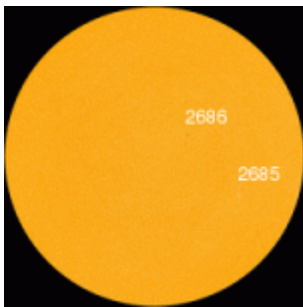


# Die wunderbare Welt der Sonnenzyklen



Eines ist klar: Das solare Maximum, das die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts dominierte – und vermutlich nicht ganz zufällig mit einem starken Schub der globalen Erwärmung zusammenfiel – ist auch im Kontext der letzten 10.000 Jahre ein besonders bedeutendes Maximum. [Usoskin et al. 2014](#) rekonstruierten die solare Aktivität für die letzten 3000 Jahre und dokumentierten die kürzlich besonders kräftige Strahlkraft der Sonne.

Seit langem kennt man die verschiedenen Zyklen der Sonne, die sich zu einer Gesamtkurve überlagern. So pulsiert der Gleissbergzyklus im 90-Jahrestakt. [Feynman & Ruzmaikin 2014](#) haben den Zyklus genauer beschrieben: #

## **Der hundertjährige Gleissberg-Zyklus und seine Assoziation mit erweiterten Minima**

*Das jüngste erweiterte [extended] Minimum der solaren und geomagnetischen Variabilität (XSM) spiegelt die XSM-Verhältnisse im 19. und 20. Jahrhundert: 1810 bis 1830 und 1900 bis 1910. Derartige erweiterte Minima waren Chroniken zufolge auch in Polarlichtern im Zeitraum 450 bis 1450 n. Chr. augenscheinlich. Diese Studie belegt, dass diese Minima konsistent sind mit Minima der hundertjährigen Gleissberg-Zyklen (CGC), also Variationen über 90 bis 100 Jahre, die auf der Sonne, im Sonnenwind, auf der Erde und in der gesamten Heliosphäre beobachtet worden sind. Das Auftreten des jüngsten XSM ist konsistent mit der Existenz des CGC als quasiperiodische Variation des solaren Dynamos. Beweise für die CGCs sind die Aufzeichnungen über Sonnenflecken seit vielen Jahrhunderten, die fast 150 Jahre lange Aufzeichnung der Indizes geomagnetischer Aktivität (von 1868 bis zur Gegenwart), die 1000 Jahre lange Beobachtung von Polarlichtern (von 450 bis 1450) und die Jahrtausende überdeckende Aufzeichnung von Radionukleiden in Eisbohrkernen. Aus dem aa-Index der geomagnetischen Aktivität ergeben sich Informationen über die zwei Komponenten des solaren Magnetfeldes (toroidal und poloidal). Eine wird getrieben durch Flares und koronale Massenausbrüche (in Bezug auf das toroidale Feld) und die Andere durch gleichläufige Wechselwirkungs-Regionen des Sonnenwindes (mit Bezug zum poloidalen Feld). Diese beiden Komponenten variieren systematisch hinsichtlich Intensität und relativer Phase, wodurch man Informationen erhält über hundertjährige Änderungen der Quellen des solaren Dynamos während der jüngsten CGC im vorigen Jahrhundert. Die Dipol- und Quadrupol-Strukturen des solaren Magnetfeldes änderten sich in relativer Amplitude und Phase; die Quadrupol-Struktur wurde wichtiger als man sich dem XSM näherte. Einige Implikationen der solaren Dynamo-Theorie kommen zur Sprache.*

Ein weitere wichtiger solarer Zyklus ist der Suess-de Vries-Zyklus mit einer Periode von etwa 200 Jahren. [Tlatov 2015](#) prognostiziert gemäß diesem Zyklus ein großes solares Minimum zwischen 2025-2035 heraufziehen:

### **Die Änderung des solaren Zyklizitäts-Modus'**

Unsere Analyse von Sonnenflecken-Gruppen seit dem Jahr 1610 zeigt, dass die Gnevyshev–Ohl-Regel (GO) inverse Zyklen durchläuft mit einer Periode von 200 Jahren. Die jüngste Umkehrung erfolgte im Hale-Doppelzyklus 22 bis 23. Infolgedessen sollten in vielen nachfolgenden Zyklen die ungeraden Zyklen schwächer sein als die vorangegangenen geraden Zyklen. Gleissberg-Zyklen mit einer Periode von etwa 100 Jahren und Variationen mit einer **Periode von 200 Jahren** manifestieren sich in Variationen der physikalischen Parameter von Sonnenflecken und stehen miteinander in Wechselwirkung. Wir zeigten, dass die einfachen Minima der der Sonnenaktivität im Umfeld der Extrempunkte der 200-Jahre-Zyklen der Umkehr der GO-Regel auftreten. **Der Höhepunkt des nächsten säkularen Minimums wird während der Jahre 2025 bis 2035 erwartet.** Wir untersuchten die Variationen der physikalischen Parameter der Sonnenflecken in einem Gleissberg-Zyklus. Um die Maximum-Phase des Gleissberg-Zyklus' erreichen die mittlere Fläche der Gruppen und die mittlere Anzahl von Flecken in einer Gruppe ihr Maximum. Unserer Vorhersage zufolge wird die Amplitude des 25. Sonnenaktivitäts-Zyklus' um Einiges geringer sein als die des 24. Zyklus'.

Auf ein ähnliches Timing für das solare Minimum kommen auch Yndestad & Solheim 2017:

### **Der Einfluss der Oszillation des solaren systems auf die Variabilität der solaren Einstrahlung**

Die solare Gesamt-Einstrahlung (TSI) ist die primäre auf die Erde treffende Energiequelle. Die Eigenschaften der TSI-Variabilität sind grundlegend für das Verständnis der Gründe der Strahlungs-Variabilität und deren zu erwartenden Einfluss auf Klimavariationen. Eine deterministische Eigenschaft der TSI-Variabilität kann Informationen liefern über die zukünftige Strahlungs-Variabilität und erwartete langzeitliche Klimavariationen, während eine nicht deterministische Variabilität nur die Vergangenheit erklären kann.

Diese Studie der solaren Variabilität erfolgt auf der Grundlage einer Analyse von zwei TSI-Zeitreihen, eine seit dem Jahr 1700, die andere seit dem Jahr 1000; einer Zeitreihe mit Daten zu Sonnenflecken seit dem Jahr 1610 und einer Zeitreihe von Umlaufdaten seit dem Jahr 1000. Die Studie basiert auf einer Wellen-Spektralanalyse. Zunächst werden die TSI-Datenreihen in ein Wellenspektrum transformiert. Dann wird das Wellenspektrum transformiert in ein Autokorrelations-Spektrum, um stationäre, subharmonische und zufällige Perioden in der TSI-Variabilität aufzufinden.

Die Ergebnisse zeigen, dass die TSI- und Sonnenflecken-Datenreihen periodische Zyklen durchlaufen, welche korreliert sind mit den Oszillationen der Stellung der Sonne relativ zum Schwerpunkt des Sonnensystems. Dieses wiederum wird kontrolliert durch Variationen der Schwerkraft der großen Planeten Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun. Eine mögliche Erklärung der Variationen der

Sonnenaktivität sind erzwungene Oszillationen zwischen den großen Planeten und dem solaren Dynamo.

Wir kommen zu dem Ergebnis, dass eine stationäre Komponente der solaren Variabilität kontrolliert wird durch die 12-jährige Jupiter-Periode und die 84-jährige Uranus-Periode mit Unterschwingungen [subharmonics]. In den Fällen TSI und Sonnenflecken-Variationen finden wir stationäre Perioden in Relation zur 84-jährigen Uranus-Periode. Deterministische Modelle auf der Grundlage der stationären Perioden bestätigen die Ergebnisse in Gestalt einer engen Relation zu bekannten langen solaren Minima seit dem Jahr 1000 und zeigen eine moderne Maximum-Periode von 1940 bis 2015. **Die Modelle berechnen ein neues Sonnenflecken-Minimum des Dalton-Typs von etwa 2025 bis 2050 und eine neue Periode des TSI-Minimums vom Dalton-Typ von etwa 2040 bis 2065.**

Im März 2017 informierte das National Center for Atmospheric Research/University Corporation for Atmospheric Research über eine neue Entdeckung von der Sonne: Man hatte dort sogenannte Rossby-Wellen gefunden:

**Zunächst auf der Erde entdeckte planetarische Wellen wurden auch auf der Sonne gefunden**

Wellen können das Weltraum-Wetter beeinflussen und bieten eine Quelle von Vorhersagemöglichkeiten.

Die gleiche Art großräumiger planetarischer Wellen, welche hoch über dem Boden in der Erdatmosphäre mäandrieren, könnten auch auf der Sonne existieren. Dies geht aus einer neuen Studie hervor unter der Leitung eines Wissenschaftlers am National Center for Atmospheric Research (NCAR). Genauso wie die großräumigen Wellen in der Erdatmosphäre, bekannt unter der Bezeichnung Rossby-Wellen, lokale Wetterabläufe beeinflussen, könnten die auf der Sonne entdeckten Wellen ganz genau an die Sonnenaktivität gebunden sein einschließlich der Bildung von Sonnenflecken, aktiven Regionen und Flare-Ausbrüchen. „Die Entdeckung magnetisierter Rossby-Wellen auf der Sonne bietet die verlockende Möglichkeit, dass wir Weltraumwetter viel länger in die Zukunft vorhersagen können“, sagte der NCAR-Wissenschaftler Scott McIntosh, der Leitautor der Studie.

[Weiterlesen beim NCAR/UCAR](#)

Ein etwas seltsamer Artikel erschien im Juli 2017 in [Sky & Telescope](#). Darin wird suggeriert, die aktuell nachlassende Sonnenaktivität könnte permanent sein, das Ende der Sonne einläuten. Was für ein Quatsch! Ganz hinten im Artikel wird dann eingeräumt, dass sich die solare Aktivität stets in Zyklen vollzogen hat.

**Verlangsamt sich unsere Sonne in ihrem mittleren Alter?**

Die Sonne, welche etwa die Hälfte ihrer Lebensdauer hinter sich hat, könnte ihre magnetische Aktivität abschwächen, was zu permanenten Änderungen der Sonnenflecken und Polarlichter führen kann.

*Die Sonne hat ihre Gestalt geändert, sagen Forscher, und das könnte so bleiben.*

Weiterlesen in [Sky & Telescope](#)

Link: <http://www.kaltesonne.de/die-wunderbare-welt-der-sonnenzyklen/>

Dieser Beitrag war zuerst im Bog der „Kalten Sonne“ erschienen. Übersetzung der englischen Passagen von [Chris Frey](#) EIKE