

## Vermisste Sonnenflecken Der Beginn eines neuen Maunder-Minimums? Über Bedeutung und Vorhersagemöglichkeiten der Entwicklung solarer Aktivitäts-Zyklen (Teil III)

Ulrich v. Kusserow

In der etwa 260 Jahre langen Geschichte der offiziellen Registrierung der Sonnenfleckenrelativzahlen hat es vor Beginn des 24. Aktivitätszyklus erst zweimal Jahre gegeben, in denen ebenfalls über mehr als 250 Tage für die „armen Sonnenfleckenbeobachter“ überhaupt keine Sonnenflecken zu sehen waren (s. Abb. 29). Besonders lang andauernde Minima gab es in diesem Jahrhundert neben dem aktuellen Minimum vor allem auch um 1912 sowie um 1935 vor dem 15. bzw. 17. Aktivitätsmaximum. Mit etwa 160 und 180 lagen damals die maximalen Fleckenrelativzahlen der folgenden Zyklen dabei gar nicht mal so extrem niedrig (siehe hierzu Abb. 2 in ON226).

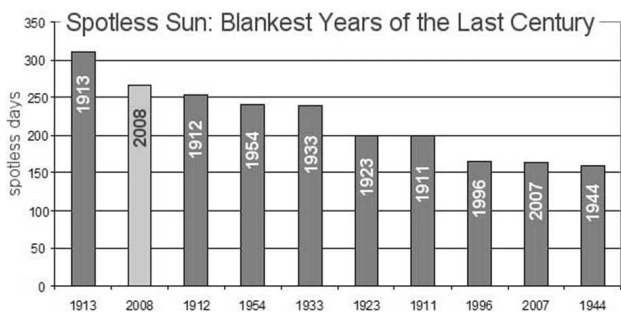


Abb. 29: Statistik der besonders „fleckelosen Jahre“  
© NASA Tony Phillips

In diesem Jahr gab es ein paar Einzelflecken, sogar kleine Fleckengruppen zu beobachten, deren Lebensdauer aber stets nur wenige Tage betrug. Und dann zeichnete der japanisch-amerikanische Satellit HINODE im Spätherbst endlich wieder einmal eine größere Sonnenfleckengruppe des 24. Aktivitätszyklus auf (s. Abb. 30). Vom 23. bis 30. Oktober 2009 konnte ein stetiges Anwachsen dieser Fleckengruppe beobachtet werden. Leider verschwand dieses so ersehnte Highlight der Sonnenbeobachter auf der rotierenden Sonne dann aber natürlicherweise wieder hinter dem Sonnenrand.

Wie wird sich der 24. solare Aktivitätszyklus in Zukunft wohl entwickeln? Wird die Sonnenfleckenrelativzahl jetzt endlich weiter stetig ansteigen und ein starkes Maximum zur Folge haben? Oder spricht nicht einfach die große Durststrecke der letzten beiden Jahre, in denen so wenig Sonnenflecken zu beobachten waren, eher dafür, dass die Sonnenaktivität in den nächsten Jahren auch relativ niedrig bleiben wird? Kann man dabei die Entwicklung der solaren Aktivitätszyklen vielleicht sogar

irgendwie vorhersagen, anhand von Beobachtungen und durch Auswertung von Statistiken abschätzen, durch Untersuchung physikalischer Prozesse, durch deren Modellierung unter Berücksichtigung aktuell gewonnener Daten „berechnen“?

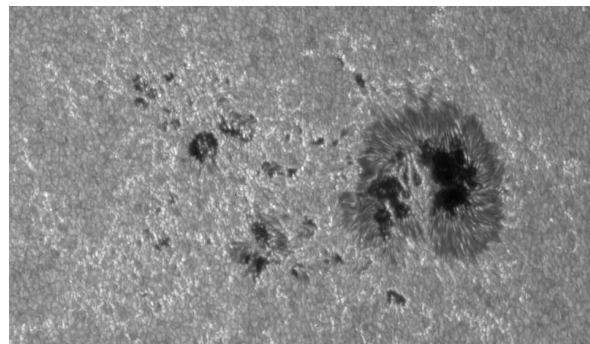


Abb. 30: Fleckengruppe der letzten Oktoberwoche 2009  
© HINODE Science Center/NAO

## 6. Statistische Methoden zur Vorhersage der Entwicklung solarer Aktivitätszyklen

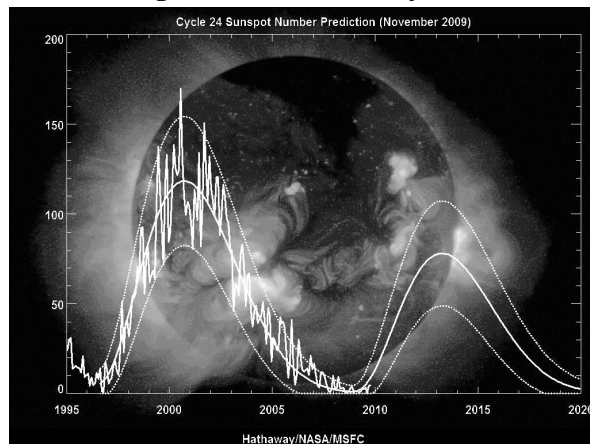


Abb. 31: Vorhersagen über die Entwicklung der Fleckenrelativzahlen für den 24. solaren Aktivitätszyklus vom November 2009, © HINODE Science Center/NAO

Abb. 31 zeigt den realen Verlauf der Sonnenfleckenrelativzahl des gesamten 23. solaren Aktivitätszyklus, am Anfang des 24. Zyklus sowie den erwarteten Verlauf für die kommenden zehn Jahre. Für die Vorhersage der Amplitude, also der maximal zu erwartenden Sonnenfleckenrelativzahl, bieten sich eine Reihe von Techniken an, die David HATHAWAY für die NASA angewandt hat und anhand derer er die obige Abbildung erstellte. Danach trat das letzte Minimum der Sonnenfleckenaktivität im März 2008 auf. Mit dem nächsten Maximum ist dann im April 2013 zu rechnen. Die Amplitude des aktuellen Zyklus wird demnach wohl deutlich unter 100 liegen. Im Folgenden sollen verschiedene, auf besonders langjährigen, möglichst alle registrierten Aktivitätszyklen umfassenden statistischen Beobachtungen der Sonnenaktivität sowie der erdmagnetischen Parameter beruhenden Vorhersagemethoden aufgelistet und kurz erläutert werden.

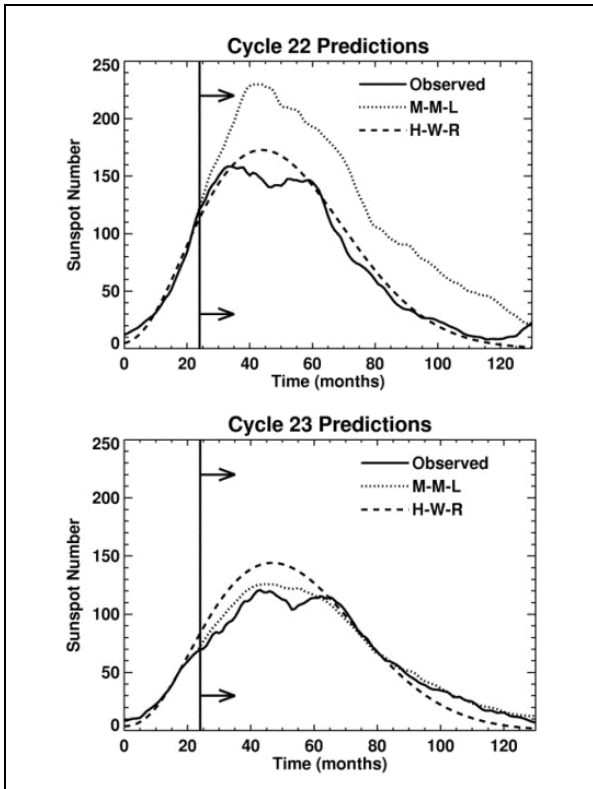


Abb. 32: Vorhersagemöglichkeiten wenige Jahre nach Beginn eines Zyklus mit Hilfe parametrisierter, gefitteter Kurven, © David H. Hathaway /NASA

Zwei bis drei Jahre nach Durchlaufen eines Aktivitätsminimums sind Voraussagen über die zukünftige Entwicklung eines Zyklus anhand von parametrisierten, gefitteten Kurven möglich, deren typischer Verlauf der Kurvenform eines „passenden“ früheren Zyklus angepasst ist. Man vergleiche dazu in Abb. 32 den wirklich beobachteten Entwicklungsverlauf („Observed“) der Zyklen 22 und 23 mit den anhand zweier solcher (durch „M-M-L“ bzw. „H-W-R“ gekennzeichneten) Methoden gewonnener Vorhersagen.

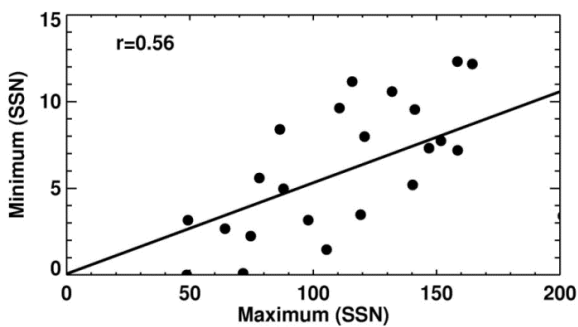


Abb. 33: Darstellung des Zusammenhangs der Sonnenfleckenrelativzahl SSN (SunSpot Number) während eines Aktivitätsmaximums mit der des vorangehenden Aktivitätsminimums, © David H. Hathaway /NASA

Abb. 33 veranschaulicht den mittleren Korrelationsgrad  $r = 0.56$ , mit dem die geglättete Sonnenfleckenrelativzahl zum Zeitpunkt des Aktivitätsminimums in Beziehung zur Amplitude des folgenden Zyklus steht

(die für die einzelnen historischen 22 Zyklen eingezeichneten Punkte liegen nicht allzu weit von der linearen Ausgleichskurve entfernt,  $r = 1$  würde für einen exakten linearen Zusammenhang sprechen). Danach sollte der aktuelle Zyklus maximal tatsächlich eine nur relativ kleine, deutlich unter 100 liegende Sonnenfleckenrelativzahl erreichen, war doch die Aktivität des Minimums im Jahre 2008 verschwindend klein.

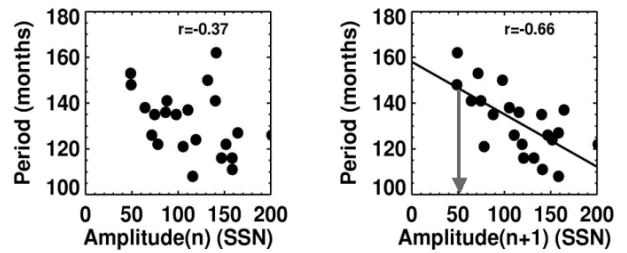


Abb. 34: Darstellung der schwachen Antikorrelation ( $r = -0.37$ ) zwischen der Periodenlänge und der Amplitude des gleichen Zyklus (n) im Vergleich zur stärkeren Antikorrelation ( $r = -0.66$ ) mit der Amplitude des folgenden Zyklus (n+1), © David H. Hathaway /NASA

Abb. 34 zeigt den relativ geringen Zusammenhang zwischen der Länge („Period“ in Monaten) eines Zyklus mit der Amplitude, also der maximalen Relativzahl („SSN“), des gleichen Zyklus, wohl aber auch die im Vergleich dazu starke Antikorrelation (siehe negatives Vorzeichen des Korrelationskoeffizienten !) mit der Amplitude des folgenden Zyklus. Da die Dauer des 23. Zyklus mit etwa 150 Monaten relativ lang war, wird die Amplitude des jetzigen 24. Zyklus mit vielleicht nur 50 wohl sehr gering ausfallen.

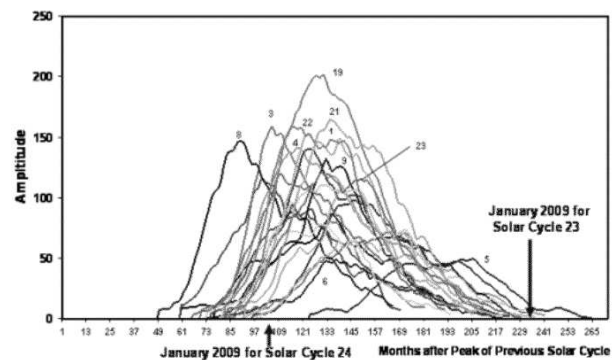


Abb. 35: Darstellung des zeitlichen Verlaufs der unterschiedlichen solaren Aktivitätszyklen © David H. Hathaway /NASA

Abb. 35 veranschaulicht einen offensichtlichen Zusammenhang zwischen der Amplitude der Aktivitätszyklen, ihrem jeweiligen Starttermin, angegeben in Monaten nach dem Maximum des vorangegangenen Zyklus, der Steilheit des Anstiegs der Sonnenflecken-

relativzahlkurve sowie der Länge eines Zyklus. Starke Zyklen beginnen früh und sind relativ kurz, die Größe der Sonnenflecken-Relativzahlen steigt dabei zu Beginn relativ schnell an. Schwache Zyklen beginnen spät, steigen weniger steil an und dauern relativ lang. Der besonders späte Beginn des 24. Aktivitätszyklus spricht danach ebenfalls wieder für die Entwicklung schwacher solarer Aktivitäten. Die Periodenlänge eines Zyklus erscheint darüber hinaus auch mit der Amplitude des folgenden Zyklus anti-korreliert zu sein. Da die Dauer des vorangegangenen Zyklus relativ groß war, sollte die kommende Amplitude wiederum nur klein ausfallen.

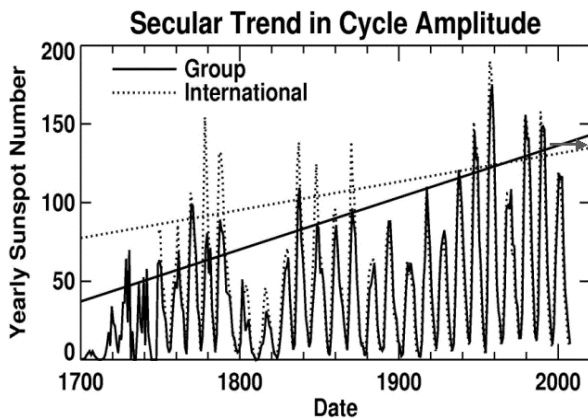


Abb. 36: Darstellung der gemittelten Langzeitentwicklung der Sonnenfleckenrelativzahlen, © David H. Hathaway /NASA

Nachdem man anhand der bisher vorgestellten statistischen Vorhersagemethode davon ausgehen muss, dass der 24. Aktivitätszyklus eine eher niedrige Amplitude haben wird, könnte man dem in Abb. 36 dargestellten Langzeittrend eher entnehmen, dass der aktuellen Zyklus Fleckenrelativzahlen deutlich über 100 annehmen könnte. Hier zeigen sich offensichtlich aber auch deutliche Schwächen solcher statistisch begründeten Vorhersagen, kann man der Grafik doch auch entnehmen, dass beispielsweise am Anfang und Ende des 19. Jahrhunderts häufiger besonders starke Abweichungen vom Langzeittrend hin zu besonders niedrigen Werten zu beobachten waren!

Die Veränderung der geomagnetischen Aktivität schwankt verständlicherweise mit der Veränderung der Sonnenaktivität. Der sogenannte aa-Index ist einer der geomagnetischen Indizes, die diese geomagnetische Aktivität beschreiben. Er gibt den alle drei Stunden in der Einheit Nanotesla ermittelten Mittelwert der in Canberra (Australien) und Hartland (England) gemessenen Störungen des Erdmagnetfeldes an. Wie die Abbildung 37 zeigt, schwankt dabei die durch den aa-Index charakterisierte erdmagnetische Aktivität verzögert in etwa im gleichen Rhythmus wie die solare Aktivität.

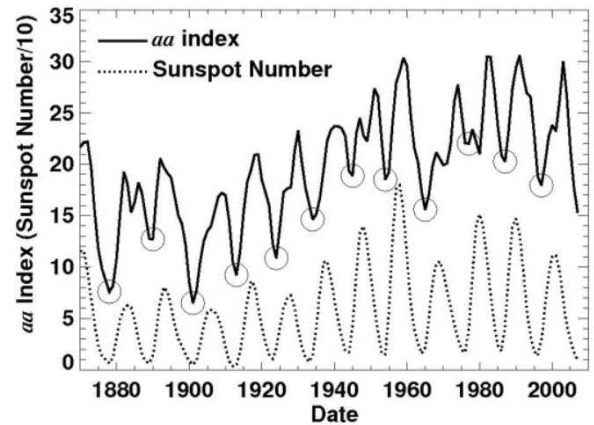


Abb. 37: Zeitliche periodische Schwankungen des geomagnetischen aa-Index sowie der Sonnenfleckenrelativzahl (Sunspot Number), © David H. Hathaway /NASA

1966 hat Alexander Ohl eine starke Korrelation (Korrelationskoeffizient  $r = 0.92$  !) zwischen dem geringsten erdmagnetischen aa-Indexwert eines Zyklus und der Amplitude des folgenden solaren Fleckenzyklus herausgefunden (siehe Abb. 38). Da der minimale aa-Wert am Ende des 23. Aktivitätszyklus etwa 15 betrug, könnte nach seiner statistischen Vorhersagemethode die maximale Fleckenrelativzahl des jetzt begonnenen Zyklus über 90 liegen.

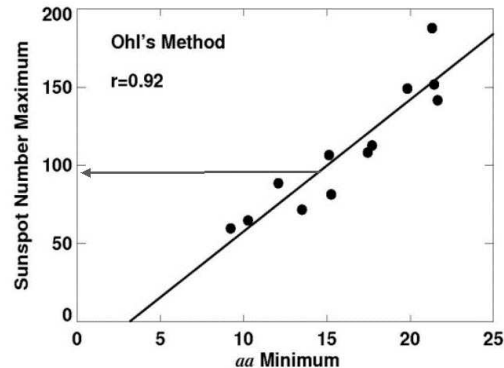


Abb. 38: Darstellung der starken Korrelation zwischen minimalem aa-Indexwert und der maximalen Fleckenrelativzahl des folgenden Zyklus © David H. Hathaway /NASA

Nach Joan FEYNMAN (1982) wird die geomagnetische Aktivität (gekennzeichnet anhand des aa-Index) durch eine solare Komponente (charakterisiert durch den sogenannten aa-R-Index, vermittelt durch die Sonnenfleckenaktivität) sowie eine „interplanetare“ Komponente (charakterisiert durch den so genannten aa-I Index, vermittelt durch den Sonnenwind) ausgelöst. Wie die Abb. 39 veranschaulicht, scheint die „interplanetare“ Komponente aa-I des aa-Indexes ein besonders guter Vorbote für den kommenden solaren Aktivitätszyklus zu sein. Ihr Maximum scheint stark positiv ( $r = +0.96!$ ) mit der folgenden maximalen

Sonnenflecken-Relativzahl korreliert zu sein. Auch danach sollte die Amplitude des aktuellen Zyklus knapp unter 100 liegen.

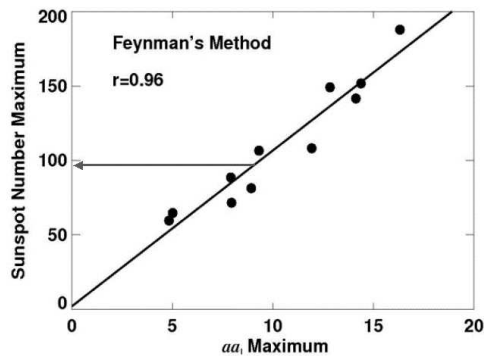


Abb. 39: Darstellung der starken Korrelation zwischen maximalem aa-I-Wert und der maximalen Fleckenrelativzahl des folgenden Zyklus, © David H. Hathaway /NASA

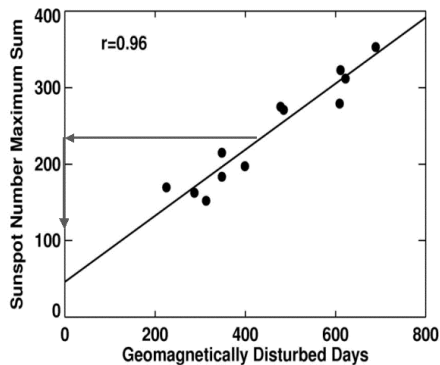


Abb. 40: Abhängigkeit der Summe der maximalen Fleckenrelativzahlen zweier Zyklen von der Anzahl der geomagnetisch gestörten Tage, © David H. Hathaway /NASA

Wie die Abb. 40 zeigt, könnte auch aus der Anzahl der geomagnetischen gestörten Tage (Geomagnetically Disturbed Days) eines Zyklus auf die Stärke der Sonnenaktivität des folgenden Zyklus geschlossen werden. Von einem geomagnetisch gestörten Tag spricht man dabei, wenn der sogenannte Ap-Wert, ein ebenfalls die geomagnetische Aktivität charakterisierender Index-wert, größer als eine bestimmte Grenzgröße (25) ausfällt. Die Summe der Amplituden des jeweils vergangenen sowie des folgenden Zyklus sind dabei nach B. J. THOMPSON (1993) nahezu linear abhängig ( $r = 0.96 \approx 1$ ) von der Anzahl dieser „gestörten“ Tage. Nach David HATHAWAY ließe sich so für den 24. Zyklus auf eine maximale Fleckenrelativzahl von etwa 120 schließen. (Aus Sicht des Autors dieses Artikels liegt dieser Wert aber zu hoch. Von 230, der Summe der Relativzahlen des 23. und des 24. Zyklus, wurde in der Abbildung, durch einen senkrecht nach unten laufenden Pfeil veranschaulicht, ein Wert von nur etwa 115

für den 23. Zyklus abgezogen. Wie die Abbildung 2 in Ausgabe 226 der Olbers-Nachrichten jedoch zeigt, lag die Amplitude etwa im Jahre 2000 in Wirklichkeit bei fast 150, so dass nach dieser Vorhersagemethode eigentlich eher mit einer maximalen Fleckenrelativzahl von etwa 80 gerechnet werden dürfte.)

### 7. „Dynamo-getriebene“ Vorhersagemethode über die Stärke der Sonnenaktivität

Wenn man sich die geschilderten statistischen Vorhersagemethode und die durch sie gewonnenen Aussagen über die mögliche Amplitude des 24. Sonnenflecken-Zyklus anschaut, kann man schon den Eindruck gewinnen, dass die Aktivität des aktuellen Zyklus wohl nicht sehr hoch ausfallen wird. Auch der bisherige Verlauf hat die aktiven Beobachter und Betreiber von Sternwarten, die Hersteller und Verkäufer von Sonnentelestopen sehr enttäuscht. Wo bleiben bloß die Sonnenflecken, die Besucher und die Käufer? Vielleicht sollte man den statistischen Vorhersagemethoden aber doch nicht allzu sehr vertrauen? Was sind denn Statistiken gegen eine Vorhersage durch Anwendung physikalischer Methoden, durch das Studium der hinter dem Auftreten von Sonnenflecken steckenden magnetischen Prozesse? Könnte nicht die Dynamotheorie fundiertere, vielleicht hoffnungsvollere Vorhersagen über die Entwicklung des aktuellen Zyklus machen?

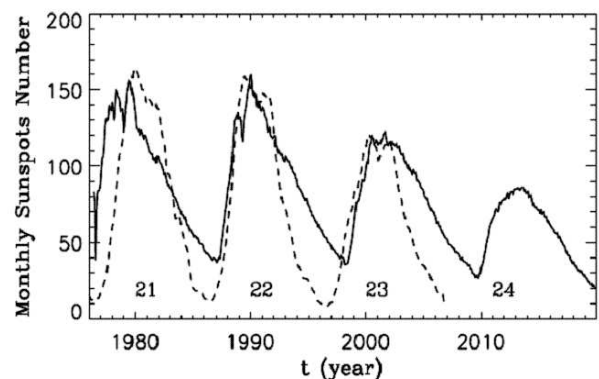


Abb. 41 „Dynamo-getriebene“ Vorhersagen zum Verlauf des 24. Aktivitätszyklus. © Arnab Rai Choudhuri et al.

Verschiedene Wissenschaftler haben mit Hilfe des Fluss-Transport-Dynamo-Modells (siehe auch Text zu Abbildung 25 in Ausgabe 227 der Olbers-Nachrichten) versucht, Vorhersagen über den Verlauf des 24. Aktivitätszyklus zu machen. Dafür mussten in die Modellrechnungen immer wieder auch Beobachtungsdaten eingefügt werden. Die Abbildungen 41 und 42 zeigen die Ergebnisse solcher Rechnungen, bei denen als Daten auch die Stärke des polnahen poloidalen Flusses im Minimum des Aktivitätszyklus einging, da ja gerade sie bestimmt, wie stark der durch differentielle Rotation erzeugte toroidale Fluss des neuen Zyklus werden kann. Während

die Dynamo-Modellrechnungen von Arnab Rai CHOUDHURI und Mitarbeitern einen relativ schwachen Zyklus mit einer maximalen Fleckenrelativzahl von etwa 85 ergeben, zeigen die Ergebnisse von Mausumi DIKPATI (dünnere Kurve für den 24. Zyklus in Abb. 42), dass der aktuelle sogar stärker als der vergangene Zyklus werden könnte.

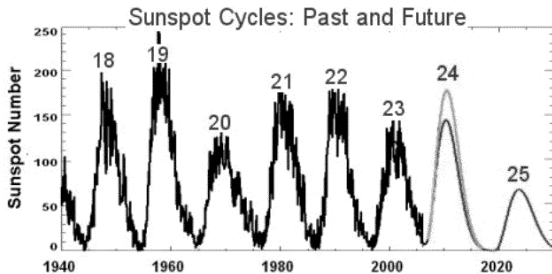


Abb. 42 "Dynamo-getriebene" Vorhersagen (dünne Linie unterhalb der 24) zum Verlauf des 24. Aktivitätszyklus © Mausumi Dikpati/High Altitude Observatory und David H. Hathaway/NASA

Offensichtlich führen auch die mit Beobachtungsdaten gefütterten Dynamomodell-Rechnungen nicht zu einheitlichen Vorhersagen über den Aktivitätsverlauf des aktuellen Zyklus. Tatsächlich hat sich in den vergangenen Jahren immer deutlicher gezeigt, dass die Entstehung und Entwicklung des solaren Magnetfeldes doch noch nicht hinreichend verstanden ist. So gibt es mindestens vier verschiedene Mechanismen und Orte im Sonneninneren, die erklären, wie und wo der  $\alpha$ -Effekt wirken könnte. Ob der stärkste Gradient in der Winkelgeschwindigkeit ( $\omega$ -Effekt) wirklich tief im Innern in der Overshootregion oder aber, wie es die beobachtbare relativ freie Beweglichkeit der Sonnenflecken vermuten lässt, eher nur wenige tausend Kilometer unterhalb der Sonnenoberfläche anzusiedeln ist, bleibt weiterhin ungeklärt. Es stehen im Fluss-Transport-Modell mit der Meridionalen Zirkulation, dem Magnetischen Pumpen und der Magnetischen Diffusion drei mögliche Transportprozesse zur Verfügung, deren anteiliger Einfluss immer noch schwer abzuschätzen ist.

Es zeigt sich im Übrigen auch, dass das so genannte „Helizitätsproblem“ noch nicht hinreichend gelöst ist. Die „Magnetische Helizität“ stellt im idealen Plasma eine topologische Erhaltungsgröße dar, die ein Maß für die Verbindung, Verdrehung und Verknotung der Magnetfeldstrukturen darstellt. Durch den Dynamoprozess wird aber magnetische Helizität immer wieder neu erzeugt. Sie bleibt also nicht erhalten, und wenn sie nicht durch geeignete Prozesse effektiv abgeführt wird, behindert sie die Entstehung des solaren Magnetfeldes im Bild eines einfachen  $\alpha\omega$ -Dynamomodells. Bis heute werden solche Dynamomodelle darüber hinaus im Wesentlichen auch nur im kinetischen Ansatz gerechnet, das heißt,

dass die Rückwirkungen der erzeugten Magnetfelder auf die sie verursachenden Plasmaströmungen in der Regel gar nicht angemessen berücksichtigt werden. Vielleicht bietet ja in Zukunft der im Kleinskaligeren arbeitende sogenannte „turbulente Dynamo“ ein im Zeitalter immer leistungsfähiger werdender Computer einen wirkungsvolleren Ansatz zum Verständnis der Erzeugung der komplexen Magnetfelder in der Sonne.

Mit Hilfe der Dynamotheorie lässt sich jedenfalls heute die Entwicklung der Aktivitätszyklen also sicherlich nicht wirklich zuverlässig vorhersagen. Wahrscheinlich hilft umgekehrt eher die Beobachtung des Verhaltens zukünftiger solarer Zyklen dabei, das Dynamoproblem zu lösen!

## 8. Ein Resumee

Schaut man sich die umfangreiche Liste der mit ganz unterschiedlichen Methoden gewonnenen Vorhersagen über die maximal für den aktuellen 24. Aktivitätszyklus zu erwartende Fleckenrelativzahl an (Abb. 43), so fällt einem sofort die sehr große Diskrepanz der Ergebnisse auf. Der vorhergesagte Amplitudenwert schwankt zwischen 42 (ein seit systematischer Registrierung der Fleckenrelativzahl noch nie erreichter minimaler Wert!) und 185 (der aktuelle Zyklus sollte also vergleichbar stark wie der vorangegangene Zyklus sein). So ganz verlassen kann man sich danach auf die Vorhersagen wohl offensichtlich doch nicht!

Betrachtet man die aktuelle Entwicklung des 24. Aktivitätszyklus und vertraut der überwiegenden Zahl der in den vorangegangenen Abschnitten erläuterten Vorhersagemethoden und den damit gewonnenen Vorhersagewerten, so lässt sich daraus zusammenfassend doch eher der Eindruck gewinnen, dass die Aktivität dieses Zyklus recht gering ausfallen wird. Es hat aber in den letzten Monaten sporadisch immer einmal wieder Flecken und kleinere Fleckengruppen gegeben. So kündigt sich jedenfalls nicht der Beginn eines neuen Maunder-Minimums an!

Es sieht so aus, als ob sich die in den Jahren von 1700 bis 2000 gezeigte deutlich Tendenz zunehmender Sonnenaktivität (Abb. 36) zur Zeit abschwächt, vielleicht sogar umkehrt (Abb. 42). Wenn die „Klimaskeptiker“ (siehe dazu den Text zu den Abb. 4 und 5 in der Ausgabe ON226) Recht haben sollten, dann müsste es auf der Erde in nächster Zeit langsam kühler werden. Die Sorgen der 15.000 (!?) Besucher der Klimakonferenz 2009 in Kopenhagen wären dann ja zum Glück unbegründet. Daran glaube ich aber leider überhaupt nicht. So viele Fakten sprechen dagegen. Wir gehen mit dem Leben auf unserem Planeten unverantwortlich um, und nicht die Sonne! Jeder von uns muss endlich in seinem Einflussbereich mit seinen Möglichkeiten handeln!

Author and Date	Predicted maximum $R_s$	Date	Category and Summary	Author and Date	Predicted maximum $R_s$	Date	Category and Summary				
Borstman	2005	185	2010-2011	C	Projection of last 5 cycles (Johnson SFC)	de Meyer	2003	110 ± 15	—	S	Transfer function model
Thompson	2006	180 ± 32	—	P	—	Euler and Smith	2006	110 ± 15	2/2011	C	Modified McNish-Lincoln model (MSAFE)
Tsvetink, et al.	1997	180	2014	S	Modified global minimum analysis	Hiremath	2007	110 ± 11	2012	S	Autoregressive model
Podladichkova, et al.	2006	152-197	—	P	Integral of sunspot number used as precursor	Tlatov	2006	110 ± 10	—	P	Dipole-octupole magnetic moments
Dikpati, et al.	2006	155-180	—	B	Modified flux-transport dynamo model calibrated with historical sunspot area data	Lantos	2006	108 ± 38	2011	C	Skewness of previous cycles separated into even/odd cycles
Hathaway & Wilson	2006	160 ± 25	—	—	—	Kane	1999	105 ± 9	2010-2011	S	Extrapolation of dominant spectral components found by MEM
Pesnell	2006	160 ± 54	2010.6	—	—	Pesnell	2006	101 ± 20	2012.5	S	Linear prediction (autoregressive)
aa_min	2006	148	—	—	—	Wang, et al.	2002	83.2 - 119.4	3/2012	C	Statistical characteristics of solar cycles
Maris and Ozicica	2006	145	12/2009	—	—	Roth	2006	91.9 ± 27.9	1/2011	S	Autoregressive-moving average process
Hathaway, et al.	2004	145 ± 30	2010	—	—	Duhau	2003	87.5 ± 23.5	—	S	Coupling between sunspot maxima and aa minima modulations (wavelet analysis)
Gholipour, et al.	2005	145	2011-2012	N	a strong solar cycle 24	Barnowski	2006	80 ± 21	2012	S	Mathematical theory of nonlinear dynamics. Predicts a long cycle lasting 12 years
Chepra and Dabas	2006	140	2012.5	P	Spectral analysis and neuro-fuzzy modeling	Sobottka, et al.	2005	80 ± 30	2012	P	Solar polar field precursor
modified Feynman	2006	135 ± 20	—	P	Disturbed days analysis	—	2007	80	—	B	Flux-transport dynamo model
Kennebrew & Patterson	2006	134 ± 50	2011.7	C	Based on average of the last 8 solar cycles	—	2007	74 ± 10	—	P	Statistics of low-latitude sunspot groups
Tritakis et al.	2006	133	2008.5	C	Statistics of $\sqrt{R_s}$	—	2005	70 ± 2	—	P	Polar magnetic field strength at solar minima
Tlatov	2006	130 ± 15	—	P	Complexity of Ho synoptic charts	—	2006	70 ± 17.5	12/2012	S	Statistical gaussian-based extrapolation
Nevalinna	2007	124 ± 30	—	P	Value of aa at solar minimum	Badalyan, et al.	2001	< 50	2010-2011	P	Statistics of the 35303 Å coronal line
Kim, et al.	2004	122 ± 6	11/2010	C	Statistical analysis of cycle parameters	Clilverd, et al.	2006	42 ± 35	—	C	Atmospheric cosmogenic radionuclide
aa_4yr	2006	120 ± 25	—	P	—	Maris, et al.	2004	low	—	C	Observations of flare energy release during the descending phase of cycle 23 (empirical)
Pesnell	2006	120 ± 45	2010.0	C	Cycle $n + 1 =$ Cycle $n$						
Behar, et al.	2004	116 ± 12.2	2012-1013	S	Spectral analysis of $R_s$						
Sello	2006	115 ± 28	2010.5	P	Precursor + nonlinear dynamics						
Pesnell	2006	115 ± 40	2011.3	C	Cycle $n + 1 = n$						
Tlatov	2006	115 ± 15	—	P	Area of high-latitude unipolar regions						
Tlatov	2006	115 ± 13	—	P	Large-scale magnetic field, presented at October panel meeting						
Prochasta	2006	114 ± 43	—	C	Mean of cycles 1-23						

Abb. 43: Liste mit Vorhersagen über die Amplitude des 24. Aktivitätszyklus, © William Dean Pesnell /NASA/GSFC

Genießen Sie zum Schluss das erst im Juni 2009 in der Zeitschrift „nature“ veröffentlichte, auf der Sonneninsel La Palma im schwedischen Sonnenturm erstellte Ca H Bild eines Sonnenflecks vom 1. Juli 2007, und drücken Sie mit die Daumen, dass auf der

Sonne endlich bald wieder mehr solcher Flecken zu sehen sein werden, dass dann auch wieder mehr Besucher in die Sternwarten kommen, um die uns alle doch so faszinierende Sonne „live“ zu bewundern.

