (IEA) geht davon aus, dass sich der Zubau Erneuerbarer Energien zwischen 2025 und 2030 weltweit verdoppeln wird, wobei rund 80 Prozent des Ausbaus auf die Photovoltaik entfallen.[106]

Etliche Staaten haben in den vergangenen Jahren ihren Ausstoß an Treibhausgasen erheblich gesenkt. So gelang es zwischen den Jahren 2005 und 2024 beispielsweise Deutschland, Frankreich, Irland und den Niederlanden, die Emissionen um mehr als 30 Prozent zu senken; und z.B. Dänemark, Finnland, Portugal, und das Vereinigte Königreich konnten die Emissionen sogar um mehr als 40 Prozent senken. Belgien (2016), Österreich (2020), Schweden (2020), Portugal (2021), das Vereinigtes Königreich (2024) und Irland (2025) haben den Kohleausstieg bereits vollzogen; Deutschland hat den Ausstieg bis Ende 2038 beschlossen.[107]

Herausgegeben von:
Deutsches Klima-Konsortium, Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Deutscher Wetterdienst,
Extremwetterkongress Hamburg, Helmholtz KLIMA, klimafakten

25. Es gibt breite Unterstützung für mehr Klimaschutz

Die Mehrheit der Menschen – in Deutschland wie auch weltweit – sieht den Klimawandel als wichtiges Thema an, sorgt sich ob der drohenden Folgen und wünscht sich stärkeren Klimaschutz. So zeigte eine 2024 in der Fachzeitschrift Nature Climate Change veröffentlichte Untersuchung mit fast 130.000 repräsentativ ausgewählten Befragten aus 125 Ländern, dass 89 Prozent von ihren Regierungen mehr Anstrengungen zum Schutz des Klimas fordern (in Deutschland: 86 Prozent). 69 Prozent der Menschen wären sogar bereit, ein Prozent ihres Haushaltseinkommens dafür zur Verfügung zu stellen (Deutschland: 68 Prozent).[108]

Zugleich unterschätzen Menschen systematisch, wie breit die grundsätzliche Bereitschaft zum Klimaschutz wie auch die Zustimmung zu verschiedenen Klimaschutzmaßnahmen in der Gesellschaft tatsächlich ist. Eine solche Verzerrung der Wahrnehmung wird in der Sozialforschung als „perception gap" oder „pluralistische Ignoranz" bezeichnet.[109] Während sich in der zitierten Studie 68 Prozent der Deutschen bereit erklärten, ein Prozent ihres Einkommens für Klimaschutz zu geben, nahmen die Befragten zugleich an, die Bereitschaft dafür läge nur bei knapp 40 Prozent.[110] In einer anderen Untersuchung sagten zum Beispiel 59 Prozent der Befragten, sie unterstützten den Ausbau der Windkraft vor Ort – aber schätzten die Zustimmung dafür auf lediglich 32 Prozent; für den Bau weiterer Solar-Freiflächenanlagen lag die reale Zustimmung bei 73 Prozent bei einer geschätzten von nur 48 Prozent.[111]

26. Jedes Zehntelgrad zählt

Selbst scheinbar geringe globale Erwärmungen könnten schwerwiegende Folgen haben. Wenn sich die Erde zum Beispiel um 1,5 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau erwärmt, werden voraussichtlich 70 bis 90 Prozent der großflächigen Warmwasser-Korallenriffe weltweit verloren gehen – bei 2 °C steigt der Verlust auf 98 bis 99 Prozent.[112] Ein zeitweise eisfreier arktischer Ozean ist bei 1,5 °C Erwärmung rund alle 40 Jahre zu erwarten – bei 2 °C jedoch alle drei bis fünf Jahre. Eine Sturmflut, wie sie bisher an der Nordseeküste bei Cuxhaven statistisch alle 500 Jahre auftritt, könnte bei 1,5 °C Erwärmung einmal in hundert Jahren auftreten – bei 2 °C jedoch alle 33 Jahre.[113] Die globale Erwärmung auf höchstens 1,5 °C zu begrenzen, wird zunehmend schwieriger. Um das Ziel zu erreichen, hätten wir ab 2020 nur noch etwa 400 Gigatonnen Kohlendioxid ausstoßen dürfen.[114] Doch schon im Jahr 2021 betrugen die menschengemachten CO_2-Emissionen weltweit rund 36 Gigatonnen, 2023 waren es sogar 37,4 Gt.[115] Wird dieses Emissionsniveau beibehalten, wäre das Restbudget also in wenigen Jahren aufgebraucht.

Deswegen wird in so gut wie allen Szenarien, die dazu führen würden, dass wir das 1,5 °C Ziel erreichen, davon ausgegangen, dass wir der Atmosphäre mit sogenannten „negativen Emissionen" CO_2 entziehen.[116] Möglich wäre dies zum Beispiel durch großflächige Aufforstungen, eine Veränderung der Alkalinität des Ozeans oder eine direkte Entnahme von CO_2 aus der Atmosphäre mit technischen Anlagen, die das CO_2 chemisch binden. Die zukünftigen Potenziale dieser Maßnahmen sind jedoch bisher schwer vorherzusagen, d.h. die Spannbreite verschiedener Abschätzungen ist sehr groß. Die Umsetzbarkeit und mögliche negative Nebenwirkungen werden derzeit intensiv erforscht.[117] Trotz dieser Herausforderungen bedeutet jedes Zehntelgrad vermiedene Erwärmung weniger Folgen, die wir hinnehmen oder an die wir uns anpassen müssen, sofern das überhaupt möglich ist.

> „Jedes Zehntelgrad ist entscheidend. Jede Stimme kann einen Unterschied machen. Und jede Sekunde zählt." António Guterres, UN-Generalsekretär[118]

Herausgegeben von:
Deutsches Klima-Konsortium, Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Deutscher Wetterdienst,
Extremwetterkongress Hamburg, Helmholtz KLIMA, klimafakten

Quellenangaben

1 In Anlehnung an Leiserowitz, 2017 – https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=TbtVXWNrN9o;
siehe auch Badullovich et al. 2025 – https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-025-03934-3
2 Copernicus 2025 – https://climate.copernicus.eu/global-climate-highlights-2024
3 DWD 2024 – https://www.dwd.de/zeitreihen
4 Copernicus 2025 – https://climate.copernicus.eu/global-climate-highlights-2024
5 NASA 2025 – https://www.nasa.gov/missions/jason-cs-sentinel-6/sentinel-6-michael-freilich/nasa-analysis-shows-unexpected-amount-of-sea-level-rise-in-2024/
6 PIOMAS data 2025 – https://psc.apl.washington.edu/research/projects/arctic-sea-ice-volume-anomaly/data/
7 WGMS 2025 – https://wgms.ch/global-glacier-state
8 WMO 2025 – https://wmo.int/news/media-centre/carbon-dioxide-levels-increase-record-amount-new-highs-2024
12 Universität Hamburg – https://bildungsserver.hamburg.de/themenschwerpunkte/klimawandel-und-klimafolgen/klimawandel/atmosphaere-und-treibhauseffekt/treibhauseffekt-natuerlich-artikel-746116
13 IPCC 2021 – https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/outreach/IPCC_AR6_WGI_SummaryForAll_German.pdf
14 IPCC 2019 – https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2020/08/05_Chapter-2-V3.pdf
15 NOAA 2025 – https://gml.noaa.gov/webdata/ccgg/trends/co2/co2_annmean_gl.txt
16 IPCC 2021 – https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Chapter07.pdf
17 IPCC 2014 – https://www.de-ipcc.de/media/content/IPCC-AR5_SYR_barrierefrei.pdf
18 Climate change tracker 2025 – https://climatechangetracker.org/methane/yearly-atmospheric-methane-ch4
19 NOAA 2025 – https://gml.noaa.gov/ccgg/trends_n2o/
20 IPCC 2021 – https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Chapter07.pdf
21 NOAA 2024 – https://www.ncei.noaa.gov/access/metadata/landing-page/bin/iso?id=gov.noaa.ncdc:C01704
22 Copernicus 2025 – https://climate.copernicus.eu/global-climate-highlights-2024
23 Bildungsserver Wiki – https://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Proxydaten
24 IPCC 2021 – https://www.de-ipcc.de/media/content/AR6-WGI-SPM_deutsch_barrierefrei.pdf
25 Foukal et al. 2006 – https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16971941/;
siehe auch Helmholtz KLIMA – https://www.helmholtz-klima.de/klimafakten/behauptung-die-sonne-verursacht-den-klimawandel
26 IPCC 2021 – https://www.de-ipcc.de/media/content/AR6-WGI-SPM_deutsch_barrierefrei.pdf
27 IPCC 2013 – https://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_TS_FINAL.pdf#page=24;
IPCC 2021 – https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Chapter02.pdf#page=12;
siehe auch Klimafakten 2022 – https://www.klimafakten.de/klimawissen/fakt-ist/fakt-ist-die-co2-emissionen-von-vulkanen-betragen-nur-etwa-ein-hundertstel-der
28 Klimanavigator 2020 – https://www.klimanavigator.eu/dossier/artikel/086719/index.php;
Helmholtz KLIMA 2021 – https://www.helmholtz-klima.de/klimawissen/klimamodelle-wie-das-klima-der-zukunft-berechnet-wird
29 IPCC 2021 – https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf
30 IPCC 2021 – https://www.de-ipcc.de/media/content/AR6-WGI-SPM_deutsch_barrierefrei.pdf
31 Climate action tracker 2024 – https://climateactiontracker.org/global/cat-thermometer/
32 NOAA 2021 – https://www.ncei.noaa.gov/news/global-climate-202012
33 WMO 2025 – https://wmo.int/news/media-centre/wmo-confirms-2024-warmest-year-record-about-155degc-above-pre-industrial-level
34 IPCC 2021 – https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf
35 WMO 2025 – https://wmo.int/publication-series/state-of-global-climate-2024
36 NOAA 2024 – https://arctic.noaa.gov/report-card/report-card-2024/about-arctic-report-card-2024/;
Meereisportal 2025 – https://data.meereisportal.de/maps/iup/extent/timeseries_monthly_min_max_1972_2025_extent_n.png;
The GlaMBIE Team 2025 – https://www.nature.com/articles/s41586-024-08545-z
37 NASA 2018 – https://science.nasa.gov/earth/climate-change/with-thick-ice-gone-arctic-sea-ice-changes-more-slowly/?intent=121
38 Silvano et al. 2025 – https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2500440122/
Meereisportal 2025 – https://www.meereisportal.de/newsliste/detail/monatsbericht-august-2025-ein-weckruf-aus-der-antarktis/
Lenton et al. 2025 – https://www.nature.com/articles/s41586-025-09349-5
39 NSIDC 2025 – https://nsidc.org/ice-sheets-today/melt-data-tools
40 IPCC 2019 – https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2022/03/01_SROCC_SPM_FINAL.pdf
41 Sasgen et al. 2020 – https://www.nature.com/articles/s43247-020-0010-1
42 IPCC 2019 – https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2022/03/01_SROCC_SPM_FINAL.pdf
43 WGMS 2024 – https://wgms.ch/latest-glacier-mass-balance-data/
44 Zemp et al. 2017 – https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-glaciology/article/historically-unprecedented-global-glacier-decline-in-the-early-%2021st-century/2F1E3ACB111A03F9BA83D11439F5D681
45 WMO 2025 – https://wmo.int/publication-series/state-of-global-climate-2024
46 IPCC 2019 – https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2019/11/04_SROCC_TS_FINAL.pdf
47 Copernicus 2024 – https://marine.copernicus.eu/de/ocean-climate-portal/sea-level#
48 WMO 2025 – https://wmo.int/publication-series/state-of-global-climate-2024
49 IPCC 2019 – https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2022/03/01_SROCC_SPM_FINAL.pdf
50 Stokes et al. 2025 – https://www.nature.com/articles/s43247-025-02299-w
51 IPCC 2019 – https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2022/03/01_SROCC_SPM_FINAL.pdf
52 Lincke et al. 2022 – https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2021EF002584
53 IPCC 2022 – https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf
54 IPCC 2019 – https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2022/03/01_SROCC_SPM_FINAL.pdf

Herausgegeben von:
Deutsches Klima-Konsortium, Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Deutscher Wetterdienst,
Extremwetterkongress Hamburg, Helmholtz KLIMA, klimafakten

55 IPCC 2019 – https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2022/03/01_SROCC_SPM_FINAL.pdf
56 IPCC 2019 – https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2022/03/01_SROCC_SPM_FINAL.pdf
57 IPCC 2019 – https://www.de-ipcc.de/media/content/SRCCL-SPM_de_barrierefrei.pdf
58 Blöschl et al. 2019 – https://www.nature.com/articles/s41586-019-1495-6
59 Kossin et al. 2020 – https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.1920849117
60 Robinson et al. 2021 – https://www.nature.com/articles/s41612-021-00202-w
61 Tradowsky et al. 2023 – https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-023-03502-7
62 Burton et al. 2024 – https://www.nature.com/articles/s41558-024-02140-w
63 Kaspar et al. 2023 – https://www.schweizerbart.de/papers/metz/detail/32/102966/Observed_temperature_trends_in_Germany_Current_sta?af=crossref
64 DWD 2025 – https://www.dwd.de/DE/presse/pressekonferenzen/DE/2025/PK_2025_04_01/langfassung_loess-filter.pdf
65 Hausfather 2024 – https://www.carbonbrief.org/analysis-what-record-global-heat-means-for-breaching-the-1-5c-warming-limit/; Becker et al. 2024 – https://www.fdr.uni-hamburg.de/record/16337
66 DWD 2024 – https://www.dwd.de/zeitreihen
67 Brasseur et al. 2017 – https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-662-50397-3.pdf (S. 138)
68 DWD 2024 – https://www.dwd.de/zeitreihen
69 Lengfeld et al. 2019 – https://www.schweizerbart.de/papers/metz/detail/28/91763/Characteristic_spatial_extent_of_hourly_and_Adaily_?af=crossref/
Kaspar et al., 2025: https://www.dwd.de/DE/leistungen/faktenpapier_extremwetter/niederschlagstrend-entwicklung_2025.html?nn=16102
70 Giorgi et al. 2011 – https://journals.ametsoc.org/view/journals/clim/24/20/2011jcli3979.1.xml
71 UBA 2021 – https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/kwra2021_teilbericht_3_cluster_wasser_bf_211027_0.pdf
72 Rakovec et al. 2022 – https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2021EF002394
73 Hari et al. 2020 – https://www.nature.com/articles/s41598-020-68872-9
74 Hari et al. 2020 – https://www.nature.com/articles/s41598-020-68872-9
75 UFZ 2025 – https://www.ufz.de/index.php?de=47252
76 Madruga de Brito et al. 2020 – https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aba4ca
77 Bfg 2019 – https://doi.bafg.de/BfG/2019/Niedrigwasser_2018.pdf
78 Vinke et al. 2022 – https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212096322000079
79 Sameniego et al. 2018 – https://www.nature.com/articles/s41558-018-0138-5
80 IPCC 2022 – https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf
81 Brasseur et al. 2017 – https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-662-50397-3.pdf (S. 153f.)
82 DWD 2022 – https://www.dwd.de/DE/leistungen/nationalerklimareport/download_report.pdf?__blob=publicationFile&v=15#page=39
83 Rabitsch et al. 2011 – https://www.bfn.de/publikationen/schriftenreihe-naturschutz-biologische-vielfalt/nabiv-heft-98-auswirkungen-des
84 Brasseur et al. 2017 – https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-662-50397-3.pdf (S. 154);
DWD 2022 – https://www.dwd.de/DE/fachnutzer/landwirtschaft/dokumentationen/allgemein/wbi_doku.html
85 BMEL 2018 – https://www.bmleh.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Landwirtschaft/Pflanzenbau/Ernte-Bericht/ernte-2018.pdf?__blob=publicationFile&v=2
86 BMLEH 2025 – https://www.bmleh.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/erntebericht-2025.pdf?__blob=publicationFile&v=6
87 BMEL 2024 – https://www.bmel.de/DE/themen/wald/wald-in-deutschland/wald-trockenheit-klimawandel.htm
88 DWD 2022 – https://www.dwd.de/DE/fachnutzer/landwirtschaft/dokumentationen/allgemein/wbi_doku.html
89 UBA 2021 – https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/kwra2021_teilbericht_3_cluster_wasser_bf_211027_0.pdf
90 UBA 2023 – https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5612/dokumente/km-i-1_indikator_wassertemperatur_meer.pdf;
BSH 2025 – https://www.bsh.de/DE/DATEN/Klima-und-Meer/Meerestemperaturen/Meeresoberflaechentemperaturen/meeresoberflaechentemperaturen_node.html
91 HEREON 2025 – https://hcdc.hereon.de/sealevelmonitor/sl/tra_sla_de-1.png; https://hcdc.hereon.de/sealevelmonitor/sl/cux_sla_de-1.png
92 HEREON 2025 – www.sturmflut-monitor.de
93 IPCC 2021 – https://www.cambridge.org/core/books/climate-change-2021-the-physical-science-basis/future-global-climate-scenariobased-projections-and-nearterm-information/309359EDDCFABB031C078AE20CEE04FD
94 Climate action tracker 2024 – https://climateactiontracker.org/global/cat-thermometer
95 Deutsches Klima-Konsortium 2024 – https://www.deutsches-klima-konsortium.de/news/dkk-position-zum-umgang-mit-dem-15c-ziel/
96 Climate action tracker 2024 – https://climateactiontracker.org/global/cat-thermometer
97 Climate action tracker 2024 – https://climateactiontracker.org/global/cat-thermometer
98 IPCC 2023 – https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_LongerReport.pdf
99 IPCC 2023, AR6 Synthesis Report – https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf
100 Lenton et al. 2025 – https://global-tipping-points.org/download/1418/
101 Armstrong McKay 2022 – https://www.science.org/doi/10.1126/science.abn7950
102 Wang et al. 2023 – https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2021RG000757
103 IPCC 2023, AR6, SYR, Ch.3.1.3 und Fig.3.3a
104 Wuppertal Institut – https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/7265/file/7265_Phasing_Out_Coal.pdf

Herausgegeben von:
Deutsches Klima-Konsortium, Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Deutscher Wetterdienst,
Extremwetterkongress Hamburg, Helmholtz KLIMA, klimafakten

105 IRENA 2025 – https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2025/Mar/IRENA_DAT_RE_Capacity_Highlights_2025.pdf
106 IEA 2025 – https://www.iea.org/reports/renewables-2025/executive-summary
107 Für die nationalen Emissionen: EDGAR 2025 – https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2025?vis=co2tot#emissions_table;
für die Kohleaustiegsspläne: Beyond Fossil Fuels 2025 – https://beyondfossilfuels.org/europes-coal-exit/ und Laggard et al. 2023 – https://doi.org/10.1093/ooenergy/oiad009
108 Andre et al. 2024 – https://www.nature.com/articles/s41558-024-01925-3;
siehe auch UBA 2024 – https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/umweltbewusstsein-in-deutschland-2024
109 siehe Mildenberger/Tingley 2017 – https://doi.org/10.1017/S0007123417000321;
Sparkman et al. 2022 – https://www.nature.com/articles/s41467-022-32412-y
110 Andre et al. 2024 – https://www.nature.com/articles/s41558-024-01925-3; https://gccs.iza.org/rankings
111 IPIK/RIFS 2023 – https://snb.ariadneprojekt.de/start
112 IPCC 2018, Figure SPM.2 – https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2022/06/SR15_Full_Report_HR.pdf;
bestätigt durch Lenton et al. 2025 – https://global-tipping-points.org/download/1418/
113 D. J. Rasmussen et al. 2018 – https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aaac87
114 P. Andre et al. 2024 –
https://www.researchgate.net/publication/378569605_Misperceived_Social_Norms_and_Willingness_to_Act_Against_Climate_Change
115 Global Carbon Budget 2025 – https://essd.copernicus.org/articles/17/965/2025/
116 IPCC 2023, AR6 Synthesis Report – https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf
117 Smith et al. 2024 – https://publications.pik-potsdam.de/pubman/faces/ViewItemOverviewPage.jsp?itemId=item_32030
118 "Every fraction of a degree matters. Every voice can make a difference. And every second counts."
Quelle: https://www.un.org/sg/en/content/sg/statement/2022-02-28/secretary-generals-video-message-the-press-conference-launch-of-ipcc-report-scroll-down-for-languages

Herausgegeben von:
Deutsches Klima-Konsortium, Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Deutscher Wetterdienst,
Extremwetterkongress Hamburg, Helmholtz KLIMA, klimafakten

KLIMA FAKTEN PAPIER

Impressum

Deutsches Klima-Konsortium e.V. (DKK)
Markgrafenstraße 37
10117 Berlin
T: +49 30 76 77 18 69-0
E-Mail: info@klima-konsortium.de
www.klima-konsortium.de

Autoren

Die Aktualisierung dieses Papiers im Jahr 2025 wurde verantwortet von:
Dr. Andreas Becker (Deutscher Wetterdienst)
Frank Böttcher (Deutsche Meteorologische Gesellschaft)
Prof. Dr. Thomas Hickler (Senckenberg Biodiversität und Klimaforschungszentrum)
Prof. Dr. Hans-Otto Pörtner (Alfred-Wegener-Institut - Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung)

Für unterstützende Mitarbeit und/oder Reviews zu einzelnen Kapiteln danken wir:
Dr. Udo Busch (DWD), Tobias Fuchs (DWD), Dr. Klaus Grosfeld (AWI), Dr. Frank Kaspar (DWD), Sebastian Klein (DKK),
Dr. Ingo Sasgen (AWI), Dr. Tobias Schulzki (GEOMAR), Dr. Renate Treffeisen (AWI), Lukas Weißenberger (DKK),
Prof. Dr. Nico Wunderling (Goethe Universität Frankfurt), Laura Zeh (DKK)

Redaktion

Prof. Dr. Tilman Santarius (Deutsches Klima-Konsortium)
Timon Graf (Helmholtz KLIMA)

Grafik und Layout

Julia Blenn

Veröffentlicht im November 2025
© Deutsches Klima-Konsortium

Die Abbildung auf dem Titelblatt zeigt die sogenannten „Warming Stripes“ für den Zeitraum 1850 bis 2024 als Balken — jeder Balken steht für ein Jahr, die Farbe richtet sich nach der globalen Mitteltemperatur des jeweiligen Jahres, dabei steht Blau für kühl und Rot für warm.

Grafik: © Creator Ed Hawkins (Licensor University of Reading): https://showyourstripes.info/b

DKK Deutsches Klima Konsortium

DMG Deutsche Meteorologische Gesellschaft

Deutscher Wetterdienst
Wetter und Klima aus einer Hand
DWD

ExtremWetterKongress

HELMHOLTZ KLIMA
Dialog-Plattform

Klimafakten