

2 Klima vor dem Kollaps

Dass sich das Klima ändert, wissen wir eigentlich schon lange. Unzählige Eis- und Warmzeiten haben gezeigt, dass die Klimabedingungen auf der Erde ständigen Wechseln unterworfen sind. Für menschliche Zeithorizonte dauert ein Wechsel jedoch relativ lange. Etwa alle 100 000 Jahre kam es in der jüngeren Erdgeschichte zu Eiszeiten, die jeweils durch deutlich kürzere Warmzeiten unterbrochen waren. Unsere jetzige Warmzeit, das sogenannte Holozän, begann vor etwa 11 700 Jahren. Da die letzten Warmzeiten im Schnitt nur rund 15 000 Jahren andauerten, müssten wir eigentlich unweigerlich auf die nächste Eiszeit zusteuern.

Die genauen Ursachen für den Wechsel zwischen Warm- und Eiszeiten lassen sich nur bedingt rekonstruieren. Natürliche Effekte wie Veränderungen der Sonnenaktivität, Änderungen der Erdbahngeometrie, Vulkanismus, Änderungen von Meeresströmungen sowie Verschiebung der Kontinentalplatten gelten als Hauptursachen von Klimaänderungen. Kommen mehrere Ursachen zusammen, sind auch recht abrupte Änderungen möglich. Das belegt die Klimageschichte der Erde. Insofern ist die in jüngster Zeit beobachtete Erderwärmung nichts Ungewöhnliches. Außergewöhnlich ist nur, dass vermutlich erstmals Lebewesen der Erde einen abrupten Klimawandel verursachen – nämlich wir Menschen.

2.1 Es ist warm geworden – Klimaveränderungen heute

2.1.1 Immer schneller schmilzt das Eis

Nach der letzten Eiszeit haben sich die weltweiten Temperaturen um rund 3,5 Grad Celsius erhöht. Durch die Erwärmung und die abtauenden Eismassen sind die Meeresspiegel um über 120 Meter angestiegen. Heute dicht besiedelte Gebiete waren während der letzten Eiszeit durch meterhohe Eisanpanzer bedeckt und ehemals fruchtbare Landschaften sind seitdem im Meer versunken. Über die letzten 7000 Jahre waren die Klimabedingungen auf der Erde allerdings außerordentlich konstant. Die Meeresspiegel haben sich so gut wie gar nicht und die Temperaturen nur um wenige Zehntel Grad Celsius verändert. Diese Klimastabilität

war eine der wesentlichen Voraussetzungen dafür, dass sich die Menschheit weiterentwickeln konnte. Unsere Zivilisation mit ihren Siedlungsgebieten und landwirtschaftlichen Flächen hat sich auf die stabilen Bedingungen eingestellt. Zerstören wir diese Stabilität, wird das enorme Auswirkungen auf das Leben haben, wie wir es heute kennen.

Ein Blick auf die Entwicklung seit der letzten Eiszeit ist auch hilfreich, wenn es um die Einschätzung künftiger Temperaturveränderungen geht. *Abbildung 2.1* zeigt, dass bereits relativ kleine Temperaturänderungen große Auswirkungen haben können. Eine Erwärmung von 1 Grad Celsius klingt für Viele erst einmal nicht sehr dramatisch. Setzt man das in Relation zu dem Temperaturanstieg seit der letzten Eiszeit, ist bereits dieser Wert mehr als bedenklich.

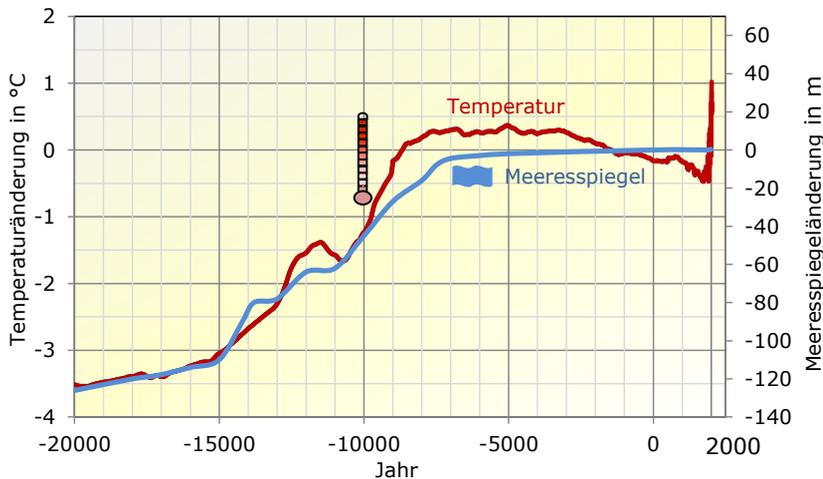


Abbildung 2.1 Temperatur- und Meeresspiegeländerung seit 20 000 v. Chr. bis 2020
Daten: [NASA21, Mar13, Sha12, Fle98], Zeitraum 1951 bis 1980 entspricht null

Durch den Einfluss der Menschen ist die Temperatur in den letzten 100 Jahren bereits um gut 1 Grad Celsius angestiegen und der Anstieg beschleunigt sich immer mehr. Man braucht kein Klimaexperte zu sein, um zu erkennen, dass der jüngste Anstieg keine normale Entwicklung sein kann. Vor allem das vergleichsweise hohe Tempo des Temperaturanstiegs bereitet Klimaexperten Sorgen. Eine natürliche Erklärung gibt es für diesen extremen Anstieg nicht.

Kommt es zu weiteren starken Änderungen der Klimabedingungen, werden sie zweifellos das Gesicht der Erde und unsere heutigen Lebensbedingungen stärker verändern als dies selbst das dramatischste geschichtliche Ereignis der letzten Jahrtausende vermocht hat. Experten halten darum eine Erwärmung oberhalb von 1,5 bis 2 Grad Celsius für nicht vertretbar. Die Bekämpfung des vom Menschen gemachten Treibhauseffekts und der damit verbundenen Erwärmung ist damit vermutlich heute die mit Abstand wichtigste Aufgabe zum Erhalt der Lebensgrundlagen künftiger Generationen.



Beobachtete Klimaveränderungen [IPC07, EEA10, NOAA13, NASA21]

- Die globale Oberflächentemperatur lag im Jahr 2020 bereits 1,02 Grad Celsius über dem Mittel von 1951 bis 1980.
- Die 2000er-Jahre waren die wärmste Dekade seit Beginn der Temperaturmessungen.
- Die Temperaturzunahme der letzten 50 Jahre ist doppelt so hoch wie die der letzten 100 Jahre. Die Erwärmung der Arktis erfolgte mehr als doppelt so schnell.
- Die Temperaturen der letzten 50 Jahre waren höher als jemals zuvor in den vergangenen 1300 Jahren.
- Weltweit schrumpfen die Gletscher sowie die Eisschilde auf Grönland und der Antarktis. Die Alpengletscher haben zwischen 1850 und 2010 bereits zwei Drittel ihres Volumens verloren.
- Die sommerliche arktische Meereisbedeckung ist von 7,5 Millionen Quadratkilometern im Jahr 1982 auf 3,5 Millionen Quadratkilometer im Jahr 2012 zurückgegangen.
- Der Meeresspiegel ist seit 1993 durchschnittlich um 3,1 Millimeter pro Jahr gestiegen, im 20. Jahrhundert insgesamt um 17 Zentimeter. Mehr als die Hälfte geht auf die thermische Ausdehnung der Meere zurück, etwa 25 Prozent auf Abschmelzen der Gebirgsgletscher und etwa 15 Prozent auf das Abschmelzen der arktischen Eisschilde.
- Die Häufigkeit von heftigen Niederschlägen hat zugenommen.
- Häufigkeit und Intensität von Dürren sind seit den 1970er-Jahren gestiegen.
- Die Häufigkeit von Temperaturextremen hat zugenommen.
- Die Intensität tropischer Wirbelstürme ist seit den 1970er-Jahren stärker geworden.

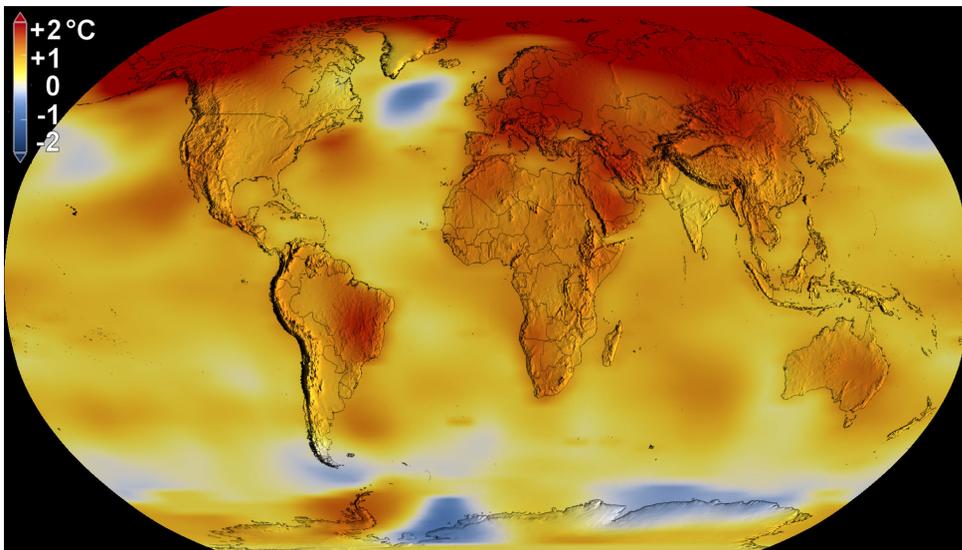


Abbildung 2.2 Temperaturänderung der Periode 2015-19 im Vergleich zum Mittelwert der Jahre 1951 bis 1980 (Quelle: NASA/Goddard Space Flight Center Scientific Visualization Studio, <http://svs.gsfc.nasa.gov>)

Die globale Erwärmung erfolgt nicht auf allen Teilen der Erde gleichmäßig. Vor allem im Bereich der Arktis hat die Temperaturänderung stellenweise schon 2 Grad Celsius überschritten (*Abbildung 2.2*). Generell erwärmt auch das Land schneller als die Ozeane. Bei einer durchschnittlichen Erwärmung von mehr als 4 Grad Celsius könnten sich einige Gebiete auf dem Festland zu regelrechten Todeszonen entwickeln, in denen der Mensch wegen der enormen Hitze ohne technische Hilfsmittel nicht für längere Zeit überleben könnte.

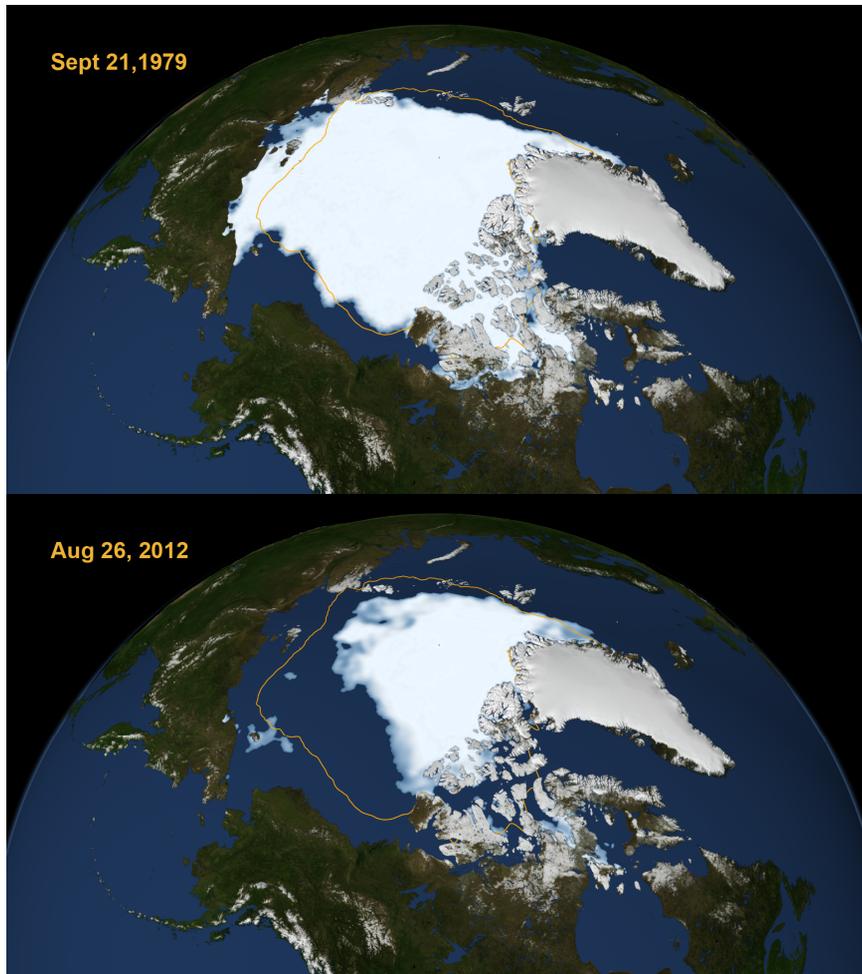


Abbildung 2.3 Sommerliche arktische Eisbedeckung für das Jahr 1979 (oben) und das Jahr 2012 (unten), Quelle: NASA, <http://svs.gsfc.nasa.gov>

Als Folge der Erwärmung dehnt sich das Wasser der Meere aus. Durch die Zunahme der Temperaturen schmelzen auch mehr und mehr arktisches Eis und das ewige Eis der Gletscher ab. Die Eisbedeckung des Meers in der Arktis ist innerhalb von 30 Jahren um über 50 Prozent zurückgegangen (*Abbildung 2.3*). Neben den Eismassen der Arktis schmelzen

auch viele Gletscher rasend schnell ab. Der größte Gletscher der Welt, der Bering-Gletscher in der Arktis Kanadas, ist während des letzten Jahrhunderts um mehr als 10 Kilometer geschrumpft. Von den Gebirgsgletschern in den Ostalpen ist bereits heute nur noch weniger als die Hälfte der Masse aus dem Jahr 1850 übrig.

Bislang sind die Meeresspiegel in den letzten 100 Jahren lediglich um rund 20 Zentimeter angestiegen. Sollte künftig das Festlandeis auf Grönland oder der Antarktis spürbar abschmelzen dürfte sich der Anstieg der Meeresspiegel aber spürbar beschleunigen.

2.1.2 Naturkatastrophen kommen häufiger

Mit den globalen Temperaturen nehmen auch die Wetterextreme zu. Größere Temperaturunterschiede verursachen heftigere Stürme, stärkere Regenfälle sowie häufigere Hochwasser und Überschwemmungen.

Bereits heute sind klima- und wetterbedingte Ereignisse die Hauptursache für Vertreibungen (*Abbildung 2.4*). Im Jahr 2019 mussten 23,9 Millionen Menschen weltweit vor Stürmen, Überschwemmungen, Dürren, Extremtemperaturen und Waldbränden fliehen. Zwischen 2008 und 2019 waren es sogar insgesamt 254 Millionen [iDMC20]. Ein Großteil der Menschen wird derzeit in Asien, Lateinamerika und der Karibik vertrieben. Darum werden diese Fluchtbewegungen in Europa momentan bestenfalls über die Nachrichten registriert. Bei steigenden Klimawandelfolgen dürfte aber auch Europa kaum vor diesen Bewegungen verschont bleiben. Steigen die Meeresspiegel durch die globale Erwärmung mittelfristig lediglich um einen Meter an, verlieren bereits rund 100 Millionen Menschen dauerhaft ihre Heimat.

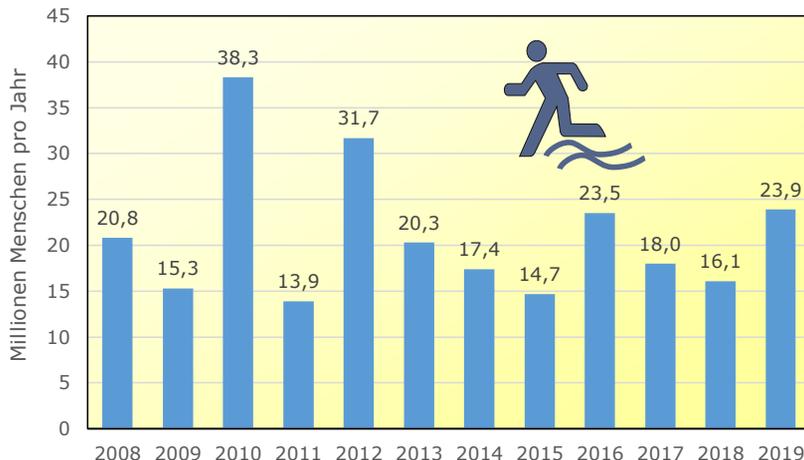


Abbildung 2.4 Anzahl der weltweit Vertriebenen durch klima- und wetterbedingte Naturkatastrophen wie Stürme und Überschwemmungen (Daten: iDMC [iDMC20])