

Einige Modelle sind wertlos

geschrieben von Chris Frey | 2. Februar 2022

[Willis Eschenbach](#)

[Anmerkung: Alle Hervorhebungen in diesem Beitrag vom Autor im Original!]

Es gibt ein altes Sprichwort über Modelle: „Alle Modelle sind falsch, aber einige Modelle sind nützlich“.

Dieses Sprichwort wird oft verwendet, um die Existenz von Klimamodellen zu rechtfertigen. Die offensichtliche Folge des alten Sprichworts ist jedoch: „Alle Modelle sind falsch, und einige Modelle sind nutzlos.“

Mir wurde mehrfach gesagt, dass es nicht ausreicht, wenn ich meine Theorie aufstelle, dass eine Vielzahl von sich häufig [überschneidenden Phänomenen](#) die Temperatur des Planeten bestimmt. Ich muss auch zeigen, dass dies nicht bereits in der Mainstream-Klimatheorie enthalten ist und in Klimamodellen zum Ausdruck kommt. Und es ist wahr, das muss ich tun. Daher auch dieser Beitrag.

Lassen Sie mich kurz abschweifen, um meine Theorie zu erläutern. Als ich vor 25 Jahren begann, mich ernsthaft mit dem Klima zu befassen, interessierte sich jeder dafür, warum und wie stark die globale durchschnittliche Oberflächentemperatur anstieg. Aber aufgrund meiner Erfahrung mit verschiedenen Wärmekraftmaschinen fiel mir etwas ganz anderes auf. Ich betrachtete die Erde als eine gigantische Wärmekraftmaschine. Wie alle Wärmekraftmaschinen hat sie ein heißes Ende (die Tropen), wo die Energie in das System eintritt. Dann transportiert sie die Energie zum kalten Ende der Wärmekraftmaschine (die Pole), wo sie abgestrahlt wird. Dabei wandelt sie einen Teil der Energie in physikalische Arbeit um und treibt die endlose Bewegung der Atmosphäre und der Ozeane an.

Wenn man nun eine Wärmekraftmaschine analysiert, etwa um ihren Wirkungsgrad zu bestimmen, muss man die Kelvin-Temperaturskala verwenden. Das ist die Skala, die beim absoluten Nullpunkt (-273,15 °C) beginnt. Die Einheiten der Kelvin-Skala heißen „Kelvin“ (nicht „Grad Kelvin“), und ein Kelvin entspricht der Größe eines Grades Celsius, das auch als ein Grad Celsius bezeichnet wird. Das Kelvin wird mit „K“ abgekürzt.

Nach diesem Prolog folgt nun die Merkwürdigkeit, die meine Aufmerksamkeit erregt hat. Während des gesamten 20. Jahrhunderts schwankte die Temperatur des Planeten um weniger als 1°C, d. h. weniger als 1K. Und bei einer Oberflächentemperatur des Planeten von etwa 288 K entspricht das einer Abweichung von etwa einem Drittel eines mickrigen Prozents ... Ich fand diese Stabilität ziemlich erstaunlich. Der Tempomat

Ihres Autos kann Ihre Geschwindigkeit nicht innerhalb einer so geringen Schwankung halten, die deutlich unter 1 % liegt.

Beachten Sie, dass diese Stabilität nicht auf die thermische Masse zurückzuführen ist, nicht einmal auf die thermische Masse des Ozeans. Bei 45°N im mittleren Pazifik ändert sich die Temperatur der Meeresoberfläche manchmal um bis zu 5K (5°C) in einem einzigen Monat. Und über Landflächen ändert die Temperatur sogar noch schneller als über dem Ozean.

Also begann ich darüber nachzudenken, welcher Mechanismus die Temperatur über ein ganzes Jahrhundert voller El-Nino-Ereignisse, Vulkanausbrüche und allerlei Dinge, von denen man erwarten würde, dass sie die Temperatur beeinflussen, so stabil halten könnte. Da ich nach etwas suchte, das zu langfristiger Stabilität führen würde, verbrachte ich viel Zeit damit, langsame Prozesse wie die allmähliche Verwitterung des Gebirgsgesteins, die den CO₂-Gehalt der Atmosphäre verändert, und die Pufferung des CO₂-Gehalts des Ozeans durch Kalziumkarbonat-Ausfällung zu betrachten.

Während dieser Zeit lebte ich auf den Fidschi-Inseln ... Dort bemerkte ich die sich täglich wiederholenden Wettermuster. Mir wurde klar, dass ich das stündliche Auftreten verschiedener Phänomene beobachtete, die das Auftreten von Hitze begrenzen. Und mir wurde klar, dass, wenn es Phänomene gibt, die verhindern, dass ein Tag überhitzt, sie auch verhindern, dass eine Woche, ein Jahr oder ein Jahrtausend überhitzt wird.

In der Morgendämmerung ist die tropische Atmosphäre so geschichtet, dass sich die kühlsste Luft nahe der Oberfläche befindet. Die nächtliche Umwälzung des Ozeans kommt zum Stillstand. Die Sonne kann den Ozean aufheizen. Die Luft in Oberflächennähe wird willkürlich verwirbelt:

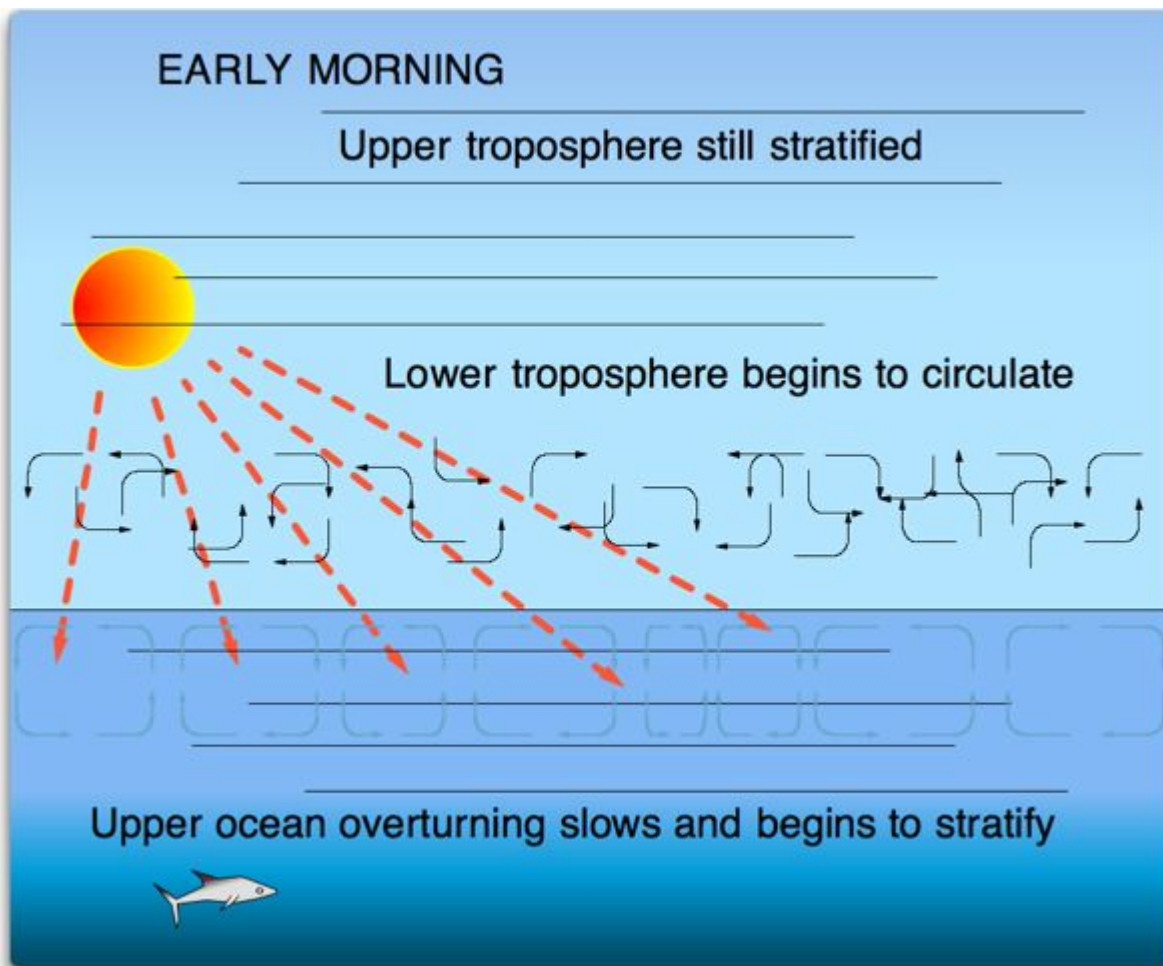


Abbildung 1. Durchschnittliche Bedingungen über dem tropischen Ozean kurz nach Sonnenaufgang.

Wie Sie sehen können, gibt es in diesem Regime keine auftauchenden Phänomene. Wenn man sich diese friedliche Szene ansieht, würde man nicht vermuten, dass man in wenigen Stunden von einem Blitz getroffen werden könnte ... Emergenz roolz. Während die Sonne den Ozean weiter aufheizt, kommt es gegen zehn oder elf Uhr vormittags zu einem plötzlichen Regimewechsel. Ein neues Zirkulationsmuster tritt an die Stelle der zufälligen Verwirbelungen. Sobald eine kritische Temperatur-/Feuchtigkeitsschwelle überschritten wird, entstehen überall lokale Zirkulationszellen vom Typ „Rayleigh-Bénard“. Dies ist der erste Übergang von einer zufälligen Zirkulation zu organisierten Zirkulationszellen, die die Rayleigh-Bénard-Zirkulation charakterisieren.

Diese Zellen transportieren sowohl Wärme als auch Wasserdampf nach oben. Am späten Vormittag ist die Rayleigh-Bénard-Zirkulation in der Regel stark genug, um den Wasserdampf auf die lokale Kondensationshöhe (LCL) anzuheben. In dieser Höhe kondensiert der Wasserdampf zu Wolken, wie in Abbildung 2 dargestellt:

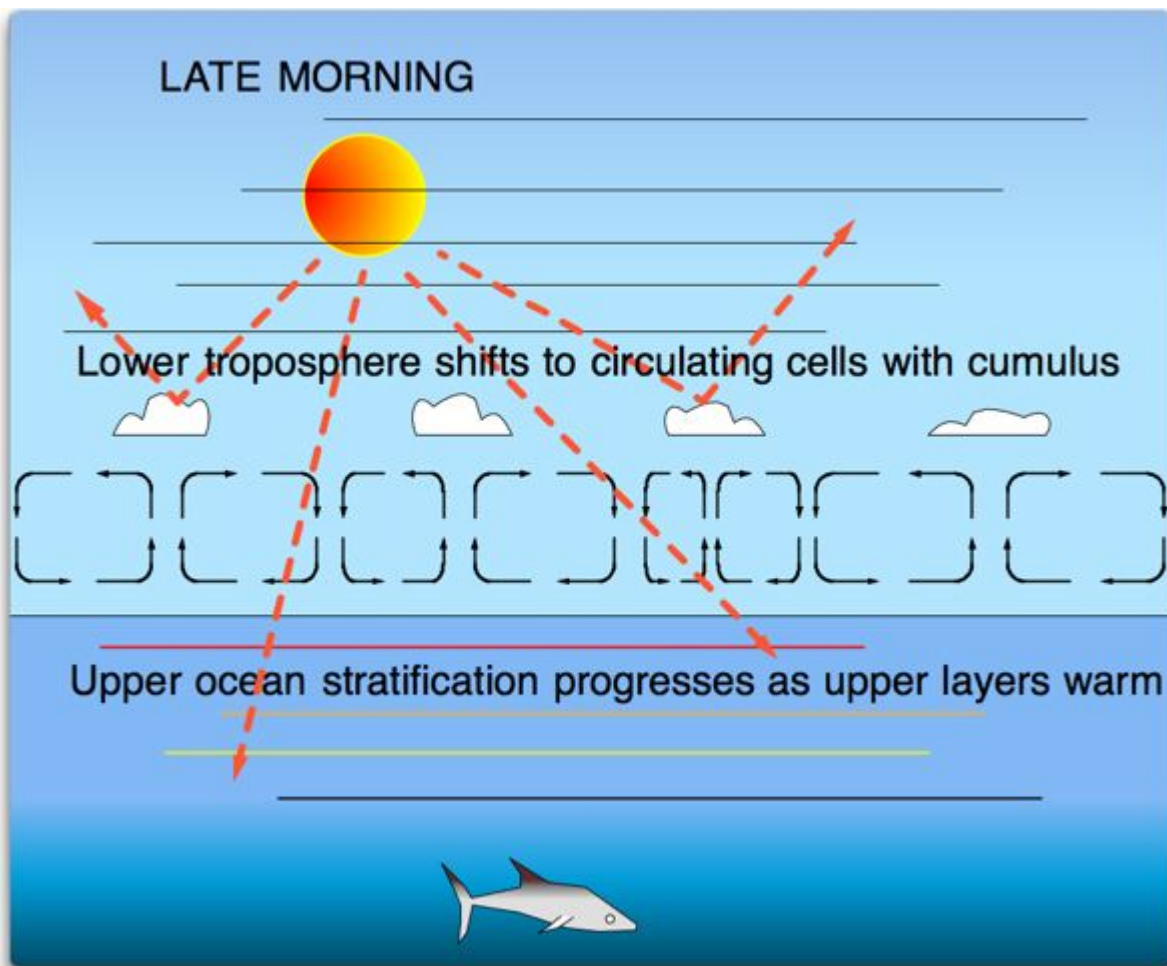


Abbildung 2: Durchschnittliche Bedingungen über dem tropischen Ozean, wenn der Schwellenwert für [die Bildung von] Kumuluswolken überschritten wird.

Beachten Sie, dass dieser flächendeckende Wechsel zu einem organisierten Zirkulationsmuster keine Änderung der Rückkopplung darstellt. Sie hat nichts mit Rückkopplung zu tun. Es handelt sich um ein **selbstorganisiertes, emergentes Phänomen**. Es ist schwellenbasiert, d. h. es entsteht spontan, wenn eine bestimmte Schwelle überschritten wird. In den feuchten Tropen gibt es viel Wasserdampf, so dass die Hauptvariable für den Schwellenwert die Temperatur ist. Außerdem ist zu beachten, dass es in der Zeichnung zwei verschiedene emergente Phänomene gibt – die Rayleigh-Bénard-Zirkulation, die vor der Bildung von Kumuluswolken entsteht, und die durch die völlig getrennte Entstehung der Wolken, die die aufsteigenden Luftsäulen in der Zirkulation markieren, verstärkt wird.

Man beachte auch, dass nun mehrere Zustandsänderungen stattfinden, mit Verdunstung an der Oberfläche sowie Kondensation und Wiederverdunstung in der Höhe.

Unter diesem neuen Regime der Cumulus-Zirkulation am späten Vormittag findet eine viel geringere Erwärmung der Oberfläche statt. Durch die

zunehmende Bewölkung erhöht sich die Albedo (Reflexionsvermögen) der Erde, so dass mehr Sonnenlicht in den Weltraum zurückgeworfen wird. Infolgedessen gelangt zunächst weniger Energie in das System. Dann erhöht der zunehmende Oberflächenwind aufgrund des auf Kumuluswolken basierenden Zirkulationsmusters die Verdunstung, wodurch die Oberflächenerwärmung noch weiter reduziert wird, indem die latente Energie auf das ansteigende Kondensationsniveau verlagert wird.

Beachten Sie, dass sich das System selbst steuert. Wenn der Ozean etwas wärmer ist, setzt die neue Zirkulation früher am Morgen ein und verringert die tägliche Gesamterwärmung. Ist der Ozean dagegen kühler als gewöhnlich, hält der klare Morgenhimmel bis in den Tag hinein an und ermöglicht eine stärkere Erwärmung. Das System wird durch den Zeitpunkt des Beginns des Regimewechsels reguliert.

Halten wir an diesem Punkt unserer Betrachtung des Tropentages inne und betrachten wir den Gedanken der „Klimasensitivität“, der Empfindlichkeit der Oberflächentemperatur gegenüber dem Strahlungsantrieb durch die Sonne oder durch CO₂. Der solare Antrieb nimmt ständig zu, je höher die Sonne am Himmel steht. Am Morgen, bevor die Kumulus-Zirkulation einsetzt, dringt die Sonne durch die klare Atmosphäre und erwärmt die Oberfläche rasch. Die thermische Reaktion ist also groß, und die Klimasensitivität ist hoch.

Nach Bildung der Kumuluswolken hingegen wird ein Großteil des Sonnenlichts in den Weltraum zurückgeworfen. Es bleibt weniger Sonnenlicht übrig, um den Ozean zu erwärmen. Zusätzlich zur geringeren Sonneneinstrahlung kommt es zu einer verstärkten Verdunstungskühlung. Im Vergleich zum Morgen ist die Klimaempfindlichkeit viel geringer. Die Erwärmung der Oberfläche verlangsamt sich.

Wir haben hier also zwei Situationen mit sehr unterschiedlichen Klimaempfindlichkeiten. Am frühen Morgen ist die Klimasensitivität hoch, und die Temperatur steigt mit der zunehmenden Sonneneinstrahlung schnell an. Am späten Vormittag kommt es zu einem Regimewechsel hin zu einer Situation mit viel geringerer Klimaempfindlichkeit. Die zusätzliche Sonnenenergie lässt die Temperatur nicht mehr annähernd so schnell ansteigen wie zuvor.

Im Laufe des Tages besteht eine gute Chance, dass die Kumuluszirkulation irgendwann am Nachmittag nicht mehr ausreicht, um den weiteren Anstieg der Oberflächentemperatur zu stoppen. Wenn die Temperatur einen bestimmten höheren Schwellenwert überschreitet, findet ein weiterer vollständiger Regimewechsel statt. Einige der unschuldigen Kumuluswolken mutieren plötzlich und wachsen rasch zu gewaltigen Monstern heran. Der Regimewechsel beinhaltet die spontane Erzeugung dieser magischen, unabhängig voneinander beweglichen Wärmemaschinen, die Gewitter genannt werden.

Gewitter sind Wärmekraftmaschinen mit zwei Brennstoffen. Sie werden mit

Luft geringer Dichte betriebe. Diese Luft steigt nach oben und kondensiert die Feuchtigkeit aus. Durch die Kondensation wird Wärme freigesetzt, die die Luft wieder erwärmt, die dann in der Troposphäre hoch aufsteigt.

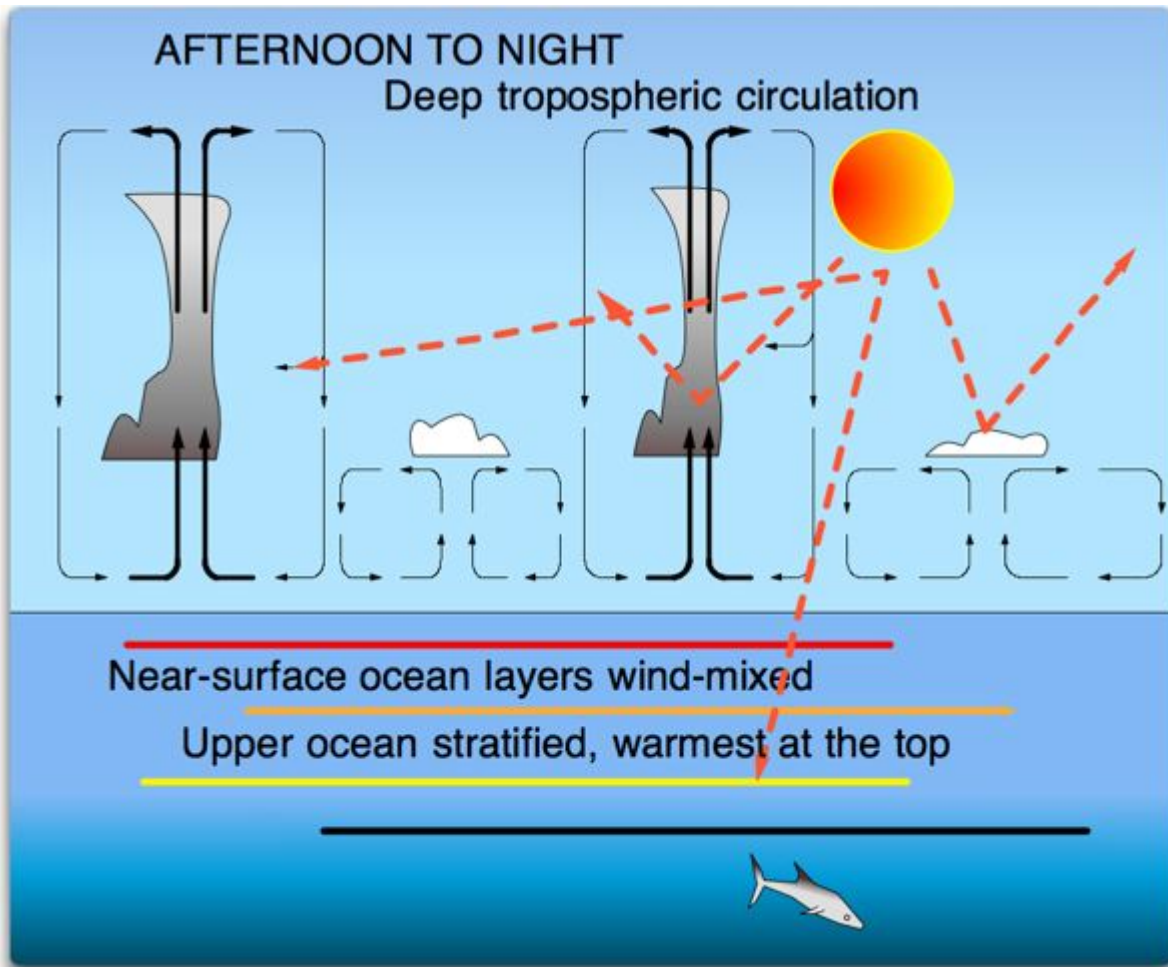


Abbildung 3. Gewitterzirkulation am Nachmittag über dem tropischen Ozean.

Es gibt mehrere Möglichkeiten, Luft mit geringer Dichte zu erzeugen. Eine davon ist die Erwärmung der Luft. So entsteht ein Gewitter in Form einer starken Kumuluswolke. Die Sonne und die Treibhausgasstrahlung erwärmen zusammen die Oberfläche, die dann die Luft erwärmt. Die Luft mit geringer Dichte steigt nach oben. Wenn diese Rayleigh-Benard-Zirkulation stark genug wird, bilden sich Gewitter.

Ist das Gewitter erst einmal entstanden, wird der zweite Brennstoff dem Feuer hinzugefügt – Wasserdampf. Je mehr Wasserdampf sich in der Luft befindet, desto leichter wird sie*. Das Gewitter erzeugt starke Winde um seine Basis herum. Die Verdunstung ist proportional zur Windgeschwindigkeit, so dass die lokale Verdunstung stark zunimmt.

[*Das kommt mir komisch vor. Trockene Luft ist natürlich leichter als

feuchte Luft bei gleicher Temperatur. Aber es steht da so. A. d. Übers.]

Dadurch wird die Luft natürlich leichter und steigt schneller auf, wodurch das Gewitter stärker wird, was wiederum die Windgeschwindigkeit um die Gewitterbasis erhöht, was die Verdunstung noch weiter steigert ... ein Gewitter ist ein regeneratives System, ähnlich wie ein Feuer, bei dem ein Teil der Energie des Feuers verwendet wird, um einen Blasebalg anzutreiben, damit das Feuer noch heißer brennt. Wenn es einmal entfacht ist, ist es viel schwerer zu stoppen.

Dies verleiht Gewittern eine einzigartige Fähigkeit, die meines Wissens in keinem der Klimamodelle dargestellt wird. Ein Gewitter ist in der Lage, die Oberflächentemperatur **weit unter die Auslösetemperatur zu senken, die für die Entstehung des Gewitters erforderlich war**. Durch die Kombination von Wärme- und Verdunstungsenergie kann das Gewitter bis in den Abend und oft bis tief in die Nacht hinein andauern.

Gewitter kann man sich als lokale Lecks vorstellen, als Wärmerohre, die warme Luft schnell von der Oberfläche zum Kondensationsniveau transportieren, wo sich die Feuchtigkeit in Wolken und Regen verwandelt, und von dort in die obere Atmosphäre, ohne mit den dazwischenliegenden Treibhausgasen in Wechselwirkung zu treten. Die Luft und die darin enthaltene Energie werden im Inneren der Gewitterwolke versteckt in die obere Troposphäre transportiert, ohne auf dem Weg dorthin von Treibhausgasen absorbiert oder behindert zu werden.

Gewitter kühlen die Oberfläche auf vielfältige Weise, indem sie eine Kombination aus kaltem Wasser, Schatten, Wind, Gischt, Verdunstung, Albedo-Änderungen und kalter Luft nutzen.

Und genau wie das Einsetzen der Kumuluszirkulation erfolgt das Einsetzen von Gewittern früher an Tagen, an denen es wärmer ist, und später (und manchmal gar nicht) an Tagen, die kälter sind als üblich.

Auch hier zeigt sich, dass es keine Möglichkeit gibt, eine durchschnittliche Klimasensitivität zu bestimmen. Je wärmer es wird, desto weniger erwärmt jedes zusätzliche Watt pro Meter tatsächlich die Oberfläche.

Schließlich, wenn das ganze Feuerwerk der Tagesveränderungen vorbei ist, zerfallen erst die Kumuluswolken und dann die Gewitter und lösen sich auf. Es folgt ein letztes, wiederum anderes Regime. Das Hauptmerkmal dieses Regimes ist, dass der Ozean während dieser Zeit ungefähr die Energiemenge abstrahlt, die während aller zuvor beschriebenen Regimes absorbiert wurde. Wie macht er das? Ein weiteres auftretendes Phänomen ... die ozeanische Umwälzung.

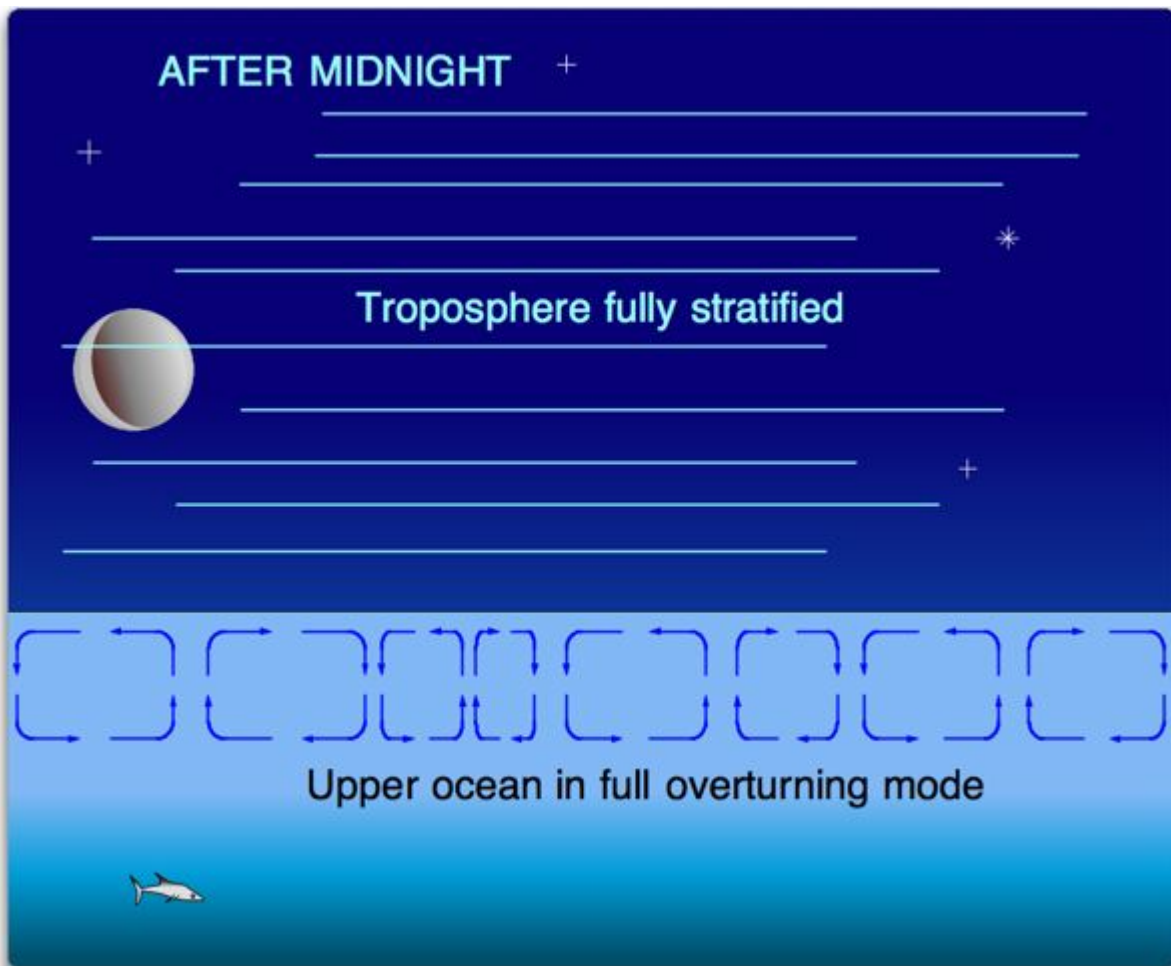


Abbildung 4. Bedingungen, die nach der nächtlichen Auflösung der Wolken am Tag herrschen.

Während der Nacht erhält die Oberfläche immer noch Energie von den Treibhausgasen. Dies hat zur Folge, dass sich das Einsetzen der ozeanischen Umwälzung verzögert und die Abkühlungsrate verringert. Man beachte, dass die ozeanische Umwälzung wiederum die entstehende Rayleigh-Bénard-Zirkulation ist. Da es keine Wolken gibt, kann der Ozean freier in den Weltraum abstrahlen. Außerdem bringt die Umwälzung des Ozeans ständig neues Wasser an die Oberfläche, das abstrahlt und abkühlt. Dadurch erhöht sich der Wärmeübergang an der Grenzfläche.

Wie bei den vorherigen Schwellenwerten ist der Zeitpunkt dieses endgültigen Übergangs temperaturabhängig. Sobald eine kritische Schwelle überschritten ist, setzt die ozeanische Umwälzung ein. Die Schichtung wird durch eine Zirkulation ersetzt, die neues Wasser zum Abstrahlen, Abkühlen und Absinken bringt. Auf diese Weise wird nicht nur der Oberfläche Wärme entzogen, wie es tagsüber der Fall ist, sondern der gesamten oberen „gemischten“ Schicht des Ozeans.

Es gibt einige Dinge, die bei diesem ganzen System zu beachten sind.

Erstens geschieht dies in den Tropen, wo die größte Menge an Energie in

das warme Ende der großen Wärmemaschine, die wir Klima nennen, eintritt.

Manchmal wird der Anstieg der eingehenden Energie hauptsächlich in Temperatur umgewandelt. Ein anderes Mal wird der Anstieg der eingehenden Energie hauptsächlich in physikalische Arbeit umgewandelt (die Zirkulation der Ozeane und der Atmosphäre, die die Energie zu den Polen transportiert). Und ein anderes Mal wird die zunehmende Energie einfach nur von den Tropen zu den Polen verschoben.

Als Nächstes ist zu beachten, dass diese ganze Reihe von Veränderungen vollständig von **emergenten Phänomenen abhängt, die auf Temperaturschwellen basieren**. Es ist ein Fehler, diese als Rückkopplung zu betrachten. Es ist eher so, als würde ein Betrunkener auf einem schmalen, erhöhten Gehweg gehen. Die Leitplanken sind keine Rückkopplung – sie sind ein Ort, an dem sich die Regeln ändern. Die verschiedenen Schwellenwerte im Klimasystem sind wie diese – wenn man sie überschreitet, ändert sich alles. Ein Beispiel von vielen: Der Ozean vor und nach dem Einsetzen der nächtlichen Umwälzung ist ein ganz anderer Ort.

Und das wiederum deutet auf eines der wichtigsten Steuerungsmerkmale des Klimas hin – den Zeitpunkt des Einsetzens. Wie viel Energie der Ozean über Nacht verliert, hängt entscheidend davon ab, wann die Umwälzung einsetzt. Die Temperatur des tropischen Nachmittags hängt davon ab, wann die [Bildung von] Kumuluswolken einsetzt und wann die Gewitter beginnen.

Mit der Vorstellung von entstehenden Gewittern und Kumulusfeldern können wir feststellen, wo dieses Phänomen auftritt. Je wärmer es in den Tropen wird, desto mehr Wolken entstehen – zuerst die Kumulusfelder, dann die tropischen Gewitter. Je wärmer es wird, desto höher ist die Albedo der Tropen, und desto mehr Energie wird in den Weltraum zurückgeworfen, anstatt die Oberfläche zu erwärmen. Mit anderen Worten: In den Tropen sind die Albedo und die Temperatur **positiv** korreliert.

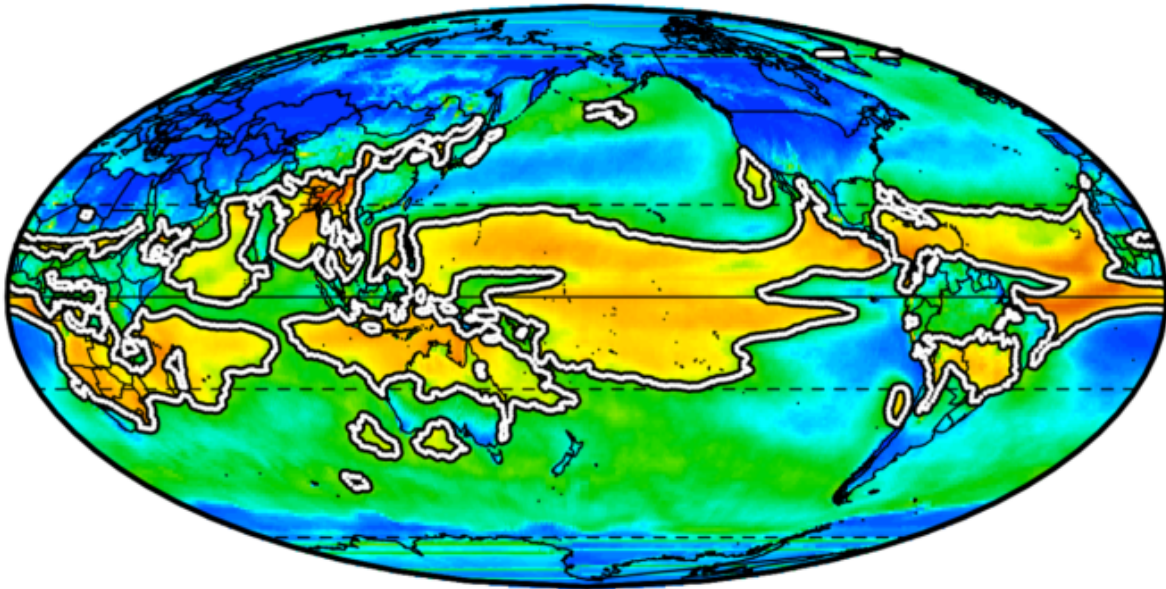
Außerhalb der Tropen verhält es sich genau umgekehrt. Je kälter es wird, desto mehr Stürme, Eis und Schnee gibt es. Je kälter es also wird, desto höher ist die Albedo. Außerhalb der Tropen sind die Albedo und die Temperatur **negativ** korreliert.

Dies geht eindeutig aus dem CERES-Satellitendatensatz hervor, wie in Abbildung 5 unten dargestellt.

**Correlation, Albedo and Surface Temperature
CERES Data, 2000 - 2020**

**Avg Globe: -0.3 NH: -0.36 SH: -0.24 Trop: 0
Arc: -0.64 Ant: -0.63 Land: -0.49 Ocean: -0.23**

The black/white colored contour lines show 0 correlation.



DATA: CERES EBAF 4.1 <https://ceres.larc.nasa.gov/data/>

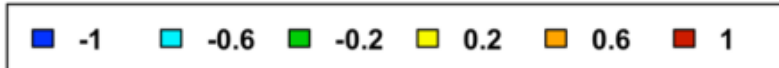


Abbildung 5. Korrelation von Albedo und Oberflächentemperatur. Eine perfekte Korrelation, bei der sich beide Variablen in völligem Gleichklang bewegen, hat einen Korrelationswert von 1,0. Eine perfekte Anti-Korrelation, bei der eine Variable zunimmt, wenn die andere abnimmt, hat einen Korrelationswert von -1,0. Eine Korrelation von Null bedeutet, dass keine Beziehung zwischen den beiden Variablen Albedo und Temperatur besteht.

Zu Abbildung 5 sind einige Dinge zu beachten. Wie von meiner Theorie vorhergesagt, ist die Albedo in weiten Teilen des tropischen Ozeans positiv mit der Temperatur korreliert, was jedoch nur in einigen wenigen isolierten Gebieten außerhalb der Tropen der Fall ist. Die Arktis und Antarktis sind stark antikorreliert (negative Korrelation), mit einer Korrelation von $\sim -0,6$. In den Tropen hingegen ist die durchschnittliche Korrelation gleich Null. Land insgesamt weist eine starke negative Korrelation auf, $\sim -0,5$.

Die tropische Korrelation von Null ist von Interesse, weil dies das ist, was wir erwarten würden, wenn die Tropen die Temperatur regulieren – die

Erde würde sich erwärmen, bis ein leichter Temperaturanstieg die Albedo/Temperatur-Korrelation ins Positive treibt, woraufhin sich die Erde abkühlen würde.

Und das bringt uns zu der Frage, wie nützlich die Modelle sind. Ich habe mir die historischen Läufe des MIROC-ESM-Modells besorgt, das den Zeitraum von 1850 bis 2005 abdeckt. Zum Vergleich mit den CERES-Daten habe ich vier getrennte 21-Jahres-Zeiträume betrachtet, die gleiche Zeitspanne wie die CERES-Daten. Hier ist der erste dieser Zeiträume, 1850 bis 1870, und zeigt die Ergebnisse in der Modellwelt. Zum Vergleich habe ich die realen Daten beigefügt (linke Grafik):

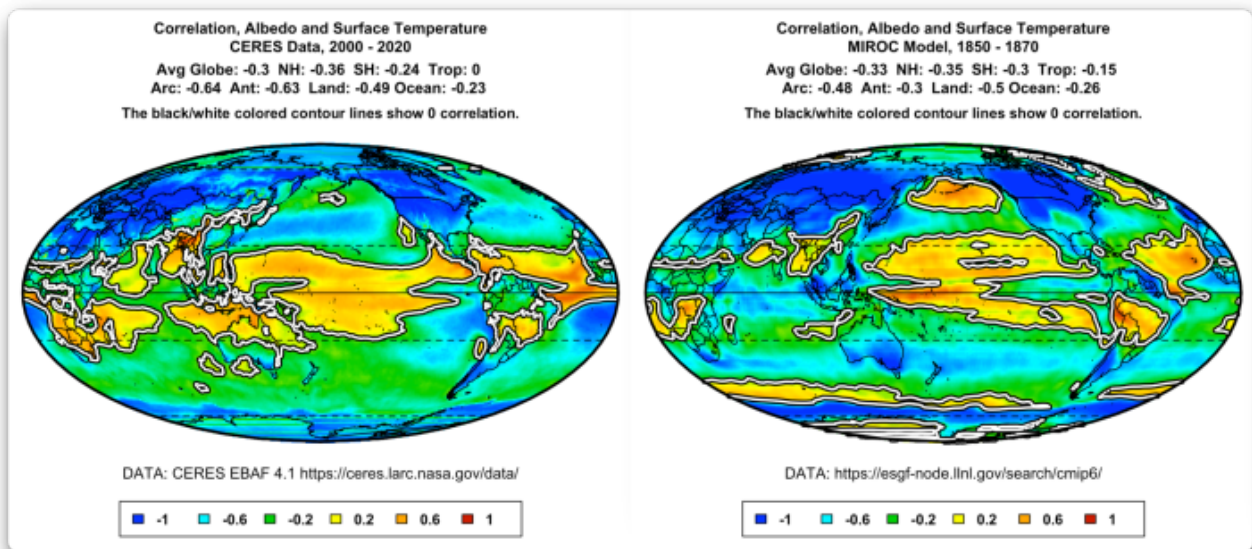


Abbildung 6. Wie in Abbildung 5, jedoch unter Verwendung von Daten aus dem Klimamodell MIROC-ESM.

Der offensichtlichste Unterschied ist, dass in der Modellwelt sowohl die polaren als auch die subpolaren Regionen einige Bereiche mit positiver Korrelation aufweisen, die in der realen Welt nicht vorkommen. Auch in den Tropen ist die positive Korrelation deutlich geringer: Die Korrelation in der Modellwelt beträgt -0,15, während die Korrelation in der realen Welt bei 0,0 liegt.

Eine weitere Möglichkeit, die Unterschiede zu betrachten, besteht darin, die Korrelation nach Breitengraden zu mitteln. Abbildung 7 zeigt dieses Ergebnis:

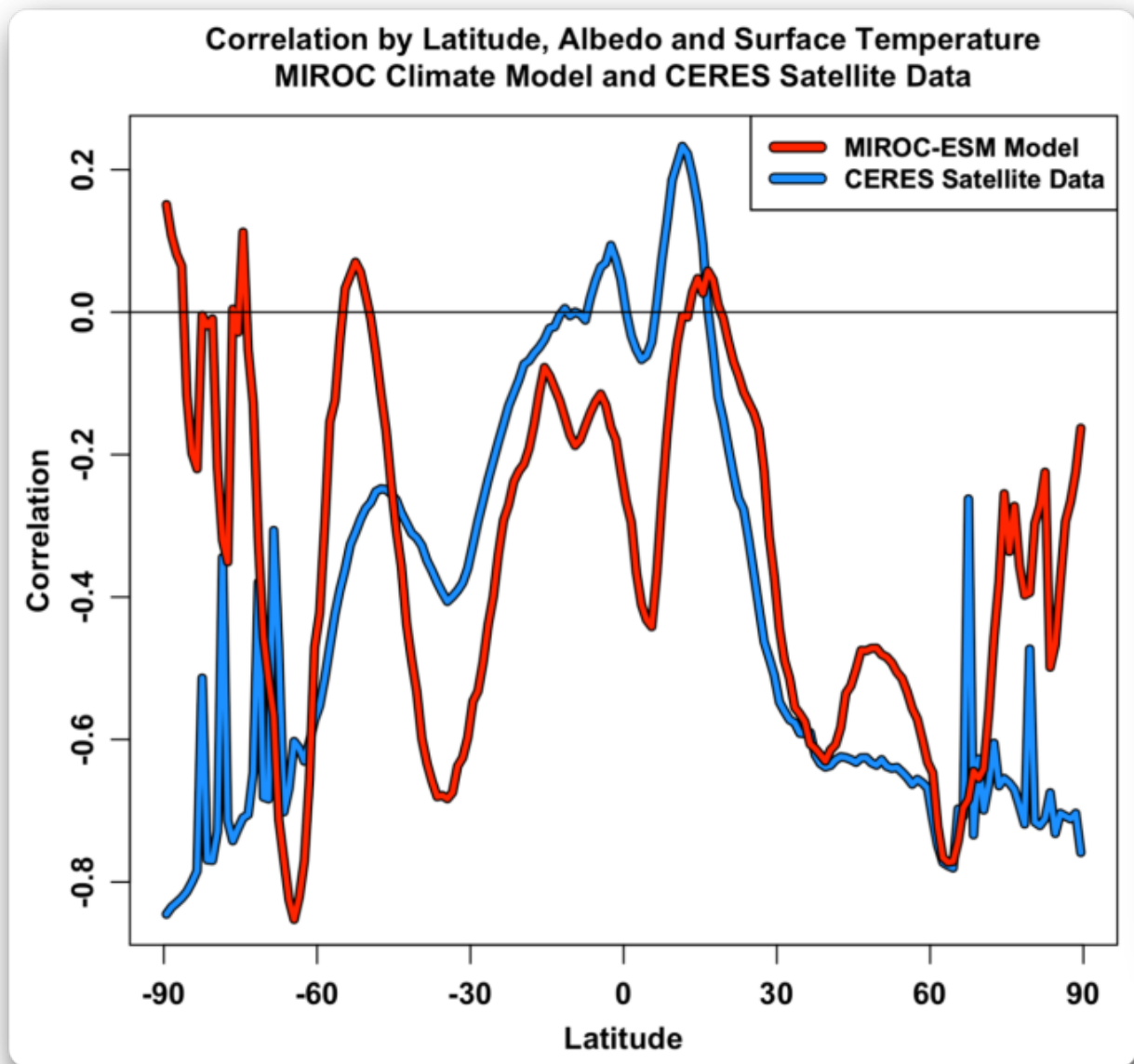


Abbildung 7. Durchschnittliche Korrelation von Albedo und Oberflächentemperatur, nach Breitengrad, CERES- und MIROC-Daten.

Wie Sie sehen können, unterscheidet sich die Modellwelt sehr, sehr stark von der realen Welt.

Meine nächste Frage war, wie stabil diese Korrelation zwischen Albedo und Temperatur im Laufe der Zeit ist, sowohl in der realen Welt als auch in der Modellwelt. Um dies zu untersuchen, sind hier die erste und zweite Hälfte des CERES-Datensatzes zu sehen:

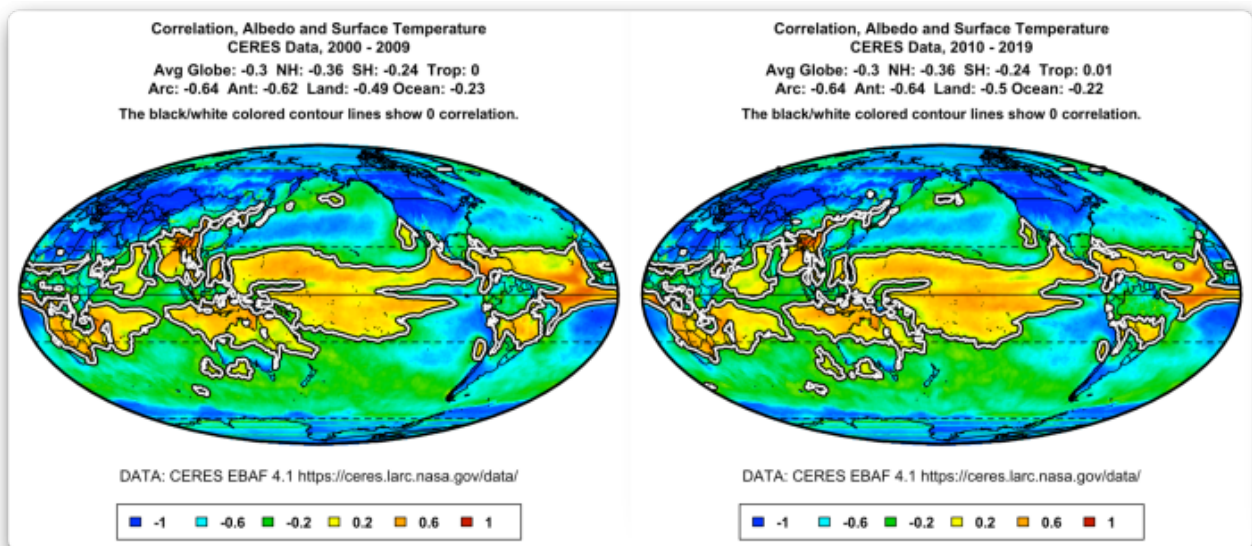


Abbildung 8. Korrelation von Temperatur und Albedo, erste und zweite Hälfte des CERES-Datensatzes.

Man beachte, dass alle Korrelationen der verschiedenen geografischen Gebiete sowie von Land und Meer innerhalb von 0,01 oder so liegen. Es handelt sich also um eine sehr stabile Beziehung. Als Nächstes sehen wir vier verschiedene 21-Jahres-Zeiträume vom Beginn bis zum Ende der MIROC-Modellausgabe:

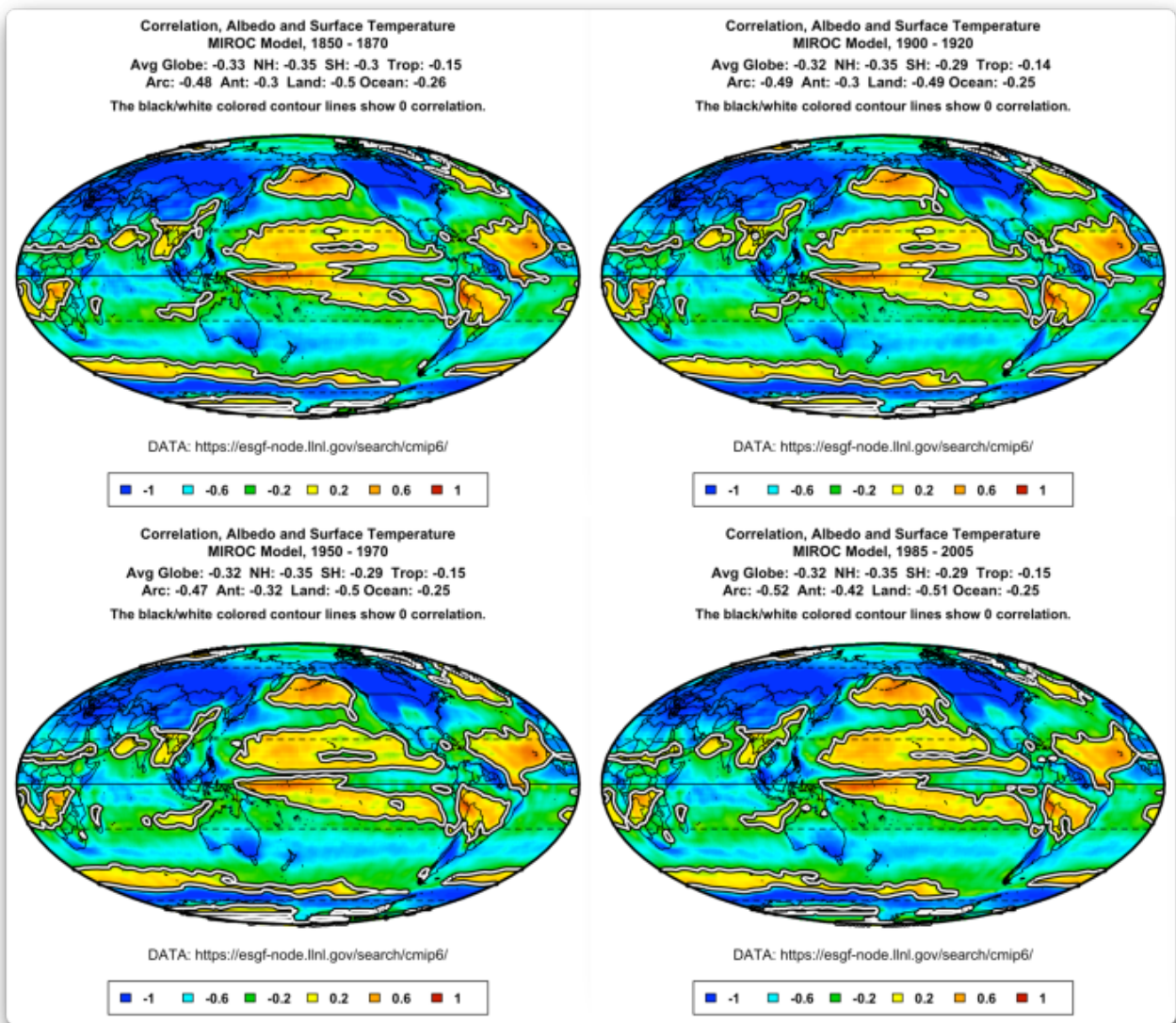


Abbildung 9. Korrelation von Temperatur und Albedo, vier 21-Jahres-Zeiträume des CERES-Datensatzes.

Wie bei den CERES-Daten liegen auch hier alle Werte sehr nahe beieinander. Hier sind die durchschnittlichen Korrelationen der vier MIROC-Modellerggebnisse und der beiden CERES-Ergebnisse nach Breitengraden dargestellt:

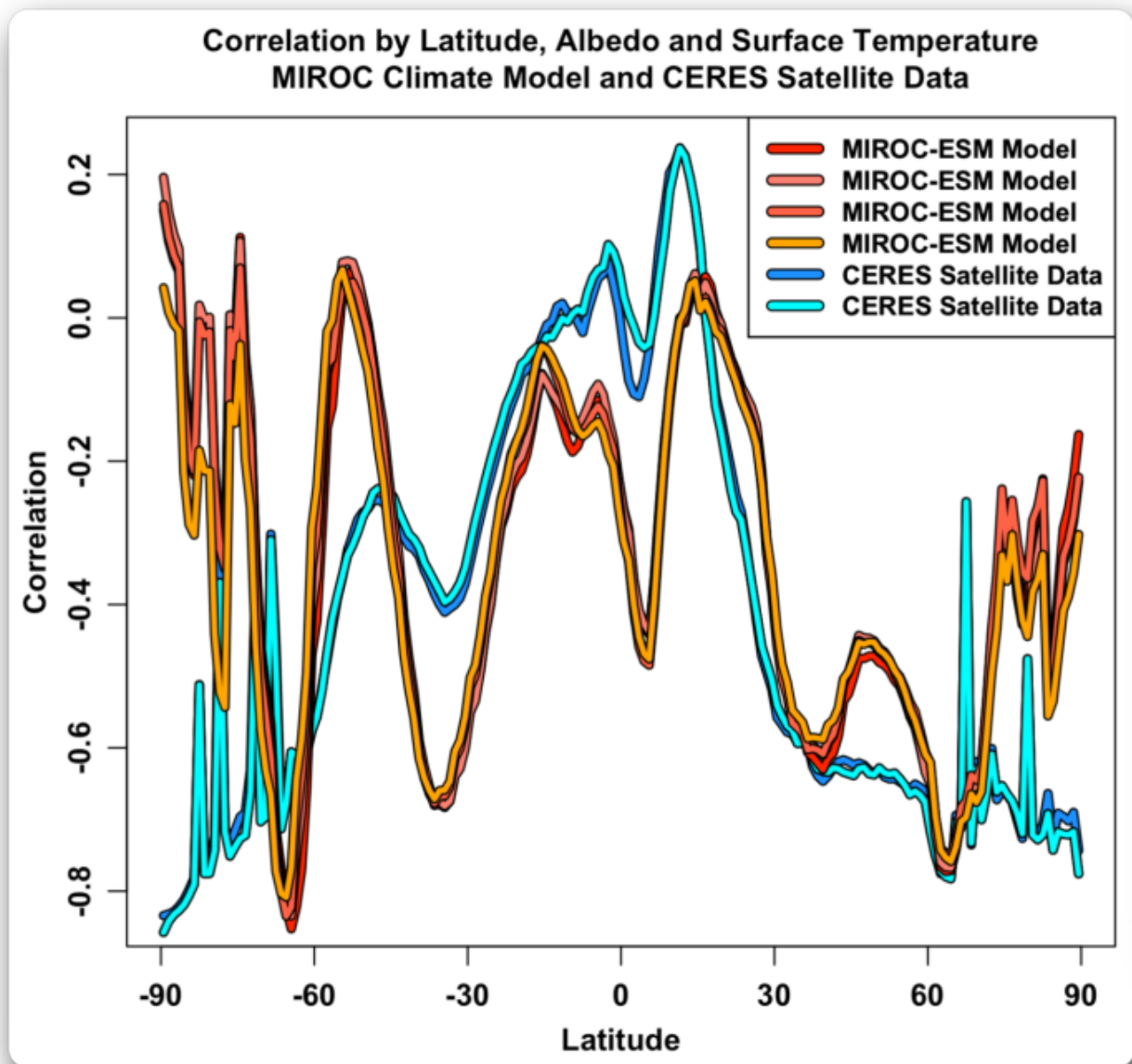


Abbildung 10. Korrelation zwischen Albedo und Temperatur nach Breitengrad, vier 21-Jahres-Zeiträume aus den MIROC-Modellergebnissen (1850-1870, 1900-1920, 1950-1970 und 1985-2005) und zwei 10-Jahres-Zeiträume aus den CERES-Satellitendaten (2000-2009 und 2010-2019).

Die Beziehung zwischen Albedo und Temperatur ist sowohl in der realen Welt als auch in der Modellwelt sehr stabil, selbst über einen so kurzen Zeitraum wie 10 Jahre, was darauf hindeutet, dass diese Beziehung zwischen Albedo und Temperatur einen aussagekräftigen Einblick in die tatsächliche Funktionsweise des Klimasystems bietet. Und alle Modellergebnisse unterscheiden sich stark von den CERES-Satellitendaten.

Schlussfolgerungen

- Meine Theorie, dass die Temperaturkontrolle der tropischen Albedo durch emergente Phänomene eine thermoregulierende Wirkung ausübt, wird durch diese Ergebnisse unterstützt.

- Die Gitterzellengröße der aktuellen Klimamodelle ist viel zu groß, um einzelne Gewitter zu simulieren. Unter anderem aus diesem Grund ist es unwahrscheinlich, dass die Modelle realistische Darstellungen der thermoregulatorischen Effekte tropischer Gewitter enthalten.
- Zumindest im Fall des MIROC-ESM-Modells ist die Modelldarstellung der Korrelation von Temperatur und Albedo ganz anders als in der realen Welt.
- Die geografische Stabilität der Korrelationen im Laufe der Zeit, sowohl in der realen Welt als auch in der Modellwelt, deutet darauf hin, dass es sich hierbei um ein anhaltendes diagnostisches Merkmal des Klimas handelt.

Link: <https://wattsupwiththat.com/2022/01/29/some-models-are-useless/>

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

Jahr 2021: 105 weitere Studien bzgl. Temperatur-Aufzeichnungen veröffentlicht, die keine globale Erwärmung und keinen Hockeyschläger zeigen

geschrieben von Chris Frey | 2. Februar 2022

[Kenneth Richard](#)

Seit 2019 wurden mehr als 350 begutachtete wissenschaftliche Arbeiten veröffentlicht, die zeigen, dass es in der Neuzeit keine Erwärmung gab und/oder dass die Temperaturen viel höher lagen als heute, als der CO₂-Gehalt zwischen 180 und 280 ppm lag (Holozän, Pleistozän).

Unten finden Sie den Link zur aktualisierten (jetzt einschließlich 2021) Datenbank mit Temperatureaufzeichnungen von Orten auf der ganzen Welt, die allesamt keine Hockeyschlägerform zeigen.

Diese Hunderte von Veröffentlichungen legen nahe, dass a) die Erde während eines Großteils der letzten 11.700 Jahre (Holozän) um mehrere Grad wärmer war als heute und b) es nichts Ungewöhnliches an den Temperaturveränderungen in der Neuzeit gegeben hat.

Die ersten 8 Arbeiten auf der Liste 2021 sind hier als Beispiele aufgeführt.

Über 350 Nicht-Hockeyschläger (2019 bis 2021)

[Zhou et al., 2021](#): Südchinesisches Meer wies eine $\sim 4^\circ\text{C}$ höhere Wassertemperatur auf während des mittleren Holozäns ... 1994-2004 niedrigste Temperaturen der letzten 6000 Jahre

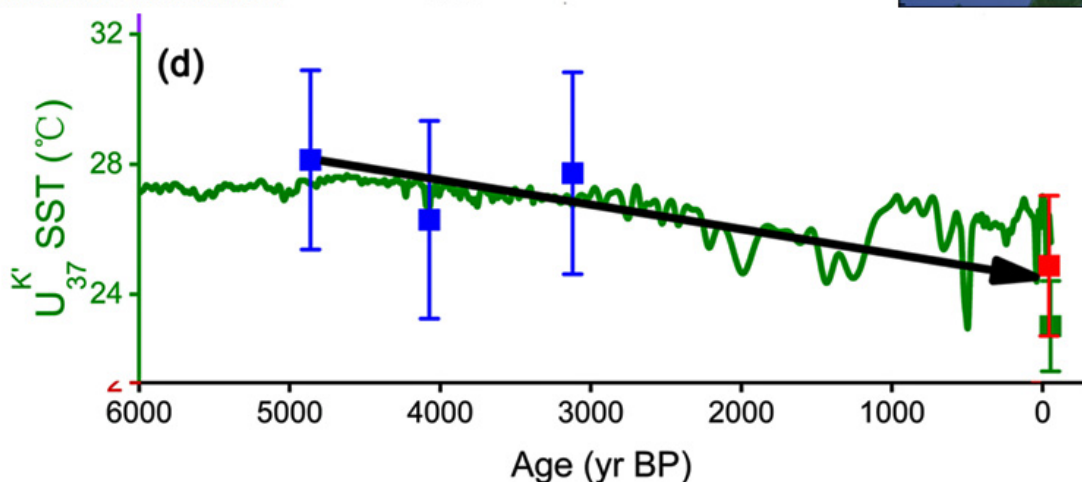
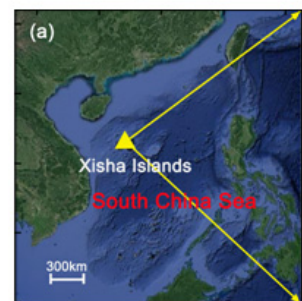


Sea surface temperature seasonality in the northern South China Sea during the middle Holocene derived from high resolution Sr/Ca ratios of *Tridacna* shells

Published online by Cambridge University Press: 16 June 2021

Pengchao Zhou, Hong Yan, Ge Shi, Chengcheng Liu, Fan Luo, Tao Han, Guozhen Wang, Hanfeng Wen, Nanyu Zhao, John Dodson, Yue Li and Weijian Zhou

All of these paleoclimate records showed that the EAWM strengthened from the middle Holocene to the present, which probably led to a decrease of the winter SST in the northern SCS and resulted in a larger SST seasonality. This may be the reason for the smaller SST seasonality changes during the middle Holocene recorded in our *Tridacna* specimen records. A recent reconstruction of the Holocene mean annual SST in the northern SCS derived from the long-chain unsaturated alkenones U_{37}^K emphasized the more important role of winter temperatures, and indicated a warmer SST during the middle Holocene (Zhang et al., 2019; Fig. 11d), also consistent with our deductions.



(d) Reconstruction of Holocene mean annual SST in the northern SCS derived from long-chain unsaturated alkenones U_{37}^K (Zhang et al., 2019).

red squares indicate the Sr/Ca ratio of a modern *Tridacna gigas* specimen (YX1), and green squares indicate modern instrumental SST data (AD 1994-2004).

[Studie hinter Zahlschranke {30 Euro}]

[Tarasov et al., 2021](#) (vollständige Studie) Das arktische Sibirien war während des Höhepunkts der letzten Eiszeit (180 ppm CO₂) 3,5 bis 5 °C wärmer als heute und bot großen Pflanzenfressern das ganze Jahr über Weideflächen

Umweltbedingungen während der Ausbreitung des anatomisch modernen Menschen in Nordasien 50-10 cal kyr BP ... Nordasien (hier die Russische Föderation östlich des Urals) spielte eine Schlüsselrolle bei der

Ausbreitung des anatomisch modernen Menschen (AMH) über den eurasischen Kontinent während des oberen Paläolithikums (UP). ... Im Gegensatz zu der seit langem vertretenen Ansicht, dass das Klima während der letzten Eiszeit generell kälter war als heute, zeigen diese Proxy-Aufzeichnungen, dass die Sommer um mehrere Grad Celsius wärmer waren als heute, was zusätzliche Vorteile für menschliche Aktivitäten mit sich brachte. Ein weiterer Vorteil für große Pflanzenfresser und damit für die menschliche Subsistenz waren die allgemein geringen Winterniederschläge (ähnlich denen in den heutigen Steppenregionen der Mongolei), die ganzjährige Weideflächen ermöglichten. Diese Faktoren überwogen offenbar die strengen, kälteren Winterbedingungen und förderten die Besiedlung von AMH in Nordasien sogar während des letzten glazialen Maximums (LGM) ca. 30-18 cal kyr BP. ... Rekonstruierte mittlere Juli-Temperaturen von 12°C für den größten Teil der letzten Kältephase im Untersuchungsgebiet, wo die heutigen mittleren Juli-Temperaturen bei etwa 7°C liegen ... Es gab um mindestens 3,5 °C höhere Sommertemperaturen als heute während des letzten glazialen Maximums [CO₂ 180 ppm] im südlichen Teil Ostsibiriens.



Quaternary International

Volume 596, 20 September 2021, Pages 155-170

Environments during the spread of anatomically modern humans across Northern Asia 50–10 cal kyr BP: What do we know and what would we like to know?

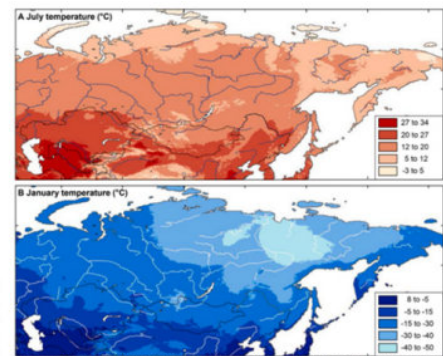
Pavel E. Tarasov^{a,*}, Christian Leipe^{a,b}, Mayke Wagner^c

Contrary to the long-standing view of a generally colder-than-present last glacial climate, these proxy records reveal evidence that summers were warmer than today by several degrees Celsius, providing additional advantages for human activities. Another benefit for large herbivores, and thus human subsistence, were the generally low winter precipitation levels (similar to those of the modern steppe regions of Mongolia), which sustained year-round grazing grounds.

The past 20 years has witnessed substantial progress in the research on Late Pleistocene environments, which allows reconsideration of earlier reconstructions. In particular, the hypothesis of a pan-Eurasian ice sheet covering the Arctic and Pacific regions of Siberia (Grosswald, 1998), that biased earlier climate model simulations (e.g. Kageyama et al., 2001) and proxy-based reconstructions (e.g. Ray and Adams, 2001), has undergone a major revision (e.g. Andreev et al., 2011; Melles et al., 2012; Svendsen et al., 2004, 2014). This revision corroborates the geomorphological and palaeontological data, indicating that the vast areas of Northern Asia outside high mountain ranges were ice-free and well-vegetated, providing continuously hospitable environments and enough food for a large population of herbivores and predators, the so-called "mammoth fauna", over many thousands of years (e.g. Willerslev et al., 2014). The existence of such environments in Siberia, particularly in its coldest northern regions, during the UP cannot be adequately explained by the still widely accepted "year-round colder-than-present climate scenario". The $\delta^{18}\text{O}$ data from Greenland ice cores (e.g. Svensson et al., 2008), commonly considered as a high-resolution record of Northern Hemisphere climate (Fig. 6D), reflect fluctuations in mean annual temperature between 50 and 10 cal kyr BP. Although some of the major identified fluctuations can be traced in the isotope and pollen records from the different parts of Northern Asia (e.g. Bezrukova et al., 2010; Leipe et al., 2015; Müller et al., 2010; Tarasov et al., 2019), a number of questions remain unresolved. For example, were these thermal fluctuations of the same amplitude (i.e. up to ca. 20 °C, regarding mean annual temperature) as reconstructed for Greenland (Alley, 2000; Cuffey and Clow, 1997) and how did they impact the summer and winter seasons?

Quantitative reconstructions of the last glacial climate in Northern Asia have been mainly obtained from pollen records (e.g. Frenzel et al., 1992; Leipe et al., 2015; Müller et al., 2010; Stebich et al., 2015; Tarasov et al., 1999; Tarasov et al., 2013a, 2017). However, pollen-based temperature reconstructions for the glacial period are inconclusive, since herbaceous pollen taxa identified at the genus or family level have very broad bioclimatic tolerances and can be found in cold and warm climates (Tarasov et al., 1998). Therefore, pollen-derived summer and winter temperature reconstructions have very large probability ranges (Leipe et al., 2015; Tarasov et al., 1999). Conventionally, warmer-than-present summer temperatures were considered implausible in most publications. The first more accurate evidence of warm glacial summers in the Siberian Arctic was obtained from a plant macrofossil record, which allowed precise taxonomic identification of plant remains. The composition of seeds and other plant macrofossils from the Mamontovy Khayata permafrost sequence on the Bykovsky Peninsula (Kienast et al., 2005) reflects an extremely continental, relatively dry climate with winters colder and summers distinctly warmer than at present in the eastern Siberian Arctic during the last cold stage. This contradicts earlier reconstructions of very low summer temperatures (i.e. close to 0 °C) during the last cold stage across the northern Siberian lowlands (e.g. Frenzel et al., 1992; Velichko, 2009). Using an indicator-species approach, Kienast et al. (2005) reconstructed mean July temperatures above 12 °C for most of the last cold stage in the study area, where modern mean July temperatures are about 7 °C.

The temperature reconstruction derived from the chironomid record of Lake Kotokel (Tarasov et al., 2019) suggests at least 3.5 °C higher-than-present summer temperatures during the LGM in the southern part of eastern Siberia.



Maps showing modern distribution patterns of (A) mean July temperature, (B) mean January temperature

Studies from the southern part of eastern Siberia also demonstrate abundant remains of large herbivores in sediment layers dated to the LGM (e.g. Kuzmin, 2009; Lbova, 2009). The fossil bone assemblage from the Tunka Valley (site 9 in Fig. 1) west of Lake Baikal dated to ca. 42–30 cal kyr BP revealed remains of wholly rhinoceros, twisted-horned antelope, red deer, horse and Mongolian gazelle, but also a number of by 90 ¹⁴C dates of animal bones. The obtained results together with numerous dates on terrestrial plant macrofossils (Kienast et al., 2005) indicate that the steppe-like environments of the Late Pleistocene were most favourable for mammoths and ungulates, including horse, reindeer and steppe bison, in the northern parts of eastern Siberia (Kuznetsova et al., 2019).

For the period between 50 and 10 cal kyr BP, the aDNA analysis suggests steppe-tundra vegetation dominated by forbs and graminoids, which remained dominant also during the coldest phase ca. 25–15 kyr BP. Furthermore, genetically analysed stomach contents and coprolites of woolly mammoth, woolly rhinoceros, bison and horse specimens from Siberia and Alaska dating 55–21 cal kyr BP prove that diets of these large herbivores were based primarily on high-protein forbs and grasses, though trees and shrubs aDNA were also identified (Willerslev et al., 2014), thus supporting our conclusions derived from the results of palaeobotanical investigations (Fig. 6A and B).

Wetterich et al., 2021: Sibirische Arktis hatte „höhere Temperaturen als heute (um bis zu 4-4,5° C)“ während der letzten Eiszeit (180 ppm CO₂), oder zwischen „39 und 31 cal kyr BP“

Zwischen 48 und 38 cal kyr BP wird die Chironomidenfauna von typischen aquatischen Taxa dominiert, obwohl die Anzahl und Vielfalt der Chironomiden zwischen 46 und 44 cal kyr BP erheblich abnimmt, wenn die rekonstruierte T_{July} um bis zu 1,5 °C über die heutige Temperatur steigt. Der Zeitraum zwischen 44 und 41,5 cal kyr BP ist durch die höchste Vielfalt und Konzentration von Chironomiden gekennzeichnet. Die

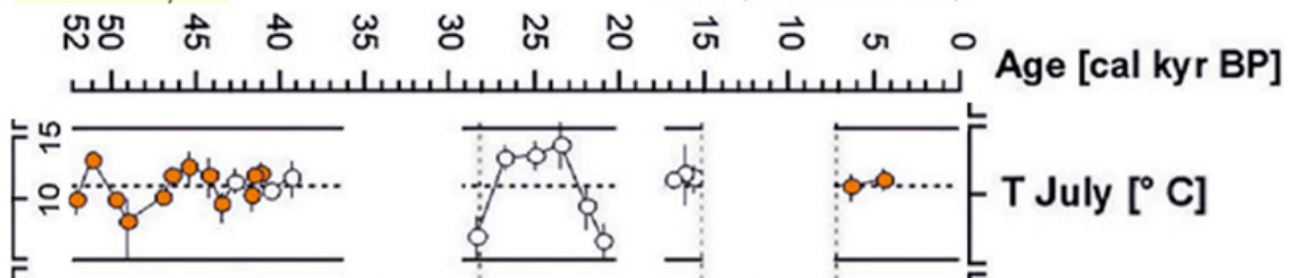
Gemeinschaften werden von der Art *Heterotrissocladus grimschawi* dominiert, die in oligotrophen Seen vorkommt und auf gemäßigte Bedingungen mit einem Temperaturoptimum von 11-12°C hindeutet. ... Die rekonstruierte T_{July} schwankt leicht um die moderne T_{July} mit einem wärmeren als der heutigen T_{July} um 41 cal kyr BP. ... Bei etwa 51 cal kyr BP und 40 cal kyr BP in der Bykovsky-Aufzeichnung liefert das Vorkommen der gemäßigten Wasserpflanze *Callitriche hermaphroditica* Beweise für eine mittlere T_{July} von 12° C oder mehr, während der Fund des Stepentaxons *Thesium*, der auf 51 cal kyr datiert wurde, auf eine T_{July} von 15°C oder mehr hindeutet. Die auf Chironomiden basierende T_{July} -Rekonstruktion für MIS 3 aus dem Sobo-Sise Yedoma Datensatz zeigt einige Abweichungen (Abbildung 5) und deutet auf wärmer als heute (>11° C) Temperaturen um 51 cal kyr BP, 46-44 und 41 cal kyr BP hin, was eine allgemeine Übereinstimmung mit den auf Pflanzenmakrofossilien basierenden T_{July} -Schätzungen aus dem Bykovsky Yedoma Datensatz (Kienast et al., 2005) zeigt. ... T_{July} -Rekonstruktionen aus dem westlichen Teil des Yana-Indigirka-Tieflands (östlich des Untersuchungsgebiets) zeigen ähnliche oder wärmere Temperaturen als heute (um bis zu 4-4,5 °C) und höhere Jahresniederschläge als heute (um bis zu 50-100 mm) zwischen etwa 39 und 31 cal kyr BP (Pitulko et al., 2017)

S. Wetterich^{1*}, N. Rudaya^{2,3}, L. Nazarova^{1,4,5}, L. Syrykh⁶, M. Pavlova⁷, O. Palagushkina⁵,
A. Kizyakov⁸, J. Wolter^{1,9}, T. Kuznetsova^{10,5}, A. Aksenov^{11,12}, K. R. Stoof-Leichsenring¹,
L. Schirrmeister¹ and M. Fritz¹

ORIGINAL RESEARCH
published: 18 June 2021
doi: 10.3389/feart.2021.681511

Between 48 and 38 cal kyr BP, the chironomid fauna is dominated by typical aquatic taxa although chironomid counts and diversity decrease considerably between 46 and 44 cal kyr BP when the reconstructed T_{July} rises up to 1.5°C above modern. The period between 44 and 41.5 cal kyr BP is characterized by the highest diversity and concentration of chironomids. The communities are dominated by the *Heterotrissocladius grimschawi*-type that occurs in oligotrophic lakes and is indicative of moderate conditions with temperature optima of 11–12°C. Reconstructed T_{July} slightly varies around modern with warmer-than-today T_{July} around 41 cal kyr BP.

At about 51 cal kyr BP and 40 cal kyr BP in the Bykovsky record, the occurrence of the temperate aquatic plant *Callitriche hermaphroditica* provides evidence of mean T_{July} of 12°C or more, while the finding of the steppe taxon *Thesium* dated to 51 cal kyr suggests T_{July} of 15°C or more. The chironomid-based T_{July} reconstruction for MIS 3 from the Sobo-Sise Yedoma record shows some variation (Figure 5) and points to warmer-than-today (>11°C) temperatures at about 51 cal kyr BP, 46–44 and 41 cal kyr BP showing a general agreement with the plant macrofossil-based T_{July} estimates from the Bykovsky Yedoma record (Kienast et al., 2005).



The dotted line in the reconstruction T_{July} reconstruction indicates the modern value of 11°C.

Sobo-Sise chironomid record supports warmer-than-today summers as recorded in the Bykovsky and Kurungnakh-Sise Yedoma archives given dating uncertainties and different proxies. T_{July} reconstructions from the western part of the Yana-Indigirka lowland (east of the study area) reveal similar-to or warmer-than-today temperatures (by up to 4–4.5°C) and higher-than-today annual precipitation (by up to 50–100 mm) between about 39 and 31 cal kyr BP (Pitulko et al., 2017). Compared to modern Yakutian diatom reference data with statistically quantified optimum ecological ranges of certain conditions (Pestryakova et al., 2018) three species are found in the Holocene Sobo-Sise diatom record. Those are *Diploneis elliptica* (optimum T_{July} of 11.9°C) and *Stauroneis anceps* (optimum T_{July} of 11.2°C) from Unit C deposits dated from 6.4 to 2.5 cal kyr BP. Compared to the Holocene chironomid-based T_{July} reconstruction of ca 11.5°C at 6.4 to 4.4 cal kyr BP it seems obvious that the chironomid-based and diatom-based T_{July} reconstructions do not contradict each other. The finding of the diatom species *Epithemia adnata* (T_{July} >15°C) in the uppermost sample of Unit C points to warmer conditions than today, while the indication of optimum ion content (expressed as electrical conductivity of 586 $\mu\text{S cm}^{-1}$) of *E. adnata* would support such warm summer temperatures with increased evaporation.

In 1988, the first radiocarbon date on bone material from Sobo-Sise was published where a tusk fragment found *in situ* at about 13–15 m arl revealed an age of $14,340 \pm 120$ yr BP ($17,490$ cal yr BP; GIN-4115) (Grigoriev, 1988). Another mammoth bone found on Sobo-Sise was dated to $24,400 \pm 650$ yr BP ($28,620$ cal yr BP; IM-835) although no further information is available (Table 2). Six bones were found on Sobo-Sise in 1998 in course of the Russian-German Expedition “Lena Delta,” of which five belong to mammoth (one skull fragment, two rib fragments and two vertebral fragments) and one to horse (humerus fragment). One mammoth rib fragment (MKh-O621) was radiocarbon-dated to $19,200 \pm 220$ yr BP ($23,180$ cal yr BP; GIN-10235) and one mammoth vertebral fragment (MKh-O624) to >45,000 yr BP (GIN-13929, GrA 46013) (Table 2).

Two more horse bones were found in 2000 and identified as the damaged shoulder blade and the right branch of pelvis. A sample of a mammoth forearm (LDR-O299) from this collection was radiocarbon-dated to $17,070 \pm 70$ yr BP ($20,630$ cal yr BP; KIA-32839). The overall collection of prevalence of mammoth bones and the presence of other large grazers such as horse and bison. The finding of woolly rhinoceros remains is somewhat remarkable as it has not been found in the Lena Delta records so far (Wetterich et al., 2008a; Kuznetsova

[Civel-Mazens et al., 2021](#) Vor 22.000 Jahren (180 ppm CO₂) erreichte die Wassertemperatur des Südlichen Ozeans einen Höchststand von 13,6 °C, was etwa 4-5 °C wärmer ist als heute (~9 °C)

**MD12-3396CQ**

In MD12-3396CQ, both temperature records decrease progressively from an early Holocene climate optimum (~10 kyrs) towards modern values with a high millennial-scale variability.

SSTdiat decrease from 11.7 °C to 8.9 °C with millennial oscillations up to ~4 °C

Over the same time interval, the SSTdiat in the same core show a decreasing trend, from 9.6 °C to 6 °C, interrupted by a large peak reaching 13.6 °C during the LGM, centred at 22 kyrs (Fig. 2A).

Unexpectedly, the SSTdiat record in the same core presents higher SST during the 40-24 kyrs period than during the Holocene

MD11-3353

Both SSTdiat and sub-STRad (Fig. 3K-L) follow a comparable pattern that is in agreement with EDC air temperature record. According to our results, both surface and sub-surface ocean temperatures were low during MIS 2 and MIS 3 at the MD11-3353 core site. They increased during the deglaciation, reached a maximum during the early Holocene and subsequently decreased slightly towards modern values (Fig. 3K-L).

After the deglaciation, a climate optimum is reached, the EDC ice cores record their highest temperatures for last ~40 kyrs at 10.5 kyrs. From this climate optimum, air temperatures progressively decreased to modern values (Fig. 3M).

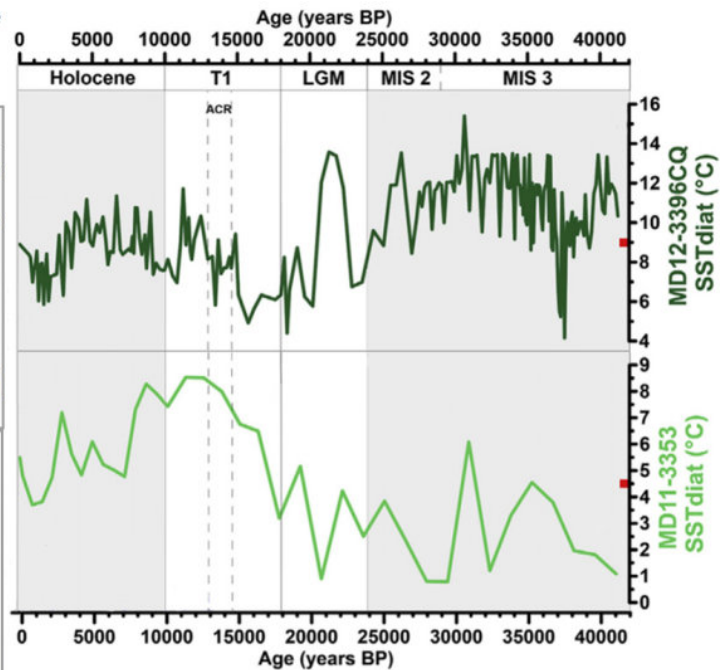


Fig. 2. Diatom-based SST (green) reconstructed with MAT covering the last 40 kyrs. Red squares on each Y axis indicate modern temperature value for both core locations

Cruz et al., 2021: In Argentinien war es 1,7°C bis 4,4°C wärmer als heute in den 1800er Jahren.

Die paläoklimatische Geschichte der Tixi-Höhle (Tabelle 3, Abbildung 4) zeigt im Vergleich zur Gegenwart ein kälteres (-3,3 °C) und trockeneres (-274,6 mm) Klima für den Übergang vom Pleistozän zum frühen Holozän (vor 12.287±212 bis vor 11.609±218ca Jahren BP). Diese kalten und trockenen Bedingungen blieben während des Mittelholozäns (vor 5592±79ca BP) mit einer niedrigeren mittleren Jahrestemperatur (-2,4°C) und geringeren Niederschlägen (-201,2mm) als heute erhalten. Der Wandel vollzog sich im Spätholozän IV (vor 3496±81ca BP) mit wärmeren und feuchteren Bedingungen als den heutigen, die einen Anstieg der durchschnittlichen Jahrestemperatur (+3,5°C) und des Jahresniederschlags (+90,8 mm) aufweisen. Diese warmen und feuchten Bedingungen wurden während des restlichen Spät-Holozäns III-I (1656±96 bis 160±120 ca BP) beibehalten, mit einem Anstieg der mittleren Jahrestemperatur zwischen 1,7°C und 4,4°C und jährlichen Niederschlägen von 27,5-263,6 mm, die höher waren als die heutigen.

The mutual ecogeographical range and paleoclimatic reconstruction during the Late Pleistocene-Holocene in the Pampas (Argentina) using meso and microvertebrate fossils

José Alberto Cruz,¹ José Luis Prado² and Joaquín Arroyo-Cabrales³



The paleoclimatic history of Tixi Cave (Table 3, Figure 4), compared to the present, indicates a colder (-3.3°C) and drier (-274.6 mm) climate for the Pleistocene-Early Holocene transition ($12,287 \pm 212$ – $11,609 \pm 218\text{ ca BP}$). These cold and dry conditions remained during the Middle-Holocene ($5592 \pm 79\text{ ca BP}$) with lower mean annual temperature (-2.4°C) and lower precipitation (-201.2 mm) than the present. The change happened during the Late-Holocene IV ($3496 \pm 81\text{ ca BP}$) with warmer and humid conditions than the current conditions, showing an increase in average annual temperature ($+3.5^{\circ}\text{C}$) and annual precipitation ($+90.8\text{ mm}$). These warm and humid conditions were kept during the rest of Late-Holocene III-I (1656 ± 96 – $160 \pm 120\text{ ca BP}$) with an increase in mean annual temperature between 1.7°C and 4.4°C and annual precipitation 27.5 – 263.6 mm , higher than the current.

Table 3. Paleoclimatic reconstruction of the Late Pleistocene-Holocene of the Tixi Cave, inferred by the meso and fossil microvertebrate assembling, comparing the values with the present.

Stratigraphic unit	Age ca BP	MAT ($^{\circ}\text{C}$)
Present		13.8 ± 0.7
H-I	160 ± 120	18.3 ± 3.7
H-II	646 ± 51	16.8 ± 1.6
H-III	1656 ± 96 – 1150 ± 87	15.5 ± 0.5
H-IV	3496 ± 81	17.3 ± 3.3
mH	5592 ± 79	11.5 ± 2.1
P-eH	$12,287 \pm 212$ – $11,609 \pm 218$	10.54 ± 2.3

The ages are calibrated before the present (ca BP). All values were compared with the difference concerning the Present (DCP). P-eH: Late Pleistocene-Early Holocene; mH: Middle-Holocene; H-IV to I: Late-Holocene.

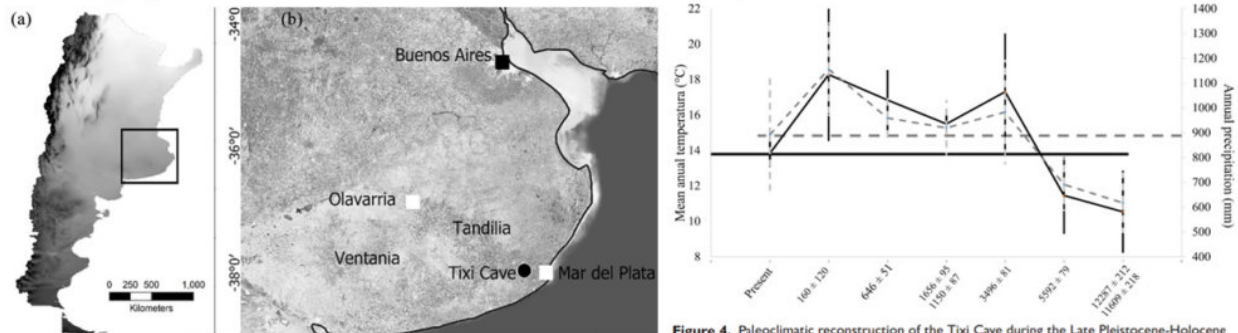


Figure 4. Paleoclimatic reconstruction of the Tixi Cave during the Late Pleistocene-Holocene

[Nazarova et al., 2021 \(vollständig\)](#) In Ostrusland war es während der mittelalterlichen Warmzeit (750-1250 n. Chr.) $1,5^{\circ}\text{C}$ wärmer als heute

Das mittelalterliche Klimaoptimum (Nara-Heian-Kamakura-Stadium in Japan), das für den östlichen Teil der Region Primorskij im Zeitraum von vor 1250 bis 750 Jahren rekonstruiert wurde, zeichnete sich durch ein feuchtes Klima mit Sommertemperaturen aus, die ca. $1,5^{\circ}\text{C}$ höher waren als heute. Der Zeitraum vor 750 bis vor 250 Jahren korreliert mit der Kleinen Eiszeit: Die Sommertemperaturen waren auf $1,5$ – 2°C unter die heutigen Werte gesunken.

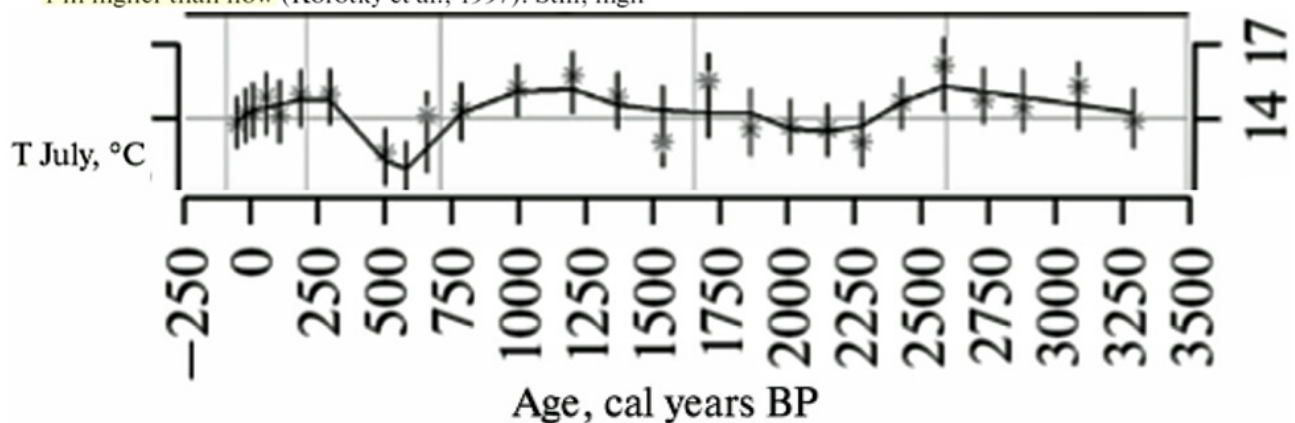
Reconstruction of Environmental Conditions in the Eastern Part of Primorsky Krai (Russian Far East) in the Late Holocene

L. B. Nazarova , N. G. Razjigaeva, L. V. Golovatyuk, B. K. Biskaborn, T. A. Grebennikova, L. A. Ganzey, L. M. Mokhova & B. Diekmann

Contemporary Problems of Ecology **14**, 218–230 (2021)

The reconstructed summer temperatures increase, reaching the highest values between 1250 and 990 cal years BP (1.5°C above the current level). The period between 1250 and 750 cal years BP can be associated with the Medieval Climatic Optimum (warm Nara–Heian–Kamakura stage in Japan, 1220–650 cal years BP) with its warmer winters and summers (Sakaguchi, 1983). The impact of the sea on the studied reservoir is insignificant, even though a transgression is observed in that period (Sakaguchi, 1983; Razjigaeva et al., 2018). At ca. 1000 years ago, the sea level was approximately 1 m higher than now (Korotky et al., 1997). Still, high

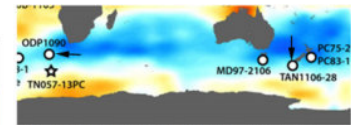
In the southern part of the archipelago (Kunashir Island), the role of oak and other broad-leaved species increased. Fir predominated in the vegetation of Shikotan Island, reaching a maximum around 1000–870 cal years BP. Birch forests became widespread in the northern part of Urup Island (Razjigaeva et al., 2013). In the southern part of the continental Far East, the temperature was 1°C higher in comparison with the current level (Korotky et al., 1997).



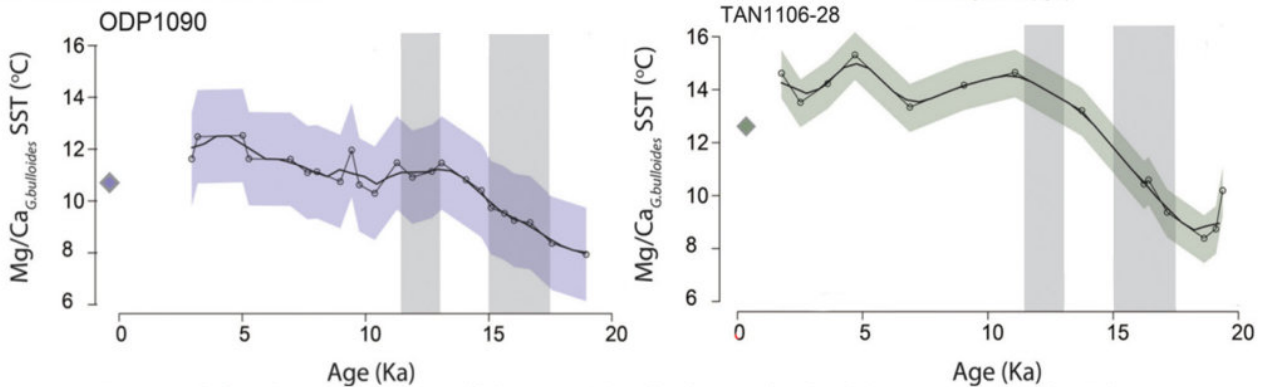
[Shuttleworth et al., 2021](#) Der Subantarktischer Atlantik war vor ~4000 bis ~5000 Jahren um ~2°C wärmer

Early deglacial CO₂ release from the Sub-Antarctic Atlantic and Pacific oceans

R. Shuttleworth^a, H.C. Bostock^{b,c}, T.B. Chalk^a, E. Calvo^d, S.L. Jaccard^{e,f}, C. Pelejero^{d,g}, A. Martínez-García^h, G.L. Foster^{a,*}



The samples used in this study come from two sediment cores covering the last 20 kyr. The first core site (TAN1106-28; 48.372°S, 165.659°E) is located in the northern part of the Solander Trough, south of New Zealand at a water depth of 2798 m. The second core site lies on the southern flank of the Agulhas Ridge in the Sub-Antarctic Atlantic (Piston Core T1057-6-PC4 (ODP1090); 42°54.5'S, 8°54.0'E) at a water depth of 3702 m. Both Mg/Ca SST records display an increase of ~5-6 °C from 19-12 kyr (Fig. 3); Site TAN1106-28 displays glacial SST values of 8 °C, which increase steadily to 14 °C between 19-11 kyr while Site ODP1090 records slightly cooler temperatures of around 7 °C in the glacial, which increase steadily from 19-13 kyr to 12 °C where they stabilise (Fig. 3).



SST records from the Sub-Antarctic Pacific (TAN1106-28) and Sub-Antarctic Atlantic (ODP1090) over the last 20 kyr. Modern SST values at each site are displayed as diamonds.

Allan et al., 2021 Grönland war vor 7.500 bis 5.500 Jahren 5-7°C wärmer (4-5°C vs. 10-12°C) als heute.

Gegenwärtig ... Sommer-SST zwischen 4,0-5,2 °C (Ribergaard 2014). ... Subzone B2 (von ~10 bis 5 ka BP) ist gekennzeichnet durch ... hohe Sommer-SST von 6 bis 12 °C mit einem Durchschnitt von ~9 °C ... Subzone A3 (von ~2,7 bis ~1,3 ka BP) ist gekennzeichnet durch kalte Bedingungen mit einer Sommer-SST von ~5 °C ... Optimale thermische Bedingungen ... die anhand von Pollenkörnern geschätzte Oberflächenlufttemperatur (SAT) im Juli betrug ~10 bis ~12 °C von ~7,5 bis ~5,5 ka BP (Fréchette & de Vernal 2009)

BOREAS An international journal of Quaternary research
Insolation vs. meltwater control of productivity and sea surface conditions off SW Greenland during the Holocene

ESTELLE ALLAN, ANNE DE VERNAL, MARIT-SOLVEIG SEIDENKRANTZ, JASON P. BRINER, CLAUDE HILLARE-MARCEL, CHRISTOPHER PEARCE, LORENZ MEIER, HANS ROY, ANDERS MÜLLER MATHIASSEN, MIKKEL THY NIELSEN, HANS LUND PERNER AND KERSTIN PEINER

© 2021 Collegium Boreas. Published by John Wiley & Sons Ltd

At present, the West Greenland Current (WGC) flows northwards on the West Greenland shelf where Subpolar Mode Water (SPMW) occupies the water column from ~300 m down to the bottom of the Sukkertop Trough (Fig. 1C; Rysgaard et al. 2020). The low-salinity surface waters form a thin mixed layer of about 20 m above a sharp pycnocline (Fig. 1). It is marked by low thermal inertia and summer warming with summer SST ranging from 4.0–5.2 °C (Ribergaard 2014).

Subzone B2 (from ~10 to ~5 ka BP) is marked by high summer PP of ~2.9 × 10³ mg C m⁻² d⁻¹, high summer SST ranging from 6 to 12 °C with an average of ~9 °C and low summer SSS of ~30 psu (Fig. 6). After ~5 ka BP, subzone B1, spanning from ~5 to ~2.7 ka BP records an increased variability of the sea-surface conditions, along with an increase of summer SSS to ~31 psu and a decrease of summer SST to ~8 °C and summer PP ~2 × 10³ mg C m⁻² d⁻¹.

Subzone A3 (from ~2.7 to ~1.3 ka BP) is characterized by cold conditions with summer SST of ~5 °C, low summer PP of ~1.4 × 10³ mg C m⁻² d⁻¹ and summer SSS of ~32 psu (Fig. 6). Subzone A2 (from ~1.3 to ~0.65 ka BP) and subzone A1 (after ~0.65 ka BP) are marked by high instability, with large amplitude oscillation of summer SST, from ~3 to ~12 °C.

Optimal thermal conditions in surface waters persisted until about 5 ka BP. On land, at the Qipisarqo Lake in southern Greenland, the July surface air temperature (SAT) estimated from pollen grains was ~10 to ~12 °C from ~7.5 to ~5.5 ka BP (Fréchette & de Vernal 2009).

Finally, our data indicate a cooling in surface and sub-surface waters after ~0.6 ka BP (Figs 5B, 6: Zone A1). It seems to correspond to the regional onset of the Little Ice Age (LIA) in western Greenland, where decreasing surface air temperature and local glacier regrowth were recorded at about the same time (Fig. 8; Funder et al. 2011; Young & Briner 2015; Briner et al. 2016; Larsen et al. 2017; Schweinsberg et al. 2018).

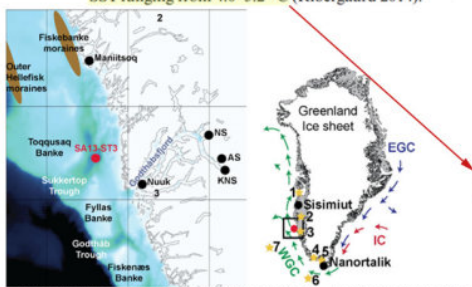
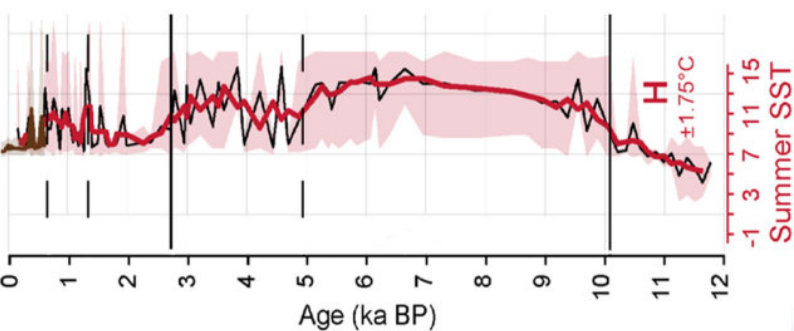


Fig. 1. A. Map of the study area. The red dots indicate the location of the coring site SA13-ST3. Acronyms of the tidewater outlet glaciers: KNS = Kangerua Narsarsuaq, AS = Akullerup Sermeq, NS = Narsap Sermeq. B. The dominant ocean circulation pattern around Greenland: EGC = East Greenland Current, IC = Inshore Current, WGC = West Greenland Current. The yellow stars indicate the location of cores referred to in the text: 1 = Disto Bugt (Peinzer et al. 2013), Outlet (Berger et al. 2014; Monser et al. 2016; Allen et al. 2018), 2 = Sukkertoppen (see text; Schweinsberg et al. 2018), 3 = Anorak (Fridtjofsen et al. 2007), 4 = Oqpingua Lake (Fréchette & de Vernal 2009), 5 = Narsap Sound (Narsgaard-Pedersen & Mathiasen 2009), 6 = Greenland Rise (Björnsen et al. 2004), 7 = northeast Labrador Sea (Gibber et al. 2014, 2015). C. CTD profile from site SA13-ST3 (SA13-ST3-19CTD) obtained August 2013 (Seidenkrantz et al. 2019b).



Link:

<https://notrickszone.com/2022/01/31/105-more-non-global-warming-non-hockey-stick-temperature-records-added-to-the-database-in-2021/>

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

2021: Erwärmung wie üblich?

geschrieben von Chris Frey | 2. Februar 2022

Dr. David Whitehouse, Science editor

Es ist schon lange her, dass jemand sagen konnte, das vergangene Jahr sei das wärmste aller Zeiten gewesen, was ausschließlich auf die globale Erwärmung zurückzuführen ist.

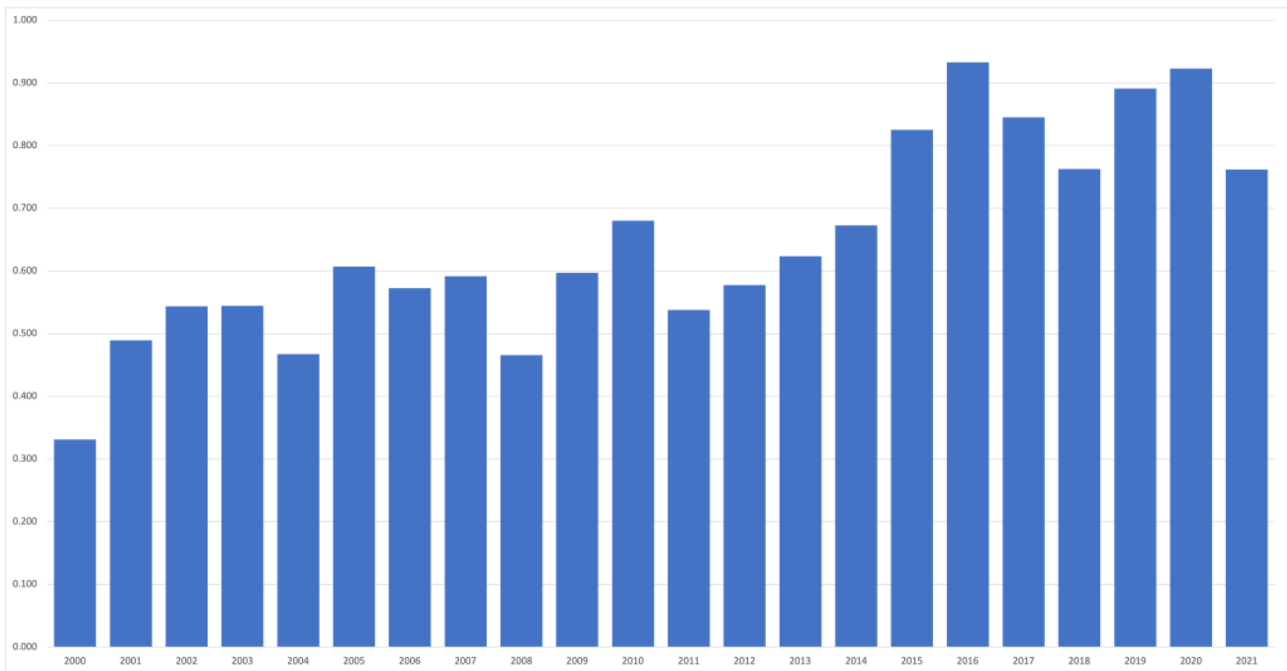
Letzte Woche veröffentlichte das britische Met Office seine Messungen der globalen Temperatur für 2021, ein Jahr, das vom Guardian als [Klimakrise](#) bezeichnet wurde.

Der afrikanische Kontinent erlebte den wärmsten Januar seit Beginn der Aufzeichnungen. In Malaysia gab es sintflutartige Regenfälle und die Türkei erlebte das zehnte Jahr der Dürre. Im Februar wurde Texas von böartigem Winterwetter heimgesucht, was dazu führte, dass zehn Millionen Menschen ohne Strom waren. Im März wurde Australien von schweren Überschwemmungen heimgesucht, die in New South Wales Tausende zur Flucht zwangen. Im April kam es in China zu gewaltigen Sandstürmen, und ein Wirbelsturm bescherte einigen Teilen Westaustraliens Rekordregenschwemmen. Im Mai rief der Gouverneur von Kalifornien eine Dürre aus.

Der Juni war von einer bemerkenswerten Hitzewelle in Nordamerika geprägt, Europa und Asien verzeichneten den zweitwärmsten Juni aller Zeiten. Die Temperaturen in Neuseeland brachen alle Rekorde. Im darauffolgenden Monat wurden im Death Valley in Kalifornien 54,4 °C gemessen. Sintflutartige Regenfälle in Indien forderten über hundert Todesopfer. Im August brachen Waldbrände im Mittelmeerraum und in weiten Teilen Sibiriens aus. Japan, die Türkei und Südamerika wurden von Überschwemmungen heimgesucht. Im Dezember wurde Australien erneut von Überschwemmungen heimgesucht. Kentucky erlebte einen verheerenden Tornado.

Trotz alledem zeigten die Daten für 2021, dass es das siebtwärmste Jahr seit Beginn der Aufzeichnungen war. Bei der Bekanntgabe der globalen Temperatur betonte das Met Office, dass die globalen Temperaturen durch

aufeinander folgende La-Niña-Ereignisse an beiden Enden des Jahres vorübergehend abgekühlt wurden.



Globale Temperaturveränderung im 21. Jahrhundert. Quelle: UK Met Office

Die Nachricht, dass das Jahr 2021 weit davon entfernt war, ein [Rekordjahr](#) zu sein, wurde etwas zurückhaltend verkündet. Die Erklärung dafür ist, dass 2021 zwar sehr warm war, aber auf einige Jahre folgte, in denen die Temperaturen durch ein Super-El-Nino-Ereignis in die Höhe getrieben wurden. 2021, so wird behauptet, setzt einen langfristigen Trend fort, ungeachtet des Super-El-Nino-Ereignisses.

Dr. Colin Morice vom Met Office sagte dazu: „Das Jahr 2021 ist eines der wärmsten Jahre in den Aufzeichnungen und setzt eine Reihe von Messungen fort, die zeigen, dass sich die Welt unter den Auswirkungen der Treibhausgasemissionen erwärmt. Damit setzt sich eine Reihe von besonders warmen Jahren von 2015 bis 2021 fort – die wärmsten sieben Jahre in über 170 Jahren Messgeschichte.“

Prof. Tim Osborn von der University of East Anglia betonte den langfristigen Trend und fügte hinzu: „Jedes Jahr liegt tendenziell etwas unter oder etwas über der zugrunde liegenden langfristigen globalen Erwärmung. Die globalen Temperaturdaten, die vom Met Office und der Klimaforschungseinheit der UEA analysiert wurden, zeigen, dass das Jahr 2021 ein wenig unter und das Jahr 2020 ein wenig über dem zugrunde liegenden Erwärmungstrend lag. Alle Jahre, einschließlich 2021, stimmen mit den langjährigen Vorhersagen der Erwärmung durch menschliche Aktivitäten überein.“

WMO-Generalsekretär Prof. Petteri Taalas kommentierte: „Die

aufeinanderfolgenden La-Niña-Ereignisse bedeuten, dass die Erwärmung im Jahr 2021 im Vergleich zu den letzten Jahren weniger ausgeprägt war. Dennoch war es immer noch wärmer als frühere, von La Niña beeinflusste Jahre. Insgesamt ist die langfristige Erwärmung aufgrund von Treibhausgasen nun viel größer als die jährlichen Schwankungen, die durch natürliche Klimatreiber verursacht werden.“

Bedenken Sie jedoch, dass in diesen klimabewussten Zeiten schon lange niemand mehr sagen konnte, dass das vergangene Jahr das wärmste aller Zeiten war, was ausschließlich auf die globale Erwärmung zurückzuführen ist. Neue Forschungsergebnisse einer Gruppe chinesischer Wissenschaftler des Ministeriums für natürliche Ressourcen, die im Journal of Climate veröffentlicht werden, legen zudem nahe, dass das Argument des Über- oder Unterschreitens der langfristigen Trendlinie zu einfach ist.

Durch die Untersuchung aller verfügbaren globalen Temperaturdatensätze und einer umfassenden Spanne von Zeiträumen sowie Anfangs- und Endzeiten kommen sie zu dem Ergebnis, dass die so genannte globale Erwärmungspause in den 2000er Jahren und darüber hinaus real war. Außerdem stellen sie fest, dass die rasche Erwärmung der späten 1900er Jahre und der Hiatus der 2000er Jahre statistisch nicht miteinander vereinbar sind.

Interessant ist auch das Ende des Hiatus. Er endete mit einem (Rekord-)El Nino, seit welchem die globalen Temperaturen nicht mehr gestiegen sind. Einige sehen dies als signifikant an, andere wiederum sehen eine Wiederaufnahme des langfristigen linearen Anstiegs, obwohl es, wie die chinesischen Wissenschaftler betonen, 30 Jahre lang einen nichtlinearen Anstieg der globalen Temperatur gegeben hat. Bedenken Sie, dass 30 Jahre häufig als Definition von Klima verwendet werden.

Daraus ziehe ich den Schluss, dass es manchmal sehr nützlich ist, eine gerade Linie durch verrauschte Daten zu ziehen, da sie oft die grundlegenden Faktoren eines Datensatzes zeigt. Manchmal ist es jedoch nicht das, was es zu sein scheint.

Link: <https://www.netzerowatch.com/2021-warming-as-usual/>

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

Was ist überhaupt ein

„widerstandsfähiger“ Wald?

geschrieben von Chris Frey | 2. Februar 2022

[Begutachtete Veröffentlichung der](#) UNIVERSITY OF CALIFORNIA – DAVIS

Studie: Widerstandsfähige Wälder mit häufigen Bränden haben viel weniger Bäume.

Wie sieht ein „widerstandsfähiger“ Wald in der kalifornischen Sierra Nevada aus? Laut einer Studie der University of California, Davis, über Wälder, die häufig von Bränden heimgesucht werden, gibt es dort viel weniger Bäume, als wir es gewohnt sind.

Vor mehr als einem Jahrhundert konkurrierten die Wälder der Sierra Nevada kaum mit benachbarten Bäumen um die Ressourcen. Die Baumdichten der späten 1800er Jahre würden die meisten Kalifornier heute in Erstaunen versetzen. Aufgrund der Unterdrückung von Bränden leben in den heutigen Wäldern sechs- bis siebenmal so viele Bäume wie bei ihren Vorfahren – und konkurrieren unter trockeneren und heißeren Bedingungen um weniger Wasser.

Die Studie, die in der Fachzeitschrift *Forest Ecology and Management* veröffentlicht wurde, legt nahe, dass **Bestände mit geringer Dichte, die den Wettbewerb zwischen den Bäumen weitgehend ausschalten, der Schlüssel zur Schaffung von Wäldern sind, die den vielfältigen Stressfaktoren wie schweren Waldbränden, Trockenheit, Borkenkäfern und dem Klimawandel standhalten.**

[Hervorhebung vom Übersetzer]

Dieser Ansatz wäre eine deutliche Abkehr von den derzeitigen Bewirtschaftungsstrategien, bei denen die Waldentwicklung durch den Wettbewerb zwischen den Bäumen gesteuert wird.

Definition von „Widerstandsfähigkeit“

Doch zunächst stellt die Studie die Frage: Was genau bedeutet „Resilienz“ überhaupt? Der Begriff taucht immer häufiger in Managementplänen auf, ist aber vage und schwer zu quantifizieren. Die Autoren haben diese Arbeitsdefinition entwickelt: „Resilienz ist ein Maß für die Anpassungsfähigkeit des Waldes an eine Reihe von Stressfaktoren und spiegelt die funktionale Integrität des Ökosystems wider“.

Sie fanden auch heraus, dass ein gängiges forstwirtschaftliches Instrument – der Stand Density Index (SDI) – für die Bewertung der Widerstandsfähigkeit eines Waldes geeignet ist.

„Resiliente Wälder reagieren auf eine Reihe von Stressfaktoren, nicht nur auf einen“, sagte der Hauptautor Malcolm North, Professor für

Waldökologie an der Abteilung für Pflanzenwissenschaften der UC Davis und Forschungsökologe bei der U.S. Forest Service, Pacific Southwest Research Station. „Resistenz‘ bedeutet, einen bestimmten Stress wie Feuer zu überleben – aber in diesen Wäldern geht es um viel mehr, insbesondere um die Belastung durch den Klimawandel.“

Wettbewerbsartige Natur

Für feuerangepasste Wälder in der Sierra ist eine drastische Verringerung der Baumdichte erforderlich – in manchen Fällen bis zu 80 % der Bäume.

„Behandlungen zur Wiederherstellung der Widerstandsfähigkeit heutiger Wälder müssen viel intensiver sein als die derzeitige Konzentration auf die Reduzierung von Brennstoffen“, sagte Scott Stephens von der UC Berkeley, einer der Mitautoren der Studie.

Die Studie verglich groß angelegte historische und aktuelle Datensätze und Waldbedingungen in der südlichen und zentralen Sierra Nevada, vom Sequoia National Forest bis zum Stanislaus National Forest. Dabei wurde festgestellt, dass die Baumdichte zwischen 1911 und 2011 um das Sechsbis Siebenfache zugenommen hat, während die durchschnittliche Baumgröße um die Hälfte zurückgegangen ist.

Vor einem Jahrhundert waren sowohl die Bestandsdichte als auch der Wettbewerb gering. In mehr als drei Vierteln der Waldbestände gab es nur wenig oder gar keine Konkurrenz, die das Wachstum eines Baumes verlangsamt und seine Vitalität verringert hätte. Im Gegensatz dazu gelten fast alle – 82 % bis 95 % – der modernen Wälder mit häufigen Bränden als Wälder mit „voller Konkurrenz“.

Die Studie zeigt, dass Wälder mit einer sehr geringen Baumdichte widerstandsfähiger gegen die kombinierte Bedrohung durch Brände, Trockenheit und andere klimatische Stressfaktoren sind und gleichzeitig eine gesunde Wasserqualität, Lebensraum für Wildtiere und andere natürliche Vorteile bieten. Wälder, die durch schwere Brände verbrannt oder durch Dürre zerstört wurden, verlieren diese Leistungen des Ökosystems.

Weckruf

Die Autoren sagen, dass die Dürre 2012-2016, in der fast 150 Millionen Bäume durch trockenheitsbedingten Borkenkäferbefall starben, als Weckruf für die Forstwirtschaft diene, dass andere Ansätze erforderlich sind, um den Wäldern zu helfen, mehrere Bedrohungen zu bekämpfen, nicht nur schwere Waldbrände.

Eine Abkehr von der Bewirtschaftung wettbewerbsfähiger Wälder und eine Hinwendung zur Beseitigung von Konkurrenz könnte es den wenigen Wäldern ermöglichen, zu gedeihen und widerstandsfähiger zu werden.

„Die Menschen haben sich an die hohe Dichte der Wälder gewöhnt, in denen wir leben“, sagte North. „Die meisten Menschen wären überrascht, wenn sie sähen, wie diese Wälder einst aussahen, als häufige Flächenbrände sie in sehr geringer Dichte hielten. Aber wenn man kleinere Bäume entfernt und Bäume übrig lässt, die Feuer und Trockenheit überstehen können, entsteht ein ziemlich beeindruckender Wald. Das bedeutet, dass sehr offene Bedingungen mit wenig Konkurrenz zwischen den Bäumen geschaffen werden. Aber es gibt eine Menge historischer Daten, die dies belegen.

Wir glauben, dass widerstandsfähige Wälder geschaffen werden können, aber dazu muss die Baumdichte drastisch reduziert werden, bis es wenig bis gar keine Konkurrenz mehr gibt“, sagte Brandon Collins von der UC Berkeley, ein weiterer Mitautor der Studie. „Auf diese Weise können sich diese Wälder an das künftige Klima anpassen“.

Weitere Co-Autoren sind Ryan Tompkins von der UC Cooperative Extension sowie Alexis Bernal und Robert York von der UC Berkeley.

Die Studie wurde vom National Park Service Pacific West Region, der U.S. Forest Service Pacific Southwest Research Station, dem U.S. Joint Fire Sciences Program und der UC Agriculture and Natural Resources Division finanziert.

JOURNAL: *Forest Ecology and Management*

DOI [10.1016/j.foreco.2021.120004](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.120004)

METHOD OF RESEARCH: *Imaging analysis*

ARTICLE TITLE: *Operational resilience in western US frequent-fire forests*

ARTICLE PUBLICATION DATE: *18-Jan-2022*

[From EurekAlert!](#)

Link:

<https://wattsupwiththat.com/2022/01/22/just-what-is-a-resilient-forest-anyway/>

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

Überschreitung (oder Nicht-Überschreitung) der Schwellenwerte von 1,5 und 2,0°C

geschrieben von Chris Frey | 2. Februar 2022

Judith Curry

„Die erste Regel des Klimaschachs lautet: Das Brett ist größer als wir denken und umfasst mehr als nur fossile Brennstoffe.“ – Jon Foley

Die Strategie zur Begrenzung der globalen Erwärmung ist direkt mit der Begrenzung der in die Atmosphäre ausgestoßenen CO₂-Menge verbunden. Die Emissionsziele sind ein Kernstück des Pariser UNFCCC-Abkommens. Ziel der Emissionsziele ist es, die globale Erwärmung auf deutlich unter 2, vorzugsweise 1,5 Grad Celsius im Vergleich zum vorindustriellen Niveau zu begrenzen (in der Regel der Basiszeitraum 1851-1900). Zum Vergleich: Bis zum Jahr 2020 ist es klimatisch um etwa 1,2°C wärmer geworden.

Unter Verwendung des mittleren Emissionsszenarios (SSP2-4.5) zeigen die begrenzten globalen Mitteltemperatur-Projektionen des IPCC AR6 eine 50 %ige Chance, dass der Schwellenwert von 1,5°C um 2030 und der Schwellenwert von 2°C um 2052 überschritten wird. Das Jahr, in dem die Schwellenwerte überschritten werden (2026-2042 für den 1,5°C-Grenzwert und 2038-2072 für den 2°C-Grenzwert), ist ungewiss, was vor allem auf die Bandbreite der Klimasensitivität gegenüber CO₂ in den verschiedenen Modellen zurückzuführen ist.

Dieser Beitrag veranschaulicht nun, wie die natürliche Klimavariabilität die Veränderung der globalen mittleren Oberflächentemperatur bis 2050 und damit den Zeitpunkt des Überschreitens der 1,5- und 2,0°C-Schwelle beeinflussen könnte. Insbesondere werden alternative Szenarien für Vulkanausbrüche, Sonnenvariabilität und interne Klimavariabilität betrachtet. Wenn die natürliche Klimavariabilität nicht realistisch berücksichtigt wird, besteht die Gefahr, dass kritische mögliche zukünftige Klimaergebnisse außer Acht gelassen werden, was zu einer Fehlanpassung führen könnte. Jedes der hier vorgestellten Szenarien ist zweifellos plausibler als die Szenarien mit hohen Emissionen RCP8.5/SSP4-8.5 [LINK](#). Weitere Informationen finden Sie auch in diesem früheren [Blogbeitrag](#).

Natürliche interne Variabilität

Schwankungen der globalen mittleren Oberflächentemperatur sind mit wiederkehrenden multidekadischen Schwankungen der großräumigen Ozeanzirkulationen verbunden. Wird die interne multidekadische Variabilität bei der Vorhersage der künftigen Erwärmung nicht

berücksichtigt, besteht die Gefahr, dass die Erwärmung für die nächsten zwei bis drei Jahrzehnte überschätzt wird, wenn die atlantische multidekadische Oszillation voraussichtlich demnächst in ihre kalte Phase übergeht.

Die Klimamodelle simulieren zwar die großräumigen Ozeanzirkulationen und die interne Klimavariabilität, aber die Größenordnung im mehrdekadischen Bereich ist in den meisten Modellen zu gering, und die Phasen der Variabilität sind nicht mit den tatsächlichen, beobachteten Klimaschwankungen in den langfristigen Simulationen synchronisiert. Bei der Mittelwertbildung mehrerer Simulationen von Klimamodellen werden die internen Schwankungen effektiv herausgerechnet, so dass nur die erzwungene Klimavariabilität (z. B. der CO₂-Antrieb) übrig bleibt.

Maher et al. (2020) verwendeten sechs große Ensembles von Einzelmodell-Ausgangsbedingungen (SMILEs) für Simulationen des 21. Jahrhunderts und stellten fest, dass auf einer 15-Jahres-Skala die Projektionen der Temperaturtrends von der internen Variabilität dominiert werden, mit geringem Einfluss der strukturellen Modellunterschiede oder des Emissionsszenarios. Auf einer 30-Jahres-Skala spielen strukturelle Modellunterschiede und Unsicherheiten des Emissionsszenarios eine größere Rolle bei der Kontrolle der Projektionen der Temperaturtrends. Doch selbst bei Projektionen über dreißig Jahre hinaus könnte es im größten Teil des Globus' aufgrund interner Variabilität selbst bei fortgesetztem CO₂-Antrieb nicht wärmer werden.

Wird also die natürliche interne Variabilität im Zeitraum zwischen 2020 und 2050 zur Erwärmung oder Abkühlung im Vergleich zum zugrunde liegenden Erwärmungstrend aufgrund von Emissionen beitragen? Die meisten Analysen haben ergeben, dass die atlantische multidekadische Oszillation (AMO) die globalen Temperaturen auf multidekadischer Ebene am stärksten beeinflusst. Schätzungen zufolge hat die AMO einen Einfluss auf die globalen mittleren Temperaturen von 0,3 bis 0,4°C. Das Klima befindet sich seit 1995 in der warmen Phase der AMO; im Jahr 2021 sind also 26 Jahre seit der letzten Verschiebung vergangen. Die Analyse historischer und paläoklimatischer Aufzeichnungen deutet darauf hin, dass innerhalb der nächsten 12 Jahre (bis 2032) ein Wechsel in die kalte Phase der AMO stattfinden sollte, wobei eine 50 %ige Wahrscheinlichkeit besteht, dass der Wechsel in den nächsten 5 Jahren (bis 2026) stattfindet.

Zwar befinden wir uns derzeit in der warmen Phase der AMO, doch haben wir den Höhepunkt der warmen Phase bereits hinter uns. Daher betrachten wir die folgenden drei Szenarien für den Beitrag der multidekadischen internen Variabilität zur globalen mittleren Temperaturänderung im Durchschnitt des Zeitraums 2021-2050:

- Das Null-Szenario (0oC) geht davon aus, dass die multidekadische interne Variabilität keine Nettoauswirkungen auf die globale mittlere Temperatur hat, was in den begrenzten Projektionen des IPCC AR6 implizit enthalten ist.

- Das moderate Szenario ($-0,2^{\circ}\text{C}$) geht von einer Verschiebung in die kühle Phase der AMO in den 2030er Jahren mit mäßigen Auswirkungen aus;
- Das starke Szenario ($-0,3^{\circ}\text{C}$) geht von einem Übergang zur kühlen Phase der AMO in den 2020er Jahren mit stärkeren Auswirkungen aus.

Die Szenarien „Mäßig“ und „Stark“ beruhen auf der Annahme, dass die AMO die Haupttriebkraft der multidekadischen internen Klimavariabilität ist und dass im nächsten Jahrzehnt eine Verschiebung zur kalten Phase der AMO erwartet wird. Andere Facetten der multidekadischen und dekadischen internen Variabilität könnten in den nächsten drei Jahrzehnten zum Tragen kommen, aber diese Szenarien veranschaulichen die Größenordnung der plausiblen Ergebnisse in den nächsten drei Jahrzehnten.

Die hier vorgestellten Szenarien konzentrieren sich zwar auf die Abkühlung in den nächsten drei Jahrzehnten, aber es wird darauf hingewiesen, dass dieselbe Argumentation zu der Erwartung führt, dass die interne Variabilität in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts zur Erwärmung beitragen wird.

Vulkane

Der instrumentelle Zeitraum der letzten 150 Jahre war in Bezug auf Vulkanausbrüche relativ ruhig, und daher ist es verlockend, dem potenziellen Vulkanismus eine untergeordnete Rolle bei künftigen Klimaprojektionen zuzuschreiben. In den letzten zwei Jahrtausenden gab es jedoch Perioden mit erheblich stärkerer vulkanischer Aktivität. Gruppen von starken tropischen Eruptionen haben zu anhaltenden Kälteperioden wie der Kleinen Eiszeit beigetragen.

Explosive Vulkane werden in den Szenarien für künftige Klimaprojektionen nicht berücksichtigt, da sie unvorhersehbar sind. Aufgrund des direkten Strahlungseffekts vulkanischer Aerosolpartikel, die in die Stratosphäre gelangen, führen große Vulkanausbrüche zu einem allgemeinen Rückgang der globalen mittleren Temperatur, der sich im Falle von mehreren großen Vulkanausbrüchen auf multidekadische oder sogar hundertjährige Zeiträume erstrecken kann (siehe IPCC AR6 Kapitel-übergreifender Kasten 4.1).

Explosive Vulkanausbrüche in der Größenordnung des Pinatubo-Ausbruchs von 1991 oder mehr haben sich in den letzten 2500 Jahren im Durchschnitt zweimal pro Jahrhundert ereignet. (Sigl et al., 2015). Etwa 8 extrem explosive Vulkanausbrüche (mehr als fünfmal stärker als der Pinatubo) ereigneten sich in diesem Zeitraum. Die größten davon sind der Samalas im Jahr 1257 und der Tambora im Jahr 1815, wobei letzterer zum „Jahr ohne Sommer“ mit Ernteaussfällen in der gesamten nördlichen Hemisphäre führte (Raible et al., 2016). Es wird geschätzt, dass eine Eruption vom Typ Samalas im Durchschnitt 1-2 Mal pro Jahrtausend auftreten kann.

Angesichts der Unvorhersehbarkeit einzelner Eruptionen wird in den CMIP5/CMIP6-Klimamodell-Simulationen der zukünftige vulkanische Antrieb entweder mit Null oder einem konstanten Hintergrundwert angegeben

(Eyring 2016). Der Hintergrundwert, der in den CMIP6-Simulationen verwendet wird, wurde aus den historischen Aufzeichnungen von 1850 geschätzt. Die von Klimamodellen ermittelten Hintergrundschätzungen der vulkanischen Abkühlung reichen von $0,10^{\circ}\text{C}$ (Bethke et al. 2017) bis $0,27^{\circ}\text{C}$ (Fyfe et al. 2021), wobei die Unterschiede auf strukturelle Unterschiede zwischen den Modellen zurückzuführen sind.

Der IPCC AR6 stellt fest, dass es wahrscheinlich zu mindestens einer großen Eruption während des 21. Jahrhunderts kommen wird. Der AR6 räumt ferner ein, dass ein Ergebnis mehrerer großer Eruptionen mit geringer Wahrscheinlichkeit und großen Auswirkungen den Klimapfad des 21. Jahrhunderts im Vergleich zu emissionsbasierten Projektionen stark verändern würde. (Querschnitt Kapitel Box 4.1) Wie stark könnten explosive Vulkanausbrüche im 21. Jahrhundert ausfallen? Eine Häufung explosiver Eruptionen wie in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts hätte schätzungsweise eine Abkühlung von $0,5^{\circ}\text{C}$ im Durchschnitt über mehrere Jahrzehnte verursacht. (Abbildung 7.8 IPCC AR6)

In dieser Analyse werden drei Szenarien der vulkanischen Abkühlung für das 21. Jahrhundert betrachtet:

- Niedriges Basisszenario, entspricht einer schwachen Reaktion auf den durchschnittlichen vulkanischen Antrieb in der historischen Aufzeichnung seit 1850, schätzungsweise $-0,10^{\circ}\text{C}$;
- Hohes Basisszenario, geschätzt auf $-0,27^{\circ}\text{C}$;
- Extreme Vulkanausbrüche, analog zu den explosiven Eruptionen zwischen 1810 und 1840, die im Dekadenmittel eine Abkühlung von schätzungsweise $-0,5^{\circ}\text{C}$ verursacht haben

Solare Variationen

Eine detaillierte Analyse der Gründe für die Auswahl von Szenarien für solare Variationen wird in einem kürzlich erschienenen [Blogbeitrag](#) beschrieben.

Es gibt mehrere Gründe, die für eine geringere Sonnenaktivität im 21. Jahrhundert im Vergleich zum 20. Jahrhundert sprechen. Der kürzlich abgeschlossene Sonnenzyklus 24 war der schwächste Sonnenfleckenzyklus seit 100 Jahren und der dritte in einem Trend abnehmender Sonnenfleckenzyklen. Einige Sonnenphysiker erwarten, dass der Zyklus 25 noch schwächer ausfallen wird als Zyklus 24. Außerdem ist es wahrscheinlicher, dass auf ein großes Maximum ein großes Minimum folgt als ein weiteres großes Maximum. Empirisch gestützte Projektionen deuten auf ein neues Sonnenminimum hin, das 2002-2004 beginnt und 2063-2075 endet. Schätzungen zufolge besteht eine 8%ige Chance, dass die Sonne in den nächsten 40 Jahren in ein großes Minimum fällt. Die Tiefe und Länge einer Phase geringer Sonnenaktivität im 21. Jahrhundert ist jedoch weitgehend ungewiss.

Wenn die Sonne in der Mitte des 21. Jahrhunderts in ein Minimum von der Größenordnung des Maunder-Minimums fallen würde, wie viel Abkühlung könnten wir dann erwarten? Schätzungen von Klimamodellen und anderen analytischen Modellen gehen davon aus, dass die Abkühlung gering sein wird und zwischen 0,09 und 0,3 °C liegt. Diese Modelle gehen davon aus, dass die Wechselwirkung zwischen Sonne und Klima auf den TSI-Antrieb allein beschränkt ist.

Jüngste Forschungsergebnisse deuten darauf hin, dass die indirekten Auswirkungen der Sonne eine Anomalie der Sonneneinstrahlung um einen Faktor von bis zu 3-7 verstärken könnten. Wird ein solcher Verstärkungsfaktor berücksichtigt, könnte ein Rückgang der Oberflächentemperatur um bis zu 1°C (oder sogar mehr) gegenüber einem Maunder-Minimum eintreten.

In Anbetracht dieser Überlegungen werden hier drei Szenarien für die Sonnenvariabilität in der Mitte des 21. Jahrhunderts betrachtet:

- CMIP6-Referenzszenario: etwa -0,1°C
- Zwischenszenario: -0,3°C, entspricht einer hohen Maunder-Minimum-Schätzung ohne Verstärkungseffekte oder einem schwächeren Minimum mit Verstärkungseffekten.
- Hoch: -0,6°C, ein Szenario mit geringer Sonneneinstrahlung (kein Maunder-Minimum) mit Verstärkung durch indirekte Sonneneffekte.

Globale Temperatur-Projektionen bis zum Jahr 2050

Synthetische Szenarien, die auf historischen und Paläodaten, Klimamodellergebnissen, Prozessmodellen und auf physikalischen Überlegungen basierenden Storylines aufbauen, bieten ein breiteres Spektrum an Ergebnisszenarien als globale Klimamodellsimulationen, insbesondere im Hinblick auf die natürliche Klimavariabilität.

Die in den vorangegangenen Unterabschnitten vorgestellten Szenarien werden hier integriert, um zu bewerten, wie die natürliche Klimavariabilität unsere Erwartungen für das Ausmaß der bis 2050 erwarteten Erwärmung verändern könnte, insbesondere die Jahre, in denen die Schwellenwerte von 1,5 und 2,0 °C überschritten werden. Alle hier betrachteten Szenarien der natürlichen Variabilität deuten auf eine Abkühlung bis 2050 hin, was in den vorangegangenen Unterabschnitten begründet wurde.

In dieser [Analyse](#) wird das Emissionsszenario SSP2-4.5 als das wahrscheinlichste Szenario bis 2050 angenommen, basierend auf Analysen der IEA.

Die endgültige integrale Temperaturänderung ist die Summe der Temperaturänderungen, die durch folgende Faktoren verursacht werden:

- SSP2-4.5-Emissionen – 3 Szenarien, die den wahrscheinlichen AR6-Bereich abdecken (+1,6, +2,0, +2,5°C), bezogen auf den Basiszeitraum 1851-1900
- Vulkane – 3 Szenarien relativ zu einer nominalen Basislinie von -0,1°C in den CMIP6-Simulationen (0, -0,17, -0,4°C), bezogen auf eine Basislinie von 2020
- Sonneneinstrahlung – 3 Szenarien im Verhältnis zu einer nominalen Basislinie von -0,1 °C in den CMIP6-Simulationen (0, -0,2, -0,5 °C), bezogen auf eine Basislinie von 2020
- Natürliche interne Variabilität – 3 Szenarien (0, -0,2, -0,3 °C), bezogen auf eine Ausgangsbasis von 2020

Mit vier Quellen von Variablen und drei Szenarien für jede Variable können wir insgesamt 81 Szenarien erstellen, indem wir Kombinationen von Szenario-Inputs für die einzelnen Variablen hinzufügen. Drei dieser Ergebnisszenarien entsprechen direkt den AR6-Werten, die mit SSP2-4.5 verbunden sind, während die anderen eine Kombination der Szenarien der natürlichen Klimavariabilität beinhalten.

Abbildung 1 zeigt ein Histogramm der 81 verschiedenen Szenario-Ergebnisse. Die Häufigkeit der Ergebnisse ist auf der y-Achse angegeben. Als Referenz liegt die Temperatur im Jahr 2020 um 1,2°C über der Basislinie von 1851-1900, was durch die rote vertikale Linie angezeigt wird. Das Szenario mit der stärksten Erwärmung liegt bei 2,5°C, was der oberen Grenze der wahrscheinlichen Spanne aus dem AR6 entspricht (ohne zusätzliche Auswirkungen der natürlichen Variabilität). Das Szenario mit der geringsten Erwärmung beträgt 0,4°C, was der unteren Grenze der wahrscheinlichen Bandbreite des AR6 mit dem extremsten Szenario für jede der Komponenten der natürlichen Variabilität entspricht – dieses Szenario mit extremem Ergebnis für 2050 ist 0,8°C kühler als die Temperatur im Jahr 2020.

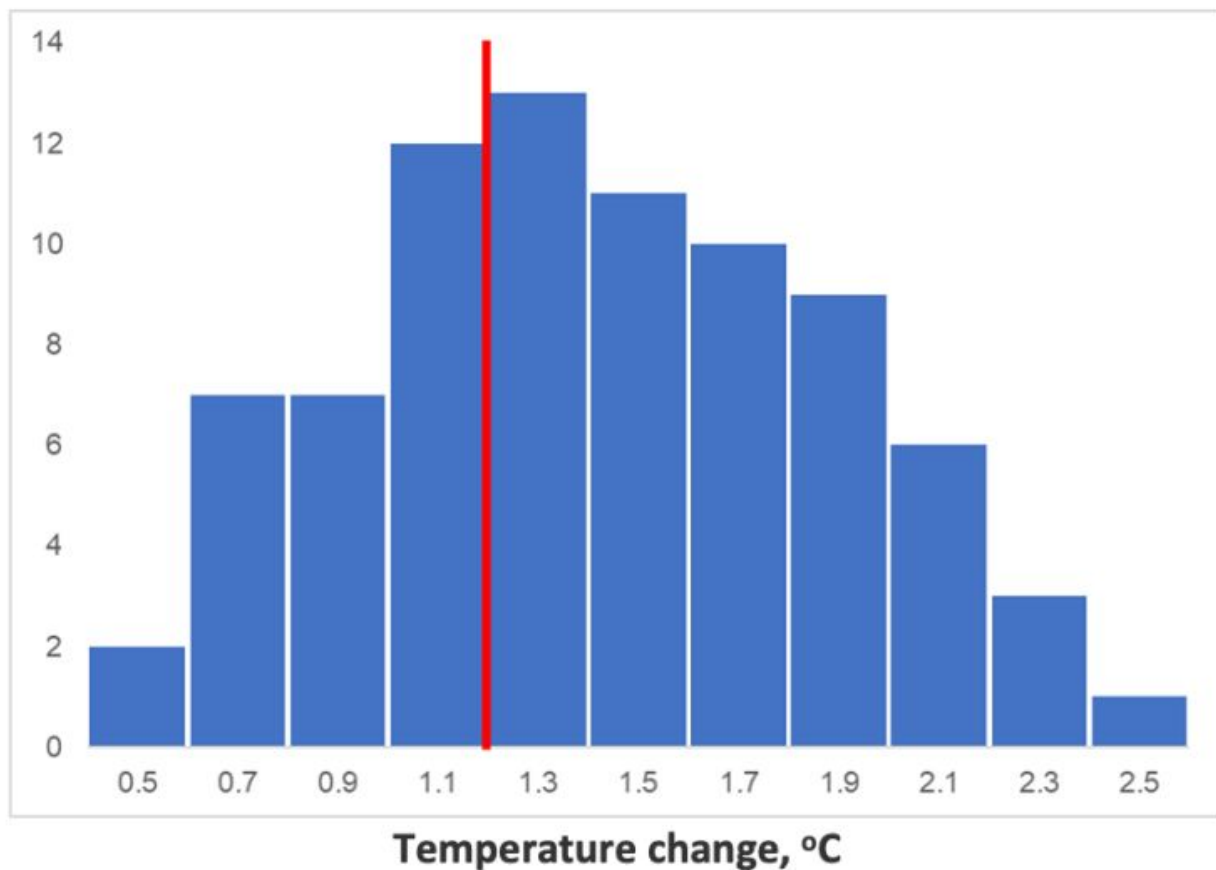


Abbildung: Verteilung der Szenarien der globalen Temperaturveränderung für 2050, bezogen auf eine Basislinie von 1851-1900. Die vertikale rote Linie entspricht 1,2°C, was der Erwärmung bis 2020 entspricht. Die y-Achse zeigt die Häufigkeit der Ergebnisse, basierend auf 81 Szenarien.

Die Angabe von Wahrscheinlichkeiten für die einzelnen Ergebnisse ist kaum zu rechtfertigen. Zwar ist jedes dieser Szenarien durchaus plausibel, doch spiegelt die Verteilung der Ergebnisse in Abbildung 1 in keiner Weise die Wahrscheinlichkeit der Ergebnisse wider. Sind einige dieser Szenarien wahrscheinlicher als andere? Die Auswahl des mittleren Szenarios für jede Variable führt zu einem Ergebnisszenario von +1,43°C, was bedeutet, dass wir die 1,5°C-Schwelle nicht vor 2050 überschreiten würden (im Vergleich zu einem erwarteten Überschreiten um 2030 bei Verwendung der besten AR6-Schätzung für SSP2-4.5). Aus Abbildung 1 geht hervor, dass es für die Zwischenergebnisse des Szenarios zwischen 1,0 und 2,0°C mehrere Wege zu denselben Temperaturergebnissen gibt, was für eine größere Wahrscheinlichkeit dieser Zwischenergebnisse spricht. Die Beurteilung der Wahrscheinlichkeit der einzelnen Ergebnisse hängt jedoch von der Bewertung der Wahrscheinlichkeit der einzelnen Input-Szenarien ab.

Alle Komponenten der natürlichen Variabilität deuten auf eine Abkühlung im Zeitraum 2020-2050 hin. Einzeln betrachtet werden diese Komponenten in den gemäßigten Szenarien voraussichtlich nicht sehr groß sein. In der Summe jedoch nähert sich ihr Ausmaß dem Ausmaß der emissionsbedingten

Erwärmung in den nächsten drei Jahrzehnten an oder könnte es sogar übersteigen. Die Wahrscheinlichkeit, dass alle drei Komponenten der natürlichen Variabilität bis 2050 auf dem Niveau der IPCC-Basiswerte bleiben, erscheint mir gering.

Studien, die globale Klimamodelle verwenden, um die Wahrscheinlichkeit zu bewerten, dass die Jahrzehnte des 21. Jahrhunderts durch eine Nettoabkühlung gekennzeichnet sind, haben sich meist nur auf die natürliche interne Variabilität konzentriert (Maher et al. 2020, Knutson et al. 2016), mit einer einzigen mir bekannten Studie, die Vulkanausbrüche plus interne Variabilität berücksichtigt (Bethke et al. 2017). Die vulkanisch bedingte Abkühlung wird zunehmend wichtiger, um neutrale oder negative Temperaturtrends auf längeren Zeitskalen in Verbindung mit natürlichen Effekten der internen Variabilität zu ermöglichen. Mehrere Studien haben sich mit der Kombination aus interner und solarer Variabilität befasst. Abgesehen von dem „Joker“ der Vulkanausbrüche sind die großen Unsicherheiten die indirekten solaren Effekte. Die wachsende Wahrscheinlichkeit eines solaren Minimums von einigem Ausmaß in der Mitte des 21. Jahrhunderts unterstreicht die Notwendigkeit einer Lösung der Debatte über die Rekonstruktion der Sonnenvariabilität im Vergleich zur hohen Variabilität und ein besseres Verständnis der indirekten solaren Effekte.

Unter dem Strich ist die Unsicherheit bei den globalen Temperaturprojektionen bis 2050 zu niedrigeren Werten hin verschoben, da die Unsicherheit bei den kurzfristigen Emissionsszenarien abnimmt. Das Zusammentreffen von kühlenden Beiträgen der Sonne, der Vulkane und der natürlichen internen Variabilität im Zeitraum 2020-2050 könnte den Zeithorizont, in dem die globale mittlere Oberflächentemperatur unter den Schwellenwerten von 1,5 und 2,0°C gehalten werden kann, um Jahrzehnte verlängern. Diese Verlängerung hat wichtige Auswirkungen auf die Dringlichkeit von Emissionssenkungen und die Planung von Geoengineering-Maßnahmen.

Die Ziele von 1,5 und 2°C sind leicht zu messen und zu kommunizieren und haben sich als wirksam erwiesen, um politischen Willen und öffentliche Unterstützung zu wecken. Diese Ziele sind jedoch vage Annäherungen an einige der Gefahren des Klimawandels und geben die Art der wissenschaftlichen Erkenntnisse, auf denen diese Zahlen angeblich beruhen, falsch wieder. (Hulme, Fetischisierung der Zahlen) Diese Ziele sind wohl zu einem „Fetisch“ geworden, der unsere Vorstellung von der klimatischen Zukunft übermäßig beeinflusst, unsere politischen Optionen einschränkt und unsere Politikgestaltung lenkt. Darüber hinaus fördern diese Ziele die Zielverschiebung (Jerry Muller, The Tyranny of Metrics), die eintritt, wenn sich die Aufmerksamkeit auf das Erreichen des Ziels konzentriert, während die wahren Gründe, warum wir uns überhaupt um den Klimawandel sorgen – das Wohlergehen der Menschen und der Ökosysteme – verdeckt werden.

Link:

<https://judithcurry.com/2022/01/23/crossing-or-not-the-1-5-and-2-0c-thresholds/>

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