

Klimamodellverzerrung 3: Solare Einflüsse

geschrieben von Chris Frey | 7. März 2024

[Andy May](#)

In [Teil 2](#) [in deutscher Übersetzung [hier](#)] haben wir die IPCC-Hypothese des Klimawandels erörtert, die davon ausgeht, dass der Mensch und seine Treibhausgasemissionen und Landnutzung der „Steuerknüppel“ für den Klimawandel sind [\[1\]](#). Diese Hypothese liegt ihren Versuchen zugrunde, das Erdklima zu modellieren. Die Ergebnisse der Modelle stimmen jedoch mit vielen entscheidenden Beobachtungen nicht überein, und in einigen Fällen werden die Diskrepanzen zwischen Modell und Beobachtungen mit der Zeit immer größer [\[2\]](#). Da diese Diskrepanzen über sechs große Iterationen der Modelle hinweg fortbestanden haben, ist es vernünftig anzunehmen, dass der Fehler in den Annahmen, d. h. in der Hypothese selbst, und nicht in der Modellkonstruktion liegt. Mit anderen Worten, es ist wahrscheinlich, dass das IPCC-Konzeptmodell verworfen und ein neues Modell mit anderen Annahmen erstellt werden sollte. In diesem Beitrag untersuchen wir die zugrunde liegende Annahme, dass sich die Sonne in den letzten 150-170 Jahren nicht signifikant verändert hat, zumindest aus klimatischer Sicht.

Wie von [Bob Irvine](#) gut erläutert [\[3\]](#), gibt es nur zwei **Faktoren**, die zum thermischen Energiegehalt eines Planeten beitragen: die Menge der einströmenden Energie und die Verweildauer der Energie im System. Diese beiden Faktoren bestimmen zusammen mit der Wärmekapazität des Klimasystems die Temperatur. Arrhenius ging davon aus, und der IPCC geht immer noch davon aus, dass die Sonne über Zeiträume von einigen hundert Jahren eine nahezu konstante Energiemenge auf die Erde abgibt – so konstant ist, dass eine Änderung derselben keinen Einfluss auf unser Klima hat. Außerdem wird mit Jahresdurchschnittswerten gearbeitet, um saisonale und orbitale Veränderungen zu vermeiden. Im AR6 ist der Basiszeitraum 1750 bis 2019. Der IPCC geht davon aus, dass die Sonne in diesem Zeitraum zumindest auf jährlicher Basis konstant ist und die vulkanische Aktivität nur leicht negativ ist, wie in [Abbildung 1](#) dargestellt [\[4\]](#). Der AR6 fasst seine Ansichten wie folgt zusammen:

„Änderungen der Sonnen- und Vulkanaktivität haben zusammen eine kleine Änderung von $-0,02$ [$-0,06$ bis $+0,02$] °C seit 1750 bewirkt (mittleres Vertrauen).““- AR6 S. 962.

Die Änderung von „ $-0,02^{\circ}\text{C}$ “ ist nicht von Null zu unterscheiden. Da der IPCC davon ausgeht, dass sich der solare Input in das Klimasystem der Erde nicht ändert, variiert die Temperatur nur in Abhängigkeit von der „Energieverweildauer“, von der er annimmt, dass sie durch menschliche Aktivitäten und Treibhausgasemissionen gesteuert wird.

Wie in Teil 2 erläutert, absorbieren Treibhausgase die von der Erdoberfläche abgegebene Strahlung und nutzen sie, um die untere Atmosphäre zu erwärmen, wodurch sich ihr Entweichen ins All verzögert. Es ist unumstritten, dass die Hinzufügung von mehr dieser Gase die Verzögerung vergrößert und die Oberfläche des Planeten erwärmt.

Der IPCC geht davon aus, dass der Strahlungsantrieb bei einer Verdoppelung des CO₂-Gehalts gegenüber dem Stand von 1750 3,9 [5] W/m² oder weniger beträgt und dass die Klimaauswirkungen dieser Antriebsänderung in etwa einer Änderung des solaren Antriebs von 3,9 W/m² entsprechen [6]. Daher hat sie andere Auswirkungen als eine Veränderung der Sonnenstrahlung um 3,9 W/m², von der ein Teil mehr als 100 Meter in den Ozean eindringt, bevor er vollständig absorbiert wird. Die Ozeane bedecken 70 % der Erdoberfläche und haben eine geringe Albedo (Reflexionsvermögen) für das Sonnenlicht, so dass die Ozeane das meiste Sonnenlicht absorbieren, das die Erde erreicht, .

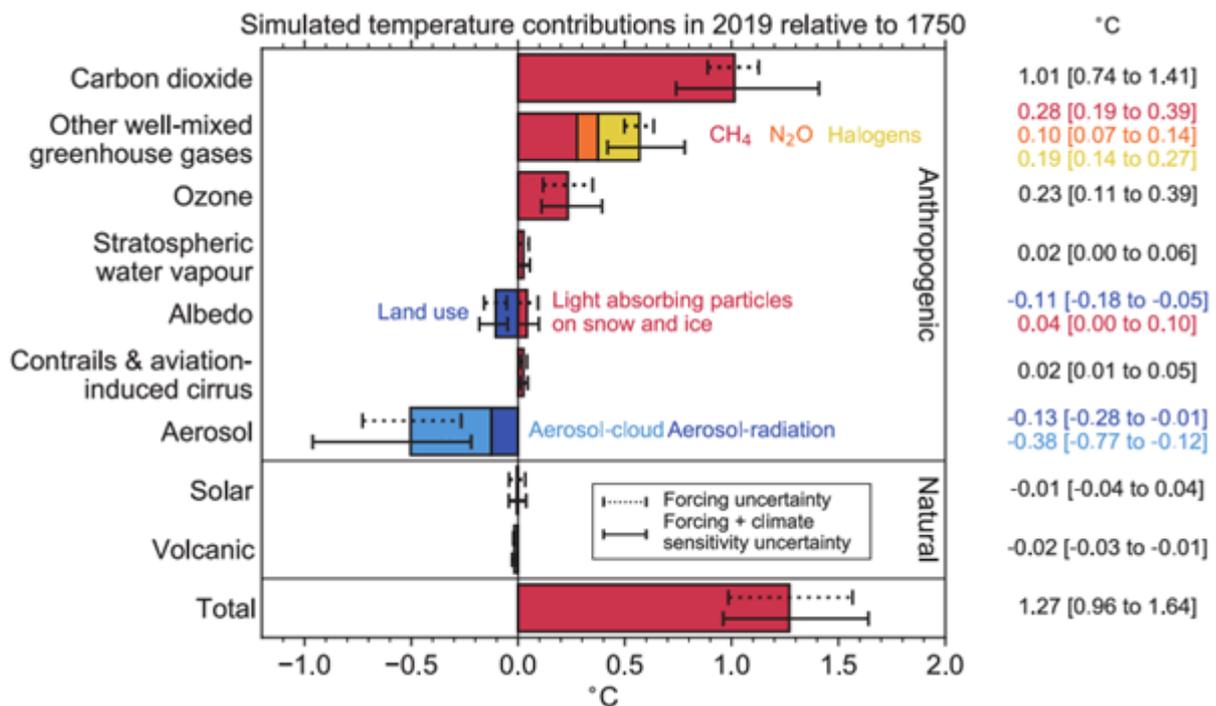


Abbildung 1. Die vom IPCC AR6-Modell simulierte Komponenten der Temperaturänderung für den Zeitraum 1750-2019. Quelle: AR6, S. 961, Abbildung 7.7.

Die abwärts gerichtete Treibhausgasstrahlung erwärmt die Meeresoberfläche kurzzeitig, dann wird das meiste davon schnell durch den darüber liegenden Wind oder als latente Verdunstungswärme abtransportiert. Sie hat eine kurze Verweilzeit im Ozean und im Klimasystem der Erde. Eine Veränderung der einfallenden Sonnenstrahlung wird tiefer im Ozean absorbiert und hat eine längere Verweilzeit. Dadurch wird die Erwärmung des Ozeans an der Einfallstelle verstärkt und die neue Wärmeenergie auf ein größeres Wasservolumen verteilt. Der

Unterschied im Erwärmungseffekt an der Oberfläche kann im Vergleich zu einer Veränderung der Rückstrahlung von Treibhausgasen einen **Faktor** von drei oder mehr (Watt pro Watt) ausmachen [7].

Ein Beweis für die Richtigkeit der Hypothese von Bob Irvine ist die Veränderung der Ozeantemperaturen im Verlauf eines etwa 11-jährigen Sonnenzyklus' [8]: Die Wärmespeicherung im flachen Ozean oberhalb der 22°C-Isotherme [9] steigt um fast eine Größenordnung stärker an als die direkte Auswirkung [10] des Strahlungsanstiegs im Sonnenzyklus. Außerdem verläuft diese Veränderung in der gleichen Phase wie der Sonnenzyklus. Kleine Veränderungen in der Sonnenleistung können sich im Laufe der Zeit akkumulieren und ihre Wirkung auf die gesamte Wärmespeicherung des Klimasystems verstärken.

Wigley und Raper berechneten, dass bei einer Änderung der Sonnenleistung von etwa 1,1 W/m², was in etwa der Änderung während eines Sonnenzyklus' entspricht, die direkte Änderung der Temperatur der Erde theoretisch im Bereich von 0,014°C bis 0,025°C liegen müsste, was nicht nachweisbar ist [11]. Judith Lean zeigt jedoch, dass die beobachtete Änderung der Temperatur aufgrund der Zunahme der Sonnenaktivität etwa 0,1 °C beträgt, also das Vier- bis Siebenfache des erwarteten Wertes, und dass der Anstieg in der oberen Atmosphäre 0,3 °C beträgt, also mehr als eine Größenordnung mehr als die Änderung der der Erde zugeführten Strahlung [12].

Lean fügt hinzu, dass das erwartete Absinken der globalen Temperatur immer noch weniger als ein paar Zehntel °C betragen würde, wenn die Sonne ungewöhnlich tief stünde wie während des Maunder Solar Grand Minimum (von 1645 bis 1715). Dies gilt jedoch nur, wenn die Abkühlung linear mit der Änderung der Strahlung verläuft und wenn es keine unerwarteten Verstärker im Klimasystem gibt; beide Annahmen sind unwahrscheinlich. Wir wissen, dass es im Klimasystem Verstärker gibt, weil die Erwärmung und Abkühlung im Laufe des Sonnenzyklus' größer ist als die theoretische Änderung, wie Wigley und Raper gezeigt haben. Die Erwärmung und Abkühlung könnte linear mit der Veränderung der Strahlung verlaufen, aber es gibt keinen Grund, dies anzunehmen, denn die Erdoberfläche ist **komplex** und verändert sich ständig [13].

Einfacher ausgedrückt: Wir wissen, dass das Klimasystem Veränderungen der Sonneneinstrahlung irgendwie verstärkt, aber wir wissen nicht genau, wie. Wir wissen, dass die Sonneneinstrahlung während des Maunder-Solar-Grand-Minimums geringer war als heute und dass der Unterschied zur heutigen Sonneneinstrahlung prozentual gesehen gering ist, aber wir haben keine Ahnung, wie sich diese Veränderung auf das Klima der Erde auswirkt, nur dass historische **Aufzeichnungen** und **Klimaproxies** darauf hindeuten, dass der Effekt sehr groß war..

Die bekannten Sonnenzyklen korrelieren gut mit den bekannten Klimazyklen und sind phasengleich mit ihnen [14]. Es wurden verschiedene Hypothesen vorgeschlagen, um zu zeigen, wie sich die Sonnenleistung über Zeiträume

von tausend Jahren oder weniger verändert. Diese Zeiträume sind kurz genug, um die Temperatur von 1750, dem Ende der Kleinen Eiszeit [15], bis 2019 zu beeinflussen. Das Problem ist, dass zwar eine Korrelation zwischen den Proxies für die Sonnenaktivität [16] und dem Klimawandel nachgewiesen werden kann [17], nicht aber ein Prozess für die Veränderung der Sonnenaktivität. Versuche, die Sonnenvariabilität durch interne Veränderungen in der Sonne zu erklären, funktionieren nur in einigen Fällen. Frank Stefani und Kollegen haben beispielsweise gezeigt, dass der etwa 193 Jahre dauernde [de-Vries-Sonnenzyklus](#) eine Schwebepereiode zwischen dem 22,14-jährigen Hale-Sonnenzyklus und der 19,86-jährigen Umlaufbahn der Sonne um das Baryzentrum des Sonnensystems sein könnte [18].

Nicola Scafetta und Antonio Bianchini haben gezeigt, dass die Umlaufbahnen der Planeten um die Sonne mit Proxies für die Sonnenaktivität korrelieren [19], doch ist unklar, wie genau die kleinen Gravitationsänderungen den Sonnendynamo beeinflussen. So kann die Hypothese, dass die Sonnenaktivität in der Sonne selbst reguliert wird, die Beobachtungen nicht vollständig reproduzieren, und die Gezeitenkräfte der Planeten scheinen zu schwach zu sein, um die Veränderungen zu bewirken. Diese Lücken in unserem Wissen über die Prozesse erschweren die Annahme, dass mehrjährige oder mehrtausendjährige solare Veränderungen unser Klima beeinflussen können. Die Sonne verändert sich nach anerkannten solaren Proxies, wie ¹⁴Kohlenstoff- und ¹⁰Beryllium-Aufzeichnungen, aber der Prozess der Veränderung ist unklar.

Das Problem mit den Annahmen des IPCC (und von Arrhenius) ist, dass sie diese empirischen und theoretischen Beweise dafür ignorieren, dass die Sonnenleistung und/oder der solare Energieeintrag in das Klimasystem der Erde über Zeiträume von einigen hundert Jahren erheblich schwanken. Ihre Besessenheit von menschlichen Treibhausgasen hat sie blind gemacht für mögliche natürliche Einflüsse auf den Klimawandel, die sie untersuchen sollten. Damit soll nicht gesagt werden, dass die menschlichen Treibhausgase keine Auswirkungen haben, es ist wahrscheinlich, dass sie einen gewissen Einfluss haben, aber es gibt Hinweise darauf, dass auch natürliche Einflüsse wie das moderne Sonnenmaximum [20] und Ozean-Oszillationen [21] eine wichtige Rolle spielen.

Es gibt eine große Anzahl von von Experten begutachteten Studien zum Thema der Sonnenaktivität als treibende Kraft des Klimawandels, doch der AR6 ignoriert die meisten davon. Ein sehr umfassender Überblick über die jüngste Forschung zum Einfluss der Sonne auf das Erdklima findet sich in einer kürzlich erschienenen Studie von Ronan Connolly und 22 Kollegen [22], in der sie 396 Arbeiten über den Zusammenhang zwischen Sonne und Klima zitieren, im Gegensatz zu nur 68 in AR6 WG1 [23], wobei sowohl AR6 WG1 als auch die Studie von Connolly et al. erst 2021 veröffentlicht worden sind. Dies zeigt, wie selektiv die IPCC-Autoren bei der Berücksichtigung von Forschungsergebnissen in ihrem Bericht waren.

Es gibt keinen stichhaltigen Grund für die Annahme, dass der Einfluss der Sonne auf das Klima der Erde von 1750 bis heute konstant war. Die übliche Argumentation lautet, dass die beobachteten Veränderungen der Sonnenleistung zu gering sind, gemessen an der pro Quadratmeter abgegebenen Leistung (W/m^2) im Vergleich zu den Veränderungen, die durch die Zunahme der Treibhausgase verursacht werden. Aber wie Irving erklärt, sind diese beiden Quellen von Veränderungen nicht vergleichbar, weil der Frequenzgehalt der beiden Quellen unterschiedlich ist.

Zusammenfassung

Ziel dieses Beitrags ist es nicht, irgendjemanden davon zu überzeugen, dass die Sonnenvariabilität für die gesamte oder einen Teil der heutigen globalen Erwärmung verantwortlich ist – ein Thema, das an anderer Stelle gut behandelt wird [\[24\]](#). Es geht darum, dass die IPCC-Berichte und die CMIP-Modelle diese Möglichkeit nicht berücksichtigen oder untersuchen.

Es stimmt zwar, dass nicht genau bekannt ist, wie die Sonnenvariabilität zustande kommt und wie sie sich auf das Klima auswirkt, aber die Sonne schwankt, und die Schwankungen korrelieren mit Klimaveränderungen. Es ist unwahrscheinlich, dass Klimaveränderungen eine direkte Folge der veränderten Sonneneinstrahlung sind, denn die solaren Veränderungen werden durch das Klimasystem der Erde irgendwie verstärkt.

Wir wissen auch nicht, wie stark die Sonneneinstrahlung seit 1650 geschwankt hat, also seit der Mitte der verheerend kalten Kleinen Eiszeit und dem Beginn des Maunder-Solar-Grand-Minimum. Es gibt mehrere mögliche Rekonstruktionen der Sonnenleistung seit dieser Zeit. Abbildung 2 zeigt eine dieser Rekonstruktionen, die von [Steinhilber](#) et al. auf der Grundlage von Beryllium-10-Isotopen aus Eiskernen erstellt wurde. Die wichtigsten Klimaperioden seit 0 n. Chr. sind darauf vermerkt, und die solaren Grand [Minima](#) sind gekennzeichnet:

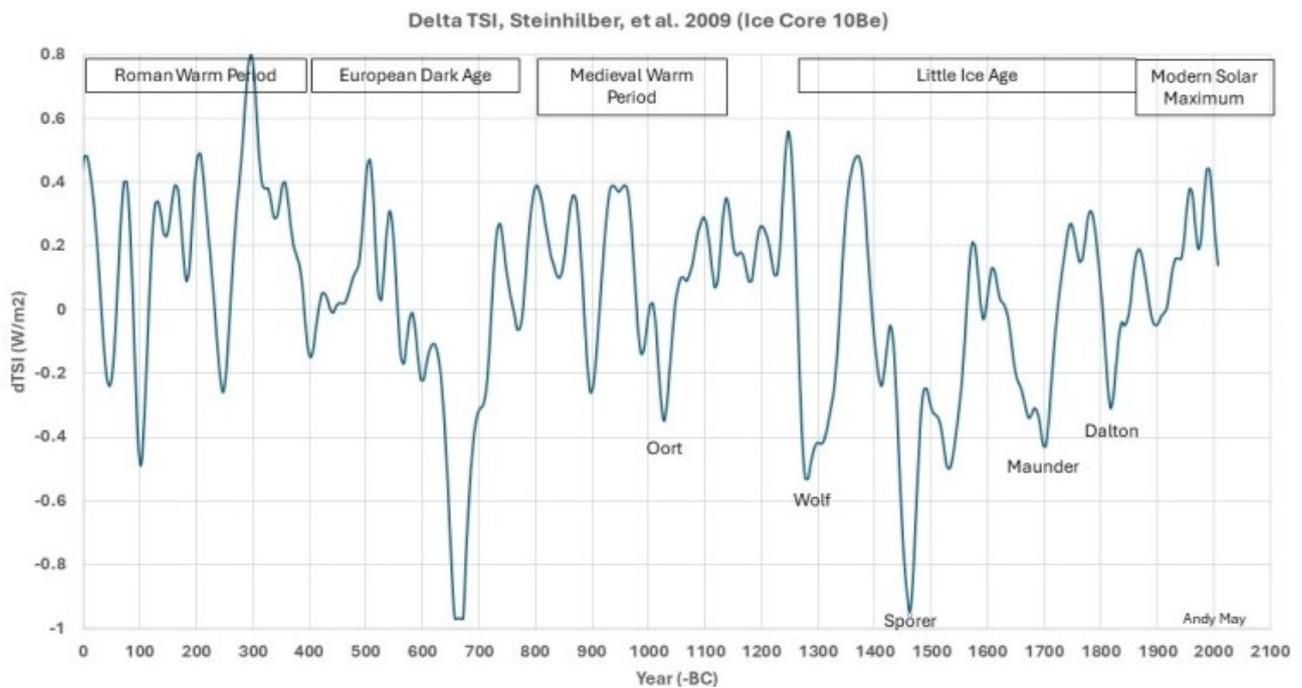


Abbildung 2. Die TSI-Rekonstruktion von Steinhilber et al. (2009) aus $^{10}\text{Beryllium}$ -Isotopen. Die solaren Grand Minima sowie die wichtigsten klimatischen Perioden seit 0 n. Chr. sind dargestellt.

Die in Abbildung 2 dargestellten absoluten Werte von delta-TSI (die Veränderung der gesamten Sonneneinstrahlung) in W/m^2 basieren auf einer von vielen möglichen modernen TSI-Rekonstruktionen (PMOD) und sind möglicherweise nicht genau, aber ihre Werte im Verhältnis zueinander sind angemessen. Keine der modernen Satelliten-TSI-Rekonstruktionen ist gut abgesichert, und die Debatte darüber, welche die beste ist, ist heftig und wird fortgesetzt. Eine Einführung in die Debatte finden Sie in der Diskussion [hier](#). Es ist am besten, den absoluten Wert der Y-Achse in Abbildung 3 nicht zu berücksichtigen und ihn als TSI-Index zu betrachten, denn niemand weiß wirklich, wie stark sich der TSI-Wert verändert hat, selbst im Laufe der Satellitenära. Wie wir gesehen haben, ist auch nicht bekannt, wie TSI-Änderungen quantitativ mit Klimaänderungen zusammenhängen. Wir wissen nur, dass sie sich im Allgemeinen gemeinsam verändern.

In Abbildung 2 sehen wir, dass kältere Perioden wie die Kleine Eiszeit einige solare Spitzen und einige wärmere Perioden haben, und die mittelalterliche Warmzeit hat solare Tiefstwerte. Keine der in Abbildung 2 dargestellten Klimaperioden war gleichmäßig kalt oder warm. Das, was wir als Kleine Eiszeit bezeichnen, hatte einige warme Perioden, und die mittelalterliche Warmzeit hatte kalte Perioden (siehe den Abschnitt nach Abbildung 2 für Referenzen hier). Außerdem ist die Korrelation zwischen Sonnenaktivität und Klima nicht exakt und auch nicht gleichmäßig und synchron über den gesamten Planeten verteilt. Das liegt wahrscheinlich an den Auswirkungen der Konvektion und der atmosphärischen und ozeanischen Zirkulation, auf die ich im nächsten Beitrag eingehe. Der Klimawandel ist kompliziert.

Der Beginn und das Ende der in Abbildung 3 dargestellten Klimaperioden sind ungefähre Angaben und größtenteils eine Ermessensentscheidung. Alle Klimaperioden beginnen und enden zu unterschiedlichen Zeiten an unterschiedlichen Orten.

Wir wissen jedoch, dass einige Solarproxy-Rekonstruktionen gut mit Klimaproxymetern seit 1850 korrelieren (siehe Tabelle 1 [hier](#)) [25], und das allein ist schon eine Rechtfertigung für weitere Forschung. Je nach den verwendeten Datensätzen kann die Sonnenvariabilität zwischen null und fast 100 % der Erwärmung seit 1850 erklären [26].

Dies ist eine sehr kurze Zusammenfassung der Beweise dafür, dass Veränderungen der Sonnenaktivität das Klima beeinflussen. Umfassendere Diskussionen über mögliche Prozesse und die Beweise dafür sind verfügbar [27]. Es genügt zu sagen, dass dies ein Forschungsbereich ist, der zu oft ignoriert und als unwichtig abgetan wird, insbesondere vom IPCC. Allein die in der von Fachleuten überprüften Literatur zuweilen ausgezeichneten Korrelationen zwischen Sonnenaktivität und Klimawandel sollten ausreichen, um die Forschung anzuregen. Die Tatsache, dass der IPCC diese Zusammenhänge ignoriert hat, zeugt von Voreingenommenheit.

in Punkt, auf den wir in dieser Serie immer wieder hinweisen werden ist, dass die Erde kein einheitlicher thermodynamischer Körper ist. Ihre Oberfläche ist ständig in Bewegung. Es ist ein großer Fehler, sie als einfachen thermodynamischen Körper zu behandeln, der durch eine globale Durchschnittstemperatur charakterisiert werden kann. Im nächsten Teil 4 werden wir die möglichen Auswirkungen langfristiger Veränderungen der Konvektionsmuster erörtern.

Link:

<https://andymaypetrophysicist.com/2024/03/03/climate-model-bias-3-solar-input/>

Übersetzt von Christian Freuer für das EIKE