

Wenn die Sonne schweigt

Dr. Rainer Link, Physiker

Here comes the Sun.

Here comes the Sun and I say

It's alright.

Little darling, it's been a long, cold, lonely winter.

Little darling, it feels like years since it's been here.

Here comes the Sun. Here comes the Sun and I say

It's alright.

Little darling, the smiles returning to their faces.

....

Sun, Sun, Sun, Here it comes.

George Harrison

„Am 6. Februar veränderte sich die **grausame** 15 Wochen anhaltende Kälte, sich zu jedermanns Vergnügen in ein löbliches Tauwetter zu verwandeln, welches aber ohne Schäden nicht abging. Zwischen Maastricht und Scheermase wurde ein Berg durch den Eisgang weggeströmt, wobei wohl 1500 Stück Vieh umkam....Das losbrechende Eis nahm zu Bremen zwei Pfeiler einer Brücke weg und richtete an Schiffen und Befestigungen große Schäden an.“

So ein Bericht zum 6. Februar 1684.

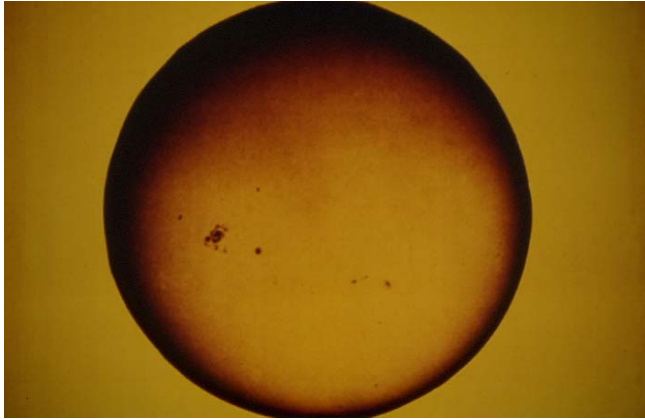
(aus Rüdiger Glaser, Klimageschichte Mitteleuropas, 2001)

1684 befand man sich in der stärksten Abkühlungsphase des Maunder Minimums, eine 50 Jahre dauernde Zeit zwischen 1650 und 1700, in der die Aktivität der Sonne sehr schwach war. In dieser Zeit war die Zahl der Sonnenflecken sehr gering, nahezu Null. Die Temperaturen fielen vor allem im letzten Jahrzehnt des 17. Jahrhunderts extrem ab, wobei alle Jahreszeiten davon erfasst waren. **Es waren die Zeiten der ruhigen Sonne, in denen die Sonne schwieg!**

Die Sonne ist keine absolut konstante Strahlungsquelle, sondern hat ihre Energieabgabe im Laufe ihres Lebens (4 Milliarden Jahre) bereits drastisch verändert. So geht man davon aus, dass die Strahlung, die die Erde erreicht in dieser Zeit um etwa 30% zugenommen hat. Innerhalb der von uns hier betrachteten Zeiträume von einigen 100 Jahren kann man diese langfristige Änderung der Sonnenstrahlung, die mit dem Lebenszyklus der Sonne als Stern zusammenhängt, jedoch vernachlässigen.

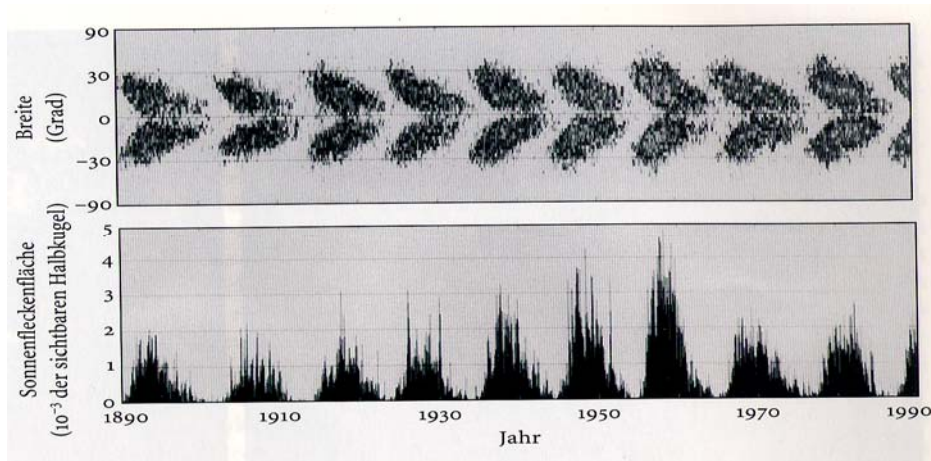
Aber auch in kurzfristigen Zeiten zeigt die Abstrahlung der Sonne Veränderungen, die uns in Form der Sonnenflecken bekannt sind Abb.: 1.

Abb.: 1



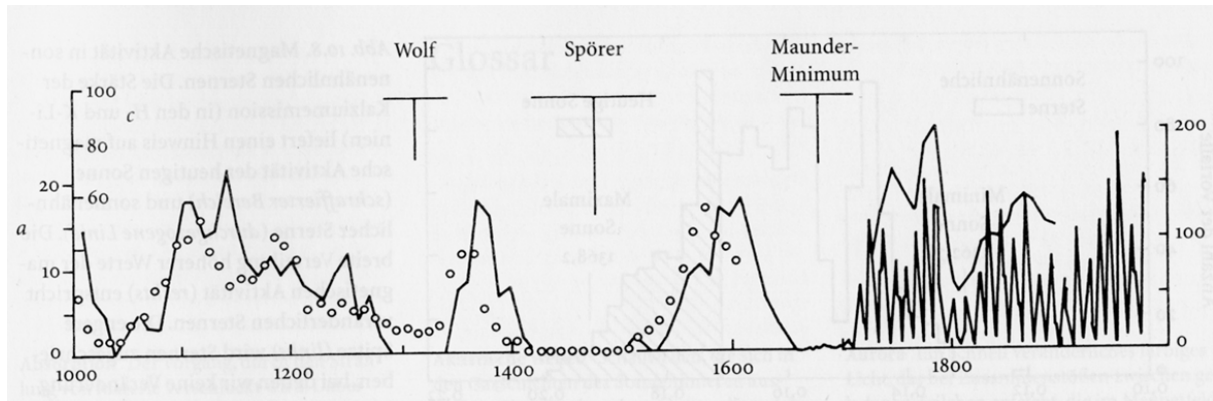
Die Häufigkeit dieser Sonnenflecken ist nicht konstant. Sie variiert mit einer Frequenz von 11 Jahren (Maximum zu nächstem Maximum), die jedoch nicht konstant ist, sondern zwischen 7 bis 13 Jahren betragen kann (eigentlich sind es 22 Jahre, wenn man noch die magnetischen Eigenschaften berücksichtigt). Die maximale Anzahl der Sonnenflecken variiert ebenfalls von Maximum zu Maximum. Die Anzahl der Sonnenflecken für die Jahre 1890 bis 1990 ist in Abb.: 2 zu sehen.

Abb.: 2



Die nächste Abbildung 3 zeigt die Variabilität der Sonnenflecken und damit der Sonnenaktivität in den vergangenen 1000 Jahren. Man erkennt deutlich, wie stark sich die Zahl der Sonnenflecken verändert. Es gibt längere Zeiträume, in denen es nur eine sehr geringe Zahl gegeben hat.

Abb.: 3

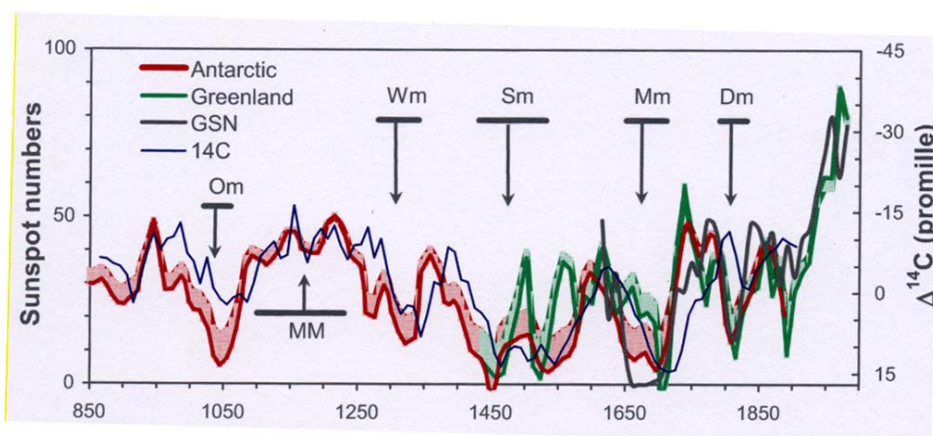


Diese Minima werden auch als Wolf-, Spörer- oder Maunder-Minimum bezeichnet (um 1800 findet sich noch das Dalton-Minimum).

Bemerkenswert ist, dass diese Zeiten mit erheblichen Abkühlungen und Klimaveränderungen zumindest in Europa einhergingen. Diese ergaben schlechte Ernteerträge mit all ihren sozialen Auswirkungen.

Solanki und Mitarbeiter (Solanki et. al. „A Millenium Scale Sunspot Number Reconstruction: Evidence for an Unusual Active Sun Since the 1940´s, astro-ph, Oct. 2003) zeigten (Abb:4), dass die Aktivität der Sonne in den letzten 1150 Jahren noch nie so hoch war wie seit 1940, mit einem sehr steilen Anstieg bis zum Jahr 2000. Weitere Messungen zeigten allerdings, dass die Sonnenaktivität danach nicht weiter angestiegen ist, aber auch nicht wesentlich abgefallen.

Abb.: 4



Die Abbildung 4 repräsentiert auch sehr gut die Sonnenfleckenminima, das mittelalterliche Klimaoptimum um 1050 bis 1300 und die darauf folgende Kleine Eiszeit anschließend bis etwa 1850.

Die erheblichen Klimaschwankungen in den letzten Jahrhunderten bis 1900 waren sicherlich ohne menschliche CO₂ Emissionen entstanden und sind auf natürliche Variabilitäten des Klimas - hervorgerufen zum Beispiel durch die Veränderung der Sonnenaktivität - zurückzuführen.

Warum dieser anerkannte Einfluss der Sonne ausgerechnet für das letzte Jahrhundert auch in den IPCC Berichten immer wieder heruntergespielt wird, bleibt unter naturwissenschaftlichen Aspekten unverständlich, auch wenn der Verstärkungsmechanismus der veränderlichen Sonnenaktivitäten nicht einwandfrei experimentell verifiziert werden konnte.

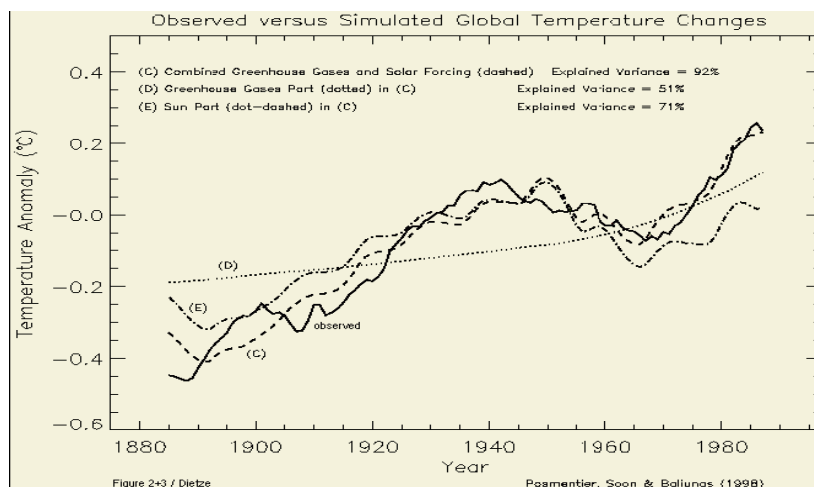
Immerhin gibt es eine durch Experimente und Messungen gestützte Theorie von Henrik Svensmark (Svensmark „Cosmoclimatology: A New Theory Emerges“ Astronomy and Geophysics, Royal Astronomical Society, London, Vol 48, 2007). Svensmark führt den Verstärkungsfaktor der Sonnenaktivität auf die Abschirmung der kosmischen Strahlung durch den Sonnenwind zurück. Die Strahlung aus dem Weltall dient als Kondensationskeim für die Wolkenbildung. Immerhin gelingt ihm mit seiner Theorie eine einheitliche Erklärung für diverse Klimaveränderungen. Gespannt darf man daher auf die Ergebnisse des Experimentes „Cloud“ am CERN in Genf sein, das sich mit dieser Theorie auseinandersetzen wird. Diese Experimente sollen im Jahr 2010 beginnen.

Die Theorie von Svensmark ist gegenwärtig noch Gegenstand heftiger Diskussion unter den Klimatologen.

Die Änderung der Temperatur von 1880 bis 1990 kann sehr gut beschrieben werden, wenn man den Einfluss der Variabilität der Sonneneinstrahlung einbezieht Abb.: 5 (Posmentier, Soon und Baliunas, 1998).

Mit einer statistischen Varianz von 92% ist der sehr signifikante Einfluss der veränderlichen Sonneneinstrahlung nachgewiesen.

Abb.: 5



Eine sehr bemerkenswerte, wichtige Arbeit, die den Beitrag der veränderlichen Sonne auf die Temperaturerhöhung des vergangenen Jahrhunderts untersuchte, wurde von P.A. Stott et. al. vom Hadley Centre, UK im Dezember 2003 veröffentlicht (P.A. Stott, G.S. Jones and J.F.B. Mitchell „Do Models Underestimate the Solar Contribution to Recent Climate Change?“, Journal of Climate Volume 16, 2003).

Nun gehören das Hadley Centre und P. A. Stott nicht unbedingt zu Kritikern des anthropogen verursachten Klimawandels. Umso bemerkenswerter ist dass diese Arbeit – ich habe sie jedenfalls nicht gefunden - nicht im AR4 des IPCC zitiert ist. Die Autoren beschreiben, wie das Ergebnis von Modellrechnungen aussieht, wenn man den Einfluss der Sonne nicht unterdrückt bzw. „wegdämpft“.

Das Resultat dieser Arbeit ist in Tabelle 1 wiedergegeben.

Tabelle 1:

(LBB und HS beschreiben den Einfluss der Sonne auf der Basis von Untersuchungen von Lean et. al. 1995 (LBB) oder von Hoyt und Schatten, 1993 (HS); Einflüsse der Treibhausgase (G), der Vulkane (VOL), der Aerosole (SO))

TABLE 3. Best estimates of the estimated trends in K century⁻¹ (with the 5th–95th percentile range shown in parentheses) using data averaged over 5-yr means.

	1900–99	1900–49	1950–99	1970–99
G	0.69 (0.42–0.97)	0.27 (0.17–0.38)	1.08 (0.66–1.53)	1.10 (0.67–1.55)
SO	–0.49 (–0.26 to –0.78)	–0.01 (–0.01 to 0.00)	–0.36 (–0.58 to –0.19)	0.01 (0.01–0.02)
LBB	0.31 (0.16–0.49)	0.29 (0.15–0.46)	0.17 (0.09–0.27)	0.48 (0.29–0.76)
VOL	–0.05 (–0.12 to 0.02)	0.06 (–0.02 to 0.15)	–0.10 (–0.24 to 0.03)	–0.06 (–0.15–0.02)
G	0.51 (0.14–0.91)	0.19 (0.05–0.33)	0.77 (0.21–1.36)	0.80 (0.22–1.43)
SO	–0.23 (–0.49 to 0.01)	–0.03 (–0.07 to 0.00)	–0.17 (–0.36 to 0.01)	0.01 (0.00–0.01)
HS	0.16 (0.06–0.25)	0.47 (0.19–0.75)	0.28 (0.11–0.45)	0.73 (0.29–1.17)
VOL	0.02 (–0.06 to 0.10)	–0.02 (–0.12 to 0.08)	0.03 (–0.12 to 0.20)	0.02 (–0.08 to 0.13)
Observations	0.49	0.76	0.72	1.52

Man erkennt, dass der Beitrag der Sonne für die durchgeführten verschiedenen Computerdurchläufe folgende Werte annimmt:

1900 – 1999 30-60%
 1900 – 1949 50-60%
 1970 – 1999 30-50%.

Selbst für die letzten 30 Jahre des letzten Jahrhundert betrug die von der Sonne verursachte Temperaturerhöhung noch 30-50%. Im Einklang mit dem oben beschriebenen starken Anstieg der Sonnenaktivität bis in die 40er Jahre beträgt dieser Beitrag sogar 50-60%.

Das Ergebnis dieser Veröffentlichung zusammen mit den Aktivitätsmessungen der Sonne bedeutet, dass die Erwärmung seit 1900 bis heute in Höhe von 0,8° C zu mindestens 30% auf die veränderte Sonnenaktivität zurückzuführen ist. Mit anderen Worten, der dem CO2 inklusive Rückkopplungen und andere Treibhausgase zuzuordnende Wert beträgt etwa 0,56° C beträgt, das CO2 alleine ist somit nur für 0,56°/2 = 0,28° C zuständig.

Eine statistische Analyse der Sonnenaktivität und der Temperatur hat Horst Malberg für Mitteleuropa für die Jahre 1705 bis 1999 durchgeführt, denn hier liegen entsprechend lange Zeitreihen für die Temperatur vor (Basel, Berlin Wien, Prag) (Malberg, und „Kritische Anmerkungen zum UN-Klimabericht 2007 und „Über die kritische Grenze zwischen unruhiger und ruhiger Sonne und ihre Bedeutung für den Klimawandel - oder: Folgt der globalen Erwärmung jetzt die globale Abkühlung?“, Berliner Wetterkarte 2009) Ein Indikator für die Sonnenaktivitäten sind die Sonnenflecken, die eine Periode von ca. 11 Jahren besitzen. Malberg hat nun die über diese Perioden gemittelten Temperaturen und Sonnenflecken aufgetragen und eine Korrelationsanalyse durchgeführt.

Eine quantitative Auswertung ergab mit einer Signifikanz von 99%, dass die Sonne mit 2/3 des bisherigen Temperaturanstieges von 0,8° C im Zeitraum 1850 bis 1999 verantwortlich zeichnet. Treibhausgase machen somit nur 0,35° C aus, CO2 davon die Hälfte, also nur +0,18° C.

Abb: 6.7

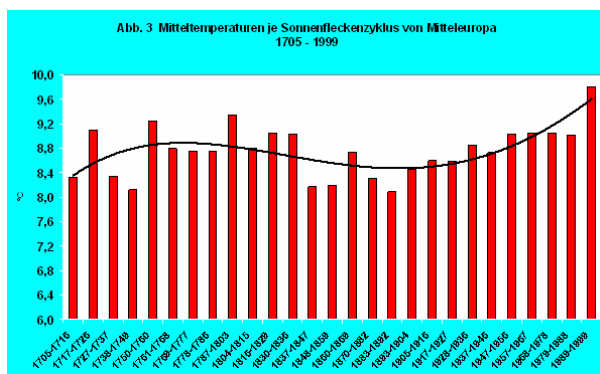
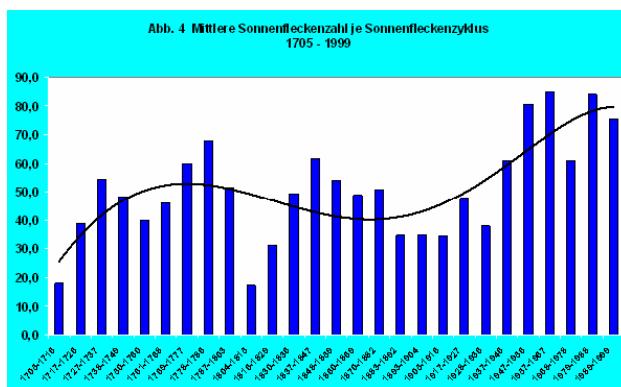


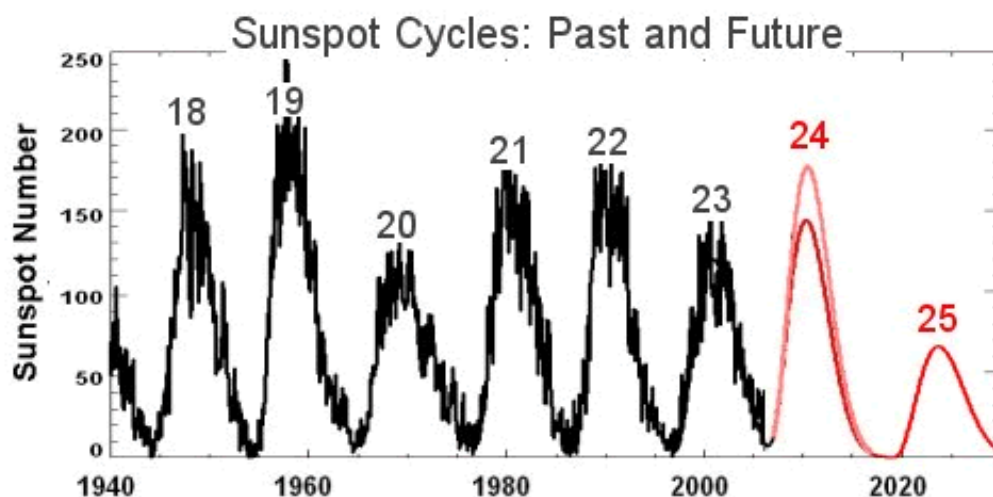
Abb: 6.8



Wie wird sich die Aktivität der Sonne in Zukunft entwickeln?

Hathaway und Wilson (NASA, National Space Science and Technology Center) sagen für die nächste Sonnenfleckenperiode (Nr.: 24) eine sehr hohe Sonnenfleckenzahl voraus (hellrot in Abb.: 6) (<http://science.nasa.gov/headlines/y2006/images/cycle24/2006AGU.ppt>). Dikpati et al. (dunkelrot in Abb.: 7) prognostizieren für den darauf folgenden Sonnenzyklus (Nr.: 25) auf Grund der sich ändernden Konvektionsgürtel in der Sonne eine schwache Aktivität und für Nr.: 24 eine ähnliche wie Nr.: 23.

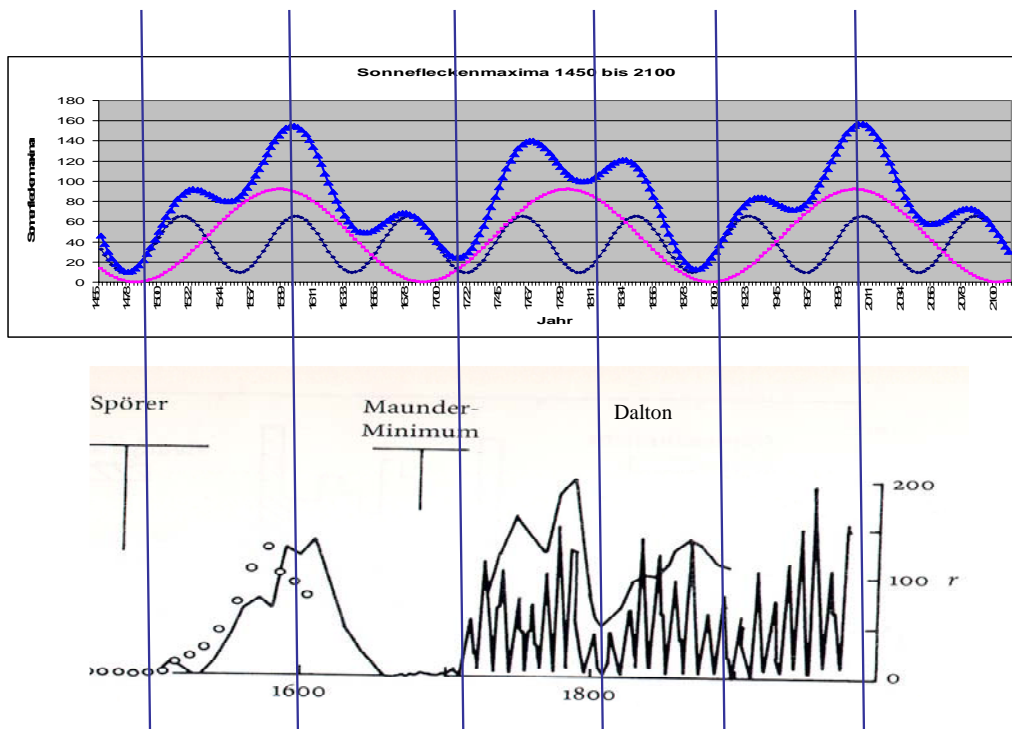
Abb.: 7



Empirische Untersuchungen legen nahe, dass die Sonnenfleckenzahlen über den 11-jährigen Schwabe Zyklus hinaus weiteren periodischen Schwankungen unterliegen. Diese sind der Gleissberg-Zyklus von ca. 80-88 Jahren und der De Vries- oder Seuss-Zyklus von 200-210 Jahren.

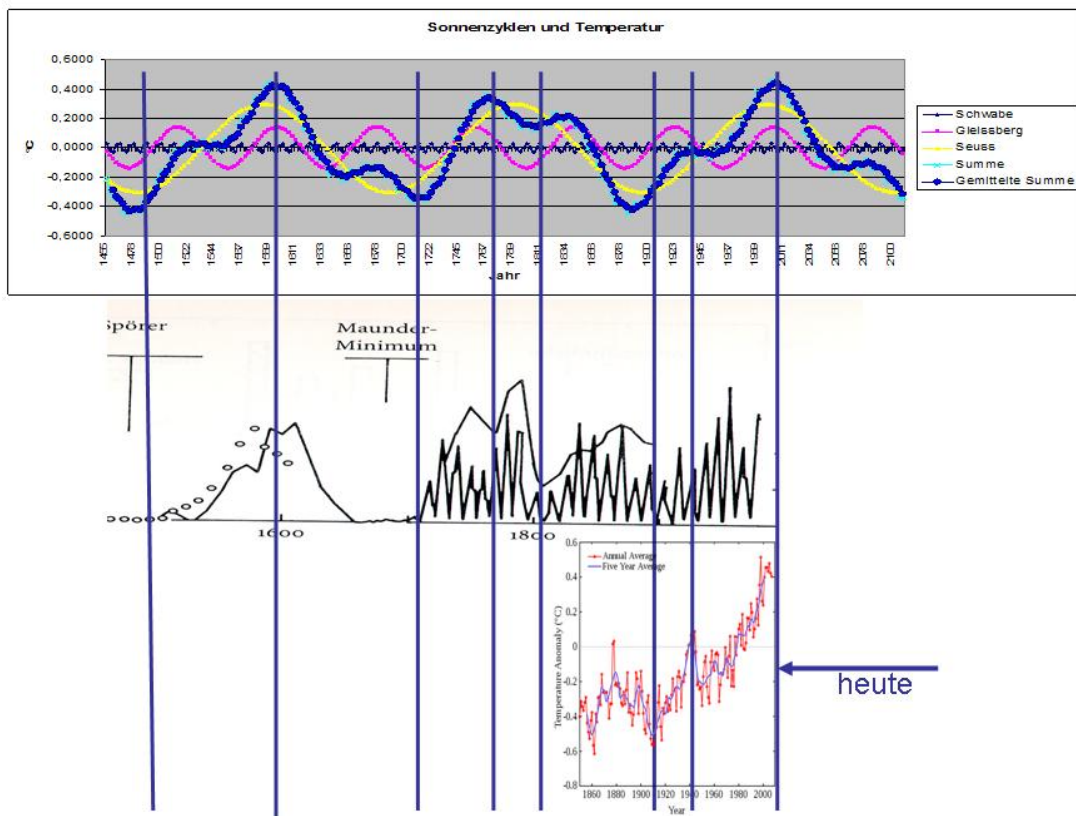
Einer Arbeit von Damon, Jirikowic („Solar Forcing of Climate Change“ in Radiocarbon after Four Decades, Springer New York) für die Jahre 1850 bis 2080 folgend hat der Autor in der folgenden Graphik Abb.: 8 (R. Link, 2009), die als sinusförmig angenommenen Sonnenfleckenzyklen aufaddiert, nachdem der Gleissberg- und De Vries- (Seuss-) Zyklus in ihrer Phase zueinander und ihren Zyklenlängen sowie die Sonnenfleckenzahlen im Maximum an die beobachteten Werte der Abb.: 3 angepasst wurden (blaue Kurve). Die Zykluszeiten für die optimale Anpassung betragen 11 Jahre Schwabe, 84 Jahre Gleissberg, 208 Jahre De Vries (Seuss), die maximalen Sonnenfleckenzahlen 150.

Abb.: 8 Überlagerung von Gleisberg- und Seuss-Zyklus



Rechnet man den maximalen Amplituden der Zyklen eine Temperatur von $\pm 0,14^{\circ}\text{C}$ (Gleisberg-) und $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ (De Vries-Zyklus) zu, so könnte man einen großen Teil der Änderungen der Globalen Temperatur der letzten 150 Jahre der Sonne zuschreiben (Abb.: 9 unten).

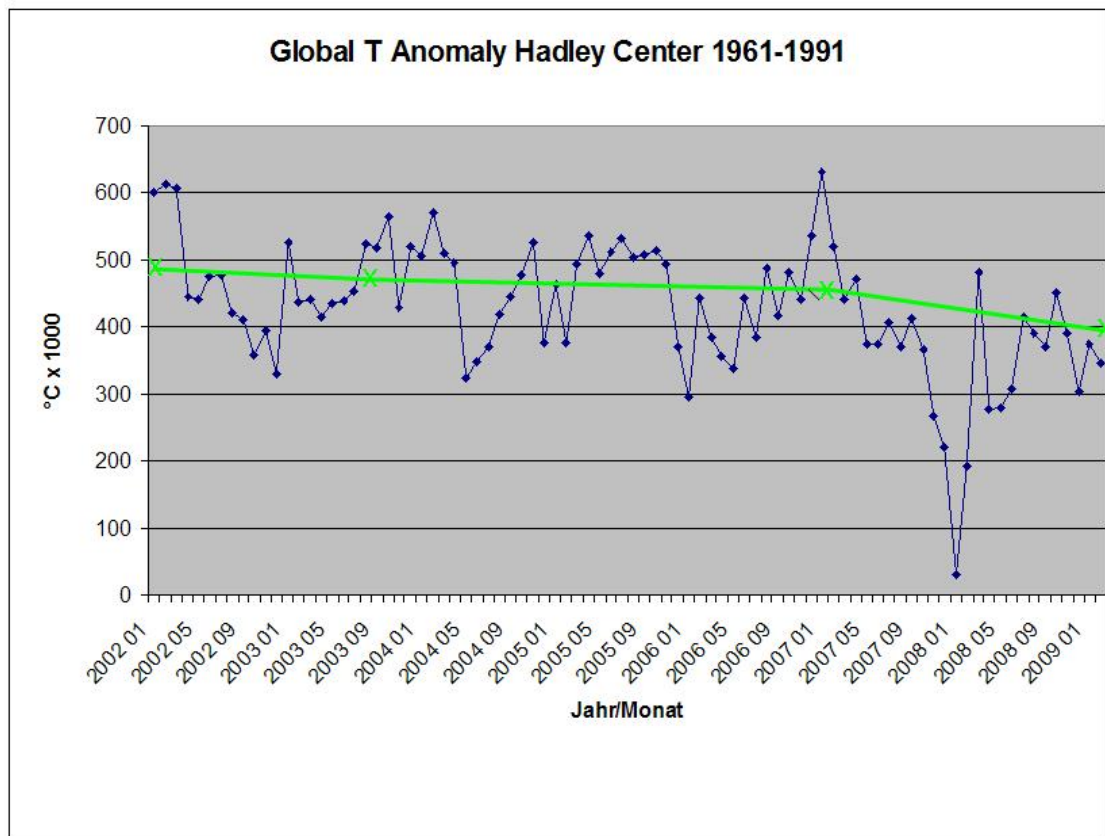
Abb.: 9



Es ergibt sich eine ausgezeichnete Übereinstimmung mit der Variabilität der Sonnenfleckenzyklen der vergangenen 500 Jahre und auch mit den gemessenen globalen Temperaturänderungen der letzten 150 Jahre. **Der Abbildung kann man entnehmen, dass wir in den kommenden Jahren wieder auf eine ruhige, schweigende Sonne zulaufen, sofern die bisherigen periodischen Variationen in die Zukunft extrapoliert werden können.** Bis 2050 werden wir mit einer Aktivität ähnlich dem Dalton Minimum und bis 2100 wie im Maunder Minimum mit den entsprechenden niedrigen Temperaturen zu rechnen haben. Die Abkühlung bis Ende dieses Jahrhunderts wird etwa $-0,8^{\circ}\text{C}$ betragen.

In Abb.: 10 ist die globale Temperaturänderung herausgegeben vom Hadley Center UK der vergangenen 10 Jahre aufgetragen. Man erkennt deutlich die abnehmenden Temperaturen trotz weiter steigender CO_2 Konzentrationen. Die grüne Kurve mit den Kreuzen ist aus der Abbildung 9 übertragen. Klar ist die durch die Änderung der Sonnenaktivitäten beginnende Temperaturabnahme zu erkennen.

Abb.: 10

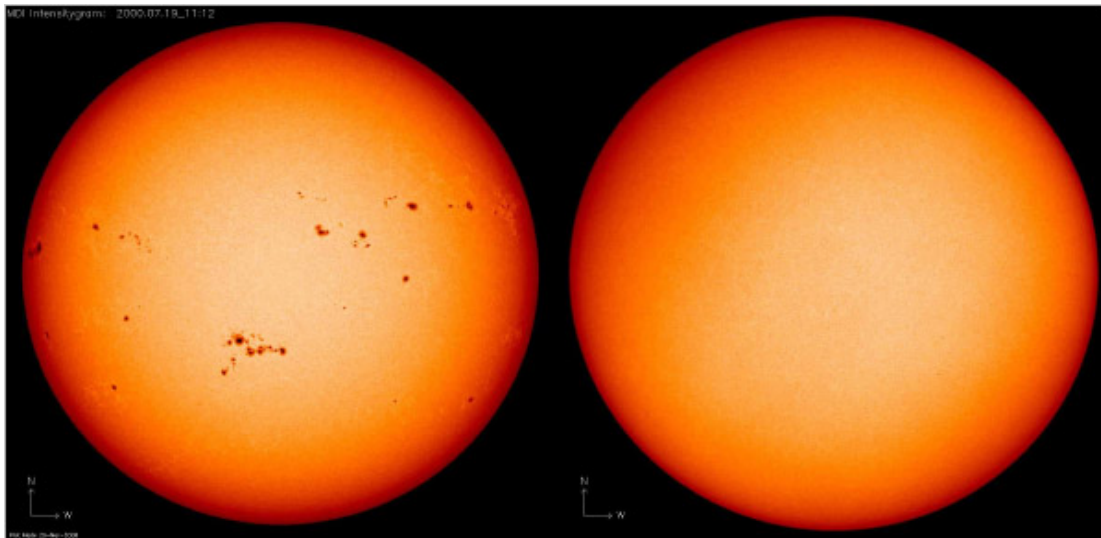


Alles deutet darauf hin, dass die Sonnenaktivität auf ein weiteres dem Maunder Minimum vergleichbares niedriges Aktivitätsniveau in den nächsten Zyklen in diesem Jahrhundert übergeht.

Die durch die niedrigere Sonnenaktivität hervorgerufene Temperaturabsenkung im 21. Jahrhundert beläuft sich unter den genannten Voraussetzungen auf $-0,8^{\circ}\text{C}$ bezogen auf heutige Temperaturen.

Legt man das Stefan-Boltzmannsche Strahlungsgesetz zur Berechnung des erforderlichen Strahlungsantriebes für diese Temperaturänderung zugrunde, so erhält man $4,33 \text{ W/m}^2$.

Zu vergleichen ist dies mit Rekonstruktionen für den Unterschied der gesamten Sonneneinstrahlung zwischen Maunder-Minimum und heute, die Werte in dieser Größenordnung ergeben, so z.B. Soon et al., 1994, $5,5 \text{ W/m}^2$ oder Solanki et. al., 1998, 4 W/m^2 . (aus R. E. Benestad, Solar Activity and Earth Climate, 2006, Table 8.6).

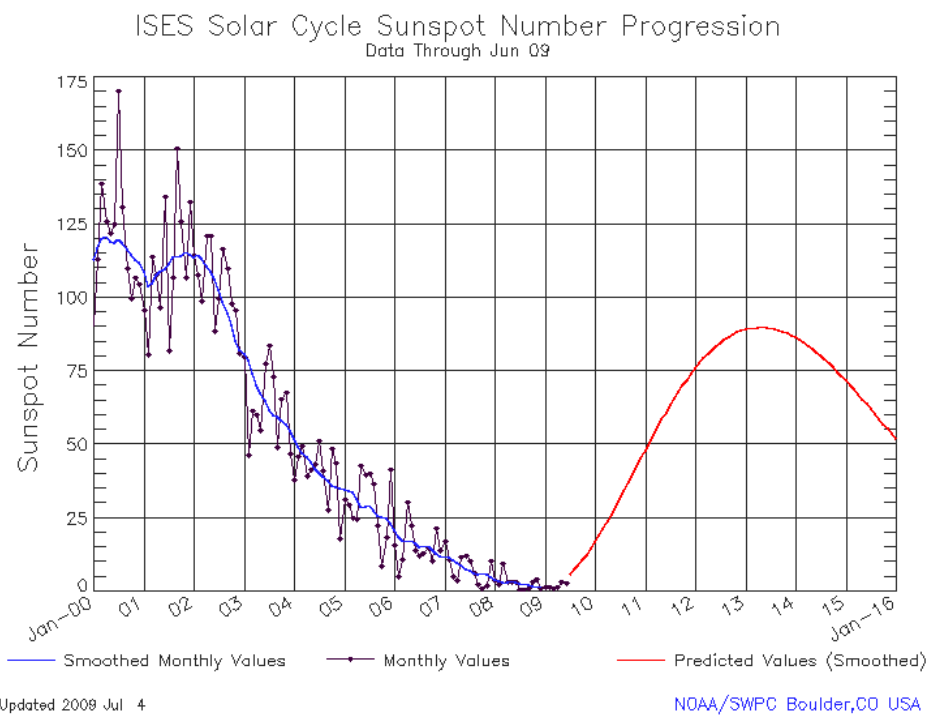


Die Sonne im letzten Zyklus und heute

Noch nie in den letzten 10 Sonnenzyklen (100 Jahre) hat die Sonne ihr Fleckenminimum so lange gehalten (Abb.: 11).

Dies bedeutet, dass sich das nächste Maximum verzögert und wesentlich geringere Fleckenzahlen aufweisen wird.

Abb.: 11 (NOAA, National Oceanic and Atmospheric Agency, USA)



Offensichtlich werden die Sonnenfleckenanzahlen des nächsten Zyklus Nr. 24 noch deutlich unter den von Hathaway und Wilson (Abb.: 7) prognostizierten – hier rot eingezeichneten Kurven – liegen. Die Vorhersage von Dikpati et al. (ebenfalls Abb.: 7) ist aus heutiger Sicht dem zu erwartendem Verlauf der Sonnenaktivität wesentlich näher.

Dies ist eine weitere Bestätigung für das oben angegebene zukünftige Verhalten unserer Sonne, dem Zuströben auf das Maunder Minimum in diesem Jahrhundert.

Die Sonne schweigt heute – 27.12.2009 – immer noch!

Fazit:

Der Autor hält es in Bezug auf den Klimawandel mit Adalbert von Camisso, der ebenfalls der Meinung ist:

„Die Sonne bringt es an den Tag“