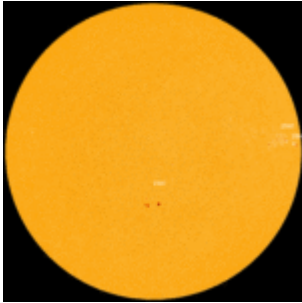


# Hinweise auf Klimaeinfluss der Sonne verdichten sich weiter



Aus dem März 2016 stammt eine Arbeit von Yamakawa et al. in [Quaternary International](#), in der die Autoren den solaren Klimaeinfluss über die Stratosphäre und die Meeresoberfläche beschreiben:

***Ü Beziehungen zwischen der Sonnenaktivität und Variationen der Wassertemperatur sowie der atmosphärischen Zirkulation in Troposphäre und Stratosphäre***

***Beziehungen zwischen Sonnenaktivität und Variationen sowohl der Wassertemperatur als auch der atmosphärischen Zirkulation zu Zeiten des solaren Maximums werden in dieser Studie aufgezeigt.***

*Die globale Verteilung von Korrelations-Koeffizienten zwischen den jährlichen relativen Sonnenfleckenzahlen (SSN) und der Wassertemperatur (SST) von Juli bis Dezember wurde über einen Zeitraum von 111 Jahren (1901 bis 2011) untersucht. Gebiete mit einer signifikant positiven Korrelation machten 11,7% der globalen Wasseroberfläche im Dezember aus, hauptsächlich in drei Regionen im Pazifik. Der Einfluss der Sonnenaktivität auf Variationen des globalen Luftdrucks und die Zirkulationen während Jahren des Maximums wurden ebenfalls analysiert, und zwar von 1979 bis 2011. Die Ergebnisse zeigten, dass größere Geopotential-Anomalien die Tendenz hatten, in Stratosphäre und Troposphäre auf der Nordhemisphäre zu erscheinen. Diese zentrierten sich im Gebiet um den Hawaii-Archipel im November und Dezember im zweiten Jahr des solaren Maximums. Die Verteilung der SST im Pazifik mit starken Hochdruckgebieten über dem Nord- bzw. Südpazifik erzeugten eine Verteilung, welche ähnlich aussahen wie die **Pazifische Dekadische Oszillation (PDO)** und dem El Niño oder El Niño Modoki (ENM). **Dies legt nahe, dass die Sonnenaktivität die Troposphäre nicht nur via Stratosphäre beeinflusst, sondern auch via Wassertemperatur.***

Im Dezember 2015 war der Klimaeinfluss des solaren 11- Jahreszyklus Thema im AGU-Mitgliederblatt [Eos](#):

*(...) Der Einfluss der Sonne auf das Klima ist ein hitziges und verworrenes Thema. **Zunehmende Beweise zeigen, dass der 11-Jahre-Sonnenzyklus Klima und Temperaturen beeinflusst** – das berühmteste Beispiel hierfür ist die Kleine Eiszeit, als die Sonne durch mehrere nahezu sonnenfleckenfreie Zyklen gelaufen war von 1645 bis 1715. (...) Im Verlauf des 11-Jahre-Zyklus' dreht die*

Rotation der Sonne ihr Magnetfeld langsam zu Knoten, was dunkle Sonnenflecken hervorruft. **Obwohl die Helligkeit der Sonne insgesamt nur um 0,1% variiert, können die verknoteten Bündel magnetischer Energie die ultraviolette Strahlung um 4% bis 8% während des solaren Maximums steigen lassen.** Diese starken UV-Strahlen lösen in der Stratosphäre chemische Reaktionen aus, die Sauerstoffatome und -moleküle binden und Ozon bilden. Da das Ozon selbst ein guter Absorber von UV-Strahlung ist, kann dieses die Stratosphäre nahe des Äquators erwärmen. Dies wiederum wirkt sich auf die den Globus umwehenden Winde aus.

Ganzen Artikel in [Eos](#) lesen.

Eine Gruppe um Willie Soon publizierte im November 2015 in [Earth Science Reviews](#) zur Klimawirkung der Sonne im Rahmen der Erwärmung der letzten 150 Jahre:

**Ü Re-Evaluierung der Rolle der solaren Variabilität bei nordhemisphärischen Temperaturtrends seit dem 19. Jahrhundert**

Die Debatte, welchen Einfluss die solare Variabilität auf Temperaturtrends seit dem 19. Jahrhundert hat (falls überhaupt einen), war kontrovers. In dieser Studie betrachten wir zwei Faktoren, die zu dieser Kontroverse beigetragen haben könnten:

1. Es existieren viele unterschiedliche Datensätze zur solaren Variabilität. Während jeder einzelne dieser Datensätze auf einer plausiblen Grundlage beruht, implizieren sie oftmals sich widersprechende Schätzungen der Trends der solaren Aktivität seit dem 19. Jahrhundert.

2. Obwohl Versuche unternommen worden waren, nicht klimatischen Verzerrungen in früheren Schätzungen der Temperaturtrends Rechnung zu tragen, haben jüngste Forschungen von zwei der Autoren gezeigt, dass gegenwärtige Schätzungen wahrscheinlich immer noch durch nicht klimatische Verzerrungen beeinflusst sind, vor allem urbanisierte Gebiete.

Hiermit im Hinterkopf beleuchten wir zunächst die Debatte um die solare Variabilität. Wir fassen die Punkte mit allgemeiner Übereinstimmung zwischen den meisten Gruppen zusammen, ebenso wie die Aspekte, die immer noch kontrovers sind. Wir diskutieren mögliche zukünftige Forschungen, die helfen können, die Kontroverse um diese Aspekte aufzulösen. Danach stellen wir eine neue Schätzung der Temperaturtrends seit 1881 zusammen, um dem Problem der Verstädterung Rechnung zu tragen. Dabei ziehen wir Aufzeichnungen von vorherrschend ländlichen Stationen im monatlichen Datensatz des Global Historical Climatology Network GHCN heran. Wie frühere Schätzungen auf der Grundlage von Wetterstationen zeigt unsere neue Schätzung, dass die Temperaturen von 1880 bis 1940 und dann wieder von 1980 bis 2000 gestiegen sind. Allerdings zeigt die neue Schätzung, dass diese beiden Perioden mit Erwärmung von einer ausgeprägten Periode mit Abkühlung unterbrochen waren, die von 1950 bis 1970 dauerte, und dass die relative Wärme der Warmzeit um die Mitte des 20. Jahrhunderts vergleichbar ist mit der jüngsten Warmzeit.

Dann vergleichen wir die Schätzung unseres auf Wetterstationen basierenden

Temperaturtrends mit vielen anderen Schätzungen unabhängig davon. Diese neue Aufzeichnung hat sich als Konsistent erwiesen mit Schätzungen der Trends der Wassertemperatur auf der Nordhemisphäre ebenso wie mit auf Proxys basierenden Temperatur-Schätzungen, die abgeleitet worden sind aus Aufzeichnungen der Länge von Gletschern und von Baumringen. Allerdings waren die gemittelten Ergebnisse der CMIP5-Klimamodelle in der Nachhersage unfähig, die neue Schätzung angemessen zu reproduzieren – obwohl die Modellierung bestimmter vulkanischer Eruptionen scheinbar gut reproduziert worden war.

Und schließlich vergleichen wir unser neues Komposit mit einem der Datensätze der solaren Variabilität, der von den CMIP5-Klimamodellen nicht berücksichtigt worden war, d. h. die Aktualisierung von Scafetta und Willson 2014 des Datensatzes von Hoyt und Schatten 1993. Eine starke Korrelation fand sich zwischen diesen beiden Datensätzen, was impliziert, dass die solare Variabilität den dominanten Einfluss auf Temperaturtrends der Nordhemisphäre hatte seit mindestens 1881. Wir diskutieren die Bedeutung dieser offensichtlichen Korrelation sowie die Implikationen auf Studien, die stattdessen einen steigenden atmosphärischen Gehalt von Kohlendioxid als den dominanten Einfluss ausgemacht hatten.

Von 2015 stammt auch ein Buch von Olavi Kärner mit dem Titel "[Towards a New Climate Representation: Analysis of Forcing and Response Time Series](#)". Aus der Beschreibung:

*Dieses Buch bietet eine wechselseitige [mutual] Analyse der zeitweiligen Variabilität der Gesamt-Sonneneinstrahlung (TSI) an der Obergrenze der Atmosphäre TOA und mehreren Temperatur-Zeitreihen. Im ersten Teil geht es um Erkundungsstudien der täglichen Reihen, um diese an ein statistisches Modell zur Repräsentation ihrer langzeitlichen Variabilität anzupassen. Im zweiten Teil geht es um die klimatologische Interpretation des angepassten [fitted] Modells. Die Ergebnisse zeigen grundlegend unterschiedliche temporäre Variabilitäts-Strukturen als die, welche von der Theorie der anthropogenen globalen Erwärmung prophezeit werden.*

Weiter mit einer Publikation aus dem Oktober 2015 in [Advances in Space Research](#). Alexander Ruzmaikin und Joan Feynman dokumentieren darin den klimatischen Einfluss des solaren Gleissberg-Zyklus, der eine Periode von 90 Jahren besitzt:

### **Ü Das Klima der Erde zu Zeiten der Minima des hundertjährigen Gleissberg-Zyklus'**

*Das jüngste ausgedehnte, große Minimum der Sonnenaktivität und die langen Minima im 19. und 20. Jahrhundert (1810 bis 1830 bzw. 1900 bis 1920) sind konsistent mit Minima des hundertjährigen Gleissberg-Zyklus' (CGC), also einer 90- bis 100-jährigen Variation der Amplitude des 11-jährigen Sonnenflecken-Zyklus', der auf der Sonne und der Erde beobachtet wurde. **Die Reaktion des Klimas der Erde auf diese verlängerte geringe solare Einstrahlung involviert Wärmetransfer in die Tiefsee, was zu einer Zeitverzögerung länger als ein Jahrzehnt führt.** Die räumliche Verteilung dieser Klimareaktion, welche es gestattet, den CGC-Antrieb von anderen Klima-Antrieben zu unterscheiden, wird dominiert von der Pacific North American pattern (PNA). Die CGC-Minima,*

manchmal zufällig zusammenfallend mit vulkanischem Antrieb, sind verbunden mit **Extremwetter-Ereignissen**. Folglich führte das CGC-Minimum des 19. Jahrhunderts neben Vulkanausbrüchen zu besonders kalten Bedingungen in den USA, Kanada und Westeuropa.

Im Mai 2016 veröffentlichten Al-Tameemi & Chukin im [Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics](#) eine Analyse zum globalen Wasserzyklus. Interessanterweise fanden die Autoren eine deutliche Beeinflussung der globalen Verdunstung und des Wasserhaushaltes durch solare Aktivitätsschwankungen:

### **Ü Globaler Wasserkreislauf und Variationen der Sonnenaktivität**

Der Wasserkreislauf ist die aktivste und wichtigste Komponente der Zirkulation von globaler Masse und Energie im System Erde. Außerdem spielen Parameter des Wasserkreislaufs wie Verdunstung, Niederschlag und niederschlagbares Wasser (ppw) eine Hauptrolle beim globalen Klimawandel. In dieser Arbeit versuchen wir, den Einfluss der Sonnenaktivität auf den globalen Wasserkreislauf zu bestimmen, indem wir die globalen monatlichen ppw-Werte, Niederschlag und das Potential solarer Modulation von 1983 bis 2008 analysieren. Das erste Objekt dieser Studie war die Berechnung der globalen Verdunstung im Zeitraum 1983 bis 2008. Hierfür bestimmten wir die Wasserkreislauf-Rate aus Satellitendaten sowie die Beziehung zwischen Niederschlag und Verdunstung von 10 Jahren Modelldaten des Planet Simulator [?]. Das zweite Objekt unserer Studie war die Untersuchung der Beziehung zwischen dem Solaren Modulations-Potential (solarer Aktivitäts-Index) und der Verdunstung von 1983 bis 2008. **Die Ergebnisse zeigten, dass es eine Relation zwischen dem solaren Modulations-Potential und der Verdunstung im untersuchten Zeitraum gibt. Daher ist davon auszugehen, dass die Sonnenaktivität Einfluss auf den globalen Wasserkreislauf ausübt.**

Im Februar 2016 erschien eine [Arbeit von Kunihiko Kodera](#) unter Beteiligung der Geomar-Forscherin Katja Matthes. Die Wissenschaftler beschreiben eine Erwärmung in mittleren Breiten durch den solaren Zyklus. Das Klimasignal wird dabei in der Stratosphäre durch die Sonne generiert und dann in die Troposphäre nach unten weiter gegeben:

### **Ü Wie müssen wir das Signal der Solarzyklen auf der Erdoberfläche verstehen?**

Um die Signale des Solarzyklus' auf der Erdoberfläche zu verstehen und die dafür verantwortlichen physikalischen Prozesse zu identifizieren, werden Temperaturvariationen aus Beobachtungen ebenso wie Klimamodelldaten analysiert, um deren räumliche Struktur zu charakterisieren. **Das solare Signal in der jährlichen mittleren Temperatur ist charakterisiert durch 1) Erwärmung in Mittleren Breiten und 2) keiner Erwärmung in den Tropen. Die Erwärmung in Mittleren Breiten während solarer Maxima in beiden Hemisphären geht einher mit einem abwärts gerichteten Vordringen zonaler mittlerer Zonalwind-Anomalien aus der oberen Stratosphäre im Winter. Während des nordhemisphärischen Winters manifestiert sich dies in einer Modulation des Jet-Streams während der Polarnacht, während auf der Südhemisphäre der subtropische Jet Stream die Hauptrolle spielt. Erwärmungssignale treten besonders hervor auf dem eurasischen Kontinent und den ozeanischen**

**Frontalzonen einschließlich einer zuvor beschriebenen verzögerten Reaktion im Nordatlantik. In den Tropen kommt es zu lokaler Erwärmung über dem Indischen und dem Zentralpazifischen Ozean während hoher solarer Aktivität.**

Allerdings steht dieser Erwärmung eine Abkühlung über den Kaltwasserzonen im südöstlichen Pazifik und den Südatlantik gegenüber, was zu einem sehr schwachen, zonal gemittelten tropischen Signal führt. Die Abkühlung in den Ozeanbecken ist verbunden mit stärkeren, den Äquator kreuzenden Winden, was zu einer Nordverschiebung des absinkenden Astes der Hadley-Zirkulation während solarer Maxima führt. Um die komplexen Prozesse des solaren Signal-Transfers zu verstehen, werden die Ergebnisse eines idealisierten gekoppelten Modells Atmosphäre – Ozean zum Einfluss von Änderungen der Zonalwinde in der Stratosphäre verglichen mit solaren Signalen in Messungen. Die Modellergebnisse zeigen, dass sowohl tropische als auch außertropische solare Signale auf der Erde aus Zirkulationsänderungen resultieren können in der oberen Stratosphäre, 1) durch sich nach unten durchsetzende Wechselwirkungen des zonalen mittleren Stromes und 2) durch Änderungen der mittleren meridionalen Zirkulation in der Stratosphäre. Dieser Experimente stützen frühere Beweise eines indirekten solaren Einflusses aus der Stratosphäre.

Weitere Beiträge zum Thema Sonne/Klima von [Javier](#) und Stefan Kämpfe.

Angesichts der Vielzahl von Belegen zur starken Klimawirkung der Sonne wird es für die Sonnen-Gegner nun eng. Im Rahmen des Forschungsnetzwerks TOSCA haben sich einige Forscher zusammengeschlossen, um die Sonne klimatisch abzuschalten. In einer [Pressemitteilung vom 29. August 2016](#) behaupten sie, dass die Sonne nichts mit der globalen Erwärmung des 20. Jahrhunderts zu tun habe. Ironischerweise schreiben sie dann aber gleich im nächsten Satz, dass die Sonne sehr wohl im Jahrhundertmaßstab klimatische Wirkung entfaltet:

### **Ü Sich ändernde Sonne – sich änderndes Klima?**

(...) Mittels Vergleich jüngster Messungen mit Ergebnissen neuer Modelle wird die lange debattierte Hypothese in Frage gestellt, dass die leichte Änderung der Sonnenstrahlung zu einer Änderung des Klimas auf der Erde führen könnte. **Sie fanden Prozesse, durch welche die solare Variation die Klimavariabilität regional verändern kann, aber keine, die eine globale Erwärmung auslösen würden.** Betrachtete man Zeiträume länger als ein Jahrhundert, ist der **Einfluss der solaren Variabilität auf Klimawandel nicht zu übersehen**, aber die Auswirkungen von Treibhausgasen haben sich kurzfristig als viel stärker erwiesen. Allerdings gibt es immer noch viele Fragen hinter der Verbindung Sonne-Erde, von denen einige TOSCA beantworten half. Mittels der Untersuchung der unterschiedlichen Phänomene, welche den solaren Einfluss auf das Klima allgemein definieren, hat das Team viele subtile Phänomene aufgezeigt, die einen bedeutenden Einfluss haben können, oftmals lokal. Beispiel: UV-Strahlung macht lediglich 7% der Solarenergie aus, aber deren Variation erzeugt Änderungen in der Stratosphäre nahe des Äquators bis hin zu den Polargebieten, welche das Klima beherrschen. Dies bedeutet, dass die Winter in Europa nasser und milder werden oder andererseits trockener und kälter, abhängig vom Zustand der Sonne. Sie fanden außerdem, dass Ströme von Elektronen und Protonen, bekannt als Sonnenwind, das globale elektrische Feld der Erde beeinflussen, was zu Änderungen bei der Bildung von Aerosolen führt,



welche wiederum ultimativ die Regenmenge beeinflussen. Diese Auswirkungen, bislang weitgehend ignoriert, werden jetzt in viele Klimamodelle eingehen, um ein vollständigeres Bild zu erhalten.

Einer der Leiter des TOSCA-Programms ist Benjamin Laken, der sich bereits in der Vergangenheit mit Kritik an Svensmark und seinem solaren Wolkenmodell profilierte. Seltsamerweise hatte Laken [in früheren Arbeiten](#) die Svensmark-Modelle noch unterstützt. Hin- und hergerissen zwischen solarem PRO und CONTRA geht es hier vielleicht aber auch um die wissenschaftspolitische Eignung für eine Institutsdauerstelle, wobei Sonnenkritik unabdingbar ist. [In der Pressemitteilung](#) heißt es:

**Dr. Benjamin Laken** spielte eine führende Rolle in einer der Ausbildungsstätten von TOSCA: „Ich zeigte den Gebrauch von Python für Datenanalytiker und führte auch ein kleines Team von Studenten durch ein unabhängiges Forschungsprojekt. Dies half, den Studenten – vielen zum ersten Mal – kritische Verfahren nahe zu bringen, die relevant sind für ihre Entwicklung bzgl. Forschung. **TOSCA ermöglichte es mir, die größten Wissenslücken zu erkennen, zu deren Schließung ich persönlich beitragen konnte, und sah, wie meine Ergebnisse effektiv mit einer interdisziplinären Gemeinschaft kommuniziert wurden. Dank des Netzwerkes konnte ich mich als Forscher bewähren während einer kritischen Zeit meiner Karriere“.**

Link: <http://www.kaltesonne.de/klimaeinfluss-der-sonne-erhartet-sich-weiter/>

Übersetzung der englischen Passagen von [Chris Frey](#) EIKE