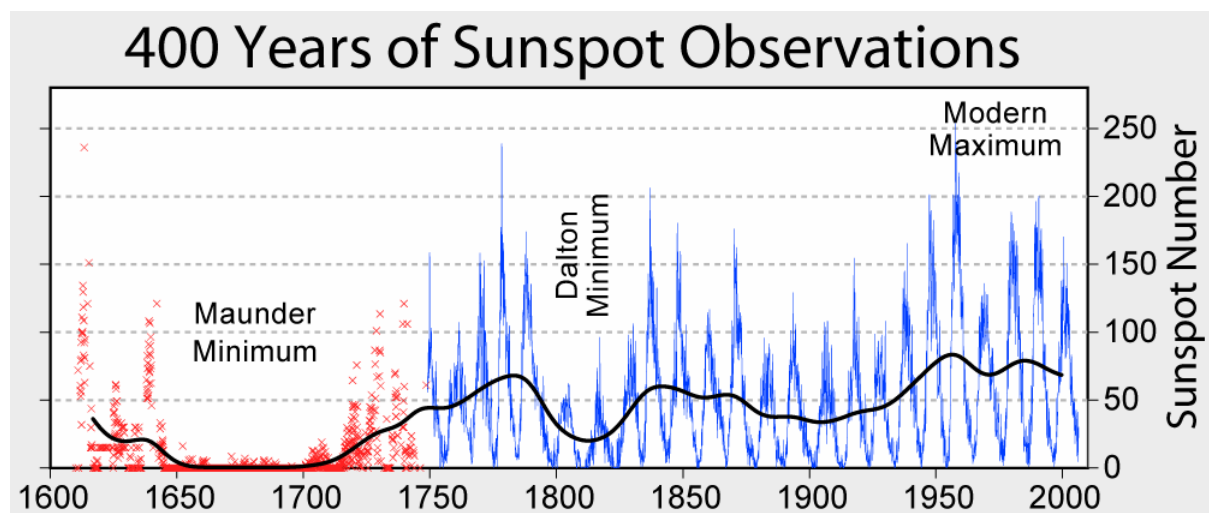


Die Sonne schwächelt – Erleben wir in Zukunft ein Dalton und Maunder Minimum mit entsprechender Temperaturerniedrigung?

Die veränderlichen Aktivitäten der Sonne, die Anzahl, Verteilung der Sonnenflecken und die Zeitdauer eines Sonnenfleckenzyklus, können deutlich mit Klimaveränderungen korreliert werden. Dies trifft insbesondere auch auf die besonders kalten Zeiten während der Kleinen Eiszeit 1300 - Ende 19. Jahrhundert zu, in denen die Zahl der Sonnenflecken gering war oder in denen überhaupt keine Sonnenflecken zu sehen waren.

Es bezweifelt heute kaum noch jemand, dass diese Korrelation auch Ursache und Wirkung miteinander verbindet.

Berichte zu den extrem kalten Jahren passen mit der Verringerung oder gar mit dem Ausbleiben der Sonnenflecken sehr gut zusammen.

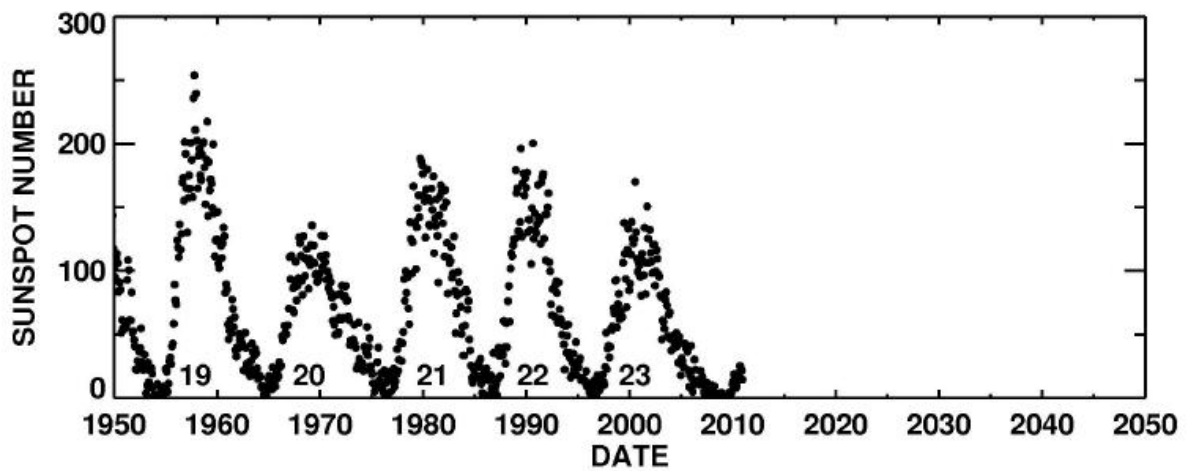
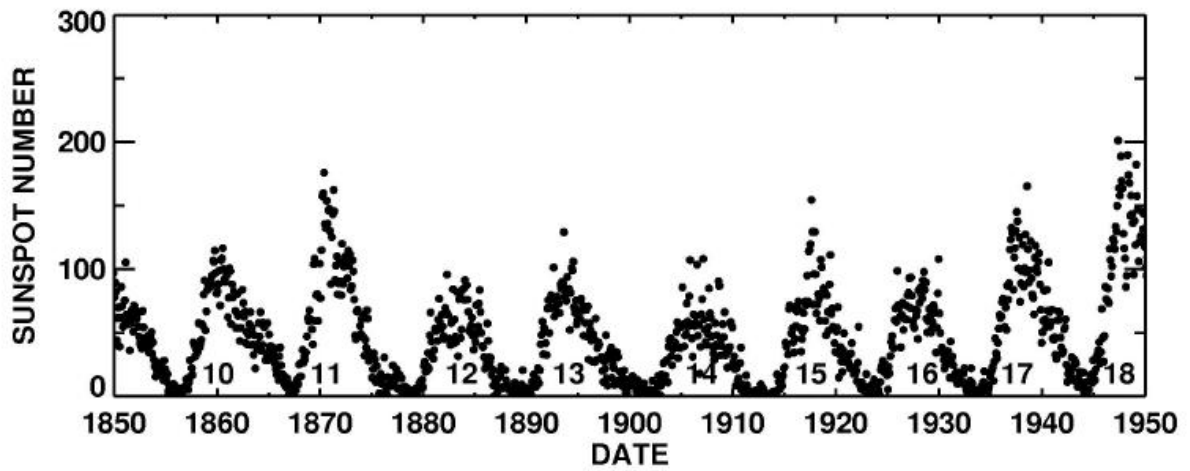
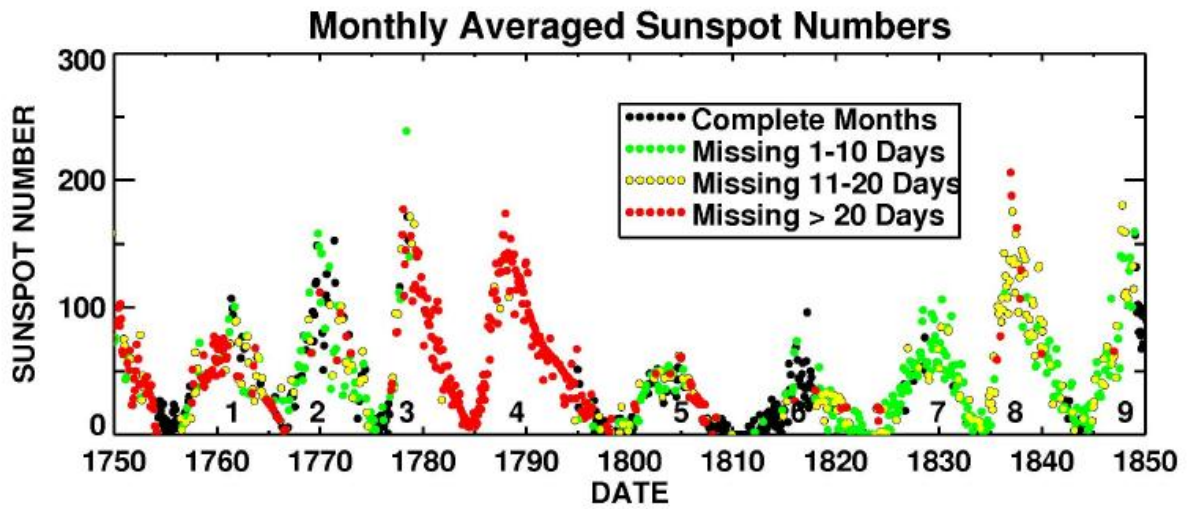


http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/28/Sunspot_Numbers.png

Dalton Minimum 1800

(Französische Revolution, Napoleon in Russland)

Für die Schwankungen der Sonnenflecken sind verschiedene Perioden bestimmt worden. Der Schwabe Zyklus mit den aufeinanderfolgenden Maxima und Minima innerhalb von 10 Jahren (der Hale Zyklus unter Berücksichtigung der Magnetfeldumkehr von 20 Jahren), der Gleisbergzyklus von 80 Jahren und der de Vries oder Seuss Zyklus von 208 Jahren.

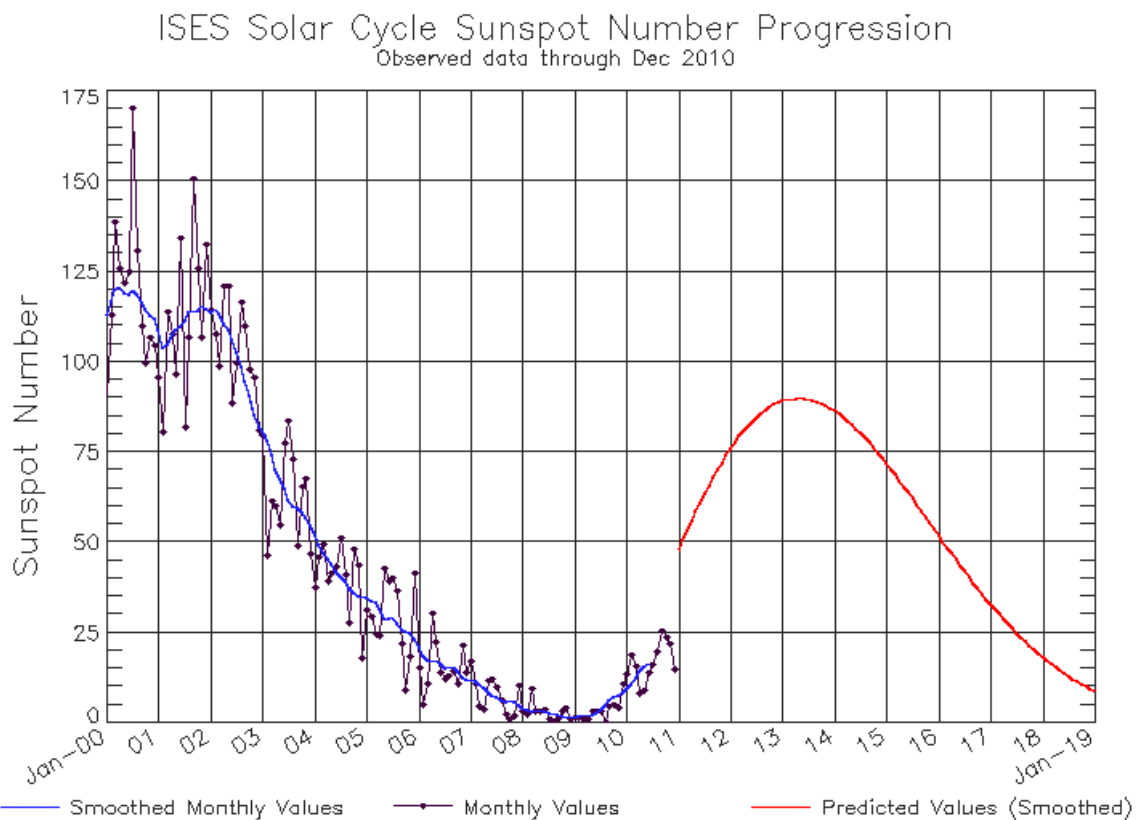


HATHAWAY/NASA/MSFC 2011.01

http://solarscience.msfc.nasa.gov/images/Zurich_Color_Small.jpg

Zukünftig wird man von einer weiteren Abschwächung der Sonnenaktivität, die derzeit bereits sehr niedrig ist, nach der relativ hohen Sonnenfleckenzahl zum Ende des vergangenen Jahrhunderts ausgehen müssen.

Dies zeigen auch die folgenden aktuellen Graphiken der NASA.



Updated 2011 Jan 4

NOAA/SWPC Boulder, CO USA

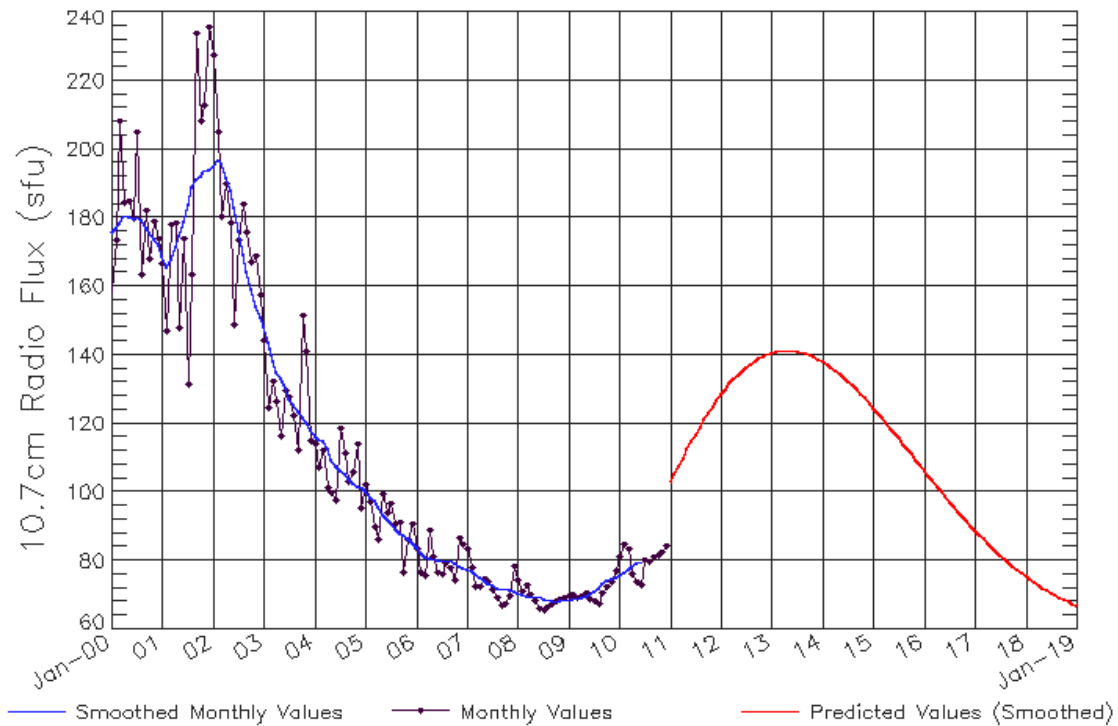
<http://www.swpc.noaa.gov/SolarCycle/sunspot.gif>

Die rot eingezeichnete Kurve ist die Vorhersage, die noch deutlich unterschritten werden dürfte.

Auch der Strahlungsfluss der Sonne im Radiobereich zeigt ein entsprechendes Verhalten.

ISES Solar Cycle F10.7cm Radio Flux Progression

Observed data through Dec 2010



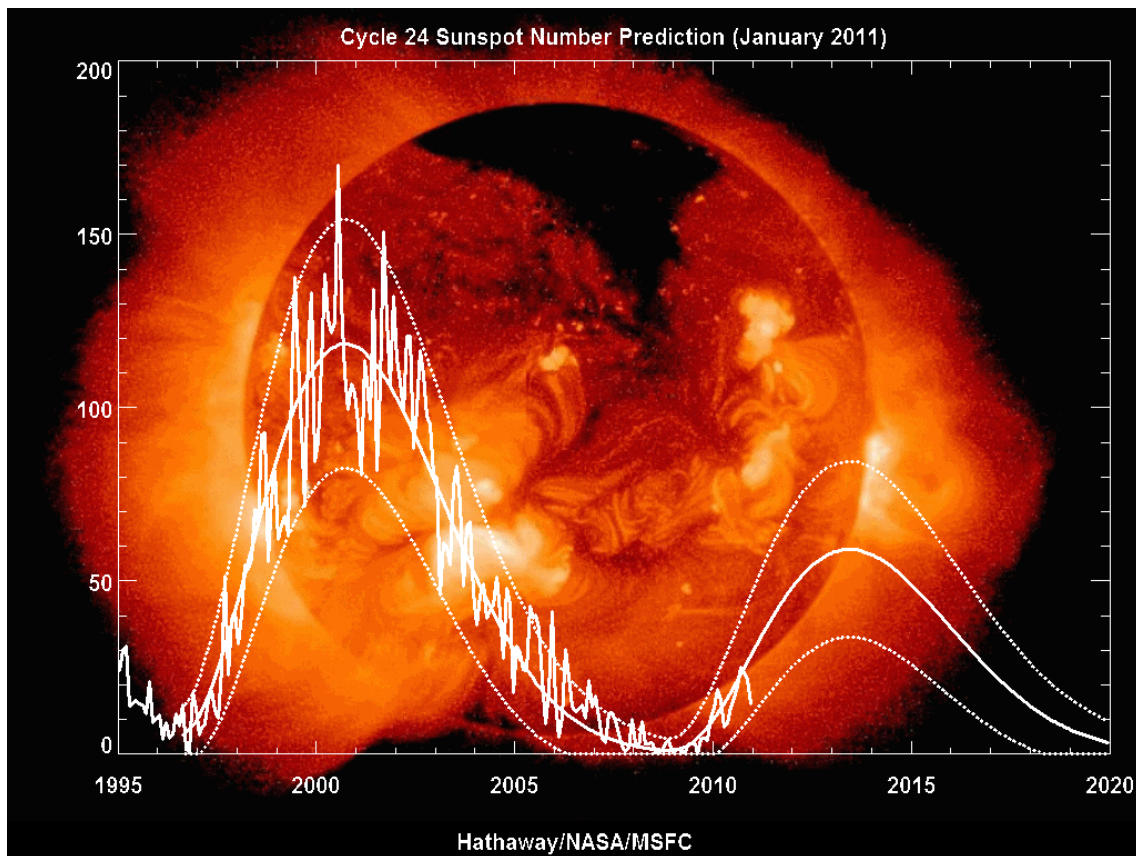
Updated 2011 Jan 4

NOAA/SWPC Boulder, CO USA

<http://www.swpc.noaa.gov/SolarCycle/f10.gif>

Die letzte Vorhersage von David Hathaway für den Sonnenfleckenzyklus 24 vom Januar 2011 geht von einem Maximum von 64 Sonnenflecken im Juni 2013 aus.

(Wer also im Winter nach Skandinavien reisen möchte, um Nordlichter zu sehen, sollte bis dahin noch warten – so wie ich.)

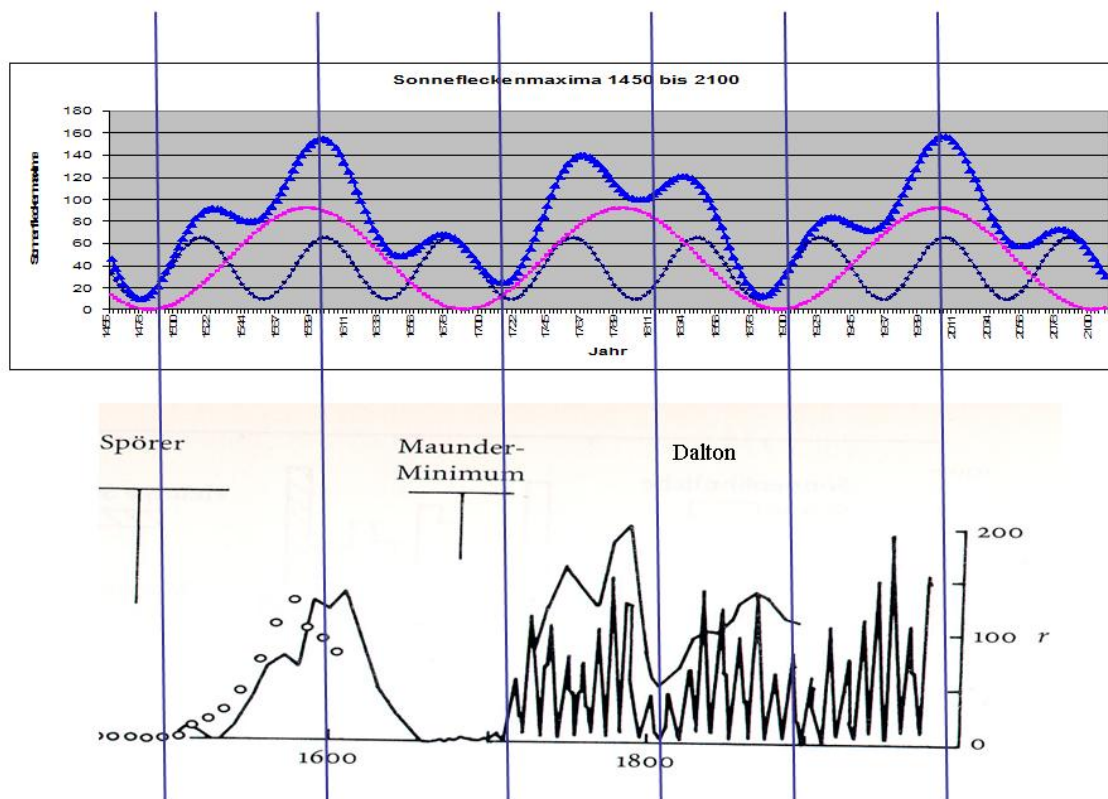


http://solarscience.msfc.nasa.gov/images/ssn_predict_1.gif

Wie geht es weiter?

Hathaways Prognose für die Sonnenfleckenzenzahlen im Maximum des Zyklus 25 (ca. 2025) geht von einer weiteren Abschwächung aus.

Im Folgenden ist eine angepasste theoretische Kurve (blau) als Überlagerung zweier Sinusfunktionen dargestellt [Link, 2009]. Die Perioden der Sinusfunktionen betragen 208 Jahre (rot) und 80 Jahre (dunkelblau).



[Rainer Link, 2009]

Die qualitative Anpassung ist interessant, sollte allerdings nicht überbewertet werden. Man sieht durch die periodische Wiederholung, dass wir uns im Jahr 2000 in einem Maximum wie um 1600 befinden. In 20-30 Jahren laufen wir demgemäß auf ein Minimum ähnlich dem Dalton Minimum, sowie in etwa 100 Jahren auf ein Maunder ähnliches Minimum zu.

Welche Temperaturänderungen könnten damit verbunden sein, wenn sich die Sonne weiterhin gleichermaßen periodisch in ihrer Aktivität verhält?

Um 1900 waren die Temperaturen am Ende der Kleinen Eiszeit, wie die Temperaturanomalien von GISS und CRU zeigen, um $0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ niedriger. Das könnte also ein abgeschätzter Betrag sein, falls die Sonne auf ein Maunder ähnliches Minimum zuläuft.

Für ein Dalton Minimum würde es die Hälfte betragen, $0,35\text{ }^{\circ}\text{C}$.

G. Feulner und S. Rahmstorf [1] haben in einer gerade veröffentlichten Arbeit mittels eines Klimamodells herausgefunden, dass die Abkühlung bis zu einem Maunder ähnlichen Minimum maximal $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ beträgt.

[1] *On the effect of a new grand minimum of solar activity on the future climate on Earth*

Georg Feulner¹ and Stefan Rahmstorf¹

Received 29 January 2010; accepted 5 February 2010; published 10 March 2010.

Diese Werte sind zu vergleichen mit Rekonstruktionen (Lean [2]) und Modellrechnungen [1] für die vergangenen Sonnenfleckenminima aus Table 1 [1].

[2] Lean, J. (1997), *The Sun's variable radiation and its relevance for Earth*, *Annu. Rev. Astron. Astrophys.*, 35, 33–67, doi:10.1146/annurev.astro.35.1.33.

Table 1. Comparison of Averaged Modeled Global Mean Temperature Anomalies Relative to 1961–1990 for Four Past Grand Minima With Reconstructed Values for the Two Solar Activity Scenarios With Total Solar Irradiance, TSI, of the Maunder Minimum 0.08% and 0.25% Below Its Value in 1950, Respectively

Minimum	Period	Reconstruction (°C)	Model	
			TSI(1 – 0.08%) (°C)	TSI(1 – 0.25%) (°C)
Wolf	1280–1350	–0.32	–0.36	–0.44
Spörer	1450–1550	–0.46	–0.42	–0.65
Maunder	1645–1715	–0.47	–0.49	–0.68
Dalton	1790–1830	–0.42	–0.45	–0.51

Rekonstruktion und Modellrechnungen zeigen Abkühlungen von -0.5 bis -0,7 °C für das vergangene Maunder Sonnenfleckenminimum.

Die Reduktion für ein zukünftiges Maunder ähnlichem Sonnenfleckenminimum beruht im Modell offensichtlich auf Änderungen der Eisbedeckung, Meeresspiegelhöhe usf., da bei der Simulation davon ausgegangen wurde, dass die Temperatur in diesem Jahrhundert um 3,7 bis 4,5 °C (Szenarium SRES A1B, A2) ansteigen wird [1].

Von dieser drastischen Klimaveränderung wie im Modell angenommen wird man nicht ausgehen können, so dass die Abnahme der Temperatur durchaus die in Tabelle 1 angegebenen Werte von -0,5 bis -0,7 °C für ein vergangenes und zukünftiges Maunder Minimum und -0,4 bis -0,5 °C für ein vergangenes und zukünftiges Dalton Minimum sein können.

RL

Februar 2011