

Woher wir wissen, dass die Sonne Motor des Klimawandels ist. Teil 2: Die Gegenwart

geschrieben von Chris Frey | 26. Juni 2024

Javier Vinós

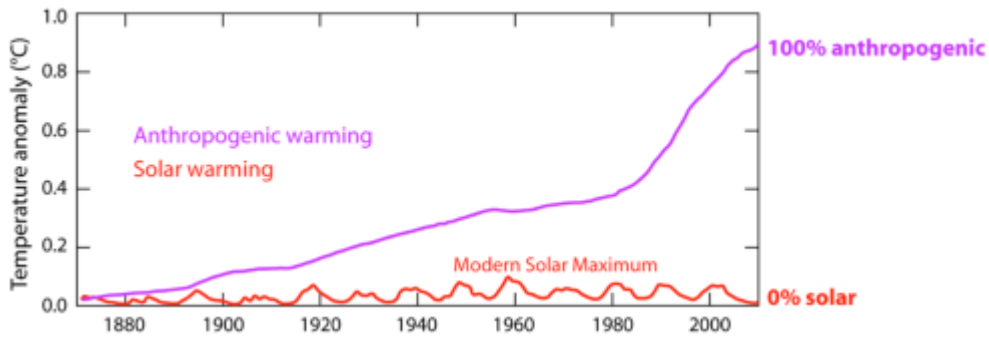
Teil 2 einer dreiteiligen Reihe. Teil 1 steht [hier](#), in deutscher Übersetzung [hier](#).

Der Einfluss der Sonne auf das Klima ist seit 200 Jahren umstritten. Das Grundproblem besteht darin, dass wir bei der Untersuchung der Vergangenheit starke klimatische Veränderungen beobachten, die mit längeren Perioden geringer Sonnenaktivität einhergehen, während wir bei der Beobachtung der Gegenwart nur geringe Auswirkungen aufgrund des 11-jährigen Sonnenzyklus feststellen können. Es gibt mehrere mögliche Erklärungen für diese Diskrepanz. Die wichtigste Frage ist jedoch, wie die Sonne das Klima beeinflusst.

In diesem Artikel untersuchen wir die Auswirkungen des 11-jährigen Sonnenzyklus auf das Klima in den letzten Zyklen und ihren Zusammenhang mit den jüngsten Klimaveränderungen.

7. Der IPCC sagt...

In seinem 5. Bewertungsbericht hat der IPCC Klimamodelle verwendet, um den Beitrag der Sonne zur Erwärmung zu berechnen. Diese Modelle berücksichtigen nur Veränderungen der Gesamtenergie, die von der Sonne kommt und die bekanntermaßen nur um 0,1 % schwankt. Daher lautet die Antwort des IPCC, dass die Sonne nichts zur Erwärmung beigetragen hat [1]. Dies ist absurd, wenn man unser Wissen über das Klima der Vergangenheit und die Tatsache berücksichtigt, dass wir in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts ein 70-jähriges Sonnenmaximum erlebt haben, eine der aktivsten Perioden der Sonnenaktivität seit Tausenden von Jahren.



Graphik nach AR5, WGI, Ch. 5, FAQ 5.1, Abbildung 1, Seite 393

Der IPCC ignoriert eine Vielzahl von Beweisen dafür, dass die Sonne das Klima in einer Weise beeinflusst, die nicht allein durch diese Energieänderungen erklärt werden kann. Aus Platzgründen können wir nur auf einige dieser unerklärlichen Auswirkungen eingehen. Beginnen wir mit der Oberfläche.

8. Auswirkungen der Sonne auf die Oberfläche

Der größte Teil der Sonnenenergie erreicht die Oberfläche des Planeten. Wenn diese Energie um 0,1 % zunimmt, dann erhält jeder Punkt auf der Oberfläche 0,1 % mehr. Man würde erwarten, dass dies zu einer geringen Gesamterwärmung führt, die von Wissenschaftlern auf zwei Hundertstel Grad Celsius geschätzt wird und die nicht nachweisbar ist. Aber das ist nicht das, was beobachtet wird. Mehrere Studien zeigen, dass sich die Oberfläche im Laufe des Sonnenzyklus viermal stärker erwärmt als erwartet, nämlich um 0,1°C, und zwar in äußerst unregelmäßiger Weise mit großen räumlichen Schwankungen [ii].

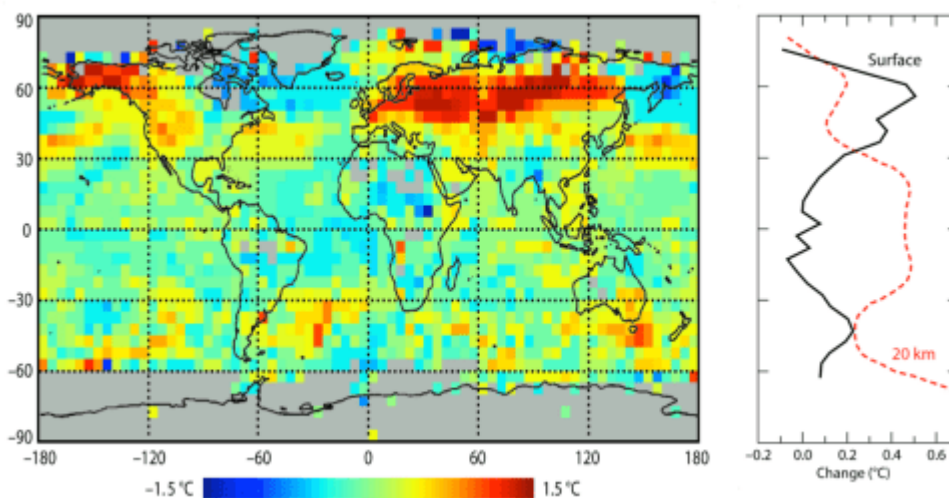


Abbildung aus Lean 2017. Die Reaktion der Temperatur auf den Sonnenzyklus aus Beobachtungen unter Verwendung

multipler Regression vom Minimum 1996 bis zum Maximum 2002. Auf der rechten Seite sind die zonal gemittelten Änderungen dargestellt.

Beim Übergang von einem solaren Minimum zu einem solaren Maximum zeigen einige Gebiete eine Erwärmung von mehr als 1 °C, während andere mehr als ein halbes Grad Abkühlung aufweisen. Dies ist nicht der Effekt, den man erwarten würde. Wenn wir den Durchschnitt für jeden Breitengrad analysieren, stellen wir eine sehr starke Erwärmung um den 60° nördlicher Breite fest. Wenn wir jedoch die Veränderung in 20 km Höhe, in der Stratosphäre, analysieren, stellen wir etwas sehr Merkwürdiges fest. Die Reaktion in dieser Schicht der Atmosphäre ist umgekehrt zur Reaktion an der Oberfläche. Warum ist das wichtig? Der IPCC sagt uns, dass einer der Fingerabdrücke der Erwärmung aufgrund unserer Emissionen darin besteht, dass wir eine Erwärmung an der Oberfläche und eine Abkühlung in der Stratosphäre beobachten. Aber wenn die Sonne ebenfalls eine umgekehrte Reaktion zwischen den beiden zeigt, dann ist die Beobachtung nicht mehr ein Beweis für die Emissionen als Ursache. Es könnte die Sonne sein. Wichtig ist auch, dass der Teil des Globus', der sich während der globalen Erwärmung (seit 1976) am stärksten erwärmt hat, die Landoberfläche der nördlichen Hemisphäre ist, also genau die Region, die als Reaktion auf eine aktivere Sonne die stärkste Erwärmung zeigt, während es in den Tropen kaum wärmer geworden ist.

9. Auswirkungen der Sonne auf den Ozean

Vor Jahren untersuchten einige Wissenschaftler die Erwärmungs- und Abkühlungsraten in der oberen Schicht der tropischen Ozeane. Sie fanden heraus, dass sie einem ähnlichen Zyklus folgen wie die Sonne [iii]. Es gibt jedoch ein Problem: Die Schwankungen der Sonnenenergie sind zehnmal geringer als sie sein müssten, um diese Veränderungen zu verursachen. Anstatt zu akzeptieren, dass dies für eine indirekte Wirkung der Sonne auf das Klima spricht, ignorierten die meisten Wissenschaftler die Studie.

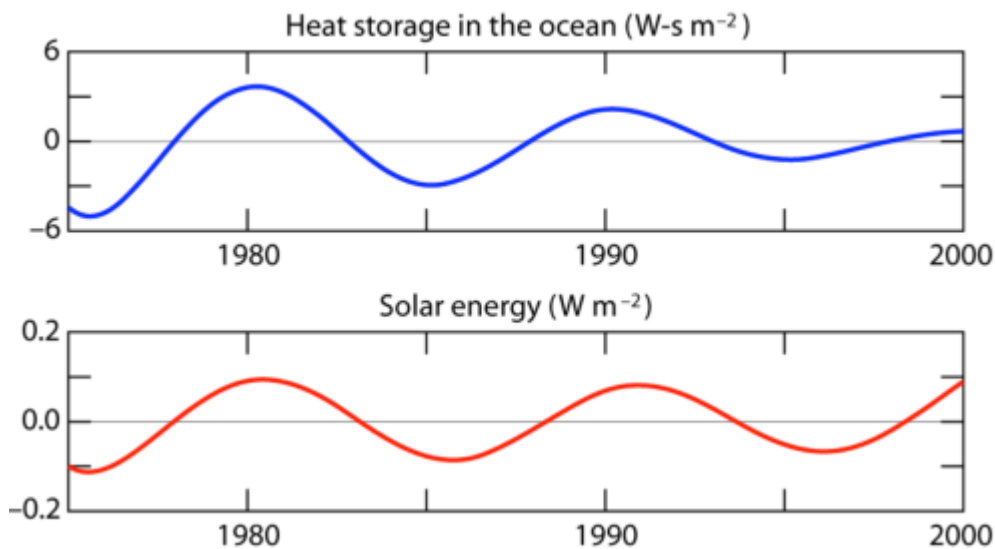


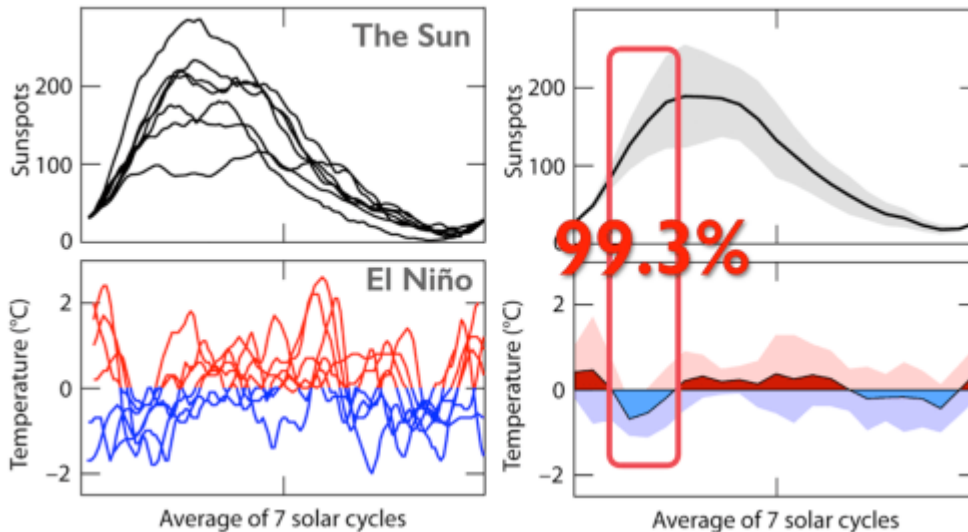
Abbildung aus White et al. 2003. Oben: Anomalie der Wärmespeicherung oberhalb der 22°C-Isotherme von 30°S bis 30°N, ausgedrückt in W (gespeichert)/m². Unten: Anomalie der Sonneneinstrahlung.

Im Pazifik drücken die Passatwinde das warme Oberflächenwasser nach Westen und führen kaltes Tiefenwasser vor der Küste Südamerikas heran. Dies wird als die neutrale Phase bezeichnet. In manchen Jahren werden die Passatwinde stärker und schieben das kalte Wasser in Richtung des Zentrums des Pazifiks, wodurch sich mehr warmes Wasser im Westen ansammelt. Dies ist die La-Niña-Phase. In anderen Jahren wehen die Passatwinde langsamer oder in die entgegengesetzte Richtung, das kalte Wasser hört auf, im Osten aufzusteigen, und das Wasser im zentralen und östlichen Pazifik erwärmt sich. Dies ist die El-Niño-Phase. Diese Oszillation beeinflusst das Wetter in weiten Teilen der Erde, und wir dürfen nicht vergessen, dass sie drei Zustände hat, nicht zwei.

Seit 1990 gibt es unzählige Studien über den Sonnenzyklus und El Niño. In Zeitschriftenartikeln, Büchern oder IPCC-Berichten findet man jedoch keinen einzigen Hinweis darauf.

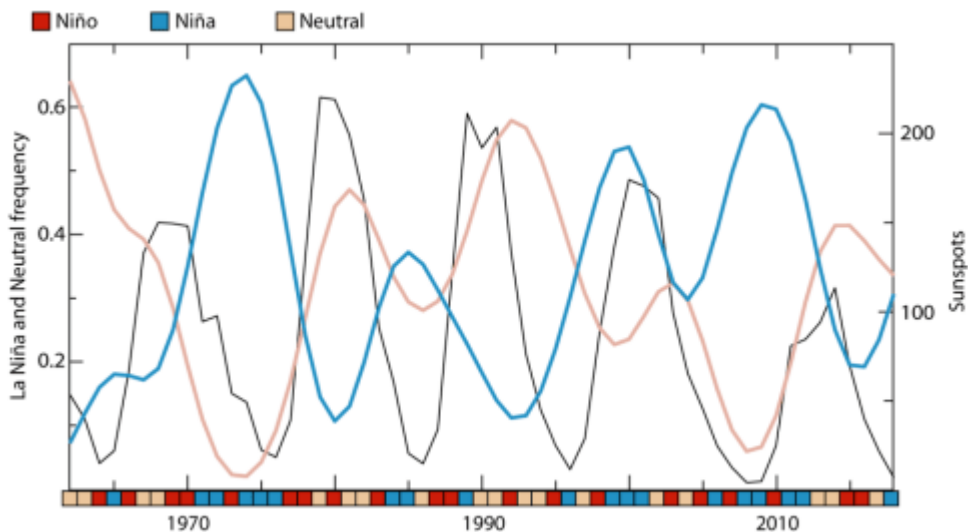
Ich habe diese Beziehung anhand von Daten über die Sonnenaktivität und den ozeanischen El-Niño-Index untersucht, der in blau die Zeiten anzeigt, in denen der äquatoriale Pazifik kühler als der Durchschnitt ist, und in rot die Zeiten, in denen er wärmer ist. Da die Sonnenzyklen leicht unterschiedlich lang sind, habe ich beide Datenreihen in Segmente eines Sonnenzyklus' unterteilt und dann die Länge so angepasst, dass sie für alle Zyklen gleich ist. Dieses statistische Verfahren wird als Epochenanalyse bezeichnet. Auf diese Weise werden der Mittelwert und die Varianz der Daten für Zeiträume ermittelt, die in ihrer Phase des Zyklus' übereinstimmen. Dabei zeigte sich ein Muster, das auf eine Reaktion von El Niño auf die Sonnenaktivität hinweist. Ich untersuchte einen Zeitraum, in dem der Zyklus an Aktivität zunimmt, was mit La-Niña-Bedingungen einhergeht. Ich habe die Monte-Carlo-Methode angewandt, um

die Wahrscheinlichkeit zu bestimmen, dass dieses Ergebnis zufällig ist, und die Antwort war nur 0,7 %. Das bedeutet, dass mit einer Wahrscheinlichkeit von 99,3 % die La-Niña-Bedingungen zu diesem Zeitpunkt des Sonnenzyklus' auf die Sonne zurückzuführen sind.



Die Abbildung zeigt eine Epochenanalyse der Sonnenaktivität und des ozeanischen El-Niño-Index'. Die X-Achse ist die variable Länge eines vollen Sonnenzyklus'. Die rechten Kurven zeigen den Mittelwert und die Standardabweichung der linken Kurven. Das rote Rechteck zeigt den Teil der Daten an, der mit der Monte-Carlo-Methode analysiert worden ist.

Da die Antwort für La Niña klarer ist, habe ich die relativen Häufigkeiten der einzelnen Phasen des El-Niño-Phänomens analysiert. Es zeigt sich, dass die Häufigkeit der Jahre mit neutralen Bedingungen dem Sonnenzyklus mit einer Verzögerung von ein oder zwei Jahren folgt. Überraschenderweise ist die Häufigkeit von La Niña das Gegenteil von Neutral. Die Sonnenaktivität bestimmt, ob es sich um ein La-Niña-Jahr oder ein neutrales Jahr handelt. Der Einfluss der Sonne auf El-Niño-Jahre ist weniger eindeutig. El Niño scheint eine andere Ursache zu haben, die in der im Ozean gespeicherten Wärmemenge liegen könnte. Das solare Muster wird durch eine Studie über die Häufigkeit von El Niño seit 1900 bestätigt, denn unter den sich wiederholenden Spitzen gibt es eine 11-Jahres-Spitze, die der Häufigkeit des Sonnenzyklus' entspricht[iv].



Die Abbildung zeigt die relative Häufigkeit für neutrale Jahre (orange) und La-Niña-Jahre (blau) aus der offiziellen Klassifizierung ([Domeisen et al. 2019](#)), die in den unteren Quadranten dargestellt ist. Die Häufigkeit wurde für ein gleitendes 5-Jahres-Fenster berechnet und nach Gauß geglättet.

Es ist erstaunlich, dass trotz der vielen Beweise und Studien die große Mehrheit der Wissenschaftler nicht erkennt, dass die Sonne das sehr wichtige El-Niño-Phänomen steuert. El Niño ist jedoch ein Produkt der Wirkung der Passatwinde über dem äquatorialen Pazifik. Um El Niño zu kontrollieren, muss die Sonne die atmosphärische Zirkulation steuern.

10. Atmosphärische Auswirkungen

Wir wissen seit 1988, dass die Sonne die atmosphärische Zirkulation beeinflusst [v], aber wie andere Auswirkungen der Sonne auf das Klima auch ignorieren die meisten Wissenschaftler diese Erkenntnisse. Dieser Einfluss auf die Atmosphäre kann sich auf Hurrikane in einer viel bedeutenderen Weise auswirken als die globale Erwärmung. Das Diagramm der jährlichen Anzahl schwerer Wirbelstürme in der Welt (invertiert) zeigt, dass die Anzahl der Wirbelstürme während oder nach dem Sonnenmaximum tendenziell zunimmt [vi].

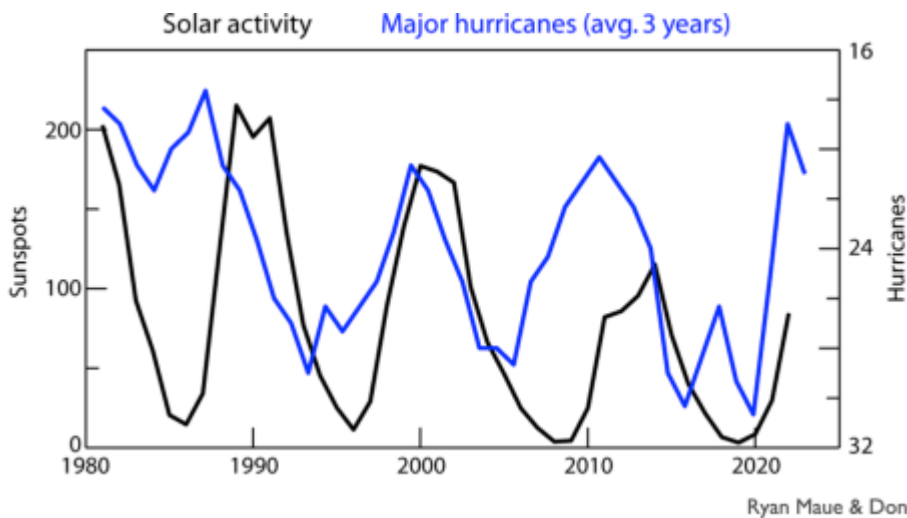
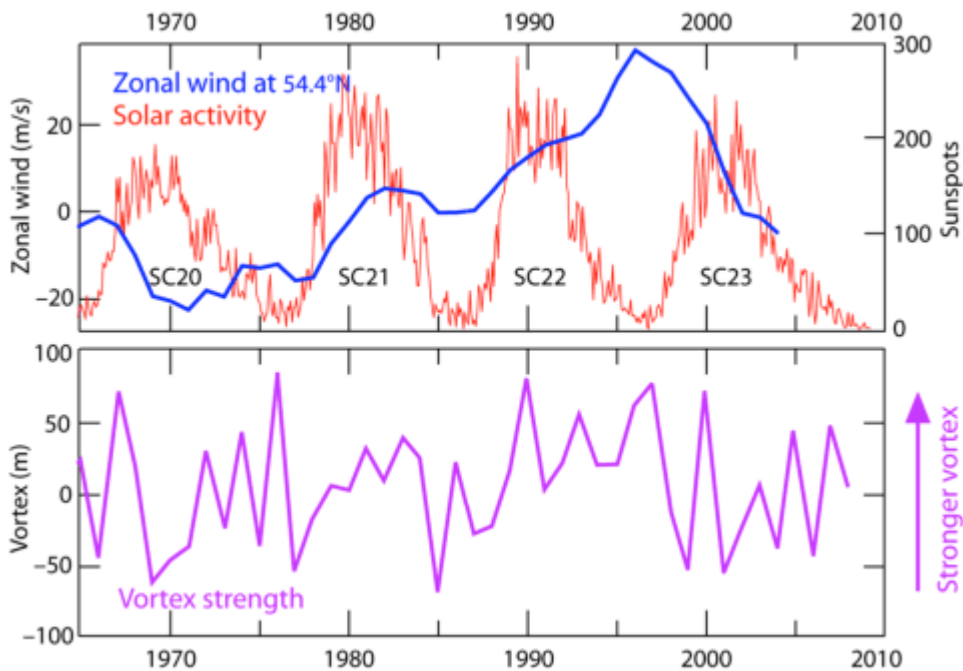


Abbildung nach Pielke & Maue 2024. Die Daten für globale schwere Hurrikane (≥ 94 Knoten) von Ryan Maue sind ein invertierter und zentrierter 3-Jahres-Durchschnitt. Er zeigt eine dekadische Periodizität.

Wie schafft es die Sonne, die Atmosphäre zu beeinflussen? Im Jahr 1959 entdeckte ein Wissenschaftler, dass Veränderungen im Polarwirbel auf die Sonnenaktivität zu reagieren schienen [vii]. Diese Frage wird weiterhin untersucht, und wir beginnen zu verstehen, dass ein Großteil der Auswirkungen der Sonnenaktivität auf die atmosphärische Zirkulation auf diesen Effekt zurückzuführen ist.

In der nächsten Grafik ist die Sonnenaktivität in Rot dargestellt. Die violette Farbe am unteren Rand zeigt die Stärke des Polarwirbels [viii]: Hohe Werte bedeuten einen starken Wirbel, niedrige Werte einen schwachen Wirbel. Diese Werte weisen in der Regel von Jahr zu Jahr große Schwankungen auf. In Blau ist die kumulative Windgeschwindigkeit dargestellt, die den Polarwirbel umweht [ix]. Wenn die Kurve nach oben zeigt, bedeutet dies, dass die Geschwindigkeit die meiste Zeit über dem Durchschnitt liegt und der Wirbel stark ist. Wenn sie nach unten zeigt, bedeutet dies das Gegenteil.

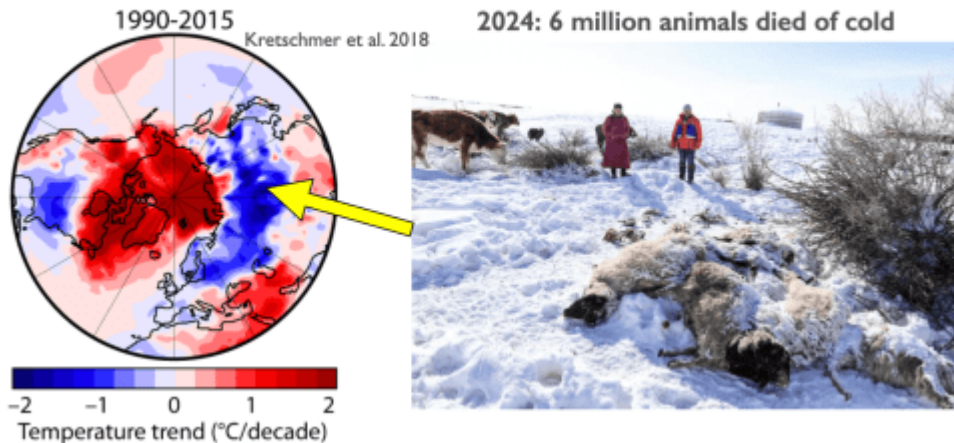


Diese Abbildung zeigt in rot die monatliche Anzahl der Sonnenflecken, in blau die kumulative Anomalie der zonalen Windgeschwindigkeit bei 54,4°N, 10 hPa (Lu et al. 2008) und in lila die mittlere Anomalie des Geopotentials der 20 hPa-Fläche (NCEP, Christiansen 2010).

Während des Zyklus' 20 mit geringer Sonnenaktivität war der Wirbelwind langsamer als normal und die meisten Jahre hatten einen schwachen Wirbel. Dies entspricht den späten 1960er und frühen 1970er Jahren, als viele Winter kalt waren. Dann kam Zyklus 21, der sehr aktiv war. Die Windgeschwindigkeit nahm zu, und es gab nur zu Beginn und am Ende des Zyklus', bei geringer Sonnenaktivität einen schwachen Wirbel. In den späten 1970er und 1980er Jahren waren die Winter wärmer. Zyklus 22 blieb sehr aktiv, und der Wind war weiterhin stärker als normal, was dazu führte, dass es keine schwachen Wirbeljahre gab. In den 1990er Jahren waren die Winter weiterhin mild. Mit Zyklus 23 nahm die Sonnenaktivität wieder ab, was zu einem Rückgang der Windgeschwindigkeit führte. Schwache Wirbeljahre kehrten zurück. Und ebenfalls seit Ende der 1990er Jahre sind kalte Winter zurückgekehrt, was Wissenschaftler, die den Einfluss der Sonne auf das Klima ignorieren, nur schwer erklären können.

Die mir vorliegenden Daten decken die Sonnenzyklen 24 und 25 nicht ab, aber die Korrelation zwischen geringer Sonnenaktivität und kalten Wintern besteht weiterhin, insbesondere im östlichen Nordamerika und in Eurasien. Seit den späten 1990er Jahren sind die Winter in weiten Teilen der nördlichen Hemisphäre tendenziell kälter geworden, während sich die Arktis erwärmt hat, wie die nächste Abbildung zeigt [x]. Der Winter 2024 war der kälteste in der Mongolei seit Jahrzehnten. 6 Millionen Tiere starben, das sind 10 % ihrer Population [xi].

Low solar activity causes cold winters



Diese Abbildung zeigt die beobachteten Temperaturtrends für die Monate Januar und Februar im Zeitraum 1990-2015 (Kretschmer et al. 2018).

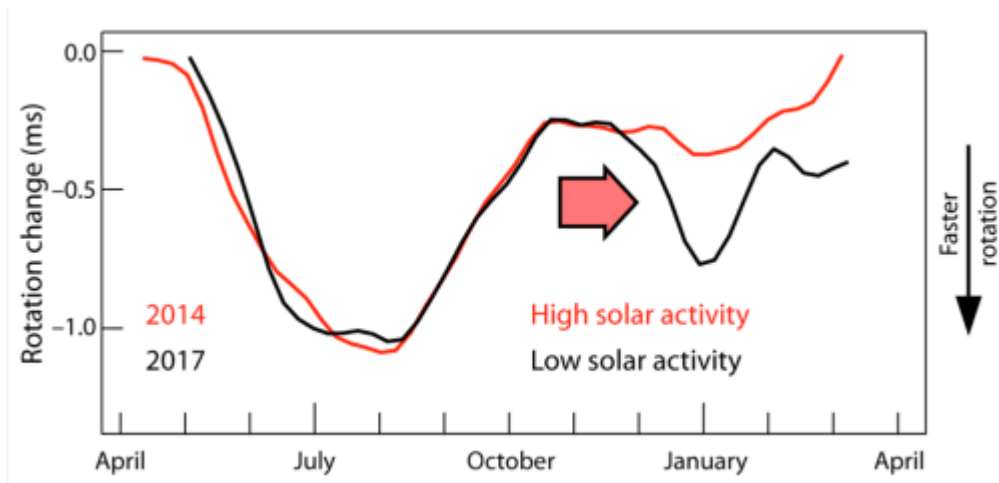
Ohne den Einfluss der Sonne auf das Klima zu verstehen ist dies nicht nachvollziehbar. Nichts davon hat etwas mit dem atmosphärischen CO₂ zu tun. Die Anerkennung der Tatsache, dass die Sonne die Temperatur der Winter auf der Nordhalbkugel steuert impliziert, dass die Sonne zur beobachteten Erwärmung beigetragen hat, da ein Großteil der Erwärmung auf den Anstieg der Tiefsttemperaturen auf der Nordhalbkugel zurückzuführen ist.

Die Auswirkungen der Sonne auf die Atmosphäre haben auch einen deutlichen Einfluss auf die Erdrotation.

11. Auswirkungen auf die Erdrotation

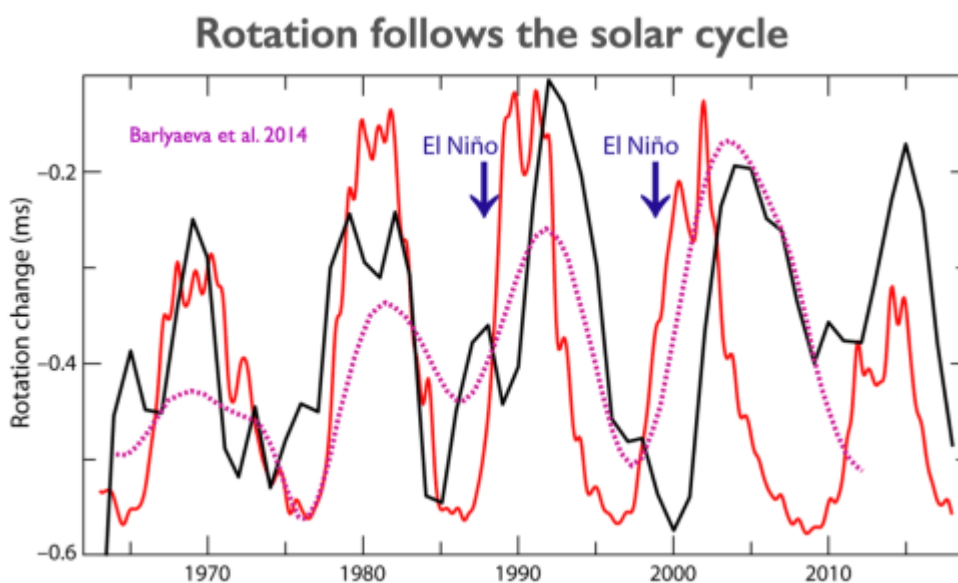
Seit Mitte des 20. Jahrhunderts ist es möglich, die Geschwindigkeit der Erdrotation mit großer Genauigkeit zu messen. Im Jahr 1962 stellte ein französischer Wissenschaftler fest, dass die Sonnenaktivität die Rotationsgeschwindigkeit des Planeten verändert [xii]. Seitdem wurde dieses Erkenntnis in Dutzenden von Studien bestätigt. Die Klimatologen ignorieren dieses Erkenntnis.

Auch ich habe die Daten analysiert, und sie lassen keinen Raum für Zweifel. Die Erdrotation nimmt zweimal im Jahr zu, wenn auf jeder Hemisphäre der Winter eintritt. Ich habe mich für die Analyse der Veränderungen zwischen November und Januar entschieden, weil die Veränderungen kleiner und variabler sind und ich so die Reaktion besser erkennen kann. Diese Grafik vergleicht ein Jahr mit hoher Sonnenaktivität mit einem Jahr mit geringer Aktivität. Bei geringer Aktivität beschleunigt sich die Rotation und jede Umdrehung ist um eine halbe Millisekunde kürzer.



Diese Abbildung zeigt die Veränderungen der Tageslänge in Millisekunden für 2014 (rot) und 2017 (schwarz). IERS EOP C04-Daten mit Glättung.

Meine Analyse bestätigt, was viele Forscher festgestellt haben: Die Erdrotation ändert sich mit der Sonnenaktivität. Wenn die Sonnenaktivität niedrig ist, beschleunigt sich die Rotation zwischen November und Januar stärker, und wenn sie hoch ist, beschleunigt sie sich kaum noch. Der Effekt wird durch andere Phänomene gestört, die sich ebenfalls auf die Rotation des Planeten auswirken, wie z. B. El Niño, aber der 11-jährige Zyklus ist eindeutig. Andere Studien, bei denen die Daten anders behandelt wurden, kommen zu einem ähnlichen Ergebnis [xiii].



Diese Abbildung zeigt in Rot die Sonnenaktivität (10,7 cm-Fluss), in Schwarz die geglättete 3-Punkt-Amplitude der Tageslängenänderung im NH-Winter und in Lila das Ergebnis von Barlyeva et al. 2014.

Die Auswirkung der Sonne auf die Rotation ist seit 60 Jahren bekannt, ohne dass bisher eine Erklärung dafür gegeben wurde. Seine Ursache muss zwangsläufig in Änderungen des Drehimpulses der Atmosphäre liegen. Der Austausch von Drehimpulsen zwischen der Erde und der Atmosphäre lässt sich mit dem vergleichen, was mit einem Schlittschuhläufer passiert, wenn er sich dreht. Je weiter sich die Arme vom Körper entfernen, desto langsamer wird die Drehung, und je mehr sie sich nähern, desto schneller wird die Drehung. Das Problem besteht darin, dass Änderungen des Drehimpulses, die groß genug sind, um die Erdrotation zu beeinflussen, nicht durch Änderungen von nur 0,1 % der von der Sonne auf der Oberfläche abgegebenen Energie verursacht werden können.

12. Schlussfolgerungen

Nichts von dem findet sich in den IPCC-Berichten wieder, welche die zahlreichen Beweise ignorieren, die zeigen, dass der Einfluss der Sonne auf das Klima nicht auf eine kleine Energieänderung beschränkt ist. Und nichts davon findet sich in den Klimamodellen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die von der Sonne verursachten Veränderungen an der Oberfläche die umgekehrten dynamischen Muster aufweisen wie die in der Stratosphäre, was denselben Fingerabdruck bei der CO₂-bedingten Erwärmung darstellt. Wir haben gesehen, dass die Sonne Temperaturänderungen im Ozean verursacht, die weit größer sind als erwartet, und dass sie die ENSO beeinflusst, ein wichtiges globales Klimaphänomen. Wir haben gesehen, dass die Sonne die Stärke des Polarwirbels reguliert, der die Häufigkeit sehr kalter Winter in großen Teilen der nördlichen Hemisphäre beeinflusst, und wir haben gesehen, dass sie die Rotation des Planeten verändert. Nichts von alledem lässt sich durch eine 0,1 %ige Veränderung der Energie erklären, die die Planetenoberfläche vom Sonnenminimum zum Sonnenmaximum erreicht. Es gibt noch etwas anderes. Etwas, das seit 1987 erforscht wird und diese Effekte erklären kann. Der IPCC weiß davon und erwähnt es in seinem 5. Bericht, ist aber nicht willens oder in der Lage, seine globale Bedeutung zu verstehen.

Man kann argumentieren, dass die von uns analysierten Auswirkungen der Sonnenaktivität auf das Klima periodisch sind. Die Sonnenaktivität schwankt zyklisch alle 11 Jahre, El Niño weicht La Niña, der Wirbel ändert jeden Winter seine Stärke, und die Rotation des Planeten kehrt zu dem zurück, was sie war. Zwei Dinge deuten jedoch darauf hin, dass es einen viel stärkeren Langzeiteffekt gibt und dass die Sonnenaktivität daher eine kumulative Wirkung auf das Klima hat, die wir noch nicht gut verstehen. Zum einen ändern sich, wie wir gesehen haben, die winterlichen Temperaturtrends in der nördlichen Hemisphäre über Jahrzehnte hinweg mit der Sonnenaktivität, was seit den späten 1990er Jahren zu einer Erwärmung in der Arktis und einer Abkühlung in Nordamerika und Eurasien während des Winters führt, was nun schon seit

25 Jahren aufgrund der geringen Sonnenaktivität im 21. Jahrhundert der Fall ist. Zum Anderen ist, dass, wie wir im ersten Teil gesehen haben, die geringe Aktivität über mehr als ein Jahrhundert in der Vergangenheit die Ursache für einige der großen Klimaveränderungen des Holozäns war.

Ich habe die letzten 10 Jahre damit verbracht zu verstehen, wie sich das Klima auf natürliche Weise verändert, ohne vorgefasste Meinungen, indem ich eine riesige Menge an Informationen und Daten untersucht habe. Die Erkenntnisse haben mich zu einer alternativen Theorie des Klimawandels gegenüber der des IPCC geführt. Sie basiert nicht auf Veränderungen der Sonnenaktivität, aber zu meiner Überraschung erklärt sie diese. Beim Klima geht es um viel mehr als um die Sonne, aber die Schlussfolgerung ist, dass das Sonnenmaximum des 20. Jahrhunderts wesentlich zur jüngsten Erwärmung beigetragen hat. Und es ist mir nicht entgangen, dass dies bedeutet, dass die Kontrolle unserer Emissionen, die zum Hauptziel der UNO und der westlichen Welt geworden ist, möglicherweise keinen großen Einfluss auf das zukünftige Klima hat.

Dieser Artikel kann auch in einem 16-minütigen Video mit englischen und französischen Untertiteln angesehen werden.

References

[i] Masson-Delmotte, V., M. et al., 2013. [Information from Paleoclimate Archives](#). In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Fifth Assessment Report of the IPCC. FAQ 5.1, Fig. 1 pg. 393.

[ii] Lean, J.L., 2017. [Sun-climate connections](#). In Oxford Research Encyclopedia of Climate Science.

[iii] White, W.B., Dettinger, M.D. & Cayan, D.R., 2003. [Sources of global warming of the upper ocean on decadal period scales](#). *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 108(C8).

[iv] Deser, C., et al., 2010. [Sea surface temperature variability: Patterns and mechanisms](#). *Annual review of marine science*, 2, pp.115-143.

[v] Labitzke, K. & Van Loon, H., 1988. [Associations between the 11-year solar cycle, the QBO and the atmosphere. Part I: the troposphere and stratosphere in the northern hemisphere in winter](#). *Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics*, 50(3), pp.197-206.

[vi] Pielke Jr., R., & Maue, R. 2024. [Global Tropical Cyclones](#).

[vii] Palmer, C.E., 1959. [The stratospheric polar vortex in winter](#). *Journal of Geophysical Research*, 64(7), pp.749-764.

[viii] Christiansen, B., 2010. [Stratospheric bimodality: Can the equatorial QBO explain the regime behavior of the NH winter vortex?](#) *Journal of climate*, 23(14), pp.3953-3966.

[ix] Lu, H., et al., 2008. [Decadal-scale changes in the effect of the QBO on the northern stratospheric polar vortex](#). Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 113(D10).

[x] Kretschmer, M., et al., 2018. [More-persistent weak stratospheric polar vortex states linked to cold extremes](#). Bulletin of the American Meteorological Society, 99(1), pp.49-60.

[xi] The New York Times, 2024. [A Harsh Mongolian Winter Leaves Millions of Livestock Dead](#).

[xii] Danjon, A, 1962. La rotation de la Terre et le Soleil calme. Comptes Rendus Hebdomadaires des Seances de l'Academie des Sciences, 254(17), p.3058.

[xiii] Barlyaeva, T., Bard, E. & Abarca-del-Rio, R., 2014. [Rotation of the Earth, solar activity and cosmic ray intensity](#). Annales Geophysicae Vol. 32, No. 7, pp. 761-771.

Link:

<https://judithcurry.com/2024/05/17/how-we-know-that-the-sun-changes-climate-ii-the-present/#more-31234>

Übersetzt von Christian Freuer für das EIKE