

Klima: Wir befinden uns nicht einmal ansatzweise in der Nähe eines Kipp-Punktes

geschrieben von Chris Frey | 6. Mai 2026

Ralph Alexander

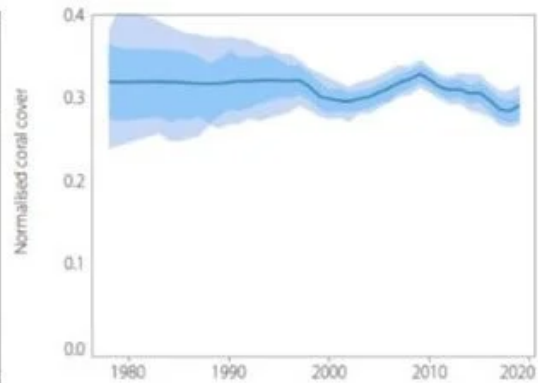
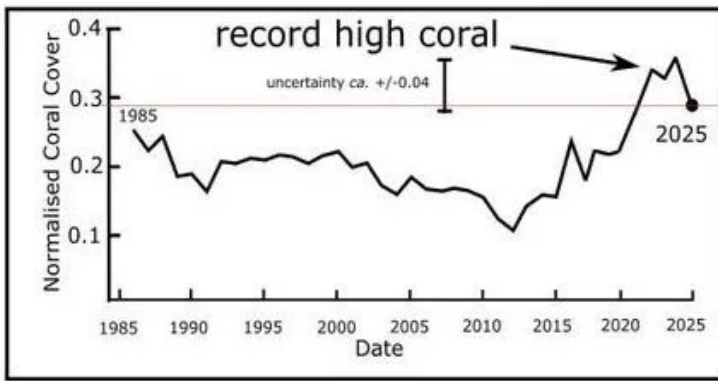
Eine kürzlich erschienene [Studie](#) schürt die Befürchtung, das Erdklima befinde sich auf einem „Treibhauskurs“ – einem Pfad, auf dem sich selbst verstärkende Rückkopplungen das Klimasystem über einen Punkt ohne Wiederkehr hinaus treiben, eine irreversible Katastrophe, jenseits derer der Planet unerträglich heiß werden würde. Ein genauer Blick auf die Beweislage zeigt jedoch, dass diese Behauptung absurd ist, da es keinerlei Anzeichen dafür gibt, dass wir uns derzeit auch nur annähernd einem solchen Kipppunkt nähern.

Dies ist keine neue Form von Panikmache. Tatsächlich veröffentlichte der Hauptautor der Studie vor über sechs Jahren eine weitere [Studie](#) mit dem Titel „World Scientists’ Warning of a Climate Emergency“ (Warnung der Wissenschaftler der Welt vor einem Klimanotstand), die vielleicht den Beginn der jüngsten Besessenheit von der irrigen Vorstellung einer durch die globale Erwärmung verursachten Klimakrise markiert. Und eine neue NGO (Nichtregierungsorganisation) namens Global Tipping Points hat in den Jahren 2023 und 2025 Angst schürende Berichte über [Kipppunkte](#) veröffentlicht.

Extremwetter

Dass wir uns einem Wendepunkt nähern, so betont die neue Studie, zeige sich an einer angenommenen Zunahme extremer Wetterereignisse, die laut der Studie „häufiger, intensiver und kostspieliger“ würden. Die Beobachtungsdaten zeigen jedoch, dass die meisten Formen extremer Wetterereignisse weder häufiger noch intensiver werden, wie ich an dieser Stelle bereits mehrfach dargelegt habe (siehe Kategorie „Wetterextreme“). Die steigenden Kosten von Naturkatastrophen sind lediglich eine Folge des Bevölkerungswachstums und des ständig steigenden Wertes von Immobilien, die von Gefahren bedroht sind.

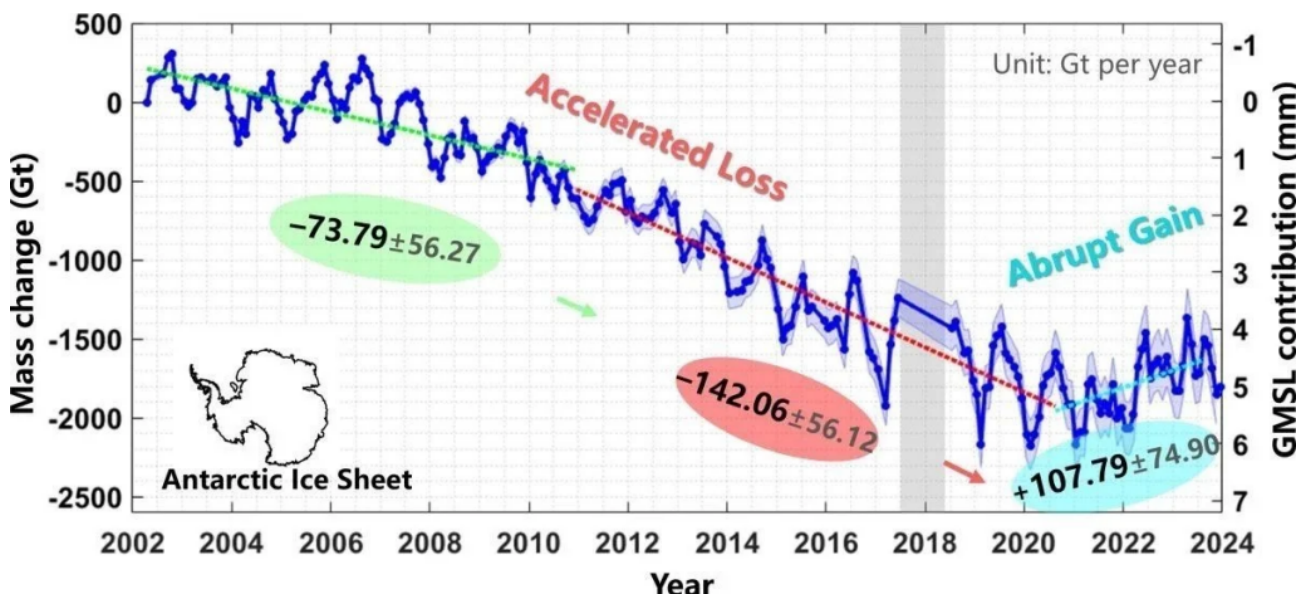
Der Bericht der NGO aus dem Jahr 2025 enthält die folgende Zusammenfassung der vermeintlichen, durch die globale Erwärmung verstärkten Kipppunkte, denen unsere Erde gegenübersteht. Die vertikalen Balken stellen den Bereich der erwarteten Temperaturanstiege dar, die verschiedene Kipppunkte auslösen würden. Die im Bericht behauptete Nähe der Kipppunkte zeigt sich darin, dass die Untergrenzen aller Balken im aktuellen Erwärmungsbereich liegen.



Die [Abbildung](#) rechts zeigt die geschätzte weltweite durchschnittliche Bedeckung durch Steinkorallen (durchgezogene Linie) und die damit verbundene Unsicherheit (schraffierte Bereiche) seit Ende der 1970er Jahre. Ridd weist darauf hin, dass Daten vor Ende der 1990er Jahre aufgrund der geringen Stichprobengröße kaum aussagekräftig sind; die Daten seitdem lassen jedoch insgesamt nur geringe Schwankungen erkennen – und schon gar nichts, was auf einen bevorstehenden oder bereits überschrittenen Wendepunkt hindeuten würde.

Antarktis

Was den möglichen Zusammenbruch des westantarktischen Eisschildes angeht, gibt es ebenfalls keine Anzeichen dafür, dass ein solches katastrophales Ereignis unmittelbar bevorsteht. Wie ich bereits in einem [Beitrag](#) aus dem Jahr 2025 dargelegt habe, wächst der antarktische Eisschild insgesamt und schmilzt zum ersten Mal seit Jahrzehnten nicht mehr. Dies wird in der folgenden Abbildung veranschaulicht, welche die Veränderungen der Masse des antarktischen Eisschildes von April 2002 bis Dezember 2023 in Milliarden Tonnen zeigt:



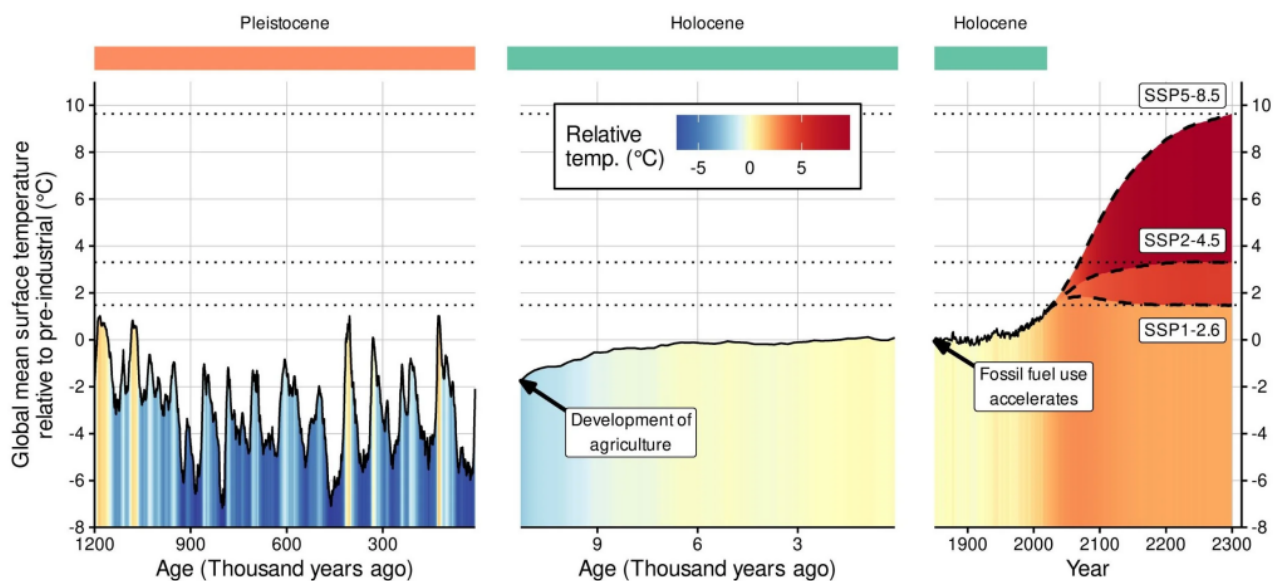
AMOC

Schließlich habe ich in einem kürzlich erschienenen [Blogbeitrag](#) auch die

äußerst unwahrscheinliche Verlangsamung – geschweige denn den Zusammenbruch – der AMOC thematisiert. Alle Behauptungen über ein bevorstehendes Unheil stützen sich auf Klimamodelle, die in der Vergangenheit generell nur wenig treffsichere Vorhersagen geliefert haben. Zwar stützen einige Modelle tatsächlich die Annahme einer geschwächten AMOC, doch ist eine solche selektive Auswahl höchst unwissenschaftlich, und viele der ignorierten Modelle simulieren tatsächlich eine verstärkte AMOC.

Die folgende Abbildung aus der neuen Studie stellt die globale Durchschnittstemperatur der vergangenen Jahrtausende grafisch dar, ergänzt durch Zukunftsprognosen auf der Grundlage sogenannter SSPs (Shared Socioeconomic Pathways), die von Szenarien mit niedrigen bis zu solchen mit hohen Emissionen reichen. Wie der Klimaautor Roger Pielke Jr. bereits mehrfach betont hat (siehe zum Beispiel hier), sind Szenarien mit hohen Emissionen wie SSP5-8.5 unrealistisch extrem. Realistischere Szenarien wie SSP1-2.6 oder sogar SSP2-4.5 werden in naher Zukunft nur zu einer moderaten Erwärmung führen, ohne dass die Wahrscheinlichkeit besteht, dass dadurch Kippunkte ausgelöst werden.

A Global average surface temperature



This article was published first on [Science under Attack](#) on 27 April 2026.

Ralph B. Alexander

Ralph B. Alexander, ein Wissenschaftsautor, der die Wissenschaft über politische Korrektheit stellt, ist Verfasser mehrerer aktueller Berichte über Wetterextreme und die globale Erwärmung; außerdem ist er Autor der Bücher „Science Under Attack: The Age of Unreason“ und „Global Warming False Alarm“. Als promovierter Physiker der Universität Oxford hat er zahlreiche wissenschaftliche Forschungsarbeiten und Berichte zu komplexen technischen Themen verfasst. Dr. Alexander war als Forscher an

Laboren in Europa und Australien tätig, war Professor an der Wayne State University in Detroit, Mitbegründer eines Materialunternehmens und Marktanalyst für umweltfreundliche Materialien bei einer kleinen Beratungsfirma. Er wuchs in Perth in Westaustralien auf und lebt derzeit in Kalifornien.

Link: <https://clintel.org/we-are-nowhere-near-a-climate-tipping-point/>

Übersetzt von Christian Freuer für das EIKE

IPCC-Schwierigkeiten: Das Jüngste aus Bangkok

geschrieben von Chris Frey | 6. Mai 2026

Robert Bradley Jr., [MasterResource](#)

„Dies ist der fünfte gescheiterte Versuch in Folge ... Das UNEP warnt davor, dass der IPCC-Treuhandfonds bereits vor Fertigstellung des AR7 zur Neige gehen könnte. Was wir derzeit beobachten, ist ... ein schleichender Zerfall jener Institution, die Klimawissenschaft in politische Verantwortlichkeit umsetzt – und das gerade in einer Zeit, in der die Wissenschaft am dringendsten gebraucht wird.“ – Jozef Pecho, IPCC-Klimaforscher (unten)

Im IPCC-Lager gibt es Probleme: Der nächste (siebte) [Sachstandsbericht](#), der Ende 2029 (COP 34) erscheinen soll, liegt hinter dem Zeitplan zurück, und die Aussichten sind ungewiss – [1] Ein weiterer Rückschlag für das große Unterfangen, das Klima durch Anti-CO₂-Maßnahmen zu kontrollieren.

Der Klimamodellierer Jozef [Pecho](#), der sich selbst mit dem Slogan „Hochwasser vorhersagen, Leben schützen“ bewirbt, ist besorgt, dass der Forschungs- und Veröffentlichungsprozess des IPCC in Schwierigkeiten steckt. „Als Klimawissenschaftler, dessen Arbeit von den IPCC-Berichten abhängt“, [berichtete](#) er, „fällt es mir schwer, mit anzusehen, was in Bangkok geschieht.“ Er bezieht sich dabei auf die gerade zu Ende gegangene 64. Sitzung des IPCC (IPCC-64) in Bangkok, Thailand (24.–27. März 2026).

Pecho fährt fort:

Zum fünften Mal in Folge konnten sich die Mitgliedsländer nicht auf einen Zeitplan für die Veröffentlichung des Siebten Sachstandsberichts

(AR7) einigen. Der IPCC-Vorsitzende Jim Skea bezeichnete die 64. Sitzung als „frustrierend und enttäuschend“ mit „minimalen Ergebnissen“. Die Berichterstattung von Carbon Brief ist unverzichtbare Lektüre.

Die Uneinigkeit wird als verfahrenstechnisch dargestellt. Das ist sie jedoch nicht. Die meisten Länder wollen, dass der AR7 rechtzeitig zur zweiten globalen Bestandsaufnahme auf der COP33 fertiggestellt ist – genau das, wofür der IPCC geschaffen wurde: maßgebliche wissenschaftliche Erkenntnisse in politische Entscheidungsprozesse einzubringen. Eine Koalition aus Saudi-Arabien, Russland, China, Indien und Kenia will den Zeitplan nach hinten verschieben. Die praktische Auswirkung ist die gleiche, als würde man eine medizinische Diagnose bis nach der Operation aufschieben: Die wissenschaftlichen Erkenntnisse liegen zwar vor, können aber die Entscheidung nicht mehr beeinflussen.

Und weiter:

Dies ist der fünfte gescheiterte Versuch in Folge. Saudi-Arabien hat zudem die Erfassung der Namen der Delegierten in den offiziellen Sitzungsprotokollen blockiert. Drei frühere Sitzungsberichte sind aufgrund von Streitigkeiten über die Transparenz nach wie vor nicht genehmigt. Das UNEP [[Umweltprogramm der Vereinten Nationen](#)] warnt davor, dass der IPCC-Treuhandfonds bereits vor Fertigstellung des AR7 erschöpft sein könnte.

Was wir hier beobachten, ist kein Streit um den Zeitplan. Es ist eine schleichende Aushöhlung der Institution, die Klimawissenschaft in politische Rechenschaftspflicht umsetzt – und das geschieht genau in dem Moment, in dem die Wissenschaft am dringendsten gebraucht wird.

Pecho abschließend:

Bei meiner Arbeit zu den Auswirkungen des Klimawandels in Europa stütze ich mich jede Woche auf die Kapitel des AR6. Der Gedanke, dass der AR7 erst erscheinen könnte, nachdem die politischen Entscheidungen getroffen wurden, zu denen er eigentlich als Grundlage dienen sollte, ist keine abstrakte Überlegung. Es ist ein direkter Angriff auf den Wert der Arbeit, die mein gesamtes Fachgebiet leistet.

Die nächste IPCC-Sitzung findet im Oktober 2026 in Addis Abeba statt. Es ist noch Zeit. Aber so zu tun, als sei dies normal, ist Teil des Problems.

Kommentar

Der Versuch, den wissenschaftlichen Konsens politischer Propaganda aufzuzwingen, gerät nun in große Schwierigkeiten. Der [„Climategate“-Skandal](#) im Jahr 2009 lüftete den Vorhang und enthüllte, wie Wissenschaftler aus dem IPCC-Inneren betrogen, um „der Sache“ (ein Begriff von Michael Mann) zu dienen. Die fundierte Wissenschaft in dem umfangreichen Bericht geht einfach unter, während die politisierte

Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger so alarmistisch ist wie sie nur sein kann. Der gesamte IPCC-Prozess, der 1988 begann und 1990 mit dem ersten Sachstandsbericht veröffentlicht worden war, war nie darauf ausgerichtet, Kohlendioxid (CO₂) und andere vom Menschen verursachte Treibhausgase als unschuldig zu entlasten.

Die Kommentare zu Pechos Beitrag waren vernichtend. „Alles deutet auf einen endgültigen Zusammenbruch des Kartenhauses hin. Ein für alle Mal, würde ich sagen“, meinte einer. „Es ist erstaunlich, dass dieser Betrug so lange gedauert hat“, [sagte](#) ein anderer. [Und:](#)

Jozef, ich stimme deiner Aussage fast voll und ganz zu: „Als Klimawissenschaftler, dessen Arbeit von den IPCC-Berichten abhängt, fällt es mir schwer, mit anzusehen, was in Bangkok geschieht.“ Die vom IPCC verwendete Klimawissenschaft und die Modelle sowie deren apokalyptische CO₂-/Treibhausgas-Prognosen sind lächerlich.

Ein [anderer](#) kritisierte das Basisszenario RCP8.5, welches

... so weit von der Realität entfernt war, dass die Leute einfach aufhörten, darüber zu sprechen, und weitermachten, weil es peinlich war. In der echten Wissenschaft hätte man das Modell überprüft, die Gründe für sein Versagen ermittelt und es ernst genommen, während man es verbesserte. Stattdessen wurde es stillschweigend verworfen, und die nächste Version mit den alarmierendsten und katastrophalsten Vorhersagen rückt in den Vordergrund. Die Menschen erkennen, dass dies keine Wissenschaft ist und nie war, sondern Propaganda, die sich als Wissenschaft tarnt, um von der vermeintlichen Autorität zu profitieren. Deshalb schenken ihr immer weniger Menschen Beachtung.

Ich fügte hinzu: „Es ist an der Zeit, diese Farce zu beenden und sich dafür zu entschuldigen, dass man versucht hat, einen ‚Konsens‘ für das zu erzwingen, was Michael ‚Climategate‘ Mann als ‚die Sache‘ [bezeichnet](#) hat.“

Aber wann werden die Deep Ecologists und die Autoritären in ihren Köpfen endlich etwas Demut gegenüber Klimamodellen und Klimakontrolle zeigen? Die Verbraucher und Steuerzahler respektieren? Freiheit über einen grenzenlosen Etatismus stellen?

[1] Der Weltklimarat (IPCC) hat grünes Licht für die nächste Analysephase [gegeben:](#) „... der IPCC wird die drei Beiträge der Arbeitsgruppen zum Siebten Sachstandsbericht erstellen, nämlich den Bericht der Arbeitsgruppe I über die physikalischen Grundlagen, den Bericht der Arbeitsgruppe II über Auswirkungen, Anpassung und Anfälligkeit sowie den Bericht der Arbeitsgruppe III über die Eindämmung des Klimawandels.“

Link:

<https://wattsupwiththat.com/2026/04/28/ipcc-troubles-the-latest-from-bangkok/>

Übersetzt von Christian Freuer für das EIKE

Anmerkung des Übersetzers: Auch in diesem Beitrag wird der m. E. wichtigste Faktor nicht erwähnt, nämlich die Rolle der Medien.

Der aktuelle Stand der Klimawissenschaft: Unsicherheit, Komplexität und die daraus resultierende Politik

geschrieben von Chris Frey | 6. Mai 2026

[Anthony Watts](#)

Von Zeit zu Zeit lohnt es sich, Abstand von der täglichen Flut unsinniger Untergang-Schlagzeilen zu nehmen und Bilanz darüber zu ziehen, wie die Lage tatsächlich ist. Nicht so, wie es in Pressemitteilungen dargestellt wird, nicht so, wie es Interessenverbände gerne hätten – sondern so, wie es die zugrunde liegende Wissenschaft, die Daten und die Institutionen tatsächlich zeigen. Die Klimawissenschaft befindet sich heute in einer ungewöhnlichen Lage: Sie ist technisch hochentwickelt, wird großzügig finanziert und genießt ein politisches Ansehen, wie es nur wenige wissenschaftliche Bereiche je erfahren haben. Diese Kombination bringt sowohl Unsicherheit als auch – zwangsläufig – Komplikationen mit sich.

Beginnen wir mit der Wissenschaft selbst.

Es steht außer Frage, dass das Beobachtungsnetzwerk heute besser ist als noch vor Jahrzehnten. Satellitenmessungen, Ozeanbojen, Reanalyse-Datensätze – all dies hat eine Detailtiefe geschaffen, von der frühe Forscher nur träumen konnten. Doch die verbesserte Messtechnik hat die Unsicherheit nicht beseitigt; sie hat lediglich dazu geführt, dass sich der Ort verlagert hat, an dem diese Unsicherheit liegt. Temperaturaufzeichnungen unterliegen beispielsweise weiterhin Anpassungen, Homogenisierungs-Verfahren und laufenden Überarbeitungen. Jeder dieser Schritte mag für sich genommen gerechtfertigt sein, doch der kumulative Effekt führt zu einer Unklarheit, die eher einer genauen Prüfung als automatischem Vertrauen bedarf.

Klimamodelle bilden unterdessen weiterhin das Rückgrat langfristiger Prognosen. Sie sind komplexer geworden und berücksichtigen

atmosphärische Chemie, Ozeandynamik und Veränderungen der Landnutzung mit zunehmender Detailgenauigkeit. Doch Komplexität ist nicht gleichbedeutend mit Genauigkeit. Modellensembles weisen nach wie vor eine große Streuung bei den Schätzungen der Klimasensitivität auf, und ihre bisherige Leistungsfähigkeit zeigt je nach gewählter Messgröße eine uneinheitliche Qualität. Einige Modellläufe stimmen recht gut mit den Beobachtungen überein; andere überschätzen die Erwärmungstrends, insbesondere in der tropischen Troposphäre – einer Region, von der einst erwartet worden war, dass sie einen eindeutigen „Fingerabdruck“ des Treibhauseffekts liefern würde.

Was in öffentlichen Diskussionen oft fehlt ist die Unterscheidung zwischen Rückblick und Vorhersage. Ein Modell, das auf vergangene Daten abgestimmt ist, weist nicht zwangsläufig Vorhersagekraft auf. Wie uns ein oft zitiertes Prinzip der Statistik in Erinnerung ruft, ist die Anpassung an bekannte Daten relativ einfach; die Vorhersage unbekannter Daten ist der eigentliche Test. Dennoch beruht ein Großteil des Vertrauens, das den politischen Entscheidungsträgern vermittelt wird, auf Szenarien, die Jahrzehnte in die Zukunft reichen und sich auf Annahmen über Emissionen, technologischen Wandel und sozioökonomische Entwicklungspfade stützen, die selbst höchst spekulativ sind.

Dann ist da noch die Frage der Ursachen-Zuordnung. Die Behauptung, dass die jüngste Erwärmung in erster Linie auf menschliche Aktivitäten zurückzuführen ist, wird vielfach wiederholt, doch der Grad der Gewissheit, der dieser Behauptung zugrunde liegt, variiert je nach ihrer Formulierung. Studien zur Erkennung und Ursachen-Zuordnung verwenden statistische Verfahren, um menschliche und natürliche Einflüsse voneinander zu trennen, doch diese Verfahren hängen stark von den Modellergebnissen ab. Wenn Modelle zu unterschiedlichen Ergebnissen kommen, übernimmt die Ursachen-Zuordnung diese Unsicherheit. Es handelt sich um einen Zirkelschluss, dem in vereinfachten Zusammenfassungen selten Rechnung getragen wird.

Damit soll keineswegs behauptet werden, dass Treibhausgase keinen Einfluss auf das Klima hätten. Die Grundlagen der Strahlungsphysik sind seit über einem Jahrhundert bekannt. Die Frage drehte sich stets um das Ausmaß, Rückkopplungen und die relative Bedeutung natürlicher Schwankungen. Sonneneinflüsse, Ozean-Oszillationen und die Dynamik der Wolken sind nach wie vor Bereiche, in denen das Verständnis lückenhaft ist. Insbesondere Wolken – diese allgegenwärtigen, sich ständig verändernden Merkmale der Atmosphäre – stellen weiterhin eine der größten Unsicherheitsquellen bei Schätzungen der Klimasensitivität dar.

Wenden wir uns nun dem politischen Klima zu, das all dies umgibt.

Die Klimawissenschaft ist in einer Weise eng mit der Politik verflochten, wie es bei kaum einer anderen Disziplin der Fall ist. Förderprioritäten, institutionelle Anreize und die Kommunikation gegenüber der Öffentlichkeit werden alle von der wahrgenommenen

Dringlichkeit des Themas geprägt. Regierungen stellen Milliarden für Klimaschutzstrategien bereit, internationale Abkommen hängen von Modellprognosen ab, und ganze Industriezweige werden unter dem Motto der Dekarbonisierung umgestaltet.

Dies führt zu einer Rückkopplungsschleife. Wissenschaftliche Erkenntnisse fließen in die Politik ein, aber politische Prioritäten beeinflussen auch, welche wissenschaftlichen Fragen Beachtung finden. Forscher sind Menschen; sie reagieren wie jeder andere auf Anreize. Wenn Förderorganisationen bestimmte Ergebnisse in den Vordergrund stellen – etwa Auswirkungen, Risiken und Worst-Case-Szenarien –, ist es nicht verwunderlich, dass in diesen Bereichen die meisten Aktivitäten stattfinden. Alltäglichere Fragen, wie die Verfeinerung von Basiswerten oder die Erforschung natürlicher Schwankungen, finden trotz ihrer Bedeutung tendenziell weniger Beachtung.

Die Berichterstattung in den Medien verstärkt diese Dynamik. Nuancen kommen in Schlagzeilen nicht gut zur Geltung. Eine Studie, die auf eine geringe Unsicherheit hindeutet, sorgt nicht für Klicks; eine Prognose dramatischer Veränderungen hingegen schon. Im Laufe der Zeit verzerrt dies die öffentliche Wahrnehmung und vermittelt den Eindruck eines größeren Konsens' und einer höheren Präzision als die zugrunde liegende Wissenschaft notwendigerweise stützt. Außerdem hemmt dies eine offene Debatte, weil abweichende Meinungen oft als Behinderung und nicht als Teil des normalen wissenschaftlichen Prozesses dargestellt werden.

Hinzu kommt die internationale Dimension. Die Klimapolitik ist zu einem zentralen Bestandteil der globalen Diplomatie geworden, wobei Abkommen wie das Pariser Abkommen Ziele festlegen, die ebenso politisch wie wissenschaftlich sind. Entwicklungsländer müssen wirtschaftliches Wachstum gegen Emissionsbeschränkungen abwägen, während Industrieländer mit den Kosten der Energiewende zu kämpfen haben. Das Ergebnis ist ein Flickenteppich aus Verpflichtungen, von denen viele auf optimistischen Annahmen über zukünftige Technologien und die Einhaltung der Vorgaben beruhen.

Einer der merkwürdigsten Aspekte der aktuellen Lage ist das in politischen Diskussionen zum Ausdruck kommende Maß an Gewissheit im Vergleich zu der bedingten Sprache, die in Fachberichten zu finden ist. Wissenschaftliche Arbeiten sind voller Vorbehalte, Konfidenzintervalle und sorgfältig formulierter Schlussfolgerungen. Bis diese Erkenntnisse in politische Empfehlungen umgesetzt werden, ist ein Großteil dieser Vorsicht verloren gegangen. Was bleibt, ist eine vereinfachte Darstellung, die zwar leichter zu vermitteln ist, aber den zugrunde liegenden Erkenntnissen weniger gerecht wird.

Wo stehen wir also?

Die Klimawissenschaft ist weder in dem oft dargestellten simplen Sinne „gesichert“ noch völlig orientierungslos. Es ist ein Fachgebiet, das von

echten Fortschritten neben anhaltenden Unsicherheiten geprägt ist. Die Herausforderung besteht darin, eine klare Grenze zwischen dem aufrechtzuerhalten, was bekannt ist, dem, was abgeleitet wird, und dem, was prognostiziert wird. Diese Unterscheidungen zu verwischen mag kurzfristigen politischen Zielen dienen, trägt aber kaum dazu bei, das langfristige Verständnis zu verbessern.

Ein produktiverer Ansatz würde den Schwerpunkt auf Transparenz legen – offene Daten, klare Methoden und die Bereitschaft, Annahmen zu hinterfragen. Er würde zudem ein breiteres Spektrum an Forschungsansätzen fördern, darunter auch Studien, die gängige Modelle anhand von Beobachtungen überprüfen, ohne deren Richtigkeit vorauszusetzen. Wissenschaftlicher Fortschritt beruhte schon immer darauf, etablierte Ideen in Frage zu stellen, und nicht darauf, sie durch Wiederholung zu bekräftigen.

Was die Politik angeht, so ist es unwahrscheinlich, dass sie in nächster Zeit an Intensität verliert. Zu viel steht auf dem Spiel – wirtschaftlich, ökologisch und ideologisch. Ein guter Anfang wäre jedoch, den Unterschied zwischen wissenschaftlichen Erkenntnissen und politischer Propaganda anzuerkennen. Ohne diese Unterscheidung lässt sich nur schwer sagen, ob Entscheidungen auf Daten basieren oder auf dem Wunsch, den Anschein zu erwecken, im Einklang mit diesen zu stehen.

Letztendlich wird das Klimasystem seinen Lauf nehmen, unbeeindruckt von unseren Modellen und unserer Politik. Unsere Aufgabe ist es, es so genau wie möglich zu verstehen und dabei sowohl das anzuerkennen, was wir wissen, als auch das, was wir nicht wissen. Das erfordert ein Maß an intellektueller Ehrlichkeit, das manchmal Mangelware sein kann, wenn Wissenschaft und Politik so eng miteinander verflochten sind.

Link:

<https://wattsupwiththat.com/2026/04/27/the-state-of-climate-science-uncertainty-complexity-and-the-politics-that-follow/>

Übersetzt von Christian Freuer für das EIKE

Die Bering-Straße aufstauen? – Wenn Klima-Panik auf Geoengineering-

Phantasterei trifft

geschrieben von Chris Frey | 6. Mai 2026

[Anthony Watts](#)

Alle Hervorhebungen im Original. A. d. Übers.

Es gibt wissenschaftliche Arbeiten, die Grenzen ausloten, und dann gibt es solche, die still und leise die Grenze überschreiten und sich eher in Richtung spekulativer Technikfiktion bewegen, die als politikrelevant getarnt ist. Der kürzlich erschienene Preprint mit dem Titel „A Constructed Closure of the Bering Strait can Prevent an AMOC Tipping“ fällt eindeutig in die letztere Kategorie. Er wurde im März veröffentlicht und hat in letzter Zeit viel Aufmerksamkeit in den Medien erregt.

Lassen Sie uns klarstellen, was hier vorgeschlagen wird: **die physische Schließung der Beringstraße** – einer etwa 80 km breiten Meeresspassage zwischen Alaska und Russland – mithilfe einer Reihe von Dämmen, um die großräumige Ozeanzirkulation zu manipulieren und die Atlantische Meridionale Umwälzströmung (AMOC) zu „stabilisieren“.

Ja, wirklich. Hier ist also meine Punkt-für-Punkt-Widerlegung dieses Wahnsinns.

Das Konzept: Ein auf Annahmen basierendes Modell

Die Autoren stützen sich auf ein Erdsystemmodell mittlerer Komplexität (CLIMBER-X), das mit einer groben **Auflösung von $5^\circ \times 5^\circ$** läuft – einem Maßstab, bei dem die Beringstraße selbst nicht einmal explizit abgebildet, sondern stattdessen als „**barokliner Marker-Austausch**“ zwischen den Becken behandelt wird.

Das allein sollte schon Anlass zum Nachdenken geben.

Mit anderen Worten: Der Prozess, den sie physikalisch abschalten wollen, wird nicht einmal direkt auf realistische Weise simuliert. Der „Durchfluss“ wird parametrisiert, nicht dynamisch aufgelöst. Dennoch wird aus dieser Abstraktion eine Schlussfolgerung über die Umsetzung eines der größten Geoengineering-Projekte der Menschheitsgeschichte gezogen.

Die Autoren räumen zwar Diskrepanzen ein:

„Die Durchflussrate in diesem Modell ist unrealistisch ...“

Dann aber machen sie so weiter, als rechtfertige das qualitative Verhalten ein Eingreifen in der realen Welt. Das ist ein Sprung, und zwar kein kleiner.

Der Widerspruch: AMOC-Panik vs. Eingriffe in die Ozean-Zirkulation

Und genau hier wird die Sache besonders aufschlussreich.

Seit Jahren wird uns – oft in apokalyptischem Ton – erzählt, dass die AMOC kurz vor dem Zusammenbruch stehe. Schlagzeilen warnen vor unmittelbar bevorstehenden Wendepunkten, Eiszeiten in Europa und irreversiblen Klimastörungen.

Doch in eben diesem intellektuellen Umfeld finden sich nun Vorschläge, die **globale Ozeanzirkulation gezielt zu beeinflussen**, indem ein wichtiges Meerestor blockiert wird. Zitieren wir aus dem Artikel:

„Wir schlagen hier als Maßnahme den Bau eines Staudamms in der Beringstraße (BSD) vor.“

Die gleiche Gemeinschaft, welche die Ozeanzirkulation als ein empfindlich ausbalanciertes System betrachtet – eines, das schon bei geringfügigen Süßwasser-Störungen zusammenbrechen könnte –, hat offenbar kein Problem damit, **einen wichtigen Austausch zwischen den Ozeanen physisch zu unterbinden**.

Es ist schwierig, diese Positionen miteinander in Einklang zu bringen. Man könnte sagen: Nun, die müssen verrückt sein.

Wenn die AMOC wirklich so fragil ist, warum sollte dann jemand überhaupt daran denken, eine Schlüsselkomponente des globalen Ozeansystems abzuschalten? Und wenn sie robust genug ist, um solche Eingriffe zu tolerieren, dann verdient die ganze These vom Zusammenbruch der AMOC vielleicht eine zweite Betrachtung.

Das Modell sagt ... nun ja, hängt davon ab...

Selbst innerhalb ihres eigenen Rahmens sind die Ergebnisse kaum beruhigend. In der Studie wird eingeräumt, dass eine Sperrung der Beringstraße die AMOC je nach den Bedingungen **entweder stabilisieren oder destabilisieren** kann:

„Bei einer schwächeren AMOC verringert eine Sperrung dieses Budget.“

und:

„Eine zu spät erfolgte Sperrung ... beschleunigt den Zusammenbruch der AMOC sogar.“

Die vorgeschlagene Maßnahme also kurz zusammengefasst:

- Könnte helfen
- Könnte nichts bewirken

- Könnte die Lage verschlimmern
- Hängt vom Zeitpunkt, den Ausgangsbedingungen und den Modellannahmen ab

Das ist kein Regler. Es ist ein waghalsiges Glücksspiel. Es gehört nach Las Vegas oder auf den Glücksspielmarkt, nicht in die Wissenschaft.

Die Größenordnung spielt eine Rolle: Engineering in kontinentalem Maßstab

Die Autoren versuchen, das Ausmaß des Projekts zu relativieren, indem sie es mit bestehender Infrastruktur vergleichen:

„Die baulichen Herausforderungen sind mit bereits abgeschlossenen Megaprojekten vergleichbar.“

Dieser Vergleich ist ... ähm ... großzügig. Wir sprechen hier von:

- **Eine 80 km lange Barriere**
- Unter arktischen Bedingungen
- Über eine internationale Grenze hinweg
- Mit Auswirkungen auf die globale Ozeanzirkulation
- Mit bislang kaum erforschten ökologischen Folgen

Selbst die Autoren räumen ein:

„Wir gehen davon aus, dass der BSD erhebliche Auswirkungen auf das regionale Ökosystem haben wird.“

Das ist noch untertrieben. Die Beringstraße ist kein Kanal – sie ist ein biologischer und physikalischer Engpass, der das Pazifik- und das Arktissystem verbindet. Eine Blockade würde Folgendes verändern:

- den Wärmetransport
- die Salzgehaltsverteilung
- den Nährstofffluss
- die Wanderrouten der Meeresfauna

Und diese Auswirkungen würden nicht auf die „Region“ beschränkt bleiben.

Das fehlende Teilchen: Das Gesetz der unbeabsichtigten Folgen

Was passiert, wenn man ein globales System gezielt stört? Der Artikel konzentriert sich fast ausschließlich auf das Verhalten der AMOC. Doch das Klimasystem ist keine Maschine mit nur einer einzigen Variablen.

Betrachten wir nur einige wenige plausible Folgen:

1. Änderung der Arktischen Amplifikation

Die Blockierung des relativ frischen Zustroms aus dem Pazifik könnte die Schichtung in der Arktis verändern und sich möglicherweise auf unvorhersehbare Weise auf die Bildung des arktischen Meereises auswirken. Für das Geschäft mit den Klimakatastrophen-Prophezeiungen dürfte das allerdings von Vorteil sein.

2. Rückwirkung im Pazifik

Das Wasser, das nicht mehr in die Arktis gelangt, verschwindet nicht. Es verbleibt im Pazifiksystem und könnte dort die Zirkulationsmuster verändern. Wird es sich erwärmen oder abkühlen? Wer weiß das schon?

3. Rückkopplungs-Kettenreaktion

Die Ozeanzirkulation ist ein komplexes, gekoppeltes System. Verändert man einen Faktor, riskiert man:

- eine Verschiebung der Sturmrouuten
- eine Veränderung der Niederschlagsmuster
- eine Veränderung des ENSO-Verhaltens

4. Ökologische Verheerungen

Die Beringstraße ist ein wichtiger Migrationskorridor für Meereslebewesen. Eine Sperrung hätte unmittelbare biologische Folgen, die im Modellierungsrahmen nicht im Geringsten berücksichtigt werden.

Abschließende Gedanken

Dieser Artikel reiht sich in einen wachsenden Trend ein: Je alarmierender die Klimaprognosen werden, desto extremer werden die vorgeschlagenen Maßnahmen. Kohlenstoffabscheidung. Sonnenstrahlungs-Management. Nun auch noch Meeresdämme. Jeder Schritt entfernt sich weiter von der Beobachtung und nähert sich einer Manipulation im Systemmaßstab, die auf Modellen basiert, die – wie selbst eingeräumt wird – erhebliche Unsicherheiten beinhalten. Das hat eine gewisse Ironie.

Uns wird gesagt, dass:

- Das Klimasystem ist äußerst empfindlich
- Geringfügige Störungen können Kipppunkte auslösen
- Die Unsicherheit erfordert dringendes Handeln

Und doch werden uns im gleichen Atemzug Vorschläge unterbreitet, die **Ozeanzirkulation im planetarischen Maßstab mithilfe von Modellen mit grober Auflösung neu zu gestalten**, die nicht einmal das zu verändernde Phänomen abbilden können. Das ist keine Vorsicht. Das ist übermäßiges Selbstvertrauen ohne jegliche Evidenz – oder vielleicht der schlimmste Fall des **Dunning-Kruger-Syndroms** aller Zeiten.

Bevor irgendjemand damit anfängt, Pläne für einen Damm an der Beringstraße zu entwerfen, sollte man sich vielleicht erst einmal eine einfachere Frage stellen:

Wenn wir noch nicht einmal genau verstehen, wie das System derzeit funktioniert, was genau wollen wir dann verbessern, indem wir es zu einem anderen Verhalten zwingen?

Bevor man sich versieht, wird irgendein Verrückter behaupten, wir müssten die Sonne abblocken. Oh, warten wir mal ab!

Link:

<https://wattsupwiththat.com/2026/04/28/dam-the-bering-strait-when-climate-panic-meets-geoengineering-fantasy/>

Übersetzt von Christian Freuer für das EIKE

Anmerkung des Übersetzers: Mir fehlt irgendwie die Vorstellung, dass ein solcher Vorschlag – von wem auch immer – wirklich ernst gemeint ist. Die Arbeit ist auch nicht verlinkt. Wie sehen das die Kommentatoren?

Sich änderndes Sonnenlicht, Wetter & Klima

geschrieben von Chris Frey | 6. Mai 2026

Richard Willoughby

Summary

Dieser Artikel untersucht, wie die Geometrie von Erde und Sonne sowie die Sonnenvariabilität das Sonnenlicht an der Obergrenze der Atmosphäre (ToA) je nach Breitengrad und Jahreszeit verändern und wie sich diese Veränderungen durch Konvektion, Wolken und den Wärmetransport in Richtung der Pole ausbreiten und regionale Klimatrends prägen können. Die über einen Zeitraum von 1200 Jahren berechnete tägliche Sonneneinstrahlung über verschiedene Breitengrade hinweg wird mit

Beobachtungen aus der Satellitenära verglichen, um zu beurteilen, ob das geografische Muster der beobachteten Veränderungen mit den durch die Sonne verursachten Veränderungen im Klimasystem übereinstimmt.

Der Wärmetransport von den Tropen in Richtung der Pole wird beschrieben und mit der Frage in Verbindung gebracht, warum sich Veränderungen des Ozeanwärmeinhalts (OHC) tendenziell auf die Hauptkondensations- und Sturmzonen der jeweiligen Hemisphäre konzentrieren. Ziel ist es, die Breitengradunterschiede im solaren Antrieb mit Unterschieden in der Advektion und der Wärmespeicherung in Verbindung zu bringen.

Eine einfache Matrix aus Klimazonen und Jahreszeiten dient dann als organisatorischer Rahmen, um Veränderungen der saisonalen Sonneneinstrahlung auf Jahres- und Jahrhundert-Skala zu vergleichen und diese Veränderungen mit beobachteten Verschiebungen bei Temperatur, Bewölkung und Wärmeaufnahme in Beziehung zu setzen.

Introduction

In diesem Artikel wird die elektromagnetische Sonnenstrahlung pro Flächeneinheit (Sonnenfluss) in W/m^2 angegeben und bezieht sich auf die tägliche durchschnittliche Sonneneinstrahlung an der Obergrenze der Atmosphäre (ToA). Über Zeiträume von mehr als einem Tag wird die ToA-Sonneneinstrahlung an einem bestimmten Breitengrad und zu einer bestimmten Jahreszeit bestimmt durch (i) den Abstand zwischen Erde und Sonne, (ii) die Sonnendeklination (die Winkelposition der Sonne relativ zur Äquatorialebene der Erde) und (iii) die Sonnenleistung. Diese Eingangsgrößen reichen aus, um die tägliche durchschnittliche ToA-Sonneneinstrahlung an jedem Breitengrad für jeden Tag des Jahres zu berechnen. In den folgenden Abschnitten wird zunächst quantifiziert, wie sich die Sonneneinstrahlung je nach Breitengrad und Zeitpunkt verändert, und anschließend werden diese Muster mit der Reflexion in den Tropen, dem Wärmetransport zu den Polen, dem OHC und der Temperaturreaktion in den mittleren Breiten in Verbindung gebracht.

Das HORIZONS-System der NASA/JPL liefert präzise Ephemeriden, mit denen sich die Entfernung zwischen Sonne und Erde sowie die Sonnendeklination für jedes beliebige Datum berechnen lassen. Dies sind die wichtigsten astronomischen Eingangsgrößen, die hier zur Berechnung der täglichen mittleren ToA-Sonneneinstrahlung nach Breitengrad verwendet werden. Die zyklische Veränderung der Solarkonstante basiert auf der beobachteten Korrelation zwischen der Abweichung der Sonnen-Rotation vom Mittelwert und der Sonnenaktivität.

Täglicher durchschnittlicher Sonnenfluss über Breitengrade und Zeit

Die Grafiken in diesem Abschnitt zeigen, wie sich der maximale tägliche Durchschnittsfluss für ausgewählte Breitengrade im Laufe der Zeit verändert hat. Grafik 1 zeigt die Trends für die nördliche Hemisphäre

(NH), während Grafik 2 die Trends für die südliche Hemisphäre (SH) darstellt:

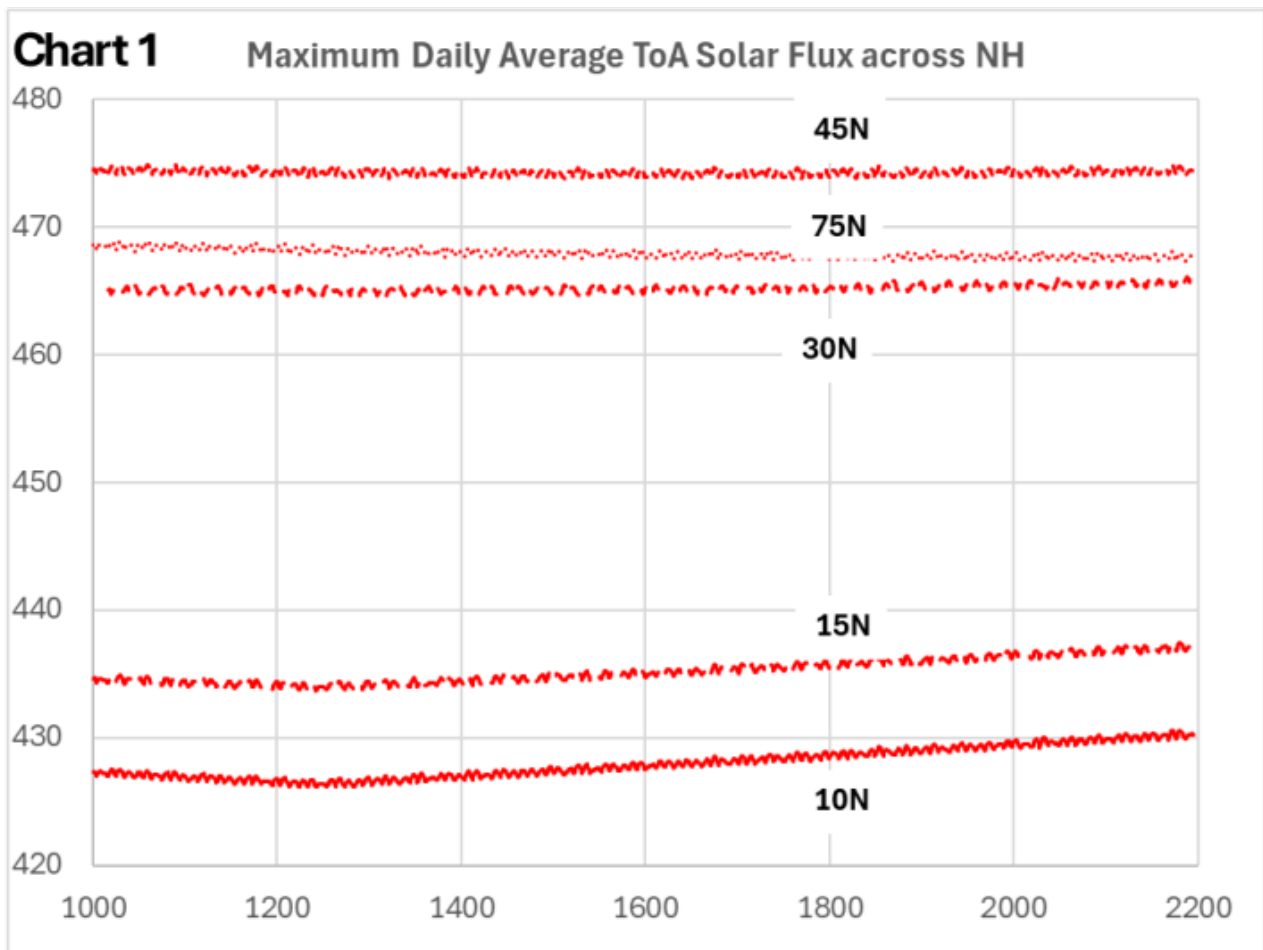
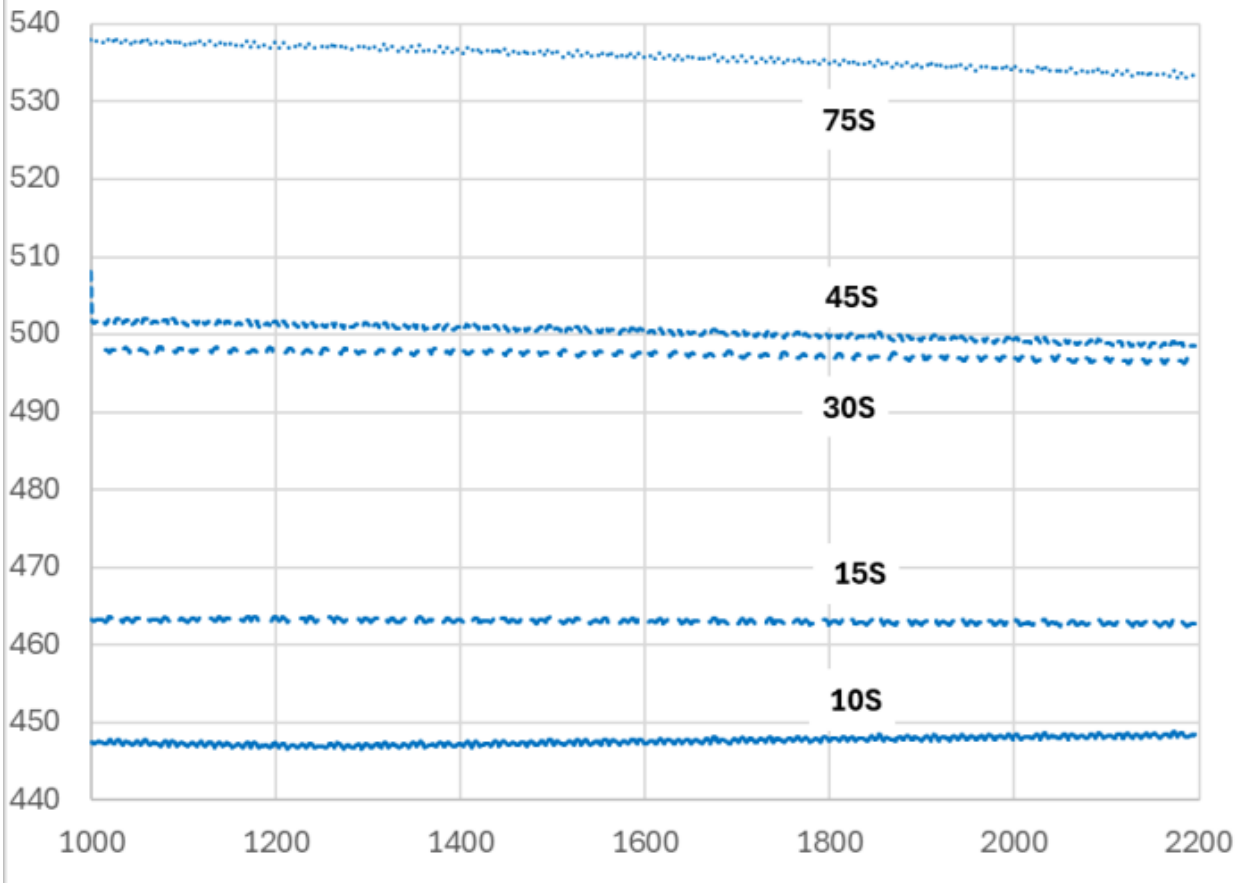
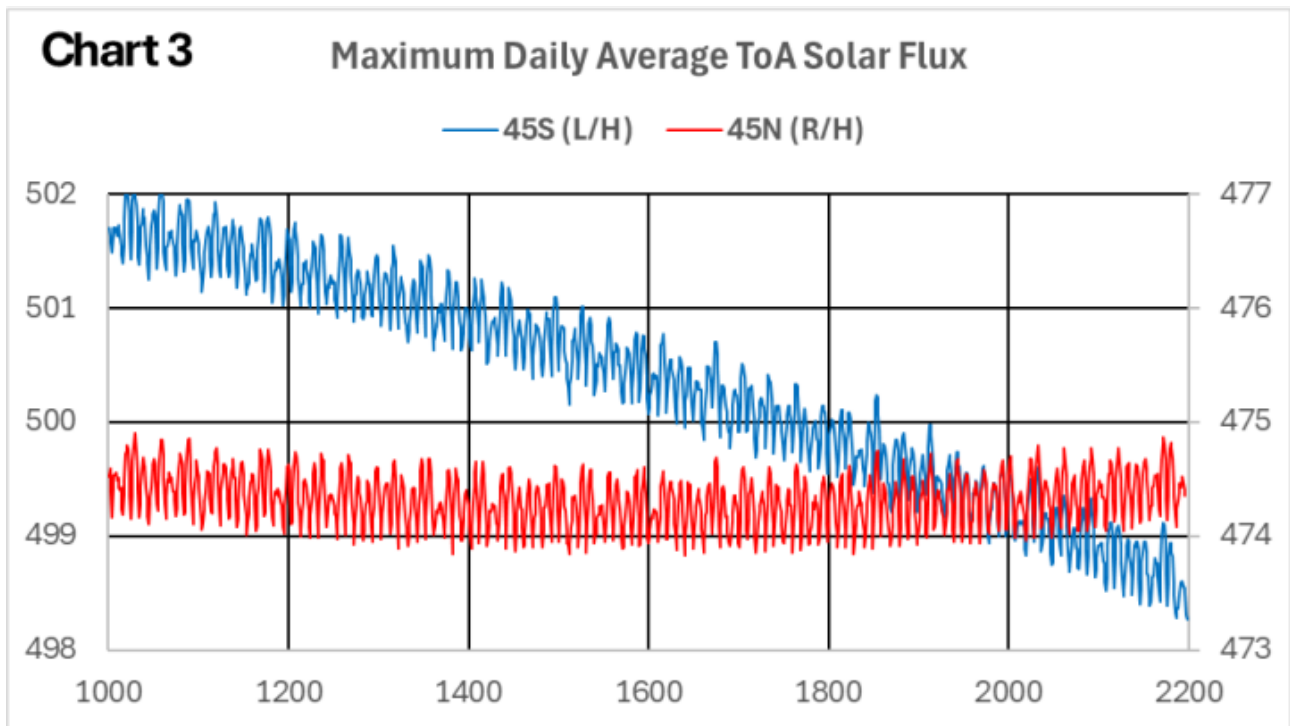


Chart 2**Maximum Daily Average ToA Solar Flux across SH**

Für die ausgewählten Breitengrade auf der Nordhalbkugel weist 45° N den höchsten maximalen Tagesdurchschnitt von fast 474 W/m^2 auf, der sich über den dargestellten Zeitraum von 1200 Jahren kaum verändert hat. Im Gegensatz dazu weist 10° N den niedrigsten maximalen Tagesdurchschnitt auf und zeigt um 1200 n. Chr. eine deutliche Wendung.

Für die gleichen ausgewählten Breitengrade auf der südlichen Hemisphäre (SH) weist 75° S den höchsten maximalen täglichen Durchschnitts-Sonnenfluss auf, der über den gesamten Zeitraum von 538 W/m^2 im Jahr 1000 n. Chr. zurückgegangen ist. 10° S zeigt einen kaum sichtbaren minimalen Wendepunkt um 1200 n. Chr. 15° S verzeichnet einen nahezu flachen Trend, während 30° S und 45° S leichte Abwärtstrends aufweisen.

Es ist zu beachten, dass keine Symmetrie zwischen der nördlichen und der südlichen Hemisphäre besteht. Die signifikanten Unterschiede lassen sich besser erkennen, wenn man den Maßstab für ausgewählte nördliche und südliche Breitengrade vergrößert. Abbildung 3 vergleicht 45° N und 45° S:



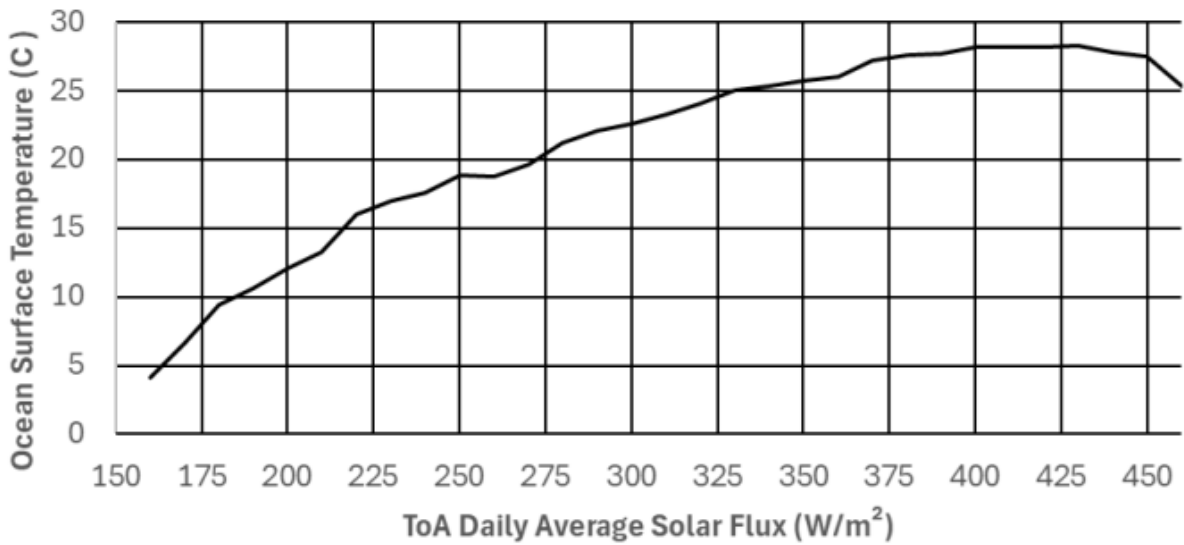
Im Laufe der 1200 Jahre sinkt der Wert bei 45° S von 502 W/m² um fast 4 W/m², während 45° N im Jahr 1640 ein flaches Minimum von 473,8 W/m² aufweist und sich über den gesamten Zeitraum von 1200 Jahren um weniger als 1 W/m² verändert. Man beachte auch, dass die Skalen den gleichen Bereich haben, jedoch um 25 W/m² versetzt sind. In der heutigen Zeit ist der maximale tägliche durchschnittliche Sonnenfluss in der südlichen Hemisphäre (SH) deutlich intensiver als der Sonnenfluss in der nördlichen Hemisphäre (NH).

Der nächste Schritt besteht darin, zu untersuchen, wie viel dieser ToA-Sonneneinstrahlung tatsächlich vom Ozean-Atmosphäre-System absorbiert und wie viel zurück ins All abgestrahlt wird, insbesondere in den Tropen, wo Konvektion und damit verbundene Wolken die Temperatur stark regulieren.

Abgestrahlter ToA-Solarfluss

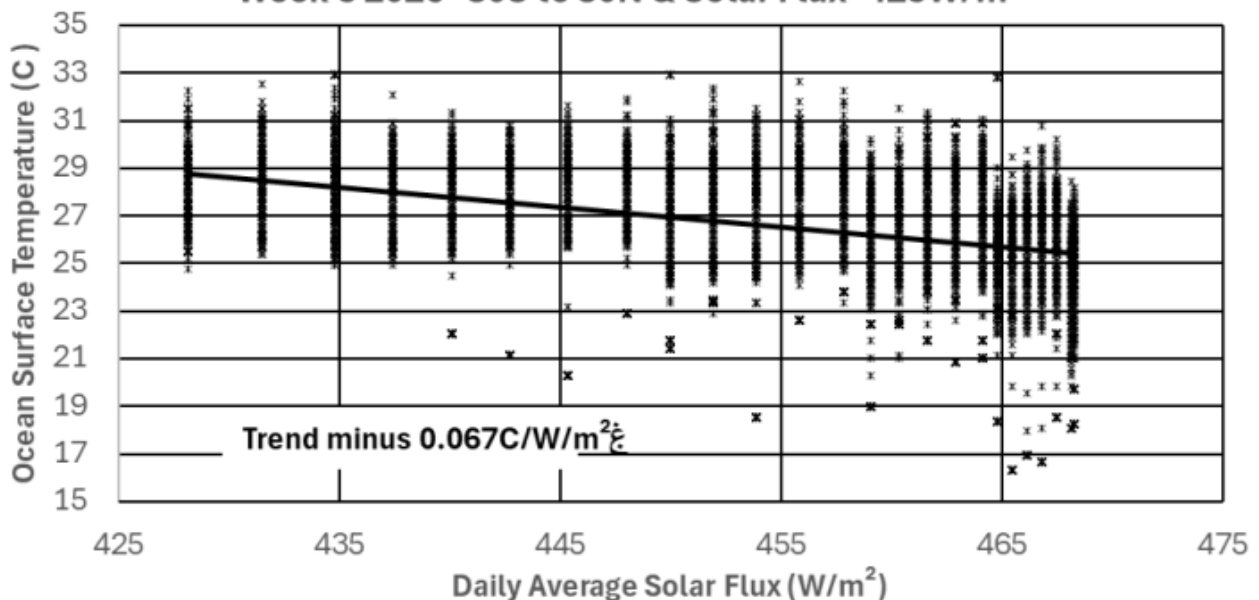
Ein erheblicher Teil des einfallenden ToA-Sonnenflusses wird nicht thermalisiert, sondern von Wolken und Oberflächen mit hoher Albedo (Eis und Schnee) reflektiert. Dies ist besonders in den Tropen von Bedeutung, wo hoch reichende Konvektion und die damit verbundenen Wolkenfelder als starker Regulator der Meerestemperatur (SST) wirken, die selbst in den wärmsten Regionen selten Werte deutlich über ~30 °C erreicht. Abbildung 4 untersucht diese Regulierung, indem sie die mittlere Meerestemperatur gegen den verfügbaren ToA-Sonnenfluss auf einem globalen 1°×1°-Raster aufträgt:

Chart 4 Ocean Surface Temperature Versus ToA Solar Intensity
Week 5 2026



Es ist offensichtlich, dass die Temperatur bei einem steigenden ToA-Sonnenfluss über 425 W/m² sinkt. Abbildung 5 zeigt eine Nahaufnahme des tropischen Ozeans, wo der Sonnenfluss über 425 W/m² liegt, und stellt alle Gitterpunkte sowie eine Regressionsgerade dar.

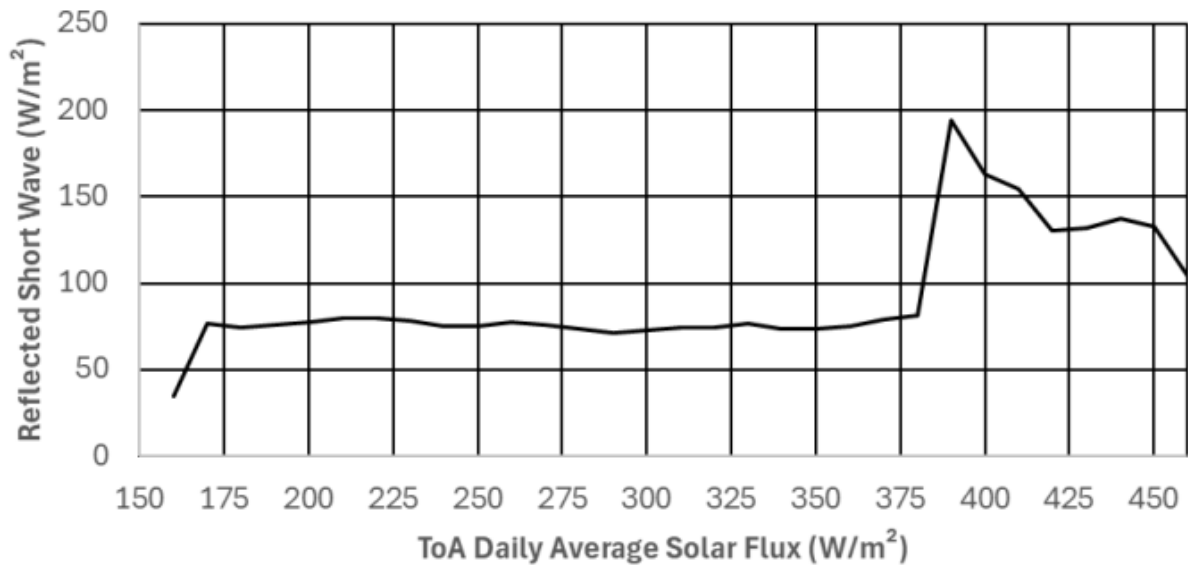
Chart 5 Ocean Surface Temperature Response to Solar Forcing
Week 5 2026- 30S to 30N & Solar Flux >425W/m²



Die Temperatur nimmt mit steigendem Sonnenfluss ab.

Diagramm 6 stellt den reflektierten kurzwelligigen Flux des gesamten Himmels dem verfügbaren ToA-Sonnenfluss für einen repräsentativen Tag (in Woche 5, 2026) gegenüber, abgestimmt auf die oben verwendete SST-Momentaufnahme.

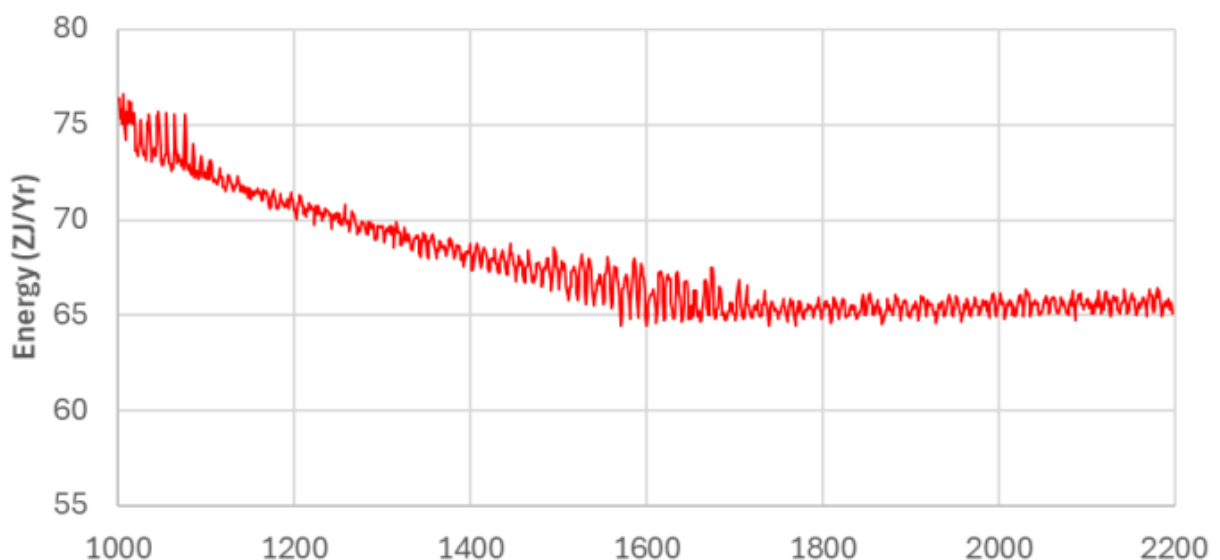
Chart 6 Reflected Short Wave Versus ToA Solar Intensity
3 Feb 2026



Der reflektierte Sonnenfluss bleibt nahezu konstant, bis er einen Wert von über 375 W/m² erreicht; danach steigt die Reflexion rasch auf einen Spitzenwert von fast 50 % der verfügbaren Sonneneinstrahlung, bevor sie wieder etwas abnimmt.

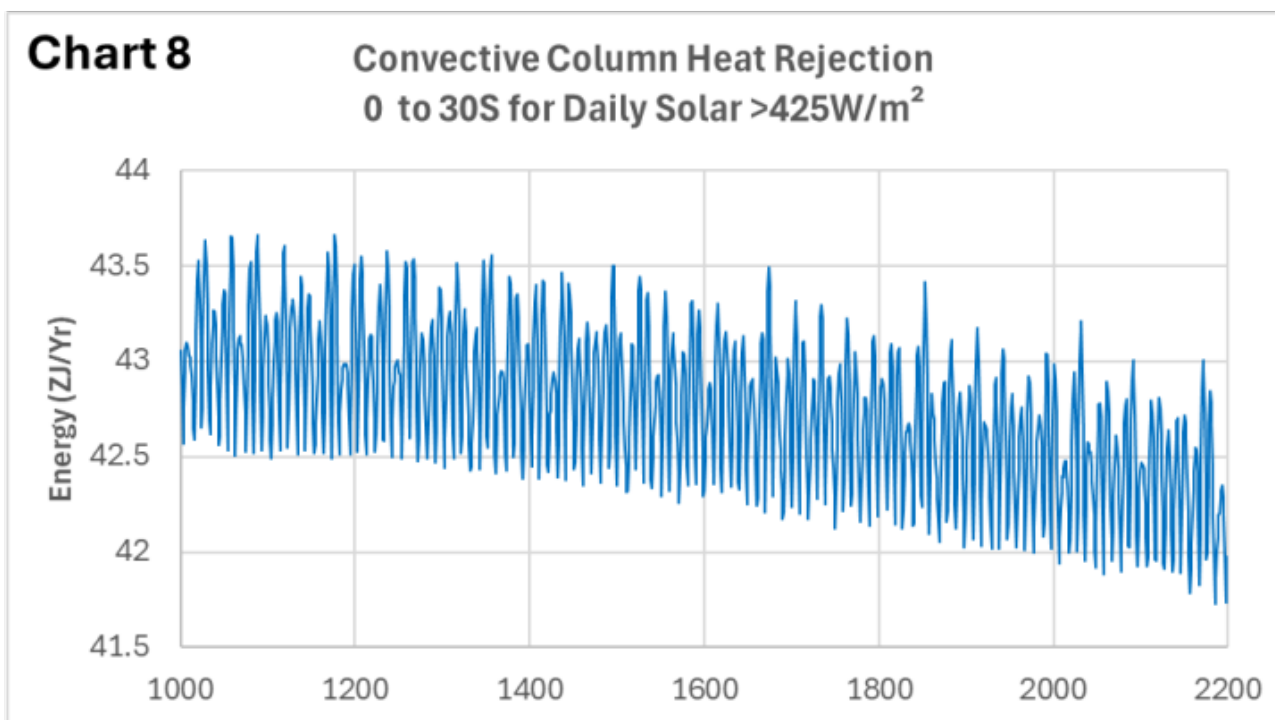
Abbildung 7 kombiniert den berechneten durchschnittlichen täglichen Sonnenfluss über alle Breitengrade hinweg mit dem thermoregulierenden Prozess der Atmosphäre, um eine Schätzung der potenziellen Wärme zu erhalten, die jedes Jahr in den Tropen der nördlichen Hemisphäre durch kurzwellige Reflexion abgeführt wird.

Chart 7 Convective Column Heat Rejection
0 to 30N for Daily Solar > 425 W/m²



Diese jährliche Schätzung ist ein Flächendurchschnitt, der auf einem Schwellenwertansatz basiert: Für jede Hemisphäre wird die „Abweisung“ kurzweiliger Strahlung nur an Tagen und in Breitengraden gezählt, an denen der tägliche mittlere ToA-Fluss einen angenommenen Schwellenwert für Konvektion/Reflexion von 425 W/m^2 überschreitet. Hier orientieren sich die Schwellenwerte an (i) Beobachtungen von Bojen in Warmwassergebieten (SST nahe $28\text{--}30 \text{ }^\circ\text{C}$, wo anhaltende Konvektion häufig ist) und (ii) typischen tropischen Werten für reflektierte kurzweilige Strahlung (die unter konvektiven Wolkenbedingungen oft $\sim 80 \text{ W/m}^2$ überschreiten). Breitengrade nördlich von 30° werden ausgeschlossen, da diese Regionen selten SSTs aufweisen, die hoch genug für anhaltende zyklische Konvektion sind.

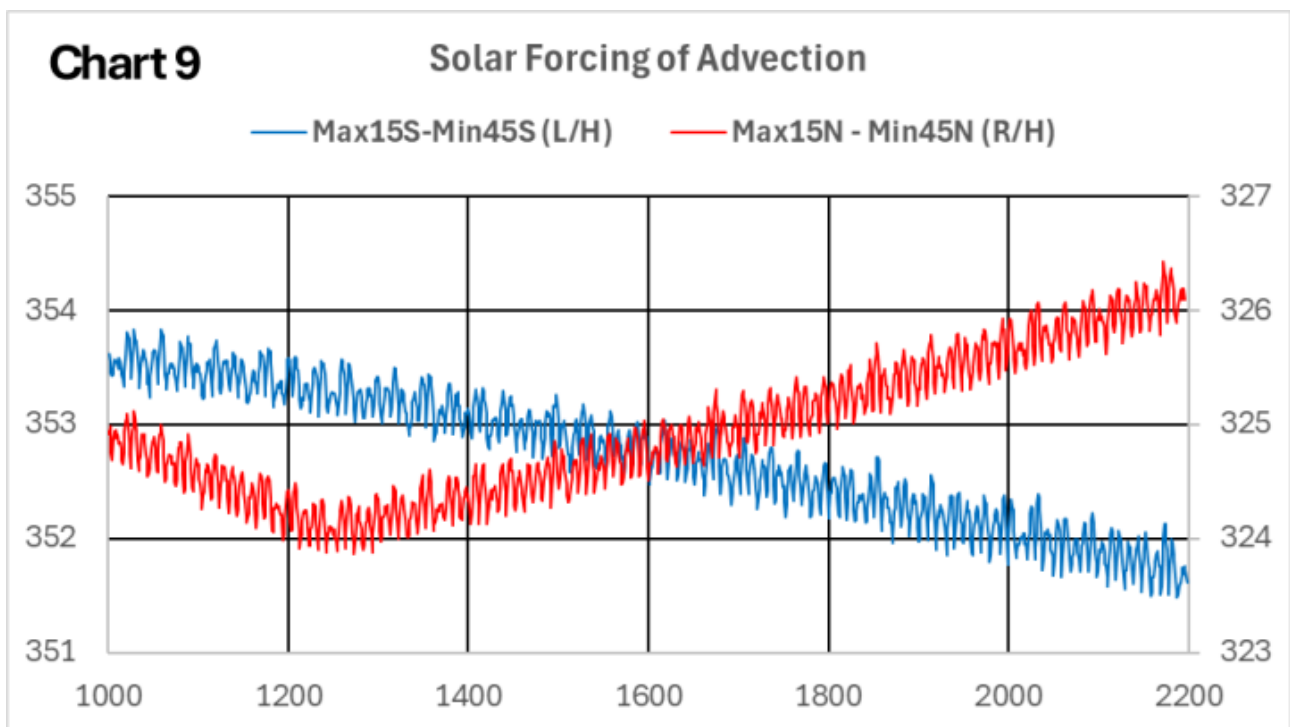
Basierend auf dieser Schätzung wies die nördliche Hemisphäre (NH) um 1600 n. Chr. ihre geringste Wärmeabgabe auf und zeigt nun einen leicht steigenden Trend. Im Gegensatz dazu ist der in Abbildung 8 dargestellte Trend für die südliche Hemisphäre (SH) seit vor 1000 n. Chr. stetig rückläufig, ohne dass in der nördlichen Hemisphäre eine Trendwende zu beobachten ist:



Da tropische Wirbelstürme für ihre Entstehung eine Umgebung benötigen, die aufgrund feuchter Konvektion potenziell instabil ist (d. h. in der Lage ist, hoch reichende Konvektion zu unterstützen) (Gray, 1968; NOAA, o. J.), ist es wahrscheinlich, dass die Zyklon-Aktivität in beiden Hemisphären im Jahr 1000 n. Chr. höher war als heute (z. B. Mann, Woodruff, Donnelly & Zhang, 2009). Beobachtungsdaten für den australischen Raum deuten auf einen Rückgang der Gesamtzahl tropischer Wirbelstürme seit Beginn zuverlässiger Beobachtungen im Satellitenzeitalter hin, wobei große Schwankungen durch ENSO zu verzeichnen sind (Nicholls, Landsea & Gill, 1998; Dowdy, 2014).

Wärme-Transport aus den Tropen zu den Polen

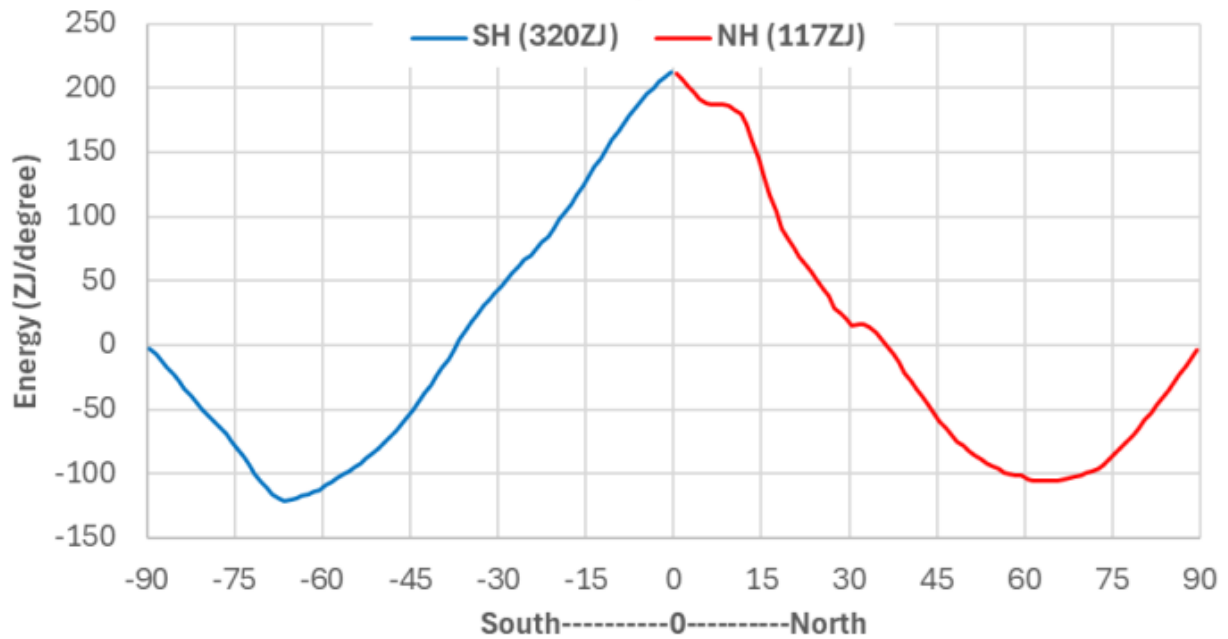
Konvektive Gewitterwolken, die sich über tropischen Warmwassergebieten bilden, sind die Hauptantriebskräfte der globalen Zirkulation. Sie erzeugen in jeder Hemisphäre den atmosphärischen Druckgradienten in Breitenrichtung, der Wärme aus den Tropen zu den Polen transportiert. Dieser Wärmetransport weist aufgrund der stärkeren jährlichen Schwankungen des Sonnenstrahlungsflusses in höheren Breiten sowohl eine räumliche als auch eine zeitliche Komponente auf. Abbildung 9 kombiniert die Breiten- und Zeitaspekte, indem sie die Differenz zwischen dem maximalen Tagesdurchschnitt bei 15 Grad und dem Minimum bei 45 Grad für beide Hemisphären berücksichtigt:



Es ist offensichtlich, dass sich die nördliche Hemisphäre (NH) nach einem Tiefpunkt um 1300 n. Chr. in einem starken Aufwärtstrend befindet, während die südliche Hemisphäre (SH) nach einem Höchststand um 1000 n. Chr. einen Rückgang verzeichnet, wenngleich die Schwankungen in der SH größer sind als in der NH.

Die Projekte CERES und ARGO liefern seit Beginn des 21. Jahrhunderts hoch auflösende Daten zur ToA-Strahlung und zur Ozeanwärme (OHC). Abbildung 10 basiert auf den CERES-Nettostrahlungsdaten und zeigt das kumulative Bild der über die Breitengrade hinweg in den letzten 21 Jahren gespeicherten oder verlorenen Wärme.

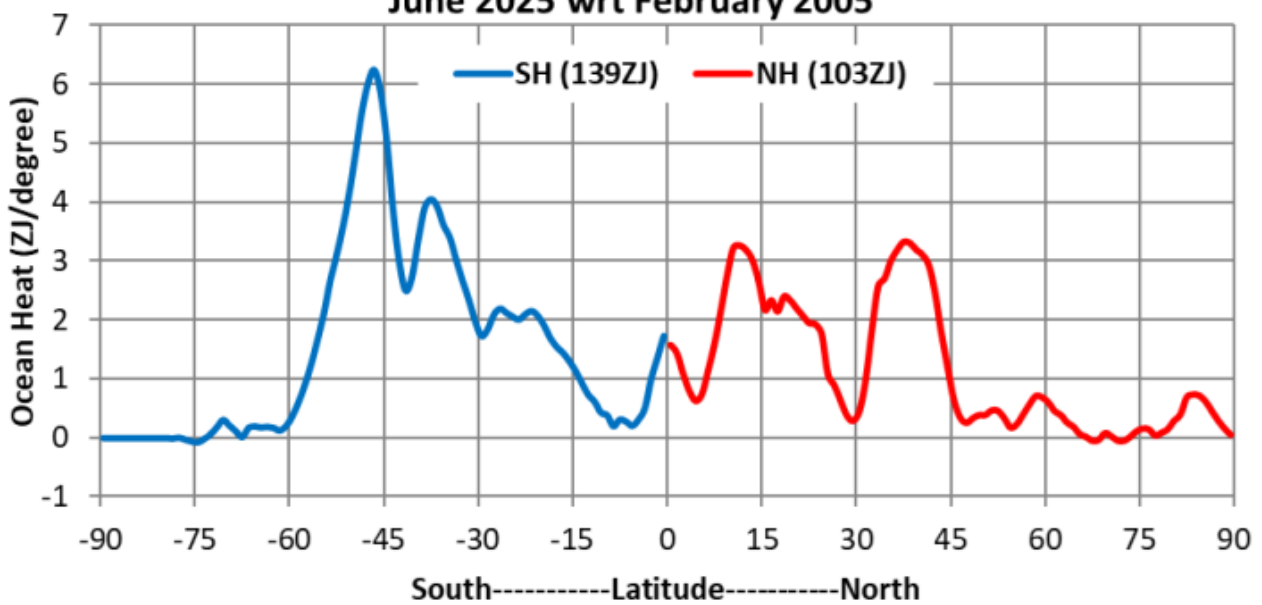
Chart 10 Global Net Radiant Heat by Latitude 2005 to 2025



Der für die südliche Hemisphäre (SH) berechnete Wärmetransport von den Tropen zu den Polen (4044 ZJ) ist höher als der der nördlichen Hemisphäre (NH) (3856 ZJ), und die SH hat mehr Wärme zurückgehalten (320 ZJ) als die NH (117 ZJ). Diese Asymmetrie steht im Einklang damit, dass die SH in der heutigen Zeit eine höhere tropische Sonneneinstrahlung erhält.

Die ARGO-Daten zur Meereswärme sind in Abbildung 11 ebenfalls über die Breitengrade hinweg dargestellt:

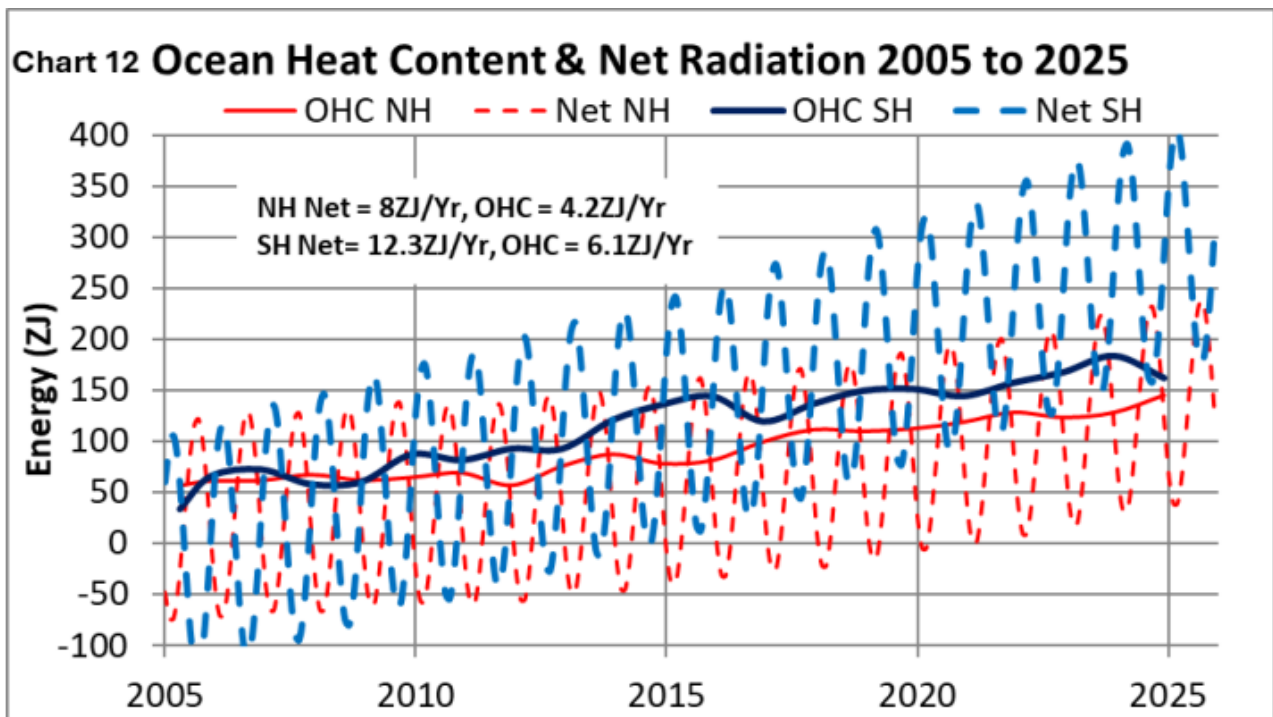
Chart 11 Ocean Heat Anomaly by Latitude
June 2025 wrt February 2005



Die beiden Hemisphären unterscheiden sich deutlich voneinander, wobei

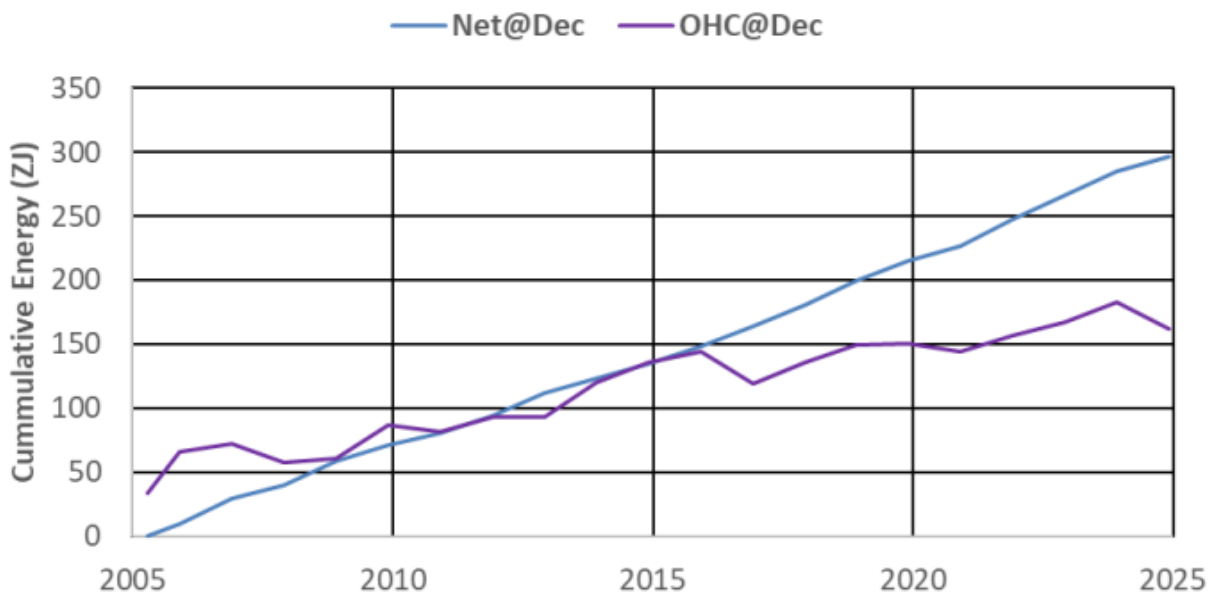
die nördliche Hemisphäre (NH) ausgeprägte Spitzenwerte in den Tropen und in der Advektionszone nördlich von 30° N aufweist. Die südliche Hemisphäre (SH) weist einen hohen, deutlichen Spitzenwert bei 45° S auf, mitten in der starken Advektionszone. Zudem hat die südliche Hemisphäre mehr Meereswärme gespeichert als die nördliche Hemisphäre.

Abbildung 12 vergleicht (i) die akkumulierte monatliche Nettostrahlung (CERES) und (ii) die OHC im Dezember (Argo/abgeleitetes OHC-Produkt) für jede Hemisphäre über den gesamten Argo-Zeitraum. Da die Beobachtungssysteme und die Erfassung konsistent sind, sollten mehrjährige Veränderungen der Nettostrahlung im Großen und Ganzen den mehrjährigen Veränderungen der Ozean-Wärmeaufnahme folgen (wobei zu berücksichtigen ist, dass Wärme auch in der Atmosphäre, im Land und in der Kryosphäre gespeichert werden kann und dass zeitliche Verzögerungen zu erwarten sind).



Die Werte der NH-Reihe verlaufen weitgehend parallel, während die Werte der SH-Reihe ab 2015 voneinander abweichen. Diese Abweichung wird in Abbildung 12A deutlicher, in der die Jahresendwerte (Dezember) sowohl für die Nettostrahlung als auch für die OHC verglichen werden.

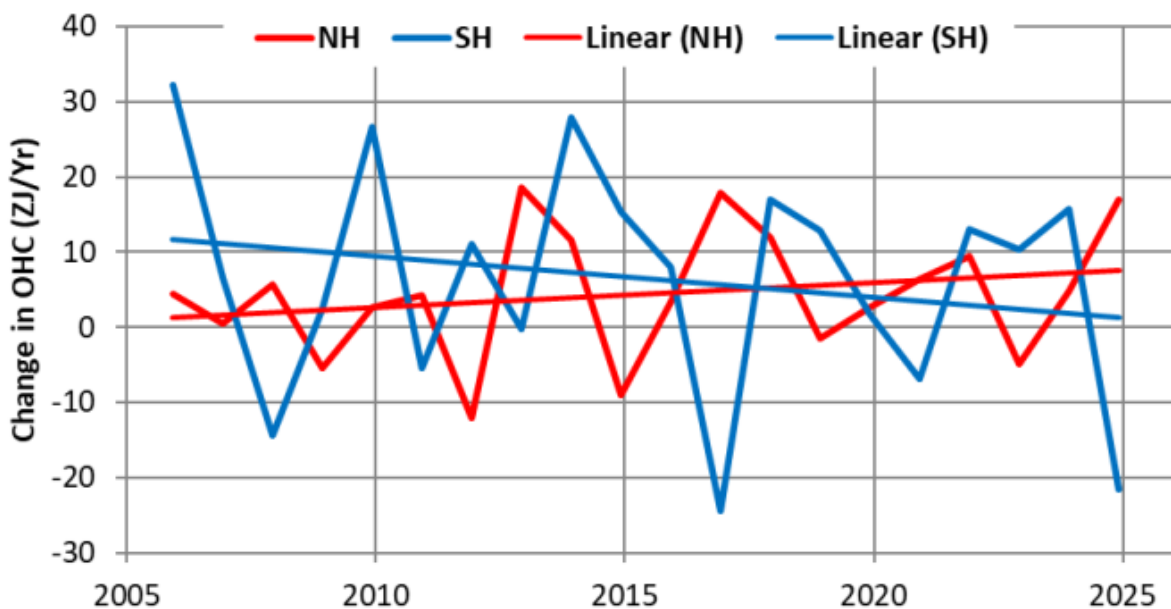
Chart 12A SH Divergence of Net Radiation and OHC



Die Abweichung betrug Ende 2025 140 ZJ.

Die jährliche Veränderung des OHC für beide Hemisphären zeigt laut Abbildung 13 entgegengesetzte Trends.

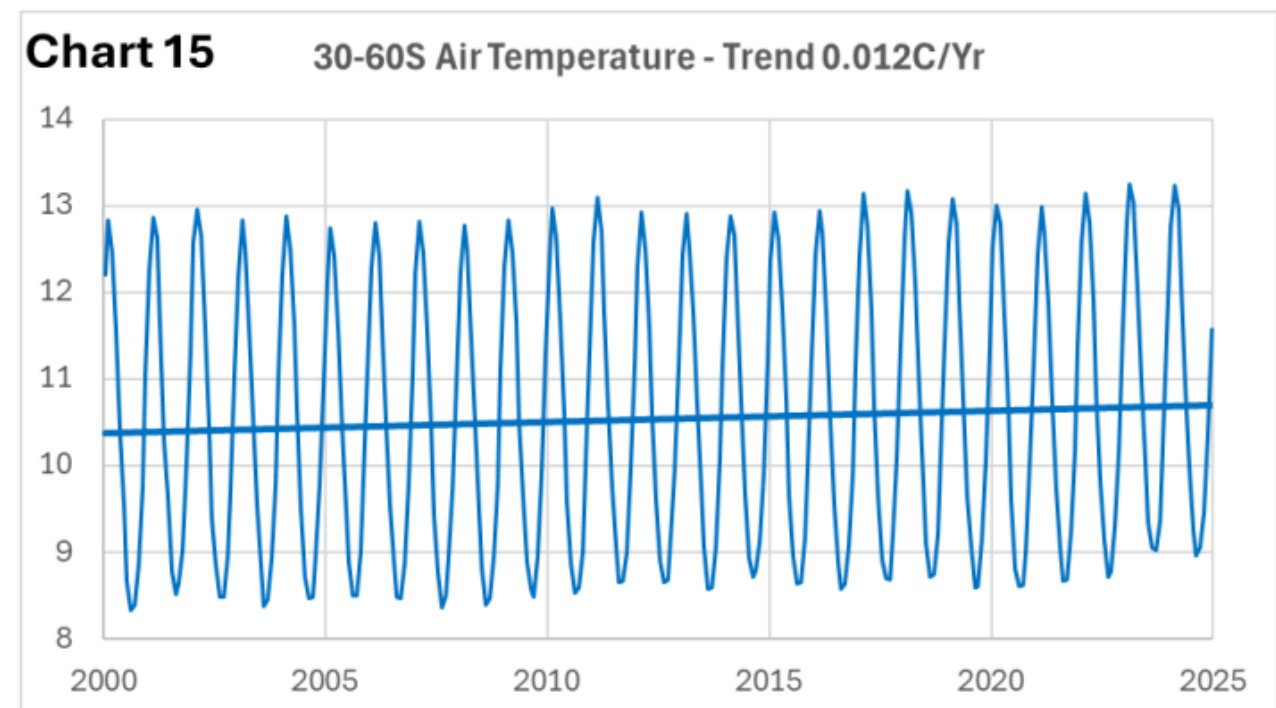
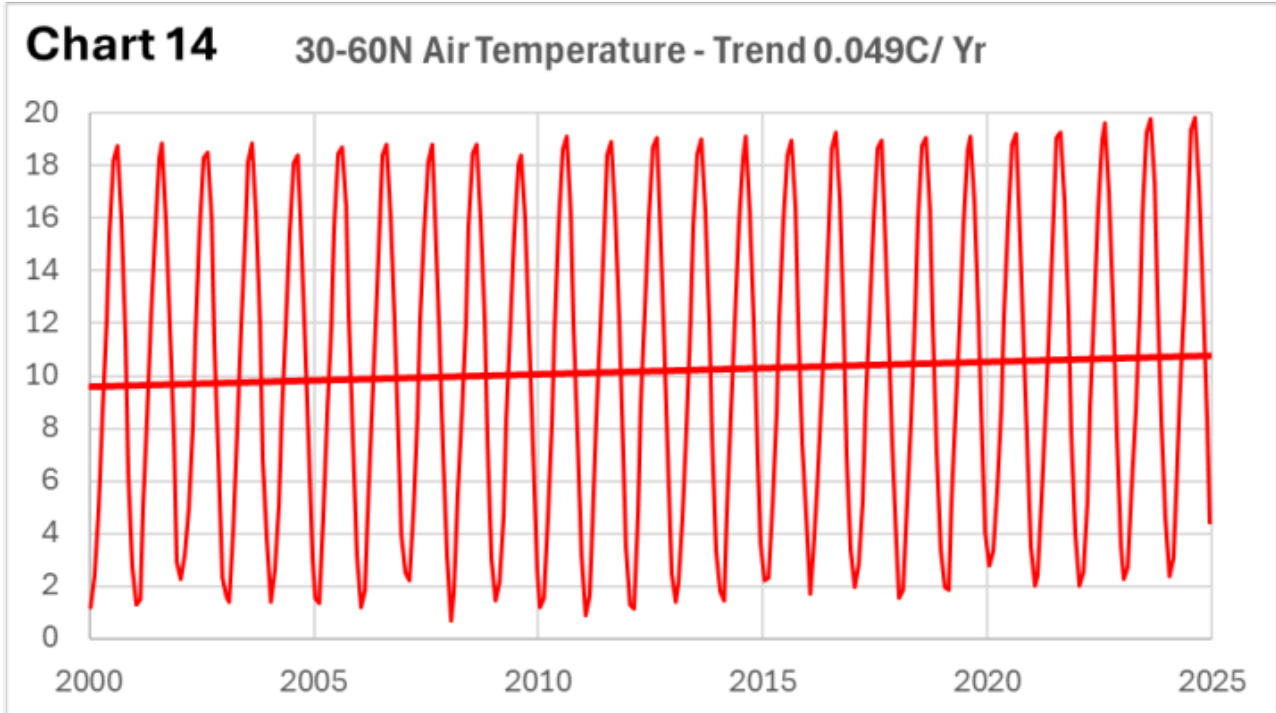
Chart 13 Yearly Change in Ocean Heat Content



Die jährliche Veränderung in der südlichen Hemisphäre nähert sich Null. Während sich die Veränderung in der nördlichen Hemisphäre weiter beschleunigt. Unter Berücksichtigung erheblicher Zeitverzögerungen stehen beide Trends im Einklang mit den Veränderungen der solaren Antriebskraft der Advektion.

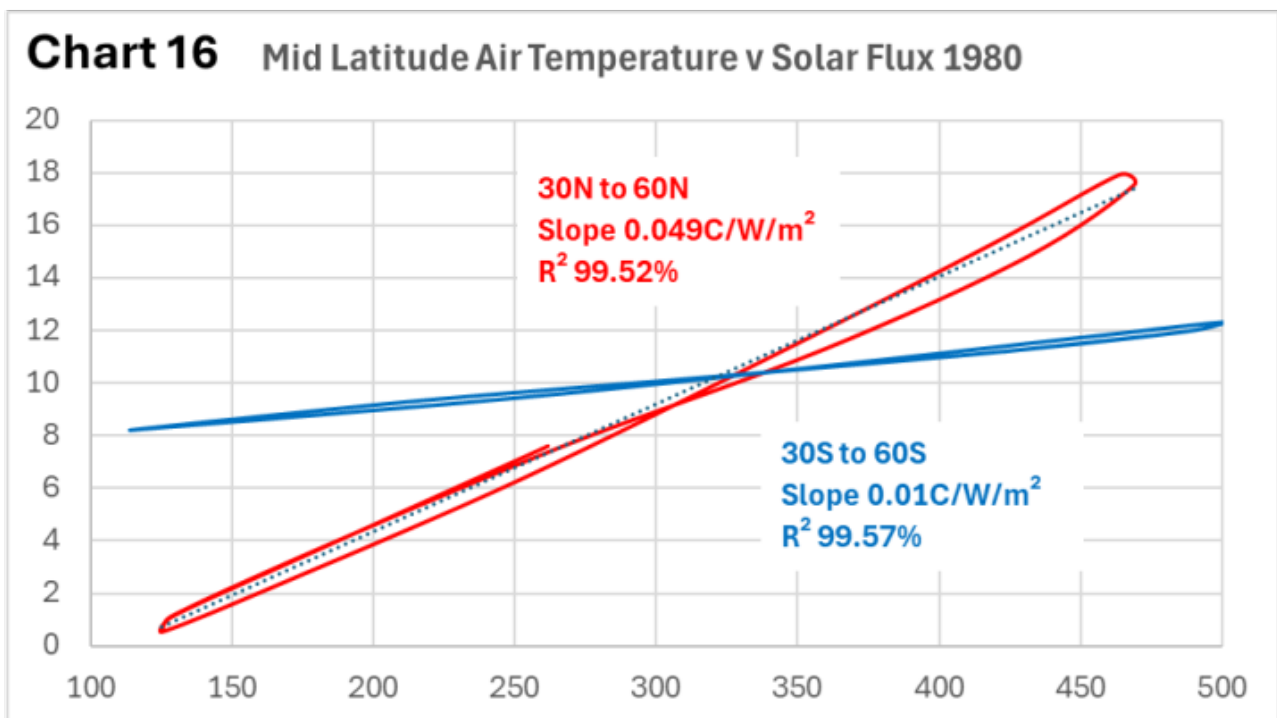
Temperaturreaktion in den mittleren Breiten auf solare Antriebskräfte

Es ist offensichtlich, dass sich der Sonnenfluss nicht symmetrisch über die beiden Hemisphären hinweg verändert. Es ist zudem ersichtlich, dass die thermische Reaktion der beiden Hemisphären recht unterschiedlich ausfällt. Die Abbildungen 14 und 15 zeigen die monatlichen Temperaturen für die mittleren Breiten der beiden Hemisphären im Zeitraum von 2000 bis 2025. Die Daten stammen aus der globalen Gitterdatenbank für 2-Meter-Lufttemperaturen von Berkeley.



Beide mittlere Breitengrade weisen im Zeitraum 2000–2025 einen Aufwärtstrend auf, doch die nördliche Hemisphäre erwärmt sich in diesem Zeitraum schneller als die südliche Hemisphäre. Wenn sich die jüngsten Trends fortsetzen, werden die mittleren Breitengrade der nördlichen Hemisphäre ab 2026 im Durchschnitt durchgehend wärmer sein als die der südlichen Hemisphäre.

Beide Temperaturaufzeichnungen korrelieren stark mit dem Sonnenfluss, doch die Reaktion der südlichen Hemisphäre ist langsamer und beträgt nur ein Fünftel der Reaktion der nördlichen Hemisphäre. Abbildung 16 zeigt X-Y-Diagramme der monatlichen Temperatur im Vergleich zum 30-Tage-Durchschnitt des täglichen Sonnenflusses, wobei die nördliche Hemisphäre um 36 Tage und die südliche Hemisphäre um 61 Tage verzögert ist:

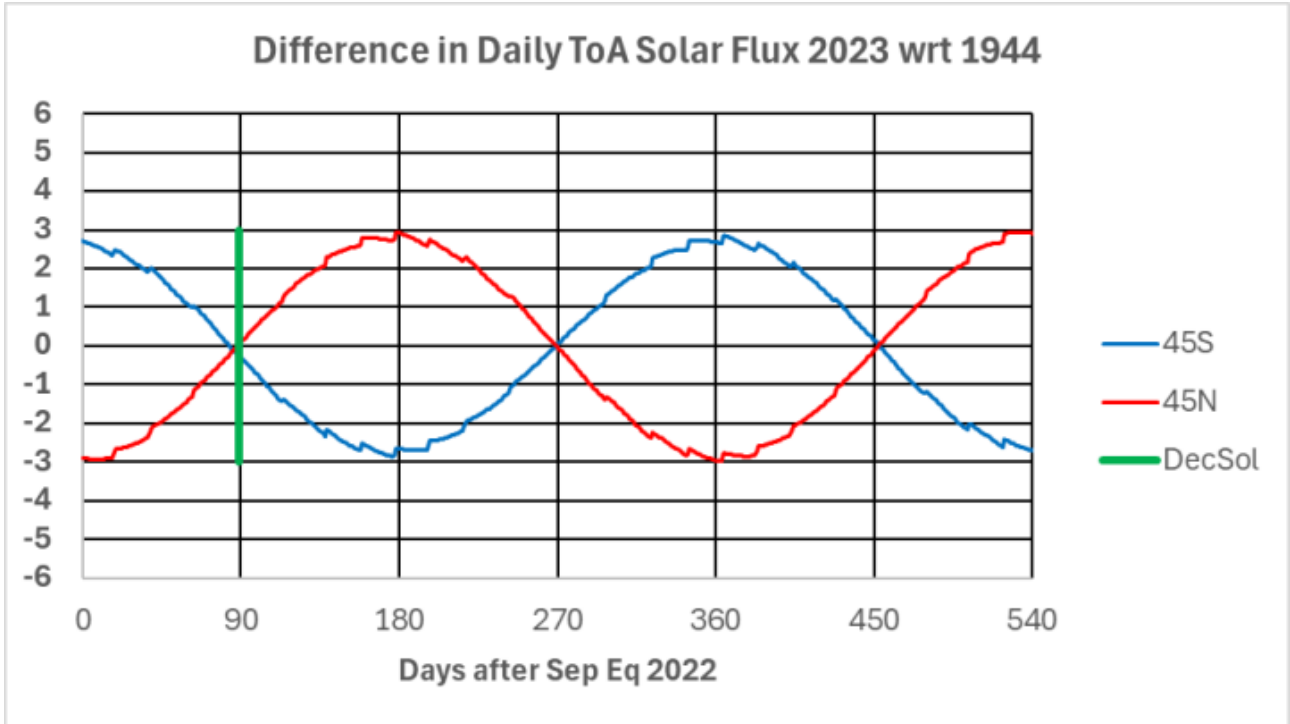


Änderungen des solaren Antriebs von Jahr zu Jahr

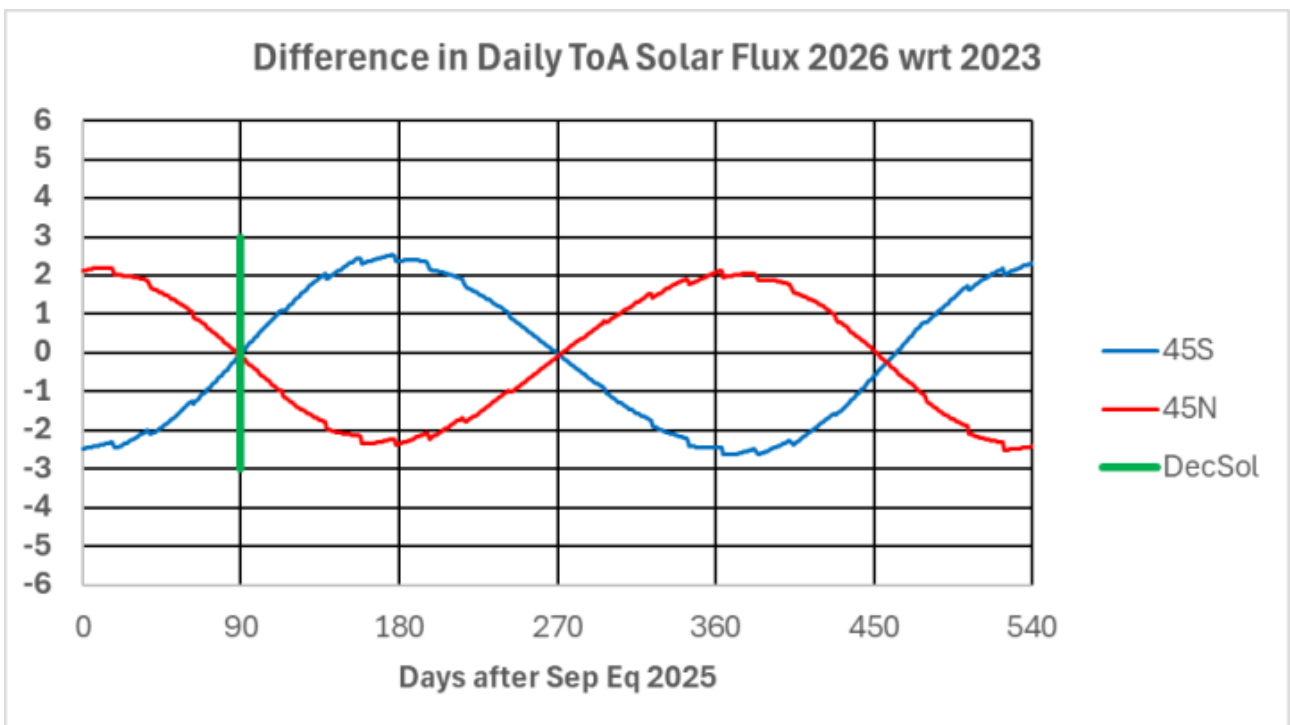
Die saisonale Sonneneinstrahlung unterliegt von Jahr zu Jahr erheblichen Schwankungen. Die Veränderungen in den Tropen treiben die Konvektion an und stehen in Zusammenhang mit dem Konvektionspotenzial und der Zyklon-Aktivität. Die Wärmeregulierung in den Tropen begrenzt den Einfluss der Sonneneinstrahlung auf die Temperatur. Sobald sich an den Polen Eis auf der Oberfläche bildet, verläuft die thermische Reaktion auf die Sonneneinstrahlung stark nichtlinear. Im Gegensatz dazu zeigen die mittleren Breiten gemäß Abbildung 16 oben eine fast lineare Reaktion auf die solare Strahlung. Dementsprechend geben die Schwankungen der täglichen solaren Strahlung in den mittleren Breiten von Jahr zu Jahr Aufschluss über die zu erwartenden Temperaturänderungen von Jahr zu Jahr.

Die folgende Reihe von Diagrammen zeigt anhand ausgewählter Beispiele,

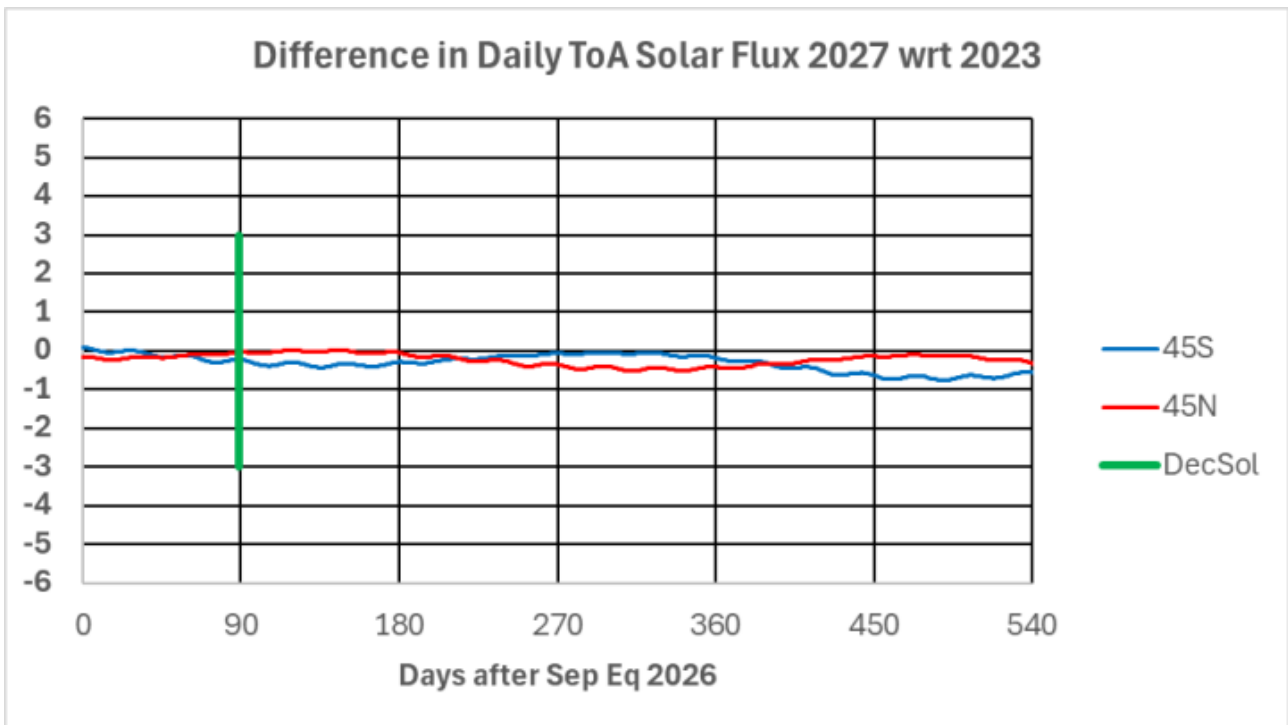
wie die tägliche Sonneneinstrahlung in einem Jahr im Vergleich zu einem gewählten Basisjahr für 45° N und 45° S variiert. Die Tage sind vom September-Äquinoktium des Jahres vor dem betrachteten Jahr bis nahe zum März-Äquinoktium des folgenden Jahres nummeriert. Die vertikale grüne Linie markiert die Wintersonnenwende im Dezember, die etwa eine Woche vor Beginn des betrachteten Jahres stattfindet.



Das Jahr 2023 verzeichnete in beiden Hemisphären den höchsten Sonnenfluss vom Frühling bis zum Sommer in der jüngeren Geschichte. Der Unterschied gegenüber 1944 beträgt an den Tagen mit der größten Abweichung bis zu $3 W/m^2$.



Vergleicht man das Jahr 2026 mit 2023, so ist die Sonneneinstrahlung vom Frühling bis zum Sommer in beiden Hemisphären um 2 W/m^2 zurückgegangen. Tatsächlich unterscheidet sich die Sonneneinstrahlung in den mittleren Breiten beider Hemisphären im Jahr 2027 nicht wesentlich von der im Jahr 2023.



Das nächste Jahr, in dem die Sonneneinstrahlung in den mittleren Breiten fast identisch mit der von 2023 sein wird, ist 2052. Es liegt geringfügig näher an 2023 als 2027.

Diskussion

Diese Erörterung fasst die Erkenntnisse aus den Diagrammen zusammen und bewertet anschließend, ob das Gesamtmuster – Veränderungen der Sonneneinstrahlung, das Reflexionsverhalten in den Tropen sowie hemisphärische Unterschiede bei Advektion und Wärmeaufnahme – eine schlüssige Erklärung für die oben hervorgehobenen beobachteten Trends liefert.

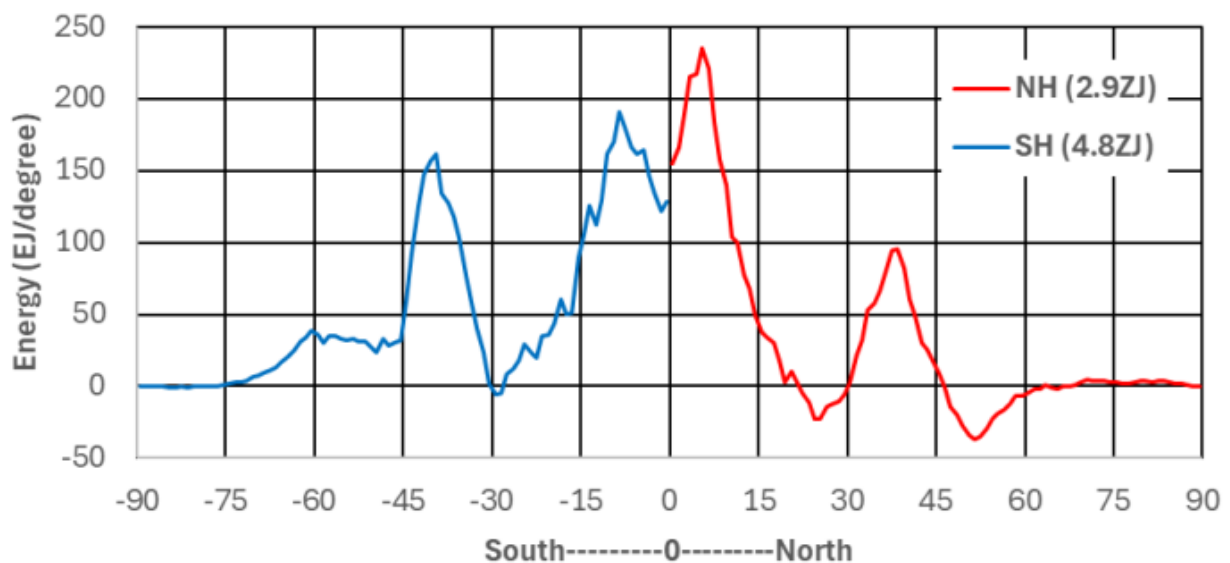
Schwankungen der Sonneneinstrahlung – Die Analyse reicht weit genug zurück, um Wendepunkte in der durch die Präzession bedingten Entwicklung der saisonalen und latitudinalen Sonneneinstrahlung zu identifizieren. Die Diagramme zeigen deutliche hemisphärische und latitudinale Asymmetrien: Maxima und Minima treten in der nördlichen und südlichen Hemisphäre nicht zur gleichen Zeit auf, und verschiedene Breitengrade weisen unterschiedliche langfristige Tendenzen auf. So erreicht beispielsweise der maximale tägliche Sonnenfluss bei 45° N um 1640 n. Chr. ein flaches Minimum und steigt dann langsam, während er bei 45° S um ~ 1000 n. Chr. seinen Höchststand erreicht und danach abnimmt. Niedrige Breitengrade (z. B. $\sim 10^\circ \text{ N}$) zeigen um ~ 1200 n. Chr. eine

Wendung und steigen in den folgenden Jahrhunderten um mehrere W/m^2 an. Zusätzlich zu diesen über mehrere Jahrhunderte reichenden Trends sind die in den nachfolgenden Diagrammen dargestellten jährlichen Schwankungen der saisonalen Sonneneinstrahlung groß genug (in der Größenordnung von $1\text{--}3 \text{ W/m}^2$ zu bestimmten Jahreszeiten), um die interannuelle Variabilität der Zirkulation und der Temperatur dort zu beeinflussen, wo die Systemreaktion nahezu linear ist.

Abgegebene Wärme (kurzwellige Reflexion) – Die Abbildungen 4–6 zeigen einen Regimewechsel im tropischen Ozean, sobald der tägliche mittlere ToA-Fluss hoch genug ist, dass sich die Meerestemperatur (SST) der Obergrenze des Warmpools nähert: Die Konvektion wird beständig, und die kurzwellige Reflexion über den gesamten Himmel nimmt mit weiterem Anstieg des ToA-Flusses rasch zu. In diesem Rahmen trägt eine zusätzliche ToA-Anregung oberhalb eines Schwellenwerts stärker zu Reflexions- und Zirkulationsänderungen bei als zu einem weiteren Anstieg der SST. Die Anwendung der Schwellenwertmethode in den Abbildungen 7–8 ergibt für die heutige Zeit eine höhere geschätzte „Abweisung“ kurzwelliger Strahlung in den Tropen der Nordhalbkugel als in denen der Südhalbkugel, trotz eines höheren ToA-Flusses in Teilen der Südhalbkugel. Sind die Schwellenwerte angemessen, wäre zu erwarten, dass Veränderungen in diesem Term der abgewiesenen Energie mit Veränderungen des konvektiven Potenzials korrelieren und somit für die Zyklon-Energie relevant sind.

Diskrepanz zwischen Nettostrahlung und OHC – Das Energie-Ungleichgewicht der Erde lässt sich nicht direkt messen; es wird vielmehr aus Satelliten-Strahlungsdaten abgeleitet und anhand der Veränderungen der Wärmeaufnahme des Ozeans auf Konsistenz überprüft. In den Abbildungen 12–13 verlaufen die kumulierte Nettostrahlung der nördlichen Hemisphäre (NH) und der OHC der NH weitgehend parallel, während die Reihen der südlichen Hemisphäre (SH) ab etwa 2015 auseinanderlaufen und bis Ende 2025 eine kumulative Differenz von $\sim 140 \text{ ZJ}$ erreichen. Die Interpretation einer solchen Diskrepanz erfordert die Berücksichtigung einer Reihe von Möglichkeiten: Sie kann auf Unsicherheiten des Beobachtungssystems, auf zeitliche/verzögerungsbedingte Unterschiede zwischen den Hemisphären und/oder auf Wärme zurückzuführen sein, die außerhalb der für den OHC verwendeten $0\text{--}2000 \text{ m}$ tiefen Ozeanschicht gespeichert wird (z. B. in tieferen Ozeanschichten, der Kryosphäre, an Land und in der Atmosphäre). Im weiteren Verlauf dieser Erörterung werden daher mögliche Faktoren betrachtet und geprüft, ob deren Größenordnung plausibel groß genug ist, um die beobachtete Abweichung – beginnend mit Abbildung 17 – sowie die Akkumulation von Energie in der Atmosphäre zu erklären.

Chart 17 Increase in Atmospheric Energy by Latitude - Dec 2015 to Dec 2025
Both Latent & Sensible Heat associated with Increasing TPW



Der berechnete Beitrag der atmosphärischen Feuchtigkeit von ~4,8 ZJ über das Jahrzehnt hinweg macht nur einen kleinen Bruchteil der Divergenz von ~140 ZJ aus, so dass er die Diskrepanz allein nicht erklären kann. Dennoch ist es bemerkenswert, dass der Feuchtigkeitsanstieg in der Nähe von ~10° N seinen Höhepunkt erreicht, wo der langfristige maximale tägliche Sonnenfluss am stärksten angestiegen ist.

Die Feuchtigkeitsmaxima in den mittleren Breiten stehen auch qualitativ im Einklang mit einem verstärkten Transport in Richtung der Pole in beiden Hemisphären.

Weitere Möglichkeiten dafür, dass die Nettostrahlung in der südlichen Hemisphäre schneller steigt als der OHC sind:

- Latente Schmelzwärme der Südhalbkugel, die jedoch für das vergangene Jahrzehnt auf weniger als 1 ZJ geschätzt wird.
- Es gibt einige Gletscher in der Südhalbkugel, die sich ausdehnen, doch die damit verbundene Wärme beträgt weniger als 1 ZJ.
- Weltweit hat die Biomasse zugenommen, doch während die Nordhalbkugel einen deutlichen Anstieg verzeichnet, sprechen die Daten nicht für einen wesentlichen Anstieg der Biomasse auf der Südhalbkugel, einschließlich der Ozeane.
- Es hat einen Wärmeaustausch von der südlichen Hemisphäre zur nördlichen Hemisphäre gegeben, doch die Ozean-Wärmespeicherung (OHC) und die Nettostrahlung in der nördlichen Hemisphäre zeigen derzeit eher ein Gleichgewicht als ein Defizit, das einen verstärkten Wärmeaustausch aus der südlichen Hemisphäre erfordern würde.

- Eine mögliche Fehlerquelle besteht darin, dass die Grundlage für die Angleichung der Jahre 2005 bis 2015 aufgrund der hohen thermischen Trägheiten im Klimasystem fehlerhaft war. Im Wesentlichen ist das System niemals statisch, sondern verändert sich zwangsläufig aufgrund der sich ändernden solaren Antriebskräfte.

Thermische Reaktion – In diesem Rahmen reagiert die tropische Meerestemperatur (SST) nur schwach auf zusätzliche Strahlungsantriebe an der ToA, sobald sich hoch reichende Konvektion etabliert hat, weil die reflektierte kurzwellige Strahlung und der Abfluss latenter Wärme stark steigen. Im Gegensatz dazu zeigen die mittleren Breiten in den Abbildungen 14–16 eine annähernd lineare Beziehung zwischen der monatlichen Temperatur und der jüngsten (30-Tage-)Durchschnittsstrahlung, mit verzögerten Reaktionen von ~36 Tagen (NH) und ~61 Tagen (SH) in den dargestellten illustrativen Anpassungen. Die geringere Amplitude in der südlichen Hemisphäre (SH) und die längere Verzögerung stehen im Einklang mit einem höheren Meeresanteil und einer größeren effektiven Wärmekapazität in den mittleren Breiten der südlichen Hemisphäre.

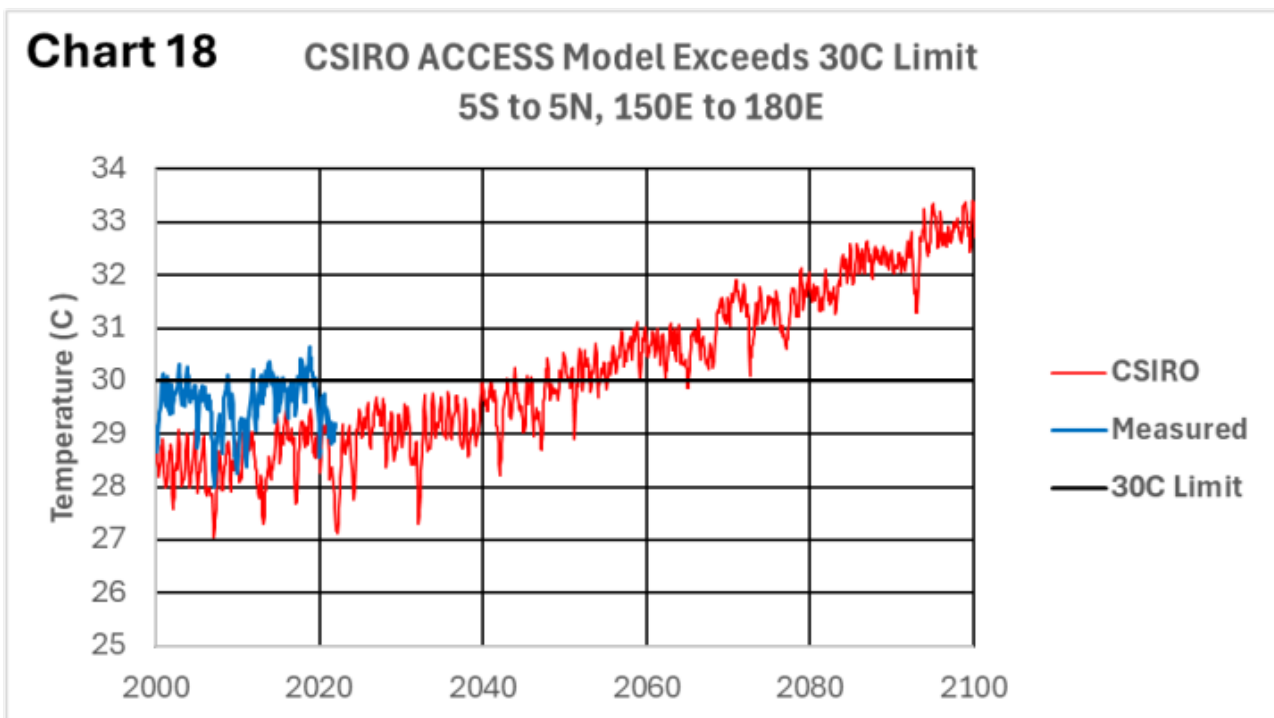
Schlussfolgerungen

Die Zeitreihen der täglichen maximalen Sonneneinstrahlung am Boden zeigen im letzten Jahrtausend eine hemisphärische Asymmetrie. In der heutigen Zeit ist die maximale tägliche Sonneneinstrahlung auf der Südhalbkugel höher als in den entsprechenden Breitengraden der Nordhalbkugel, doch die langfristigen Trends unterscheiden sich: In mehreren Breitengraden der Südhalbkugel (z. B. 45° S) ist sie seit etwa 1000 n. Chr. rückläufig, während sie in mehreren mittleren Breitengraden der Nordhalbkugel (z. B. 45° N) seit Erreichen eines Minimums um 1640 n. Chr. langsam zunimmt. In den niedrigen Breitengraden folgt auf eine Wendung um ~1200 n. Chr. ein allmählicher Anstieg der maximalen täglichen Sonneneinstrahlung.

Unter Verwendung der im Abschnitt „Abgeworfener ToA-Solarfluss“ vorgestellten Schwellenwertmethode legt die Analyse nahe, dass langfristige Veränderungen die Häufigkeit und Intensität tropischer konvektiver Wolkenregime beeinflussen und wie viel zusätzlicher ToA-Antrieb reflektiert statt absorbiert wird. In diesem Rahmen führt ein Rückgang der maximalen täglichen Sonneneinstrahlung in der südlichen Hemisphäre südlich von ~10° S zu einer Verringerung der konvektiven „Abweisung“ in diesem Gebiet, während die nördliche Hemisphäre eine geringere Veränderung aufweist, nun aber von ihrem Tiefststand aus wieder steigt. Da konvektives Potenzial eine Voraussetzung für Zyklone ist, steht dies im Einklang mit der beobachteten Abnahme der Zyklone in der südlichen Hemisphäre im Vergleich zu früheren Zeiträumen. Dass die Intensität der Zyklone in der nördlichen Hemisphäre im Jahr 1000 n. Chr. höher war als heute, steht im Einklang damit, dass in diesem Zeitraum mehr Wärme abgestrahlt wurde.

Im Zeitalter der Satellitenbeobachtung zeigen die hier verwendeten Temperaturreihen für die mittleren Breiten bei Anwendung einer angemessenen Verzögerung einen starken, nahezu linearen Zusammenhang mit der jüngsten Sonneneinstrahlung, was mit einer relativ direkten Reaktion des Strahlungsantriebs in diesen Bändern übereinstimmt. Die gleichen Temperaturen in den mittleren Breiten werden auch von Veränderungen der Advektion beeinflusst, die den zeitlichen Verlauf der Jahreszeiten und die geografische Verteilung der Erwärmung verschieben können. In diesem Rahmen wirken sich Veränderungen der tropischen Sonneneinstrahlung und Konvektion auf den Feuchtigkeits- und Wärmetransport in Richtung der Pole aus, was je nach Jahreszeit und Hemisphäre die lokalen Strahlungsantriebsreaktionen verstärken oder dämpfen kann.

Viele Klimamodelle weisen anhaltende Verzerrungen bei der tropischen Konvektion, der Bewölkung und der Darstellung von Prozessen im Warmwasserbecken auf, und diese Verzerrungen beeinflussen die simulierten Trends in Regionen, in denen die Meerestemperatur (SST) stark durch Konvektion bestimmt wird (einschließlich Teilen des tropischen Westpazifiks). Abbildung 18 dient hier als Beispiel für ein Szenario, in dem die beobachtete Meerestemperatur nahe der Obergrenze des Warmwasserbeckens begrenzt ist, und verdeutlicht, warum die korrekte Darstellung konvektiver Wolkenrückkopplungen für die Ursachenanalyse und die Prognosen von Bedeutung ist.



Diese Einschränkung bedeutet, dass Prognosen für tropische Warmwassergebiete (und für die mit diesen Gebieten verbundenen Zirkulationsreaktionen) mit Vorsicht interpretiert werden sollten und dass bei der Modellbewertung der Schwerpunkt auf beobachteten Einschränkungen hinsichtlich Konvektion, Wolkenreflexion und Wärmeabfluss liegen sollte.

Der langfristige Rückgang der maximalen täglichen Sonneneinstrahlung in hohen südlichen Breiten steht im Einklang mit den Abkühlungstrends in Regionen südlich von $\sim 55^\circ$ S während der Satellitenära (Kang et al., 2023) sowie mit der dokumentierten multidekadischen Abkühlung in Teilen der Antarktis, wie beispielsweise auf der Antarktischen Halbinsel, seit Ende der 1990er Jahre (Turner et al., 2016).

Insgesamt bietet das sich verändernde saisonale und Breitengradabhängige Muster der Sonneneinstrahlung an der Erdoberfläche einen schlüssigen, physikalisch begründeten Rahmen, der mit vielen der in diesem Artikel hervorgehobenen hemisphärischen und regionalen Asymmetrien übereinstimmt (einschließlich der Unterschiede im Reflexionsverhalten in den Tropen, beim Transport in Richtung der Pole und bei der Temperaturreaktion in den mittleren Breiten). Auf dieser Grundlage wird hier argumentiert, dass Veränderungen der Sonnenintensität über Breitengrade und Jahreszeiten hinweg ein Haupttreiber der beobachteten Muster und ein nützlicher Anhaltspunkt für die Vorhersage künftiger regionaler Trends sind. Allgemein gesehen weist die Nordhalbkugel starke Temperaturanstiege auf, während sich die Südhalbkugel in den hohen Breitengraden abkühlt, was sich schließlich auf die mittleren Breiten ausweiten wird, da sowohl die maximale tägliche Sonneneinstrahlung als auch die polwärts gerichtete Advektion abnehmen.

Autor

Richard Willoughby ist ein pensionierter Elektroingenieur, der 30 Jahre lang in der australischen Bergbau- und Mineralverarbeitungsindustrie tätig war, wo er Aufgaben in Großbetrieben, in der betrieblichen Forschung und Entwicklung sowie in der Minenerschließung wahrnahm. Weitere zehn Jahre verbrachte er in der globalen Versicherungsbranche als technischer Risikoberater, wo er ein anhaltendes Interesse an Naturkatastrophen und dem Klimawandel entwickelte.

Referenzen und Datenquellen

Datensätze und Verfahren

- NASA Jet Propulsion Laboratory (JPL) Solar System Dynamics. *HORIZONS System* (online ephemeris and solar system data service). Documentation: *HORIZONS System Manual*, version 4.98d (21 Nov 2025). NASA/JPL-Caltech.
- NASA Langley Research Center. *Clouds and the Earth's Radiant Energy System (CERES) Energy Balanced and Filled (EBAF) Edition 4.x*, monthly mean TOA flux products (Level 3b). Product description and data quality summaries available via CERES data portal.
- Loeb, N. G., Doelling, D. R., Kato, S., Su, W., Mlynarczyk, P. E., & Wilkins, J. C. (2024). Continuity in top-of-atmosphere Earth radiation budget observations. *Journal of Climate*, 37(23), 6093–6108.
- International Argo Program and national partners. *Argo* (global

profiling float observations of temperature/salinity, upper 2000 m). General program documentation available via Argo data portals.

- NOAA National Centers for Environmental Information (NCEI). *Global Ocean Heat Content Climate Data Record (CDR)*, 1955–present. Configuration Item ID: 01B-41. Dataset DOI: 10.7289/V53F4MVP.
- Riser, S. C., Freeland, H. J., Roemmich, D., et al. (2016). Fifteen years of ocean observations with the global Argo array. *Nature Climate Change*, 6, 145–153.
- Rohde, R. A., & Hausfather, Z. (2020). The Berkeley Earth land/ocean temperature record. *Earth System Science Data*, 12, 3469–3479.
- Berkeley Earth. *Berkeley Earth temperature data: gridded and time-series products* (land and land–ocean; includes gridded near-surface air temperature over land and sea surface temperature over oceans; see Berkeley Earth data portal for product notes and licensing).

Supporting scientific literature (selected)

- Ramanathan, V., & Collins, W. (1991). Thermodynamic regulation of ocean warming by cirrus clouds deduced from observations of the 1987 El Niño. *Nature*, 351, 27–32.
- Fu, R., Del Genio, A. D., Rossow, W. B., & Liu, W. T. (1992). Cirrus-cloud thermostat for tropical sea surface temperatures tested using satellite data. *Nature*, 358, 394–397.
- Lau, K.-M., Sui, C.-H., Chou, M.-D., & Tao, W.-K. (1994). An inquiry into the cirrus-cloud thermostat effect for tropical sea surface temperature. *Geophysical Research Letters*, 21(12), 1157–1160.
- Tompkins, A. M. (2001). On the relationship between tropical convection and sea surface temperature. *Journal of Climate*, 14(5), 633–637.
- Sud, Y. C., Walker, G. K., & Lau, K.-M. (1999). Mechanisms regulating sea-surface temperatures and deep convection in the tropics. *Geophysical Research Letters*, 26(8), 1019–1022.
- Stephens, G. L., Shiro, K. A., Hakuba, M. Z., Takahashi, H., Pilewskie, J. A., Andrews, T., Stubenrauch, C. J., & Wu, L. (2024). Tropical deep convection, cloud feedbacks and climate sensitivity. *Surveys in Geophysics*, 45, 1903–1931.
- Johnson, G. C., Lyman, J. M., & Loeb, N. G. (2016). Improving estimates of Earth’s energy imbalance. *Nature Climate Change*, 6, 639–640.
- Loeb, N. G., Ham, S.-H., Allan, R. P., Thorsen, T. J., Meyssignac, B., Kato, S., Johnson, G. C., & Lyman, J. M. (2024). Observational assessment of changes in Earth’s energy imbalance since 2000. *Surveys in Geophysics*, 45, 1757–1783.
- Villalba-Pradas, A., & Tapiador, F. J. (2022). Empirical values and assumptions in the convection schemes of numerical models. *Geoscientific Model Development*, 15, 3447–3518.
- Martin, E. R., & Schumacher, C. (2012). The relationship between tropical warm pool precipitation, sea surface temperature, and large-scale vertical motion in IPCC AR4 models. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 69(1), 185–194.

- Kim, H., Kang, S. M., Takahashi, K., Donohoe, A., & Pendergrass, A. G. (2021). Mechanisms of tropical precipitation biases in climate models. *Climate Dynamics*, 56, 17–27.
- Gray, W. M. (1968). Global view of the origin of tropical disturbances and storms. *Monthly Weather Review*, 96(10), 669–700.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (n.d.). Tropical Cyclone Introduction (JetStream–Online School for Weather). NOAA.
- Nicholls, N., Landsea, C., & Gill, J. (1998). Recent trends in Australian region tropical cyclone activity. *Meteorology and Atmospheric Physics*, 65, 197–205.
- Dowdy, A. J. (2014). Long-term changes in Australian tropical cyclone numbers. *Atmospheric Science Letters*, 15, 292–298.
- Mann, M. E., Woodruff, J. D., Donnelly, J. P., & Zhang, Z. (2009). Atlantic hurricanes and climate over the past 1,500 years. *Nature*, 460, 880–883.
- Turner, J., Lu, H., White, I., King, J. C., Phillips, T., Hosking, J. S., Bracegirdle, T. J., Marshall, G. J., Mulvaney, R., & Deb, P. (2016). Absence of 21st century warming on Antarctic Peninsula consistent with natural variability. *Nature*, 535, 411–415.
- Kang, S. M., Yu, Y., Deser, C., Zhang, X., Kang, I.-S., Lee, S.-S., Rodgers, K. B., & Ceppi, P. (2023). Global impacts of recent Southern Ocean cooling. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 120(30), e2300881120.

Link:

<https://wattsupwiththat.com/2026/04/29/changing-sunlight-weather-climate-2/>

Übersetzt von Christian Freuer für das EIKE