# FORCE MAJEURE: Die Rolle der Sonne am Klimawandel

geschrieben von Chris Frey | 25. April 2019

Bislang wurden drei Haupt-Theorien zum Link Solar ↔ Klima vorgestellt. Diese sind:

● Änderungen der solaren UV-Strahlung

● Die Auswirkungen des atmosphärischen elektrischen Feldes auf die Wolkenbedeckung

● Änderungen der Wolkenbedeckung aufgrund Änderungen der solar modulierten kosmischen Strahlung

Man hat viel Mühe aufgewendet, um mögliche Prozesse zu verstehen, und im Moment scheint die Modulation kosmischer Strahlung und deren Auswirkung auf die Wolkenbedeckung der Erde ziemlich vielversprechend bzgl. der Erklärung der Stärke der solaren Beeinflussung. Diese Theorie zeigt, dass die Sonnenaktivität signifikante Auswirkungen auf das Klima im gesamten Holozän gehabt hat. Dies steht im Gegensatz zum offiziellen Konsens des IPCC, welches schätzt, dass die Änderung des solaren Antriebs zwischen 1750 und 2011 etwa 0,05 W/m² betragen hatte, also vollkommen vernachlässigbar gegenüber dem entsprechenden Wert von Treibhausgasen war, geschätzt etwa 2,3 W/m². Allerdings hätte die Existenz eines Verstärkungs-Mechanismus' Atmosphäre ↔ Solar Implikationen für die geschätzte Klimasensitivität von Kohlendioxid, die dann viel geringer wäre als ursprünglich gedacht.

Zusammengefasst lässt sich sagen, dass die Auswirkung der Sonnenaktivität auf das Klima deutlich größer ist als vom offiziellen Konsens vorgegeben. Es handelt sich also um eine wichtige wissenschaftliche Fragestellung, welcher sich die wissenschaftliche Gemeinschaft annehmen muss.

**Introduction**

Die Sonne liefert nahezu alle Energie, die verantwortlich ist für die Dynamik von Atmosphäre und Ozeanen sowie ultimativ für das Leben auf der Erde. Allerdings herrscht wenig Übereinstimmung bzgl. der Rolle der Sonne, wenn es um die beobachteten Änderungen des terrestrischen Klimas geht. Trotzdem aber hat sich in der Klimawissenschaft ein offizieller Konsens etabliert, dem zufolge sich die Auswirkung der Sonnenaktivität auf kleine Variationen der solaren Einstrahlung TSI begrenzt ist – mit unbedeutenden Konsequenzen für das Klima. Verdeutlicht wird dies in den Berichten der Working Group 1 des IPCC. Dort schätzt man den Strahlungsantrieb des Klimas durch die Sonnenaktivität zwischen 1750 und 2011 auf rund 0,05 W/m². Dieser Wert ist vollkommen vernachlässigbar im

Vergleich zu Änderungen anthropogener Treibhausgase, deren Antrieb mit rund 2,3 W/m² geschätzt wird.

Ziel dieses Reports ist es, eine Übersicht zu geben über Forschungen mit Bezug auf die Auswirkungen der Sonnenaktivität auf das Klima. Im Gegensatz zum oben erwähnten Konsens gibt es eine Vielfalt empirischer Beweise, dass die Sonne großen Einfluss auf das Klima im gesamten Holozän gehabt hat, und zwar mit Temperaturänderungen zwischen Perioden mit hoher bzw. niedriger Sonnenaktivität von 1 bis 2 K. Derartig große Temperatur-Variationen sind inkonsistent mit dem Konsens und künden von einer realen und soliden Verbindung zwischen Sonnenaktivität und Erdklima. Die Frage lautet: Welcher Prozess ist verantwortlich für den Sonne-Klima-Link? Ein aussagekräftiges Ergebnis liegt in der Energie, welche im Verlauf des 11-Jahre-Zyklus‘ in die Ozeane eindringt. Diese ist um fast eine Größenordnung größer (1 bis 1,5 W/m²) als die korrespondierenden TSI-Variationen (0,2 W/m²). Die Sonnenaktivität wird irgendwie verstärkt relativ zu den TSI-Variationen, und zwar durch einen anderen Prozess als TSI.

Es gibt andere mögliche Treiber dieser Änderungen: Die Sonnenaktivität manifestiert sich auch in Komponenten unabhängig von der TSI. Darunter finden sich große relative Änderungen des magnetischen Feldes, die Stärke des Sonnenwindes, die Modulation kosmischer Strahlungs-Ionisation in der Erdatmosphäre und die Menge der UV-Strahlung, um nur einige wenige zu nennen. All diese Komponenten sind Teil von etwas, das allgemein ‚Sonnenaktivität‘ genannt wird, und von allen ist nachgewiesen, dass sie ebenfalls das Klima beeinflussen. Im Einzelnen werden wir zeigen, dass ein Prozess erkannt worden ist, welcher die beobachteten Änderungen des Klimas erklären kann, und welcher durch Theorie, Experiment und Beobachtung gestützt wird.

Dieser Report soll keine erschöpfende Repräsentation all der veröffentlichten Studien sein mit Bezug zu einem solaren Einfluss auf das Erdklima. Sondern er zielt darauf ab, eindeutig das momentane Wissen um den Link zwischen Sonnenaktivität und Klima aufzuzeigen. Eine umfassende Sichtung der Sonneneinwirkung auf das Klima wurde schon veröffentlicht, ist aber inzwischen schon acht Jahre alt. Seitdem bis heute gab es jedoch bedeutende Fortschritte bei der Erforschung dieses Links.

*[Es folgt der sehr lange Mittelteil mit vielen Graphiken, Gleichungen und Einzelbeschreibungen. Dies wird hier bei der Übersetzung übersprungen. Lediglich eine Graphik soll herausgegriffen werden, die den Inhalt dieses Reports treffend umschreibt. Anm. d. Übers.]*

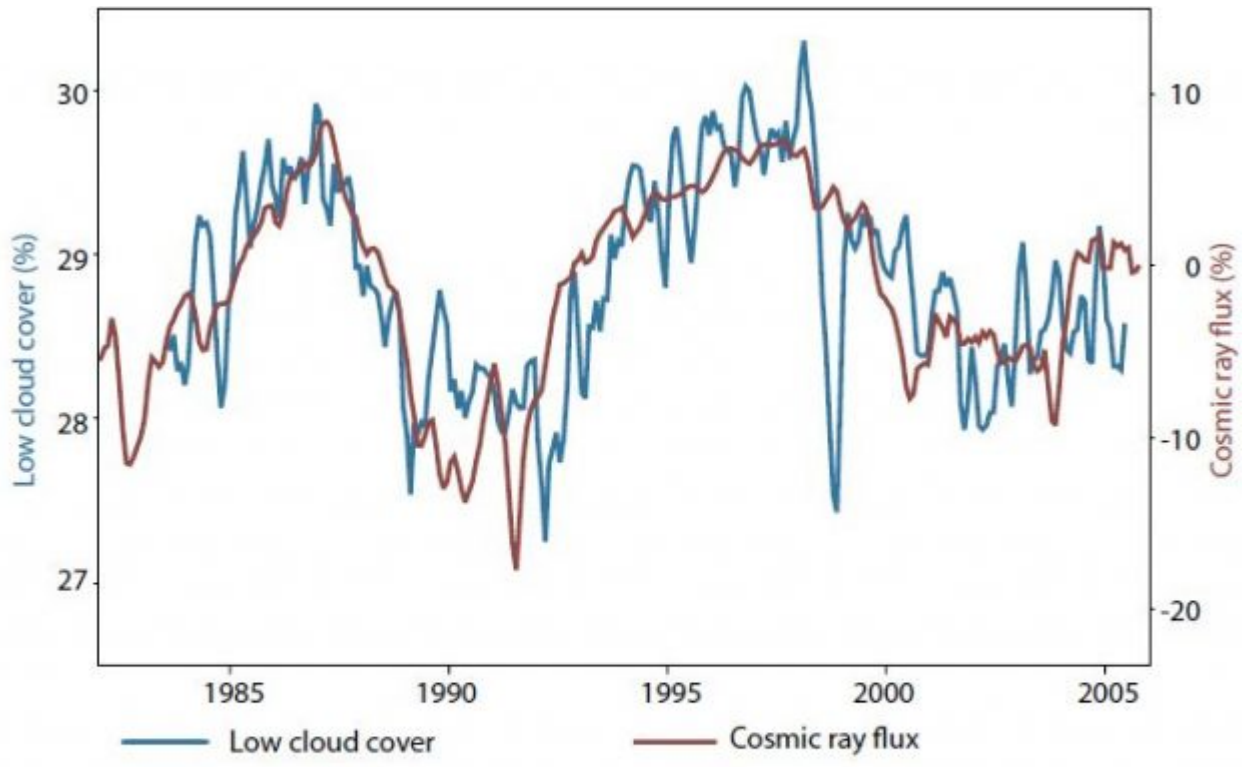


Figure 10: The correlation between low altitude cloud cover and cosmic ray flux reaching Earth.[47] It is difficult to measure clouds over multiyear periods due to inherent calibration problems. The data used in this figure has already been recalibrated due to a problem in 1994,[48] but continued difficulties with this dataset suggest that long-term trends are no longer trustworthy.[49]

**Abbildung 10**: Korrelation zwischen der Bedeckung mit tiefen Wolken und kosmischer Strahlung, welche die Erde erreicht. Es ist schwierig, Wolken über viele Jahre hinweg zu messen aufgrund inhärenter Kalibrierungs-Probleme.

…

**Conclusion**

Während der letzten 20 Jahre gab es viele neue Erkenntnisse hinsichtlich der Rolle, welche die Sonne in Bezug auf das Erdklima spielt. Im Einzelnen zeichnen sich die häufigen Änderungen zwischen Zuständen mit hoher bzw. geringer Sonnenaktivität ab. Sie sind eindeutig erkennbar in den empirischen Klima-Aufzeichnungen der letzten 10.000 Jahre. Von diesen Klimaänderungen sind die MWP (von 950 bis 1250) und die LIA (1300 bis 1850) die Bekanntesten. Beide gingen jeweils einher mit hoher bzw. geringer Sonnenaktivität. Die Temperaturänderung zwischen den beiden Perioden weist eine Größenordnung von 1 bis 2 K auf. Dies belegt, dass die Sonnenaktivität einen großen Einfluss auf das Klima hat. Diese Feststellung steht im direkten Gegensatz zum IPCC, welches den solaren Antrieb im 20. Jahrhundert auf lediglich 0,05W/m² schätzt, ein viel zu geringer Betrag, um Auswirkungen auf das Klima zu haben. Man bleibt also zurück mit dem Problem, keine Erklärung zu haben für den Unterschied des Klimas in MWP bzw. LIA. Aber zu diesem Ergebnis kommt man nur, wenn man

die Sonnenaktivität auf nur minimale Änderungen der TSI beschränkt.

Es gibt andere Prozesse, mittels welcher die Sonnenaktivität das Klima beeinflussen kann. Ein Prozess basiert auf Änderungen der solaren UV-Strahlung. Die Schlussfolgerung hier scheint aber zu sein, dass der Einfluss der UV-Änderungen zu gering ist, um die Energie zu erklären, welche in die Ozeane während des solaren Zyklus‘ eingeht. Im Gegensatz dazu hat die Verstärkung der Auswirkung der Sonnenaktivität aufgrund von Ionisierungseffekten kosmischer Strahlung das Potential, die beobachteten Änderungen gut zu erklären. Dieser Prozess wird jetzt untermauert durch die Theorie, durch Experimente und Beobachtungen. Plötzliche Änderungen des Flusses kosmischer Strahlen im Zusammenhang mit Forbush-Ereignissen gestatten es uns, die Änderungen in jedem Stadium der Abfolge der Theorie zu verfolgen: von Sonnenaktivität über Ionisierungs-Änderungen bis zu Aerosolen und dann zu Änderungen der Wolkenbedeckung.

Außerdem stellte sich heraus, dass der Einfluss kosmischer Strahlung auf den Strahlungshaushalt um eine Größenordnung größer ist als die TSI-Änderungen. Zusätzlich gestützt wird die Verbindung zwischen kosmischen Strahlen und Klima durch die bemerkenswerte Übereinstimmung, die über Jahrmillionen und sogar Jahrmilliarden erkennbar ist, wenn der Fluss kosmischer Strahlung gesteuert wird durch Änderungen in der stellaren Umgebung des Sonnensystems; mit anderen Worten, das ist unabhängig von der Sonnenaktivität. Dies führt zu der Schlussfolgerung, dass ein mikrophysikalischer Prozess, welcher kosmische Strahlung und Wolken involviert, in der Erdatmosphäre operiert und dass dieser Prozess das Potential hat, einen bedeutenden Teil der beobachteten Klima-Variabilität relativ zur Sonnenaktivität zu erklären.

Eine offene Frage ist, wie groß säkulare Änderungen der TSI sein können. Gegenwärtige Schätzungen reichen von 0,1% bis zu Ausreißer-Schätzungen von 0,5%; letzteres wäre bedeutend für Klima-Variationen. Eine geringe TSI-Änderung andererseits würde bedeuten, dass TSI nicht verantwortlich ist für die Klima-Variabilität. Vielleicht können zukünftige Beobachtungen zur Klärung dieser Frage beitragen.

Die Klimawissenschaft allgemein ist derzeit hoch politisiert, wobei viele Sonderinteressen involviert sind. Es ist daher keine Überraschung, dass obige Schlussfolgerung bzgl. der Rolle der Sonne und dem Klima stark in Zweifel gezogen wird. Das Kernproblem lautet, dass falls die Sonne einen großen Einfluss während des Holozäns gehabt hätte, sollte sie auch einen bedeutenden Einfluss auf die Erwärmung im 20. Jahrhundert ausgeübt haben – mit der Konsequenz, dass die Klima-Sensitivität bzgl. Kohlendioxid gering wäre. Die beobachtete Abnahme der Sonnenaktivität wäre dann auch ursächlich für die beobachtete Verlangsamung der Erwärmung während der letzten Jahre.

Unnötig zu sagen, dass weitere Forschungen bzgl. der physikalischen Prozesse zwischen Sonnenaktivität und Klima erforderlich sind. Es ist

sinnlos, so zu tun, als sei das Problem des solaren Einflusses gelöst. Die größte Einzel-Unsicherheit bei der Bestimmung der Klima-Sensitivität auf entweder natürliche oder anthropogene Änderungen sind die Wolken. Forschungen bzgl. der solaren Auswirkung auf das Klima werden wesentlich zum Verständnis in diesem Bereich beitragen. Derartige Bemühungen sind jedoch nur möglich, wenn man anerkennt, dass dies ein ernsthaftes und bedeutendes wissenschaftliches Problem ist und mittels ausreichender Forschungsfinanzierung zu diesem Zweck.

Der ganze Report (PDF) ist hier beigefügt:

SvensmarkSolar2019-1

Übersetzt von Chris Frey EIKE