

Das 2-Grad-Ziel

geschrieben von Chris Frey | 22. Juli 2022

[Andy May](#)

Seit Jahrzehnten wird uns gesagt, dass die globale Erwärmung nicht mehr als zwei Grad Celsius über der „vorindustriellen“ globalen Durchschnittstemperatur liegen darf. Kürzlich hat der IPCC diese Grenze auf $1,5^{\circ}\text{C}$ gesenkt. Im neuesten IPCC-Bericht, dem [AR6](#), wird die vorindustrielle Zeit als vor 1750 definiert, aber es werden die globalen Temperaturen von 1850-1900 als repräsentativ für den Zeitraum verwendet, weil für 1750 keine globalen durchschnittlichen Temperaturen verfügbar sind.[1] Die USA, Europa und ein Großteil Asiens waren um 1900 industrialisiert, so dass ihre Zahlen eindeutig nicht repräsentativ für den interessierenden Zeitraum sind, es sei denn, die Temperaturen blieben von 1750 bis 1900 konstant, was unwahrscheinlich ist.

Warum der Fokus auf 2° ? In einem Kommentar von 2014 in Nature erklären David Victor und Charles Kennel, dass es kaum eine wissenschaftliche Grundlage für die Zahl von 2°C gibt, aber es war ein einfacher Schwerpunkt und es „klang kühn und vielleicht machbar.“ (Victor & Kennel, 2014). Dann geben sie zu, dass das Ziel „effektiv unerreichbar“ ist.

Was ist das „vorindustrielle“ Niveau? Gab es damals ein ideales Klima, zu dem wir zurückkehren wollen? Das Jahr 1750 fiel in den kältesten und elendesten Teil der Kleinen Eiszeit (LIA). Die LIA war die kälteste Periode des Holozäns, also seit dem Ende der letzten Eiszeit vor etwa 12 000 Jahren, zumindest in weiten Teilen der nördlichen Hemisphäre.

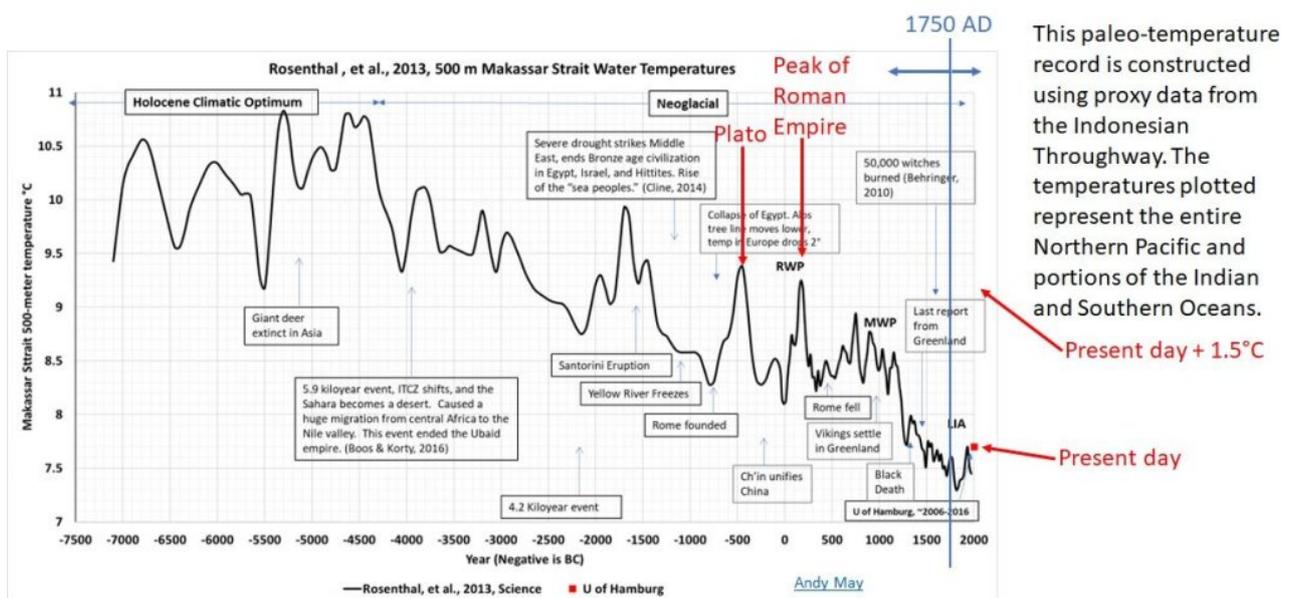


Abbildung 1. Rosenthal et al. Temperaturrekonstruktion des 500-Meter-

Wassers in der Makassar-Straße, Indonesien. Quelle: (Rosenthal, Linsley, & Oppo, 2013). Die dargestellte heutige Temperatur stammt aus den Argo-Daten der Makassar-Straße, die von der Universität Hamburg von 2006-2016 in 500 m Tiefe gesammelt wurden (Gouretski, 2019).

Abbildung 1 zeigt eine Proxy-Rekonstruktion der Wassertemperatur in 500 Metern Tiefe in der [Makassar-Straße](#) in Indonesien. In der Meerenge fließt das 500-Meter-Wasser im Allgemeinen vom Nordpazifik in den Indischen Ozean, und die Temperatur repräsentiert die Temperaturen des Nordpazifiks mit einem geringen Beitrag aus der Banda-See (Rosenthal, Linsley, & Oppo, 2013). Sie ähnelt in Form und Amplitude den verschiedenen Temperaturrekonstruktionen aus grönländischen [Eiskernen](#) (Abbildung 2). Die rekonstruierten Temperaturen werden mit einer modernen (2006-2016) durchschnittlichen 500-Meter-Temperatur (der rote Kasten) aus einer Analyse von [Argo-Daten](#) durch die [Universität Hamburg](#) verglichen (Gouretski, 2019).

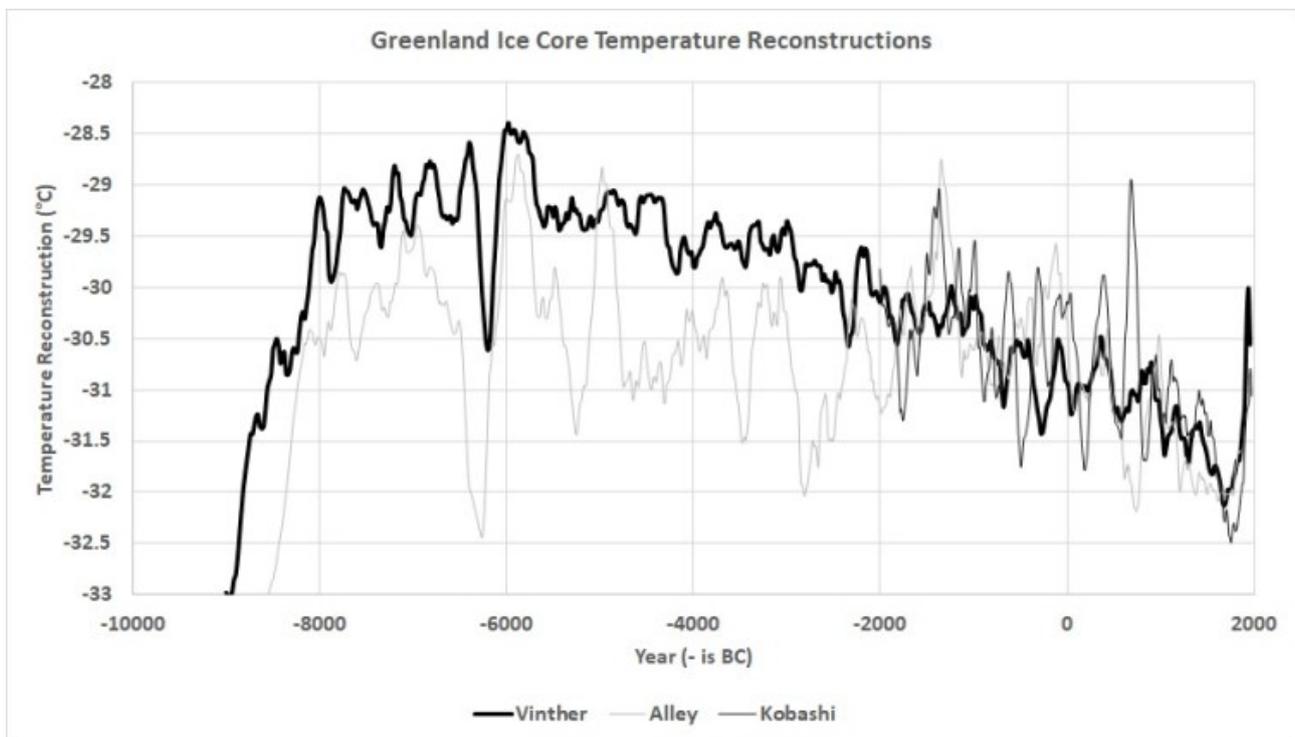


Abbildung 2. Verschiedene Rekonstruktionen der Temperatur im grönländischen Eiskern. Die Vinther-Rekonstruktion in Schwarz wird bevorzugt (Vinther, et al., 2009).

Weitere Einzelheiten zur Rosenthal-Rekonstruktion finden Sie [hier](#), weitere Einzelheiten zu den verschiedenen Rekonstruktionen der grönländischen Eiskerne [hier](#). Der grönländische Eisschild ist in den letzten 12.000 Jahren stark gewachsen und geschrumpft, und die daraus resultierenden Höhenänderungen haben die in Abbildung 2 hellgrau dargestellte Alley-Temperaturrekonstruktion beeinflusst. Aus diesem Grund wird die höhenkorrigierte Rekonstruktion von Bo Vinther,

dargestellt mit einer dicken schwarzen Linie, bevorzugt (Vinther, et al., 2009). Darüber hinaus zeigt Abbildung 2 eine weitere moderne Rekonstruktion von 2000 v. Chr. bis 2000 von Kobashi (Kobashi, et al., 2011).

Sowohl Abbildung 1 als auch Abbildung 2 zeigen ein deutliches Temperaturtief der Kleinen Eiszeit, das zwischen 1600 und 1850 auftritt. Alle Rekonstruktionen zeigen, dass die Kleine Eiszeit etwa drei Grad kühler war als das holozäne Klimaoptimum, das von 8000 v. Chr. bis etwa 4000 v. Chr. dauerte. Grönland und der Nordpazifik liegen auf der nördlichen Hemisphäre, die eine einzigartige Temperaturgeschichte aufweist. In Abbildung 3 wird die Nordhemisphäre mit anderen Breitengraden verglichen, wobei alle Breitengrade 30° betragen, mit Ausnahme der Tropen, die sich von 30°N bis 30°S erstrecken. Die nördliche und die südliche Hemisphäre erstrecken sich über 60°N/S bis 30°N/S , und die arktischen und antarktischen Bereiche liegen über 60° . Beachten Sie, dass sich die Temperaturen in der Antarktis über lange Zeiträume hinweg in die entgegengesetzte Richtung zu denen der nördlichen Hemisphäre bewegen.

Für die Kurven in Abbildung 3 wurden insgesamt 29 Proxy-Temperaturdaten verwendet, von denen mehr als die Hälfte auf der Nordhalbkugel oder in der Arktis liegen. Es gibt sieben in den Tropen und nur drei in der südlichen Hemisphäre und drei in der Antarktis. Die Abdeckung ist sehr spärlich, so spärlich, dass es schwierig ist, aus diesen Daten irgendwelche Schlüsse über die globale Durchschnittstemperatur zu ziehen. Dennoch können wir anhand von Proxies an einem bestimmten Ort feststellen, wann die Temperaturen an diesem Ort höher oder niedriger waren, und wir können sogar schätzen, um wie viel. Willie Soon und Kollegen erörtern in zwei Veröffentlichungen aus dem Jahr 2003, wie man Temperaturproxies richtig auswertet [\[2\]](#).

Es ist hilfreich, dass Rosenthals Rekonstruktion ungefähr das gleiche Temperaturprofil aufweist wie die beste Rekonstruktion für Grönland, nämlich die von Vinther. Wie zu erwarten, unterscheiden sie sich im Detail, und sie liegen Tausende von Kilometern auseinander, aber im Großen und Ganzen erzählen sie die gleiche Geschichte.

Abbildung 3 zeigt, dass der größte Teil des Klimawandels in der nördlichen Hemisphäre zwischen 30°N und 60°N stattfindet. Die Temperaturen in den Tropen ändern sich kaum, und die Temperaturen in der Antarktis bewegen sich tendenziell in die entgegengesetzte Richtung wie auf der Nordhalbkugel und schwanken weniger. Selbst in der Arktis sind die Schwankungen geringer als auf der Nordhalbkugel, wie sie hier definiert ist. Nur die Tropen, die Arktis und die nördliche Hemisphäre weisen eine Kleine Eiszeit auf, aber sie enden zu unterschiedlichen Zeiten. Die Antarktis erwärmt sich während der Kleinen Eiszeit und kühlt sich danach ab.

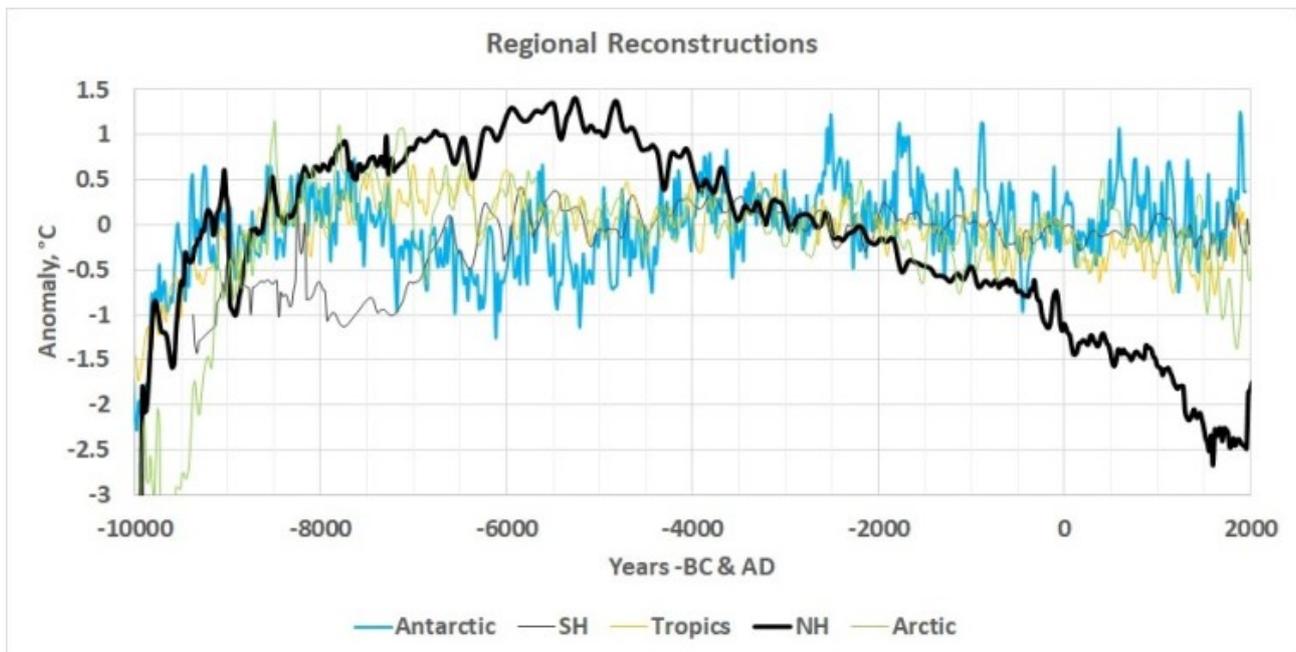


Abbildung 3. Temperatur-Rekonstruktionen nach Breitengraden. Die Antarktis liegt zwischen 90°S und 60°S, die Südliche Hemisphäre (SH) zwischen 60°S und 30°S und die Tropen zwischen 30°S und 30°N. Die nördliche Hemisphäre folgt demselben Muster. Siehe [hier](#) für weitere Einzelheiten.

Für diesen Beitrag muss ich nur darauf hinweisen, dass es im Nordpazifik und in Grönland während des holozänen Klimaoptimums von 7500 v. Chr. bis 4400 v. Chr. wahrscheinlich drei Grad wärmer war als in der vorindustriellen Zeit (auch bekannt als Kleine Eiszeit). Dies ist der Zeitraum, in dem die menschliche Zivilisation [entstanden](#) ist.

Auch während der so genannten minoischen Warmzeit um 1600 v. Chr., vor dem Zusammenbruch der bronzezeitlichen Zivilisation um 1200 v. Chr., herrschten aufgrund von Kälte und Dürre hohe Temperaturen. Die Abkühlung nach der minoischen Warmzeit dauerte von etwa 1200 v. Chr. bis etwa 700 v. Chr. Während dieser tristen Periode, die als griechisches dunkles Zeitalter bezeichnet wird, bricht die mykenische Zivilisation zusammen, das hethitische Reich geht unter, und in den USA, Indien, Europa, Afrika und China kommt es zu schweren Dürreperioden [\[3\]](#).

Die Kleine Eiszeit (LIA)

Das griechische dunkle Zeitalter war kalt und elend, aber nichts im Vergleich zu der bitterkalten, trockenen und stürmischen Kleinen Eiszeit, die auch als „vorindustrielle“ Periode bezeichnet wird und an der der IPCC den Klimawandel misst.

Die während der vorindustriellen Periode häufig auftretenden Kälteperioden haben der Menschheit viele Probleme bereitet. [Paul Homewood](#) sowie Wolfgang Behringsers ausgezeichnetes [Buch A Cultural History of Climate](#) und ein [Artikel](#) von Geoffrey Parker bieten uns viele

historische Beispiele. Überall auf der Welt erreichten die meisten Gletscher ihre maximale Ausdehnung im Holozän während der Kleinen Eiszeit. In Chamonix, Frankreich, verschluckten die vorrückenden Gletscher ganze Dörfer.

Im Jahr 1675 gab es keinen Sommer, und es war der zweitkälteste Sommer der letzten 600 Jahre in Nordamerika, wie die Proxy-Daten belegen. Der Winter von 1657-1658 war besonders brutal. Sowohl die Massachusetts Bay als auch der Delaware River froren zu, so dass Menschen und Hirsche auf dem Eis übersetzen konnten. Die Ostsee fror so stark zu, dass Pferde und beladene Wagen von Gdansk (Polen) bis zur Halbinsel Hel über 10 Meilen nördlich der Stadt übersetzen konnten. Der folgende Sommer war jedoch in Italien und Griechenland übermäßig heiß. In Indien fiel in diesem Jahr der Monsun aus, was zu einer verheerenden Hungersnot führte.

Zwischen 1660 und 1680 suchten mehr Taifune Südchina in der Provinz Guangdong heim als je zuvor in der Geschichte. Im Jahr 1666 wurde England von einem Hagelsturm heimgesucht, dessen Hagelkörner teilweise die Größe von Tennisbällen erreichten.

Ein enorm zerstörerischer Hurrikan traf 1666 die Karibikinseln Guadeloupe und Martinique. Er forderte 2.000 Todesopfer und zerstörte eine Küstenbatterie mit drei Meter dicken Mauern sowie zahlreiche Schiffe.

In Ägypten gab es in den 1670er Jahren viele sehr strenge Winter, und die Menschen begannen, Pelzmäntel zu tragen, etwas, das es in Ägypten zuvor noch nie gegeben hatte. In den 1680er Jahren wurde die afrikanische Sahelzone von einer schweren Dürre heimgesucht, und der Tschadsee erreichte den niedrigsten jemals gemessenen Wasserstand.

Der Winter 1691-1692 war sehr streng, hungrige Wölfe drangen in Wien ein und griffen Männer und Frauen auf der Straße an. Alle Kanäle in Venedig froren zu und die Mündung des Nils war eine Woche lang mit Eis bedeckt. Die Kälte der 1690er Jahre verursachte eine große Hungersnot in Nordeuropa, bei der die Hälfte der Bevölkerung Finnlands und 15 % der Bevölkerung Schottlands starben. Die schottische Hungersnot war ein wichtiger Faktor für die erzwungene Union mit England. Zwischen die kalten Jahre mischten sich gelegentlich Sommer mit großer Hitze und Trockenheit, wie die Sommer 1693 und 1694, als die Hitze sowohl in England als auch in Italien unerträglich war.

Im Jahr 1715 wütete ein verheerender Hurrikan auf den Bahamas und in Florida, der zwischen 1.000 und 2.000 Menschen das Leben kostete. In jenem Winter herrschten in Paris -20°C . In London fand in jenem Jahr auf der zugefrorenen Themse ein Frostfest statt, mit Lagerfeuern, die Ochsen rösteten, Kutschen, die auf dem Eis fuhren, und Schlittschuhlaufen. Laut einer Studie von Susana Costas und ihren Kollegen war die Kleine Eiszeit eine der, wenn nicht sogar die stürmischste Periode des Holozäns in Europa [4] So viel zu dem Argument, dass extreme Wetterereignisse in der

heutigen Zeit zunehmen – dem ist [nicht](#) so.

Ist das 2-Grad-Ziel von Bedeutung?

Laut [Spiegel](#) sagte der frühere deutsche Umweltminister Norbert Röttgen 2009, dass bei einer Überschreitung der Zwei-Grad-Grenze das Leben auf unserem Planeten, wie wir es heute kennen, nicht mehr möglich wäre².

Der Spiegel bezeichnet dies als wissenschaftlichen Unsinn. Der [Vater](#) des Zwei-Grad-Limits sei Hans Joachim Schellnhuber, Direktor des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung (PIK). Schellnhuber erzählt ihnen, dass er die globalen Durchschnittstemperaturen seit dem Aufkommen des Homo sapiens schätzte und anhand von Proxydaten feststellte, dass die globalen durchschnittlichen Oberflächentemperaturen in den letzten 130.000 Jahren nie mehr als zwei Grad höher waren als vor Beginn der industriellen Revolution. Dies wurde zu der vom Europäischen Rat der Umweltminister 1996 [vorgeschlagenen](#) Zwei-Grad-Grenze. Diese Grenze ist willkürlich und spekulativ und wird, zumindest in der nördlichen Hemisphäre, durch die oben gezeigten Daten widerlegt. Derzeit räumt Schellnhuber ein, dass eine Begrenzung der globalen Erwärmung auf weniger als zwei Grad [nicht machbar](#) ist. Er zeigt keine Daten, die darauf hindeuten, dass 2° Erwärmung gefährlich sind, er versucht nur zu zeigen, dass dies ungewöhnlich ist.

Vor 1900 sind die Daten von der südlichen Hemisphäre und den Ozeanen extrem spärlich, und vor 1850 gibt es nur sechs Proxy-Temperaturaufzeichnungen südlich von 30°S und nur 29 für die gesamte Erde. Woher weiß er, dass die globale durchschnittliche Oberflächentemperatur nicht über zwei Grad Celsius lag? Die kurze Antwort lautet: Er weiß es nicht. Eine Schätzung der globalen durchschnittlichen Oberflächentemperatur vor 1900 ist spekulativ und vor 1850 praktisch unmöglich, da es einfach nicht genügend gute Daten gibt.

Eisbohrkerne und andere Temperaturproxies sind nicht sehr genau, die Datierung der Beobachtungen ist problematisch, aber als allgemeine Annäherung an die jährliche bis multidekadische Temperatur an einem bestimmten Ort sind sie in Ordnung und liegen wahrscheinlich in der Größenordnung. Wir können davon ausgehen, dass es in Grönland und im Nordpazifik in der Nähe der Makassar-Straße um drei Grad wärmer war als während der kleinen Eiszeit (pardon, ich meine die „vorindustrielle“) vor 6.000 bis 10.000 Jahren, zumindest die meiste Zeit über.

Der Yale-Professor und Nobelpreisträger [William Nordhaus](#) schlug die Zwei-Grad-Grenze wahrscheinlich erstmals 1977 vor (Nordhaus, 1977). Nordhaus verwendet die gleiche Logik wie Schellnhuber. Er geht davon aus, dass die maximale globale Oberflächentemperatur in den letzten 100 000 Jahren zwei Grad höher war als im späten 19. Jahrhundert, so dass wir diesen Wert nicht überschreiten sollten. Das Problem ist, dass weder Nordhaus noch Schellnhuber wissen, wie stark die globalen Oberflächentemperaturen vor 1850 geschwankt haben, und auch sonst weiß

das niemand. Niemand verfügt über Daten, die nahelegen, dass eine Erwärmung um zwei Grad für die Menschheit oder die Umwelt gefährlich ist.

Die Welt ist historisch gesehen sehr kalt, und zwar schon seit Millionen von Jahren, wie die in Abbildung 4 gezeigte Proxy-Rekonstruktion des Smithsonian Institute für die letzten 500 Millionen Jahre zeigt. Die zeitliche Auflösung ist sehr gering, da jeder Punkt mehr als fünf Millionen Jahre repräsentiert, aber sie ist das Beste, was wir tun können. Sie zeigt, dass die globale durchschnittliche Oberflächentemperatur in den letzten 500 Millionen Jahren bei etwa 20-21 Grad Celsius lag, d. h. wir liegen derzeit mehr als fünf Grad unter dem Durchschnitt.

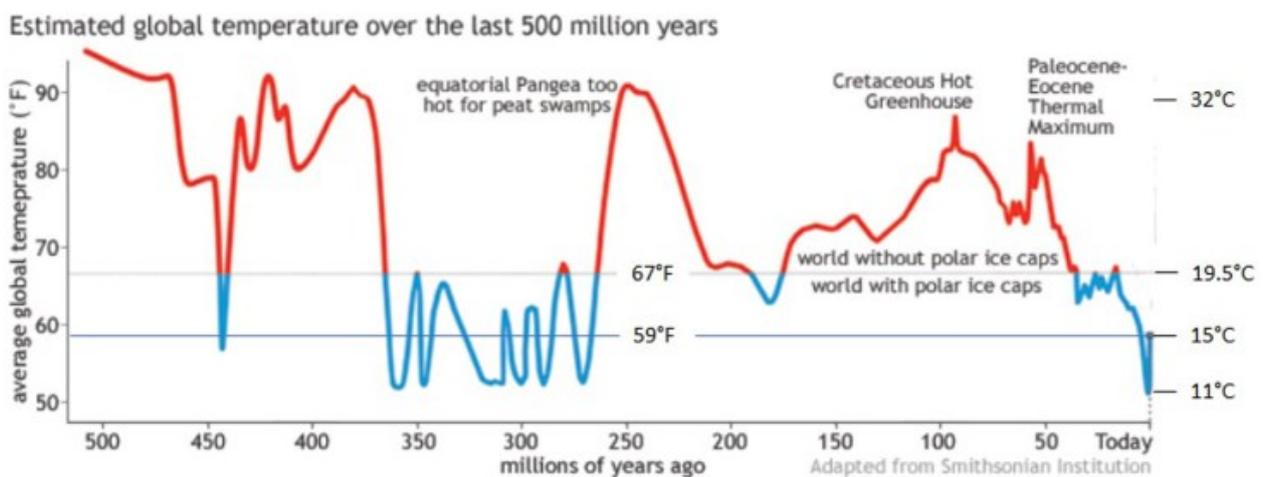


Abbildung 4. Smithsonian-Schätzung der globalen durchschnittlichen Oberflächentemperatur für das Phanerozoikum, die letzten 500 Millionen Jahre. Quelle: (Scott & Lindsey, 2020).

Abbildung 4 wurde auf der Grundlage von Ideen von Chris Scotese erstellt, der auch an der Erstellung der Abbildung beteiligt war [5]. Scotese hat gezeigt, dass die globale Durchschnittstemperatur eng mit dem Temperaturgefälle zwischen Äquator und Pol zusammenhängt, da die Temperaturen am Äquator im Laufe der Zeit nicht sehr stark schwanken, die Temperaturen an den Polen jedoch schon. Somit ist die Erwärmung der gesamten Erde hauptsächlich eine Funktion der Erwärmung an den Polen.

Temperaturproxies, die sich bis in die ferne Vergangenheit zurückverfolgen lassen, gibt es nur an wenigen Orten auf der Welt. Proxies sind keine Thermometer, und ihre Beziehung zu vergangenen Temperaturen, insbesondere vor Tausenden von Jahren, ist ein wenig spekulativ. Diese Proxies sind manchmal nur für eine Jahreszeit, meist den Sommer, empfindlich. Gegenwärtig steigen die Temperaturen im Winter und in der Nacht viel schneller. Die Winter erwärmen sich doppelt so schnell wie die Sommer, und infolgedessen ist das Klima heute milder als im späten 19. Ebenso erwärmen sich die Nächte schneller als die Tage,

was das Klima ebenfalls milder macht. Schließlich steigen die Temperaturen in der **Arktis** viel schneller als im Rest der Welt, einschließlich der Antarktis. Für Sibirien, Kanada, Skandinavien und Alaska ist dies zweifellos eine sehr gute Sache. Abbildung 5 zeigt die Erwärmung der Erde von 1979 bis 2019. Die äquatoriale Region weist nur eine minimale Erwärmung auf, die südliche Hemisphäre zeigt fast keine Erwärmung, in einigen Gebieten ist sogar eine Abkühlung zu verzeichnen, und die Arktis und Osteuropa haben sich stark erwärmt.

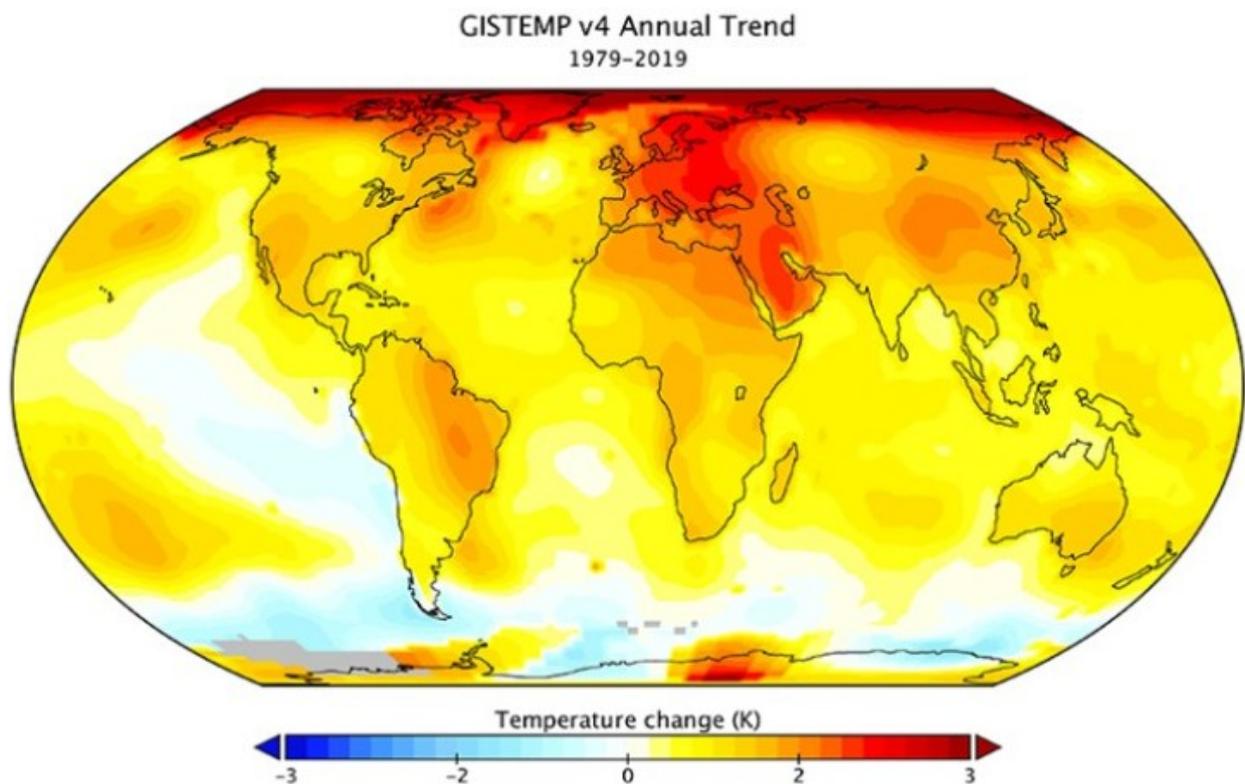


Abbildung 5. Erwärmung von 1979 bis 2019. Quelle: [NASA](#).

Die Auswirkungen der „globalen“ Erwärmung hängen davon ab, wo man lebt und wie hoch die Temperaturen in der Vergangenheit waren.

Schlussfolgerungen

Kurz gesagt, die Zwei-Grad-Grenze hat keine wissenschaftliche Grundlage, sondern ist ein künstliches politisches Ziel, das die Öffentlichkeit dazu bringen soll, etwas zu tun. In einer langen und verwirrenden Studie argumentieren Jeroen van der Sluijs und andere, dass künstlich konstruierte politische Ziele, wie die Klimasensitivität oder die Zwei-Grad-Grenze, politische „Anker“ sind. Dabei handelt es sich um übermäßige Vereinfachungen eines komplexen wissenschaftlichen Themas, die Politikern helfen können, eine verwirrte Öffentlichkeit dazu zu bewegen, etwas zu tun, selbst wenn die wissenschaftliche Literatur dies nicht unterstützt oder zu schwer zu verstehen ist.

David Victor und Charles Kennel (Victor & Kennel, 2014) nennen die Zwei-Grad-Grenze „falsch“. Sie weisen darauf hin, und der Spiegel stimmt ihnen zu, dass es davon abhängt, wo der Beobachter wohnt, ob der Klimawandel gefährlich ist oder nicht. Jeder Klimawandel ist an manchen Orten zwangsläufig von Vorteil und an anderen ein Problem.

[Reto Knutti](#) und Kollegen schreiben, dass die Zwei-Grad-Grenze eine politische Entscheidung war und dass keine wissenschaftliche Bewertung jemals ein bestimmtes Ziel empfohlen hat. Politiker verstecken sich gerne hinter wissenschaftlichen Erkenntnissen, fordern handlungsfähige Wissenschaft und behaupten, wissenschaftsbasierte Entscheidungen zu treffen, aber Knutti und Kollegen argumentieren, dass ihr Ansatz wie eine Salatbar ist – sie wählen einfach politisch günstige Studien aus (und finanzieren sie), anstatt eine angemessene, ausgewogene Suche nach der Wahrheit zu betreiben. Sie fahren fort:

„Das 2°C-Ziel für die Erwärmung wird von der Öffentlichkeit als ein allgemein akzeptiertes Ziel wahrgenommen, das von Wissenschaftlern als sichere Grenze zur Vermeidung eines gefährlichen Klimawandels angesehen wird. Diese Wahrnehmung ist falsch: Keine wissenschaftliche Bewertung hat das 2°C-Ziel als sicheres Erwärmungsniveau eindeutig gerechtfertigt oder verteidigt, und in der Tat ist dies kein Problem, das die Wissenschaft allein lösen kann“ [6].

Wir haben uns entwickelt und leben derzeit in einer Eiszeit, die vor Millionen von Jahren begann. Die Holozän-Epoche, die vor 11.700 Jahren begann, ist nur die letzte von vielen Warmzeiten (Interglazialen) in dieser andauernden Eiszeit. Eine vollständige Liste der Interglaziale der letzten 2.000.000 Jahre finden Sie in Abbildung 4 [hier](#). Letztendlich wird der Planet wieder in einen eiszeitlichen Zustand [zurückkehren](#). Zu diesem Zeitpunkt wie auch jetzt müssen sich die Menschen an die Klimaveränderungen anpassen, und was wir zur Anpassung tun müssen, hängt davon ab, wo wir leben.

Eine globale Abschwächung des Klimawandels ist nicht möglich, es gibt keine genau definierte Lösung für alle. Lokale Anpassung ist die beste Lösung, und zwar unabhängig von der Ursache der Veränderungen. Was die hysterischen Politiker wie [AOC*](#) angeht, die erklären, dass wir alle am Klimawandel sterben werden – vergessen Sie es. Das werden wir nicht [\[7\]!](#) Solange es Ozeane gibt, ist die durchschnittliche Oberflächentemperatur der Erde irgendwo unter angenehmen 30 °C gedeckelt. Kein Grund zur Sorge, Leute.

[*Alexandra Occasio-Cortez, US-amerikanische Senatorin]

Download the bibliography [here](#).

1. (IPCC, 2021, pp. SPM-5, TS-11, TS-28) ↑
2. (Soon & Baliunas, Proxy climatic and environmental changes of the past 1000 years, 2003) and (Soon, Baliunas, Idso, Idso, & Legates, 2003b), also see (May, 2020c, pp. 49-86) ↑

3. (Cline, 2014, p. Kindle location 3237) ↑
4. (Costas, Naughton, Goble, & Renssen, 2016) ↑
5. (Scotese, Song, Mills, & Meer, 2021) ↑
6. (Knutti, Rogelj, & Sedláček, 2016) ↑
7. (Newell & Doplick, 1979) and (Sud, Walker, & Lau, 1999), as well as many others (see Richard Willoughby's posts [here](#) and [here](#)) ↑

Link: <https://andymaypetrophysicist.com/2022/07/19/the-two-degree-limit/>

Übersetzt von [Christian Freuer](#) für das EIKE