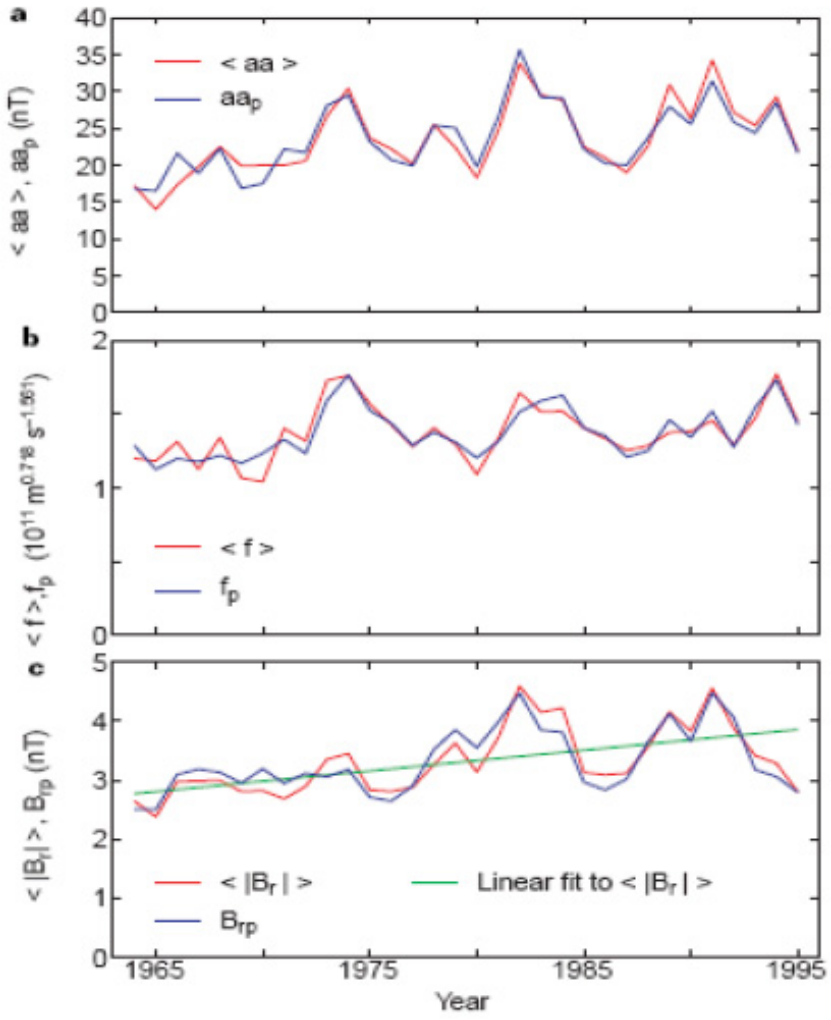
Klima, Sonnenflecken und kosmische Strahlung Teil II

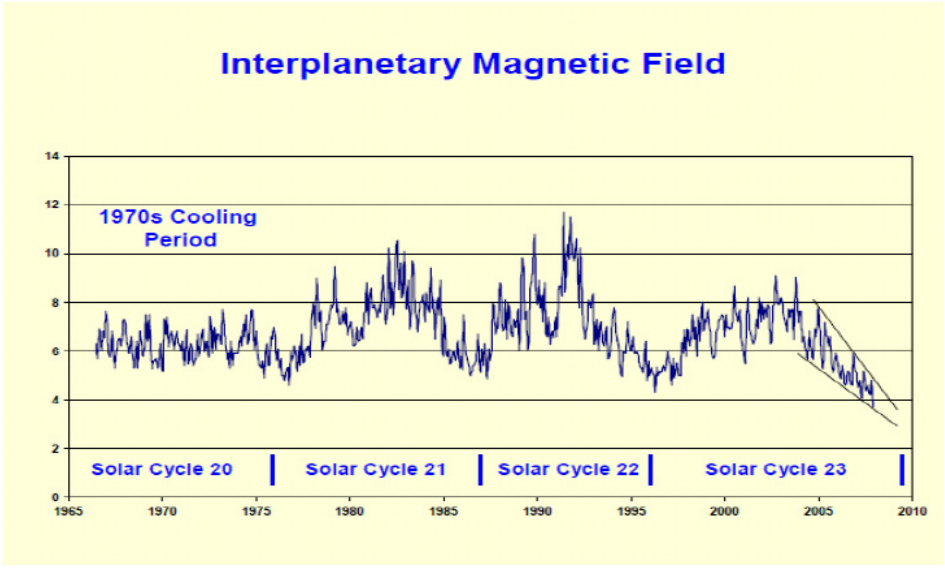
geschrieben von Hüttner | 21. August 2009

Unsere Annahme steht im Widerspruch zu der an sich korrekten Feststellung des IPCC, dass die Änderung der totalen Strahlung während eines 11-jährigen Zyklus sich nur um 0.1% ändert. Daraus wird fälschlicherweise geschlussfolgert, dass dies vernachlässigbar sei. Dem ist nicht so, weil ein ganzes Spektrum der solaren Aktivität (coronale mass ejections, energetic flares, eruptive prominences), die den Sonnenwind beeinflussen, ausgeblendet wird. Lockwood et al.[2] haben gezeigt (Graphik 1), dass die Stärke des solaren Magnetfeldes sich im letzten Jahrhundert verdoppelte.



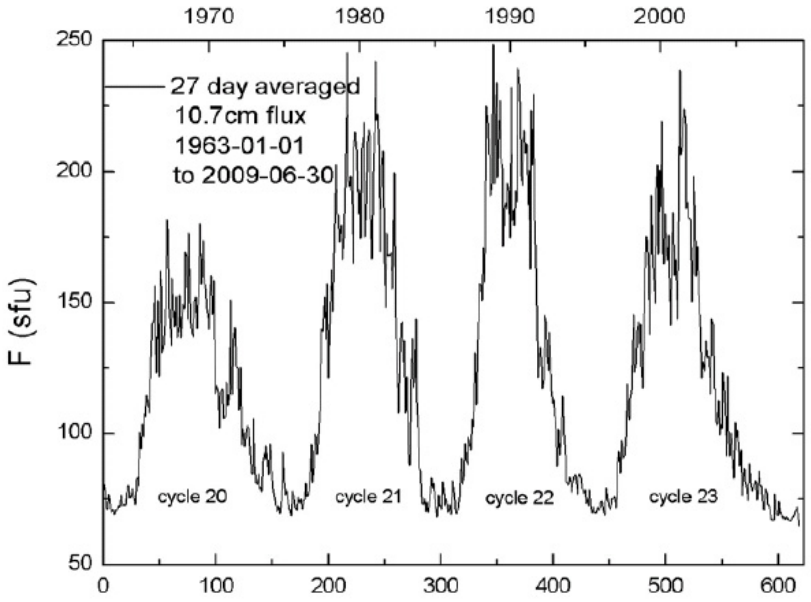
Graphik 1

Dies hat sich aber deutlich in diesem Jahrhundert geändert, wie die folgende Graphik 2 zeigt.



Graphik 2

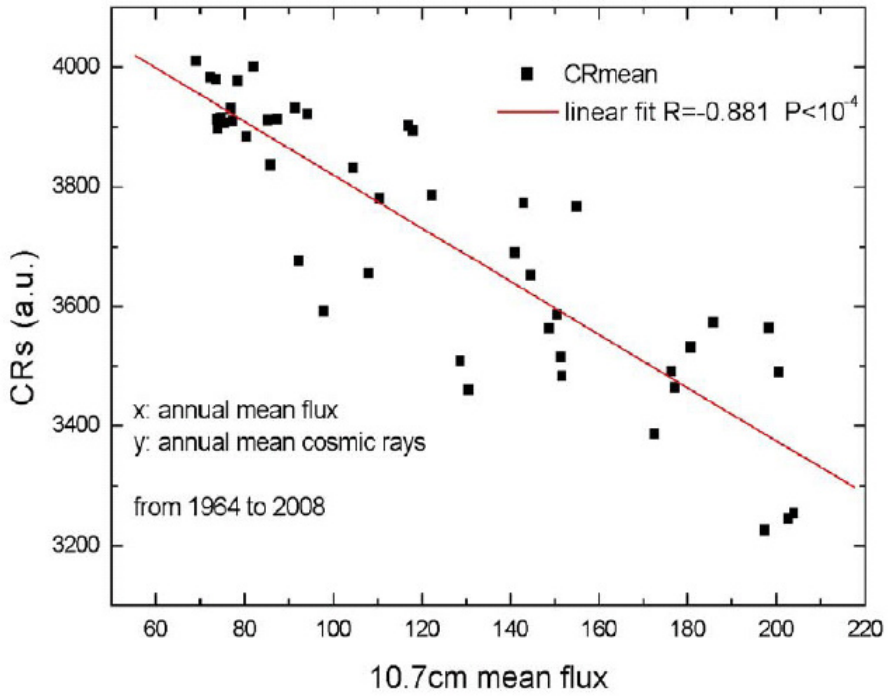
Ein schwaches solares Magnetfeld produziert ein schwaches interplanetares Magnetfeld (IMF). Der Graphik 2 kann entnommen werden, dass das Feld im Zyklus 20, dies war die Zeit, als die Eiszeit prophezeit wurde, kein Maximum hat. Der Zyklus 23 besitzt nur ein schwaches Maximum und endet mit einer drastischen Abnahme zu sehr kleinen Werten. Ein analoges Verhalten zeigt auch der 10.7cm Fluss, ein anderer Indikator für die Sonnenaktivität.



Graphik 3

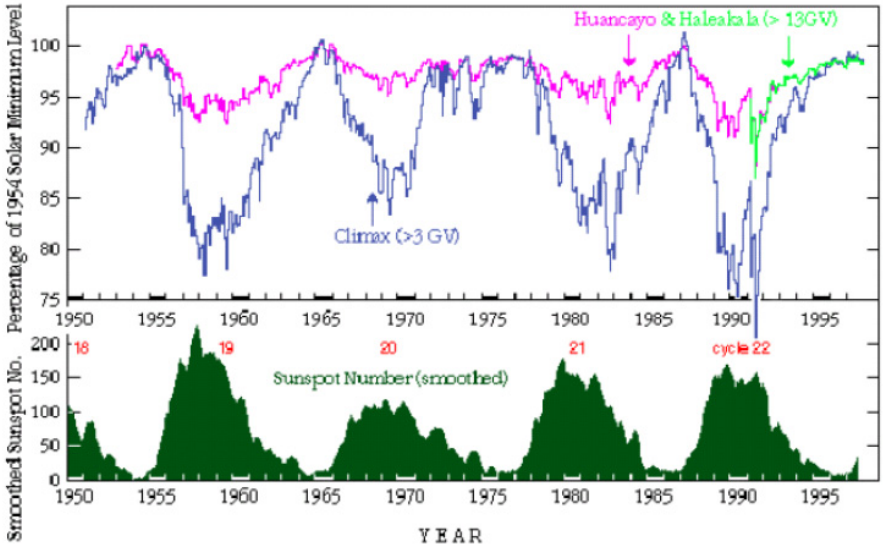
Die Varianz der Sonnenaktivität hat einen direkten Einfluss auf die Stärke der kosmischen Strahlung (Graphik 4)[3]. In der Graphik ist die

jährlich gemittelte Stärke der kosmischen Strahlung als Funktion des jährlich gemittelten 10.7cm Flusses für die Jahre 1964 bis Dezember 2008 dargestellt. (Daten: CR: http://www.ngdc.noaa.gov/stp/SOLAR/COSMIC_RAYS/cosmic.html und 10.7cm Fluss http://omniweb.gsfc.nasa.gov/cgi/nx1.cgi)

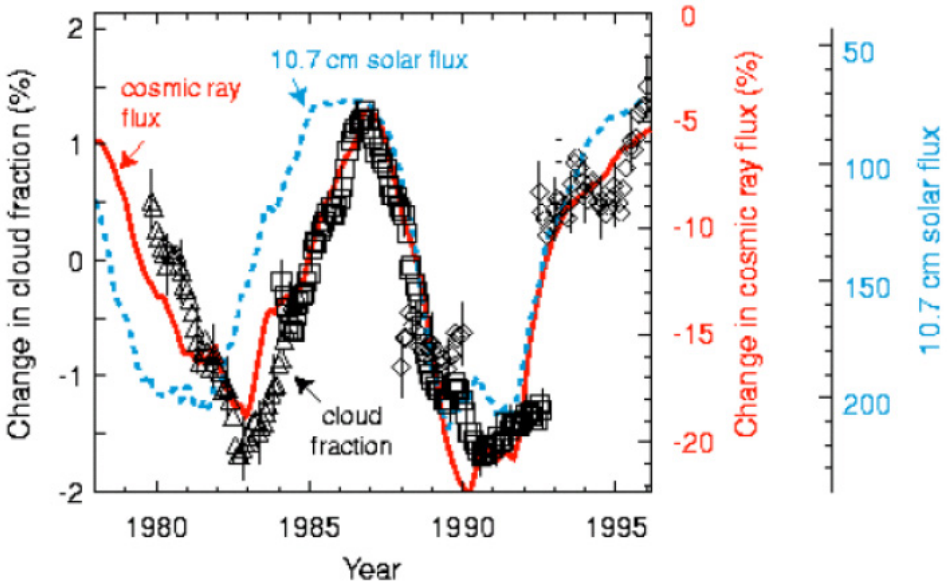


Graphik 4

Der Einfluss der kosmischen Strahlung auf die Wolkenbildung und damit auf das Erdklima wurde zuerst von Svensmark und Friis-Christensen[4] publiziert. Es wurde gefunden, dass eine Zunahme der kosmischen Strahlung um 3.5% zu einer Änderung der Wolkenbedeckung um 3% führt. Eine Änderung der Wolken um 1% entspricht ungefähr einer Abnahme des radiative forcing um 0.5W/m2. Die Verdopplung des Magnetfeldes im 20. Jahrhundert hat zu einer Reduzierung der kosmischen Strahlung um 15% geführt[5]. Die Zusammenhänge zwischen der Sonnenaktivität (Anzahl der Sonnenflecken, 10.7cm Fluss), der kosmischen Strahlung und der Wolkenbedeckung zeigen die folgenden Graphiken 5 und 6, die aus der zitierten Arbeit entnommen wurden.



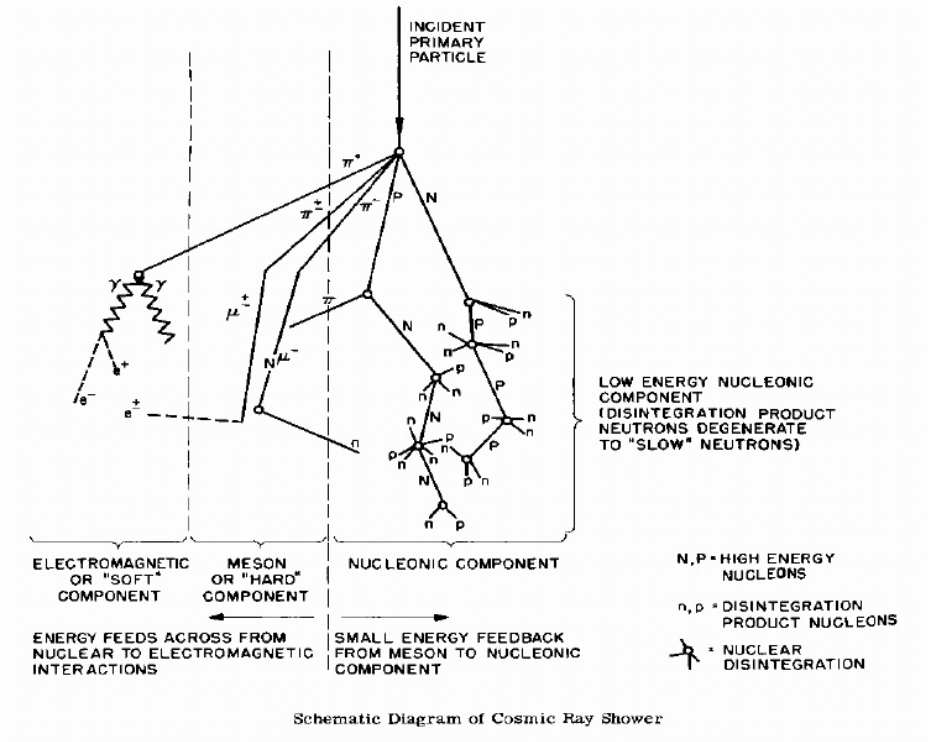
Graphik 5



Graphik 6

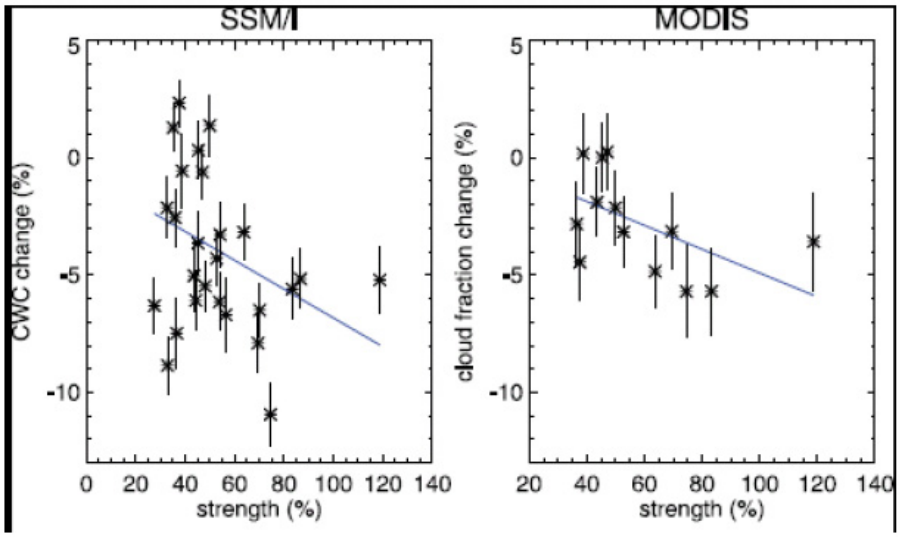
Das oben erwähnte CLOUD-Projekt soll die mikroskopischen Details der Zusammenhänge, die zu einem großen Teil noch nicht verstanden sind, zwischen kosmischer Strahlung, Aerosolen und Wolkenbildung aufklären.

Die kosmische Strahlung produziert einen Schauer von Sekundärprozessen, die einen direkten Einfluss auf die Aerosole und die Wolkenbildung haben (Graphik 7). Dies wird besonders deutlich, wenn man sich die Forbush-Ereignisse ansieht. Darunter versteht man die drastische Reduzierung der kosmischen Strahlung innerhalb von Stunden oder Tagen, die durch magnetische Plasmawolken infolge von solaren Protuberanzen verursacht werden (Graphik 8).



Schematic Diagram of Cosmic Ray Shower

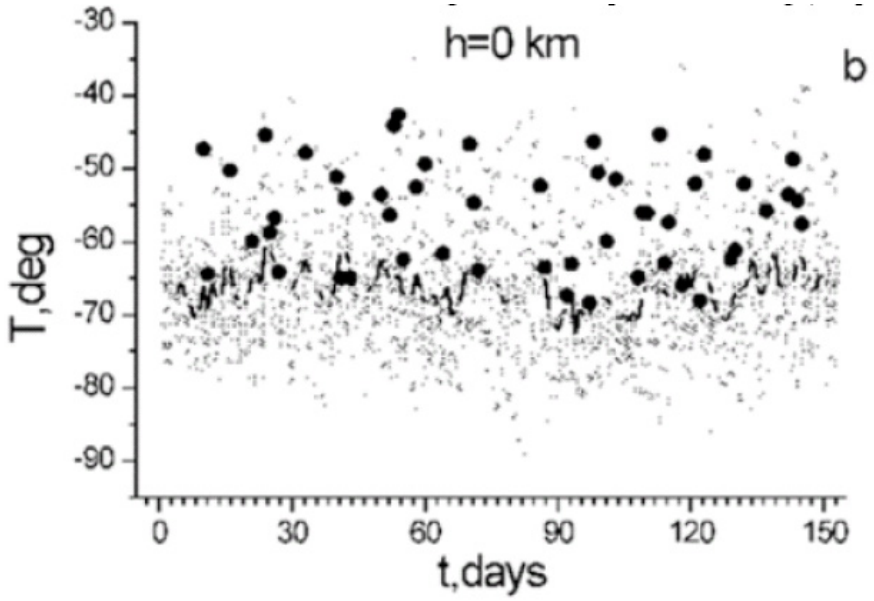
Graphik 7



Graphik 8

Die Graphik 8 zeigt die Abnahme des Wasserinhaltes der Wolken und die der Bedeckung als Funktion der Stärke der Forbush-Ereignisse[6].

Es gibt natürlich eine unmittelbare Verbindung mit der Temperaturänderung (Graphik 9).

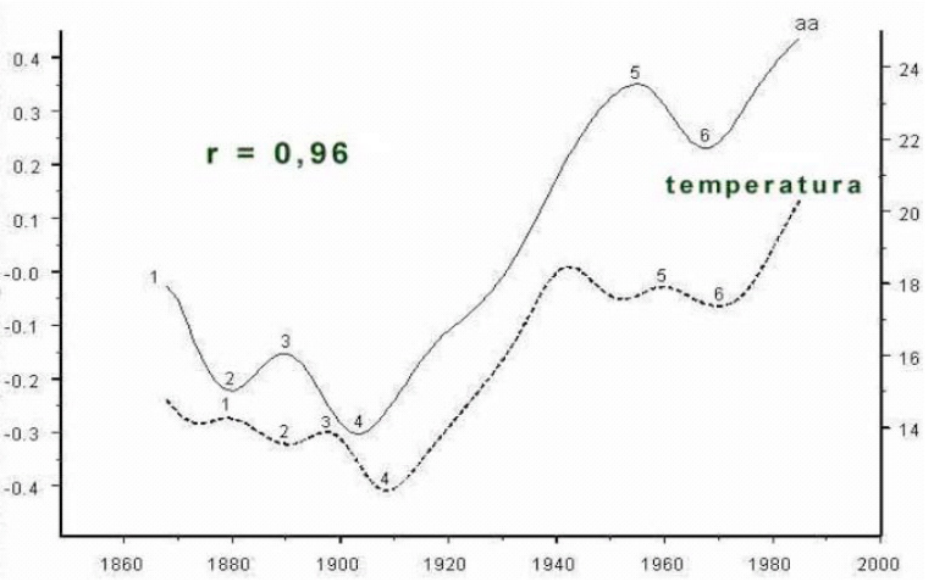


Graphik 9: Die dünne Linie ist das 10jährige Mittel. Die Punkte sind Forbush-Ereignisse gemessen in der Vostok-Station auf der Antarktis zwischen 1981 und 1991.[7]

Nach Forbush-Ereignissen gibt es fast immer einen deutlichen Anstieg der Bodentemperatur. Auch wenn die Details noch nicht vollständig verstanden sind, überzeugt doch dies Experiment der Natur.

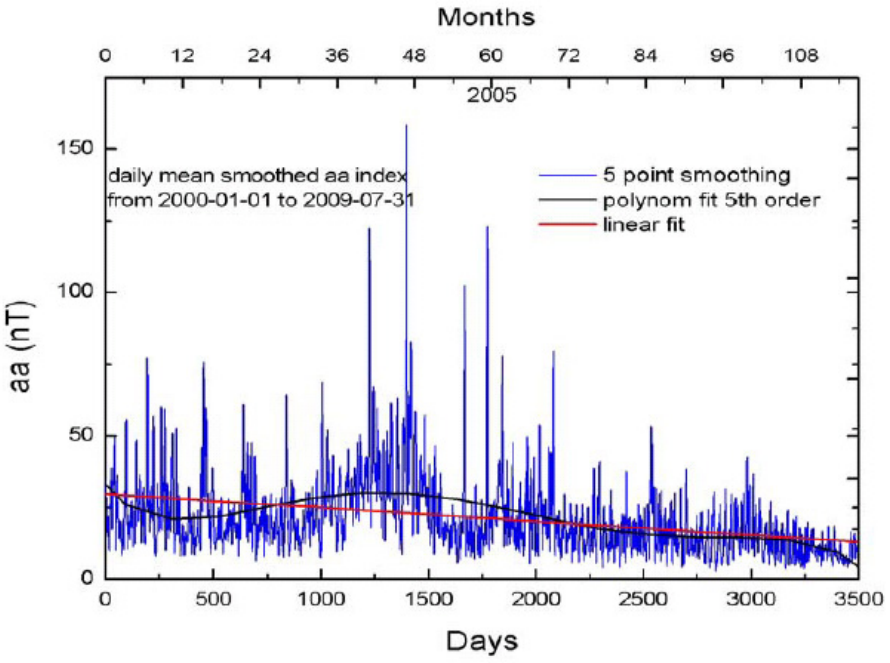
Ein weiterer Magnetfeldeffekt wurde kürzlich von Persinger[8] diskutiert nämlich die Energieproduktion durch den dynamischen Druck des IMF innerhalb des Magnetfeldes der Erde. Obwohl der Druck mit 2.5nPa sehr klein ist, steht dem eine sehr große Troposphäre gegenüber, was zu einer jährlichen magnetisch induzierten Energie von 5.6·1017J führt.

Ein anderer Indikator für die magnetische solare Aktivität ist der geomagnetische aa-Index. Zwischen seiner Variation und der der Temperatur besteht eine direkte Beziehung, die der folgenden Graphik 10 entnommen werden kann. Es gibt zwischen den beiden Kurven einen Verzug von 6±2 Jahren. Die Reduzierung des Maximums 5 ist eine Folge verstärkter, abkühlender vulkanischer Tätigkeit in dem Zeitraum.



Graphik 10: Links ist die Temperaturanomalie (durchgezogene Kurve) in °C und rechts ist der aa-Index (gepunktete Kurve) in nT abgetragen.

Der Verlauf des aa-Indexes vom Januar 2000 bis Ende Juni 2006 ist in der Graphik 11[9] abgebildet.

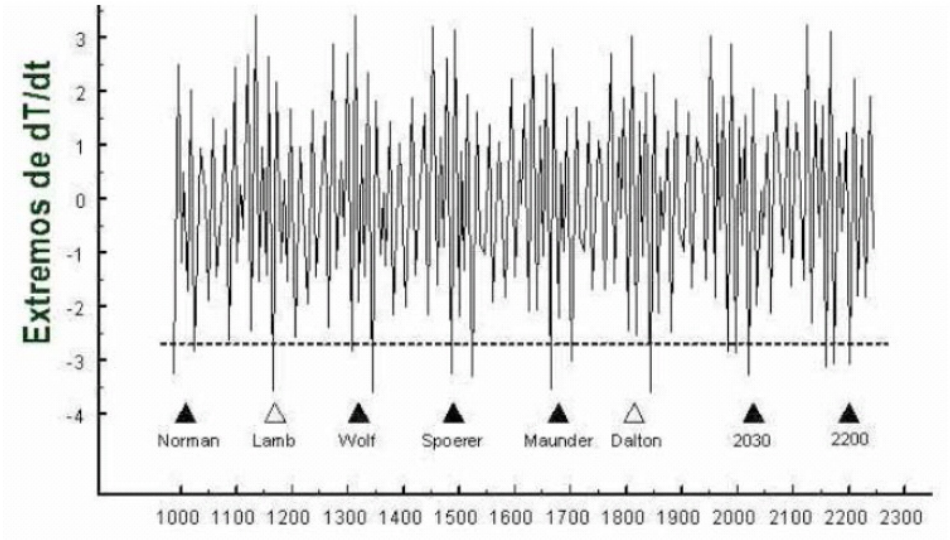


Graphik 11

Man erkennt im Gegensatz zu dem starken Anstieg im 20. Jahrhundert eine Abnahme, die in den letzten 12 Monaten besonders ausgeprägt ist und Werte unterhalb des Minimums der Graphik 11 angenommen hat.

Die zeitlichen Variationen des aa-Index werden verursacht durch den solaren Dynamo, der ein chaotisches Verhalten besitzt, was sich in einer Folge von Bifurkationen äußert[10]. Eine Ursache dafür ist die irreguläre Bahn, die der Schwerpunkt der Sonne ausführt. Landscheidt[11]

hat dies in mehreren Publikationen untersucht und dabei u. a. Folgendes festgestellt.



Graphik 12: Ungeglättete zeitliche Änderung des Drehmomentes

Man erkennt, dass alle Kaltzeiten mit den Minima der zeitlichen Änderung des Drehmomentes korrelieren, wenn diese einen Schwellwert unterschreiten. Die erwarteten Minima in diesem Jahrhundert sind nicht so klein, wie zur „Maunder"-zeit, aber ihre Zahl ist größer. Aus diesem Sachverhalt schlussfolgert Landscheidt, dass das nächste Minimum um 2030 vom Typ des Maunderminimums sein wird.

Abschließend wollen wir noch einen subtilen Beleg dafür liefern, dass die solare Strahlung die Dynamik des Klimas bestimmt. Scafetta et al.[12] gehen von der Vermutung aus, dass die Gleichungen für das Klima von stochastischer, nichtlinearer Natur sind und dass sie ein Gedächtnis (Nichtmarkovsches Verhalten) haben. Diese Annahme ist zweifellos korrekt. Im Anschluss daran halten sie fest, *„dass man meinen könnte, dass der kleinste der Faktoren, die das Wetter und das Klima bestimmen, die solare Einstrahlung ist. Aber Nichts könnte weiter von der Wahrheit sein als dies."* (übersetzt)

Um dies zu beweisen untersuchen sie die Statistik der Zeitverläufe für die Temperatur auf der Nord-, der Südhalbkugel und über den Ozeanen und die der Sonneneruptionen. Die Standardabweichung für beliebige Prozesse ist gegeben durch $\sqrt{\langle (x-\bar{x})^2, t \rangle} \propto t^H$, wobei x entweder die Temperatur ist oder eine Eruption. Der Exponent H heißt Hurstexponent und er ist für ein System ohne Gedächtnis, wo die Ereignisse unkorreliert sind, ½, wie man es von der Brownschen Bewegung kennt. Die Anzahl der Eruptionen ist bei einer aktiven Sonne größer, was deren Frequenzen in den Zeitkurven bestimmt. Sie errechneten für den Hurstexponenten für die Temperatur folgende Werte: global H=0.95±0.02; für den Norden, H=0.89±0.02; für den Süden, H=0.96±0.02; für das Land, H=0.88±0.02 and; für die Ozeane, H=0.98±0.02. Die großen H-Werte für die Temperatur implizieren eine

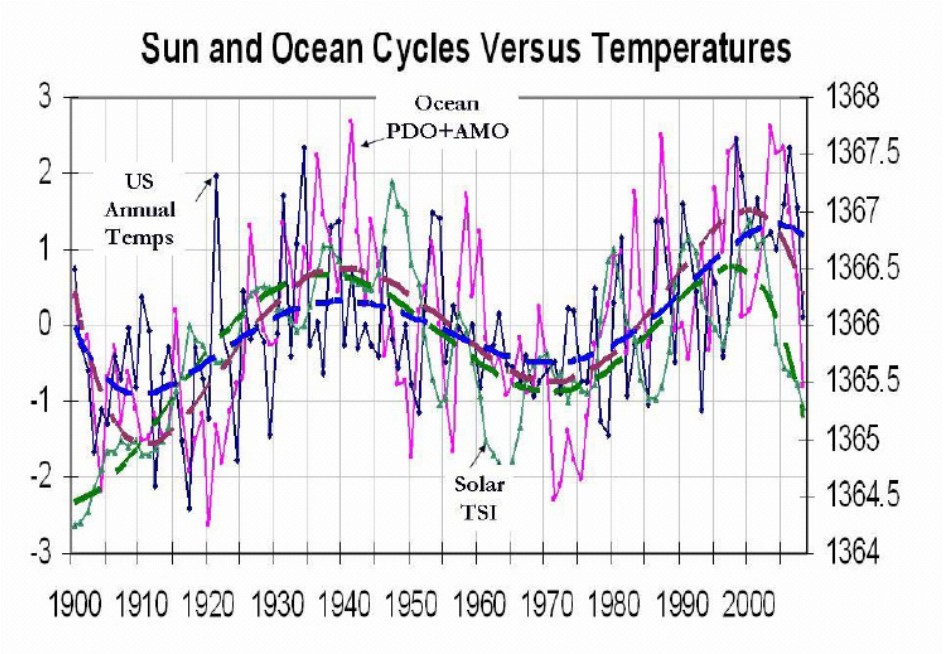
lange Nachhaltigkeit. Mit anderen Worten, die Temperatur ändert sich nur allmählich von Monat zu Monat. Dies ist zu vergleichen mit H=0.93±0.02 den Hurstexponenten für die Sonneneruptionen. Da das System Erde nicht die Sonne beeinflussen kann, bleibt nur die Folgerung, dass das komplexe Netzwerk (Klima) durch das komplexe Netzwerk (Sonne) gestört wird und die statistischen Eigenschaften von diesem übernimmt. Dies wird als das Komplexitätsanpassungsphänomen bezeichnet[13]. Entscheidend ist hier, dass sehr kleine Intensitäten genügen um dem passiven System das Verhalten aufzuzwingen (0.1% z.B.). In einer späteren Arbeit greifen sie das Thema noch einmal auf und schätzen ab, dass wenigstens 69% der im vergangenen Jahrhundert beobachteten Erwärmung auf die Aktivität der Sonne gehen[14].

Zusammenfassend kann man sagen, dass die Sonne nicht nur den integralen Wärmehaushalt der Erde bestimmt, sondern auch dessen statistische Eigenschaften. Dies geschieht nicht nur durch die eingestrahlte Energie, sondern auch durch den Sonnenwind und die magnetischen Felder. Alles zusammen regelt weitgehend den Temperaturverlauf auf der Erde, was aber in einem komplizierten und komplexen Wechselspiel geschieht, in welches auch die Meeresströmungen mit einzubeziehen sind. Dies wird durch die letzte Graphik 13 verdeutlicht.

Die Diskussion der Zusammenhänge zwischen der Temperaturverteilung und den Meeresströmungen würde eine neue Thematik eröffnen und wird deshalb hier nicht durchgeführt. Der interessierte Leser findet hier

http://icecap.us/index.php/go/joes-blog/amo_the_key_global_climate_indicator/

woher auch die Graphik stammt, eine Vielzahl von Arbeiten zu dieser Thematik.



Graphik 13

---

[1] http://www.bp.com/sectiongenericarticle.do?categoryId=9023768&contentId=7044479

[2] Lockwood et al. – A doubling of the Sun's coronal magnetic field during the past 100 years NATURE 399 (1999) 437-439

[3] B. Hüttner

[4] Svensmark H and Friis-Christensen E – Variation of cosmic ray flux and cloud coverage, Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics 59 (1997) 1225

[5] Fastrup et al. – arXiv:physics/0104048 CLOUD (Cosmics Leaving OUtdoor Droplets), A study of the link between cosmic rays and clouds with a cloud chamber at the CERN PS

[6] Svensmark et al. – Cosmic ray decreases affect atmospheric aerosols and clouds, GEOPHYSICAL RE SEARCH LETTERS, VOL. ???, XXXX, DOI:10.1029/,

[7] Egorova et al. – Influence of variations of cosmic rays on atmospheric pressure and temperature in the Southern

pole region, J. Atmos. Solar-Terr. Phys. 62, 955-966.

[8] Persinger – The possible role of dynamic pressure from the interplanetary magnetic field on global warming,

International Journal of Physical Sciences Vol. 4 (1), pp. 044-046, January, 2009

[9] B. Hüttner, Quelle: UK Solar System Data Centre

[10] FEYNMAN, J; GABRIEL, S B – PERIOD AND PHASE OF THE 88-YEAR SOLAR CYCLE AND THE MAUNDER MINIMUM: EVIDENCE FOR A CHAOTIC SUN Solar Physics 127 (1990) 393-403

[11] http://www.schulphysik.de/klima/landscheidt/iceage.htm

[12] Scafetta et al. – Solar turbulence in earth's global and regional temperature anomalies, PHYSICAL REVIEW E 64 (2004) 026303-13

[13] West, B J; Grigolini, P – Sun-Climate Complexity Linking, PHYSICAL REVIEW LETTERS 100 (2009) 088501-4

[14] Scafetta, N; West, B J – Is climate sensitive to solar variability?, Physics Today 3 (2008) 50-51

Der Aufsatz kann auch als pdf Datei herunter geladen werden

Related Files

- huettner_klima_sonnenflecken_-ii-pdf