

Kontroverse um solare Variationen

geschrieben von Chris Frey | 30. November 2021

Judith Curry

„Das Feld der Beziehungen zwischen Sonne und Klima ... wurde in den letzten Jahren durch unerwünschte politische und finanzielle Einflüsse korrumpiert, da Skeptiker des Klimawandels vermeintliche solare Effekte als Entschuldigung für die Untätigkeit bei der anthropogenen Erwärmung nutzten“ – Lockwood (2012)

„Wir argumentieren, dass die Sonne/Klima-Debatte eines dieser Themen ist, bei dem die ‚Konsens‘-Aussagen des IPCC durch die Unterdrückung abweichender wissenschaftlicher Meinungen voreilig erreicht wurden.“ – Connolly et al. (2021)

Die Auswirkungen von Sonnenschwankungen auf das Klima sind ungewiss und Gegenstand erheblicher Debatten. Aus den IPCC-Bewertungsberichten lässt sich jedoch nicht ableiten, dass es in dieser Frage eine Debatte oder erhebliche Unsicherheit gibt.

Die Sonne durchläuft Zyklen von etwa 11 Jahren (den Schwabe-Zyklus), in denen die Sonnenaktivität zu- und abnimmt. Oberhalb der Erdatmosphäre ist der Unterschied in der Gesamtsonneneinstrahlung (TSI, gemessen in Watt pro Quadratmeter W/m^2) zwischen den 11-Jahres-Maxima und -Minima gering und liegt in der Größenordnung von 0,1 % der gesamten TSI, also etwa $1 W/m^2$. Ein multidekadischer Anstieg der TSI sollte zu einer globalen Erwärmung führen (unter sonst gleichen Bedingungen); ebenso sollte ein multidekadischer Rückgang der TSI zu einer globalen Abkühlung führen. Forscher haben spekuliert, dass mehrdekadische und längere Veränderungen der Sonnenaktivität eine wichtige Ursache für den Klimawandel sein könnten.

Wie genau sich die TSI im Laufe der Zeit verändert hat, ist ein schwieriges Problem, das es zu lösen gilt. Seit 1978 verfügen wir über direkte Messungen der TSI durch Satelliten. Die Interpretation von mehrdekadischen Trends in der TSI erfordert jedoch den Vergleich von Beobachtungen von sich überschneidenden Satelliten. Für den Zeitraum von 1978 bis 1992 bestehen erhebliche Unsicherheiten bei den TSI-Kompositen. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass sich die Mission des Sonnensatelliten ACRIM2 aufgrund der Challenger-Katastrophe im Jahr 1986 verzögerte (ACRIM2 wurde schließlich Ende 1991 gestartet). Diese Verzögerung verhinderte, dass sich dieser Rekord mit dem Rekord von ACRIM1 überschneidet, der im Juli 1989 endete. Die ACRIM-Lücke verhindert eine direkte Kreuzkalibrierung zwischen den beiden hochwertigen ACRIM1- und ACRIM2-TSI-Aufzeichnungen. [\[Link\]](#)

Diese eher undurchsichtige Frage der Kreuzkalibrierung von zwei

Satellitenaufzeichnungen hat tiefgreifende Auswirkungen. Es gibt eine Reihe konkurrierender zusammengesetzter TSI-Datensätze, die sich nicht darüber einig sind, ob die TSI im Zeitraum 1986-1996 gestiegen oder gesunken ist. Darüber hinaus werden die TSI-Satellitenaufzeichnungen zur Kalibrierung von Proxy-Modellen verwendet, so dass aus Sonnenflecken und kosmogenen Isotopenmessungen auf vergangene Sonnenschwankungen geschlossen werden kann. (Velasco Herrera et al. 2015). Infolgedessen weisen einige der Datensätze für vergangene TSI-Werte (seit 1750) eine geringe Variabilität auf, was auf einen sehr geringen Einfluss solarer Schwankungen auf die globale mittlere Oberflächentemperatur schließen lässt, während Datensätze mit hoher TSI-Variabilität 50-98 % der Temperaturschwankungen seit der vorindustriellen Zeit erklären können.

Der IPCC AR5 hat die Solarrekonstruktionen mit geringer Variabilität übernommen, ohne diese Kontroverse zu diskutieren. Der AR5 kam zu dem Schluss, dass die beste Schätzung des Strahlungsantriebs aufgrund von TSI-Änderungen für den Zeitraum 1750-2011 $0,05 \text{ W/m}^2$ beträgt (*mittleres Vertrauen*). Zum Vergleich: Der Strahlungsantrieb durch atmosphärische Treibhausgase betrug im gleichen Zeitraum $2,29 \text{ W/m}^2$. Die Botschaft des IPCC AR5 lautete also, dass Veränderungen der Sonnenaktivität im Vergleich zu den anthropogenen Einflüssen auf den Klimawandel nahezu vernachlässigbar sind.

Der IPCC AR6 räumt eine viel größere Bandbreite von Schätzungen der Veränderungen der TSI in den letzten Jahrhunderten ein und **stellt fest, dass die TSI zwischen dem Maunder-Minimum (1645-1715) und der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts um $0,7-2,7 \text{ W/m}^2$ gestiegen ist**, eine Bandbreite, die sowohl TSI-Datensätze mit geringer als auch mit hoher Variabilität umfasst. Der empfohlene Forcing-Datensatz für die CMIP6-Klimamodell-Simulationen, die im AR6 verwendet werden, bildet jedoch den Durchschnitt zweier Datensätze mit geringer Variabilität (Matthes et al. 2017).

[Hervorhebung im Original]

Die Ungewissheiten und die Debatte über die Sonnenschwankungen und ihre Auswirkungen auf das Klima waren das Thema eines [ClimateDialogue](#), eines bemerkenswerten Experiments in der Blogosphäre. ClimateDialogue war das Ergebnis einer Anfrage des niederländischen Parlaments, die wissenschaftlichen Diskussionen zwischen Klimaexperten zu erleichtern, die das gesamte Spektrum der Ansichten zu diesem Thema repräsentieren. Am [Dialog über solare Variationen \(2014\)](#) nahmen fünf angesehene Wissenschaftler mit umfangreichen Veröffentlichungen zu diesem Thema teil. Ein Teilnehmer stimmte mit dem IPCC AR5 überein und vertrat die Ansicht, dass die solaren Schwankungen nur einen geringen Einfluss auf das Klima der Erde haben. Zwei Teilnehmer sprachen sich für eine größere und sogar dominante Rolle der Sonne aus, und die beiden anderen betonten die Unsicherheiten in unserem derzeitigen Verständnis.

Vor kurzem wurde in der Zeitschrift *Research in Astronomy and*

Astrophysics ein Übersichtsartikel von Connolly et al. (2021) veröffentlicht. Der Artikel hat 23 Koautoren mit einer Reihe von Perspektiven, die sich jedoch einig waren, dass sie nicht den Konsensansatz des IPCC verfolgen wollten. Vielmehr wird in dem Artikel hervorgehoben, wo es abweichende wissenschaftliche Meinungen gibt, und es wird aufgezeigt, wo eine wissenschaftliche Übereinstimmung besteht. Die Autoren stellten fest, dass die Debatte über die Sonne und das Klima ein Thema ist, bei dem die Konsenserklärungen des IPCC durch die Unterdrückung abweichender wissenschaftlicher Meinungen voreilig erreicht wurden.

Von unmittelbarer Bedeutung für die Klimaprojektionen für das 21. Jahrhundert ist die Frage, ob wir eine wesentliche Veränderung der Sonnenaktivität erwarten können. Auf multidekadischen Zeitskalen zeigen Proxy-Rekonstruktionen der Sonnenaktivität gelegentliche Phasen ungewöhnlich hoher oder niedriger Sonnenaktivität, die als Grand Solar Minima bzw. Maxima bezeichnet werden (Usoskin et al., 2014). Große Sonnenmaxima treten auf, wenn mehrere Sonnenzyklen über Jahrzehnte oder Jahrhunderte hinweg eine überdurchschnittliche Aktivität aufweisen.

Die Sonnenaktivität erreichte in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts ein ungewöhnlich hohes Niveau, obwohl sich die Rekonstruktionen nicht einig sind, ob dieses Maximum in den 1950er Jahren seinen Höhepunkt erreichte oder bis in die 1990er Jahre andauerte. Man schätzt, dass in den letzten 11 Jahrtausenden etwa 20 große Maxima aufgetreten sind (Usoskin et al. 2007), im Durchschnitt eines pro 500 Jahre. In den letzten 11 Jahrtausenden gab es 11 große solare Minima, wobei die Abstände zwischen ihnen zwischen hundert und einigen tausend Jahren lagen. Das letzte große Minimum war das Maunder-Minimum in den Jahren 1645-1715. [\[Link\]](#)

Es gibt mehrere Gründe, die für eine geringere Sonnenaktivität im 21. Jahrhundert im Vergleich zum 20. Jahrhundert sprechen. Der kürzlich abgeschlossene Sonnenzyklus 24 war der schwächste Sonnenfleckenzyklus seit 100 Jahren und der dritte in einem Trend abnehmender Sonnenfleckenzyklen. Sonnenphysiker erwarten, dass Zyklus 25 noch schwächer ausfallen wird als Zyklus 24. Außerdem ist es wahrscheinlicher, dass auf ein großes Maximum ein großes Minimum folgt als ein weiteres großes Maximum (Inceoglu et al., 2016). Empirisch gestützte Projektionen deuten auf ein neues solares Minimum hin, das 2002-2004 beginnt und 2063-2075 endet (Velasco Herrera et al. 2015). Schätzungen zufolge besteht eine 8-prozentige Chance, dass die Sonne in den nächsten 40 Jahren in ein großes Minimum fällt (Barnard et al. 2011). Die Tiefe und Länge einer Phase geringer Sonnenaktivität im 21. Jahrhundert ist jedoch weitgehend ungewiss.

Wenn die Sonne in der Mitte des 21. Jahrhunderts in ein Minimum von der Größenordnung des Maunder-Minimums fallen würde, mit wie viel Abkühlung könnten wir dann rechnen? Schätzungen von Klimamodellen und anderen analytischen Modellen gehen davon aus, dass die Abkühlung gering sein

wird und zwischen 0,09 und 0,3 °C liegt (Fuelner 2010). Diese Modelle gehen davon aus, dass die Wechselwirkung zwischen Sonne und Klima auf den TSI-Antrieb allein beschränkt ist.

Es gibt jedoch zunehmend Hinweise darauf, dass andere Aspekte der Sonnenvariabilität den TSI-Antrieb verstärken oder unabhängig vom TSI-Antrieb sind, was als indirekte solare Effekte bezeichnet wird. Zu den in Frage kommenden Prozessen gehören: Veränderungen der solaren Ultraviolettstrahlung, Niederschlag energetischer Teilchen, Auswirkungen des atmosphärischen elektrischen Feldes auf die Wolkendecke, Wolkenveränderungen durch solar modulierte galaktische kosmische Strahlung, große relative Veränderungen des Magnetfeldes und die Stärke des Sonnenwindes. Die indirekten Auswirkungen der Sonne können als „bekannte Unbekannte“ eingestuft werden. Obwohl diese indirekten Effekte in den CMIP6-Projektionen für das 21. Jahrhundert nicht enthalten sind, können wir auf der Grundlage neuerer Veröffentlichungen einige Schlüsse ziehen. Jüngste Forschungen legen nahe, dass indirekte solare Effekte eine Anomalie der Sonneneinstrahlung um einen Faktor von bis zu 3-7 verstärken könnten. [Shaviv (2008), Scafetta (2013), Svensmark (2019).] Wird ein solcher Verstärkungsfaktor berücksichtigt, könnte ein Rückgang der Oberflächentemperatur um bis zu 1°C (oder sogar mehr) gegenüber einem Maunder-Minimum eintreten.

The next 20 to 30 years of observations should reveal a lot about the role of the Sun in climate.

Was sind also plausible Szenarien für solarbedingte globale Temperaturänderungen im 21. Jahrhundert? Diese drei Szenarien decken ziemlich genau den plausiblen Bereich ab:

- CMIP6-Referenzszenario: etwa -0,10C (Matthes et.al 2017)
- Intermediär: -0,30C, entspricht dem geschätzten hohen Maunder-Minimum ohne Verstärkungseffekte (Fuelner 2010) oder einem schwächeren Minimum mit Verstärkungseffekten
- Hoch: -0,60C, ein Szenario mit geringer Sonneneinstrahlung (das kein Maunder-Minimum ist) mit Verstärkung durch indirekte solare Effekte Solheim

Die Beobachtungen der nächsten 20 bis 30 Jahre dürften viel über die Rolle der Sonne beim Klima aussagen.

Kommentar von Judith Curry dazu:

Der IPCC räumt erhebliche Unsicherheiten in Bezug auf die Veränderungen der TSI in den letzten Jahrhunderten ein und gibt an, dass die TSI zwischen dem Maunder-Minimum (1645-1715) und der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts um 0,7 bis 2,7 W/m² gestiegen ist. Der empfohlene Forcing-Datensatz für die CMIP6-Klimamodell-Simulationen, die im AR6 verwendet werden, bildet jedoch den Durchschnitt aus zwei Datensätzen mit geringer

Variabilität (Matthes et al. 2017).

Die Auswirkungen einer solch großen Unsicherheit in der TSI auf die Gleichgewichts-Klimasensitivität und die Zuschreibung der Erwärmung des 20. Jahrhunderts werden vom IPCC ignoriert. Wenn die Datensätze mit hoher Variabilität korrekt sind, hat dies erhebliche Auswirkungen auf die Schätzungen der Klimasensitivität gegenüber CO₂ und die Zurechnung der Erwärmung des 20. Jahrhunderts. Dieses Problem kann nicht länger unter den Teppich gekehrt werden. Andere Autoren ignorieren dies nicht. Hier sind drei aktuelle Veröffentlichungen zur Diskussion:

Scafetta: Testing the CMIP6GCM simulations versus surface temperature records from 1980-1990 to 2010-2020 [\[link\]](#)

Connolly et al: How much has the sun influenced Northern Hemisphere temperature trends? An ongoing debate [\[link\]](#)

Girma Orssengo: Determination of the sun-climate relationship using empirical mathematical models for climate data sets. [\[link\]](#)

Link:

<https://wattsupwiththat.com/2021/11/23/solar-variations-controversy/>

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