

# Sonnenfleckenbeobachtungen von blosserem Auge über 3 Zyklen

Autor(en): **Keller, H.U.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **63 (2005)**

Heft 330

PDF erstellt am: **20.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-897779>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Sonnenfleckenbeobachtungen von blossem Auge über 3 Zyklen

H.U. KELLER

## Beobachtung durch optische Filter

Die Sonne ist der einzige Himmelskörper, auf dessen Oberfläche Veränderungen von blossem Auge, d.h. ohne Vergrösserungsinstrument, verfolgt werden können. Diese Veränderungen sind durch die im weissen Licht, dem Integrallicht, sichtbaren Sonnenflecken feststellbar; - vor allem an der in einem ca. elfjährigen Zyklus variierenden Häufigkeit ihres Erscheinens. Als einziges Hilfsmittel sind dabei optische Filter erforderlich, die das Licht der Sonne um einen Faktor  $10^5$  bis  $10^6$  reduzieren [1]. Zu empfehlen sind Schweissgläser mit Schutzstufe DIN 13 u. DIN

14, die sowohl das sichtbare Licht als auch die ultraviolette und infrarote Strahlung ausfiltern. Das einfachste denkbare Beobachtungsprogramm besteht darin, die Sonnenscheibe durch solche Schutzfilter täglich nach allfällig in Form von winzig kleinen Punkten sichtbaren Sonnenflecken abzusuchen und die Anzahl A (von blossem Auge) der beobachteten Flecken zu notieren; Tage an denen keine Flecken sichtbar sind:  $A=0$  [2]. Meine Beobachtungsreihe überspannt die drei Sonnenfleckenzyklen Nrn. 21, 22 und 23 von 1976 bis heute. Dies ermöglicht einerseits einen Vergleich der drei Zyklen miteinander, andererseits eine Überprüfung der Korrelation mit den aus teleskopischen Be-

obachtungen ermittelten Sonnenflecken-Relativzahlen R über die vergangenen 3 Zyklen. Die Sonnenflecken-Relativzahl wurden vom Schweizer Astronom RUDOLF WOLF (1816-1893), dem Gründer und ersten Direktor der Eidgenössischen Sternwarte in Zürich, im Jahr 1848 als Mass für die Sonnenfleckenaktivität eingeführt; sie berechnet sich nach der Formel  $R = 10g + f$ , wobei g für die Anzahl der Fleckengruppen und f für die Anzahl der einzelnen Flecken steht.

Zur Darstellung des Verlaufs der Zyklenkurven ermittelt aus Beobachtungen von blossem Auge (Abb. 1) und mit Fernrohr (Abb. 2) sind die Monatsmittel der täglichen Fleckenzählungen A bzw. R sowie die über 13 Monate ausgeglichenen, sog. Gleitenden Mittel, aufgezeichnet. Die A-Zahlen stammen aus eigenen Beobachtungen; als R-Zahlen wurden bis 1995 die Zürcher Relativzahlen  $R_z$ , ab 1996 die Internationalen Relativzahlen  $R_i$  verwendet. Der Vergleich der beiden Abbildungen offenbart eine frappante Übereinstimmung des Verlaufs der Zyklenkurven:

- Die Epochen der Maxima und Minima decken sich praktisch auf den Monat genau.
- Die Höhen der Maxima sind der Reihe nach abnehmend; vor allem das Maximum des letzten Zyklus Nr. 23 weist eine deutlich geringere Intensität auf.
- Beide Kurven zeigen bei allen drei Zyklen doppelte Maxima an; ein erstes, höheres Hauptmaximum und ein zweites, niedrigeres Nebenmaximum.

Zur Untersuchung einer Korrelation zwischen den beiden Beobachtungs- und Fleckenzählmethoden A und R wurden die Wertepaare der Gleitenden Mittel der entsprechenden Monate beider Zählreihen für jeden Zyklus gegeneinander aufgetragen (Abb. 3, 4 und 5); Abszisse R-Zahlen, Ordinate A-Zahlen. Farblich unterschieden wurde der aufsteigende Ast der Fleckenkurve vom Minimum zum ersten Maximum (rot), vom absteigenden Ast vom ersten Maximum über das Nebenmaximum zum nachfolgenden Minimum (blau). Aus allen drei Diagrammen ist ein ungefähr linearer Zusammenhang zwischen den beiden Zählreihen erkennbar, der einzig in der Zeit zwischen den Haupt- und den Nebenmaxima gestört ist, - in allen drei Zyklen in gleicher Weise, mehr oder weniger ausgeprägt. In dieser Zeitspanne verharren die Relativzahlen auf vergleichsweise hohem Niveau,

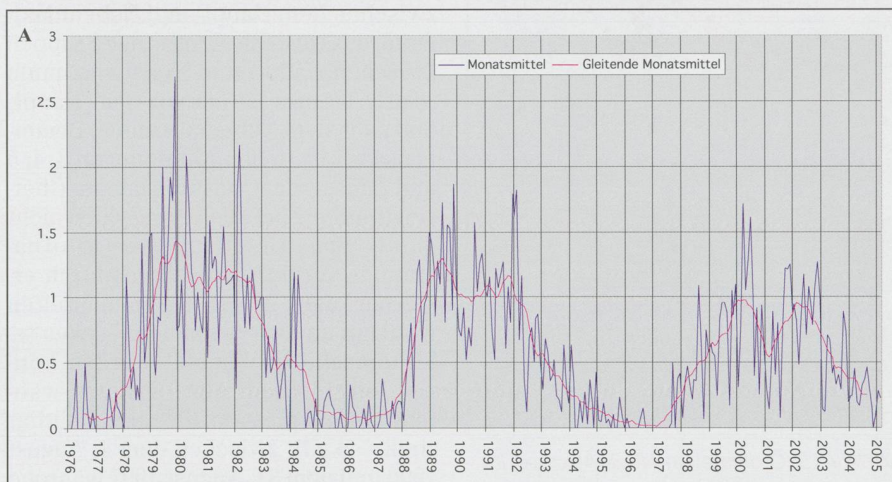
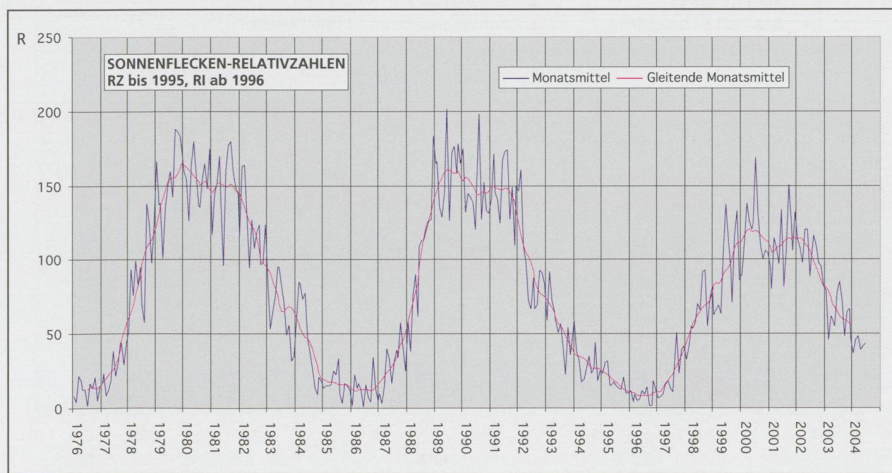


Fig. 1: Sonnenfleckenbeobachtungen von blossem Auge über die Zyklen Nrn. 21, 22 und 23; Monatsmittel (blau), Gleitende Mittel (rot).

Fig. 2: Sonnenfleckensrelativzahlen über die Zyklen Nrn. 21, 22 und 23; Monatsmittel (blau), Gleitende Mittel (rot).



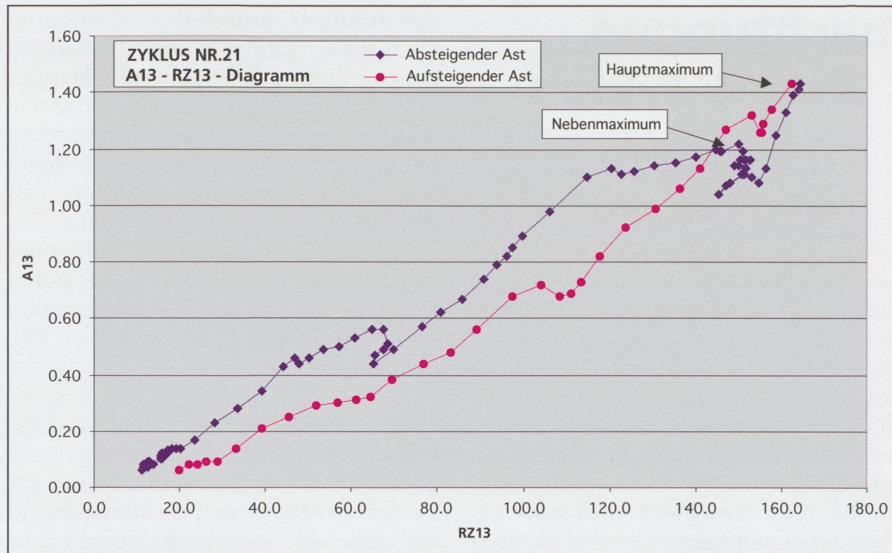


Fig. 3: Zyklus Nr. 21: Wertepaare der Gleitenden Mittel A13 (Ordinate) und R13 (Abszisse) im aufsteigenden Ast vom Minimum zum Hauptmaximum (rot) und im absteigenden Ast vom Hauptmaximum über das Nebenmaximum zum Minimum (blau).

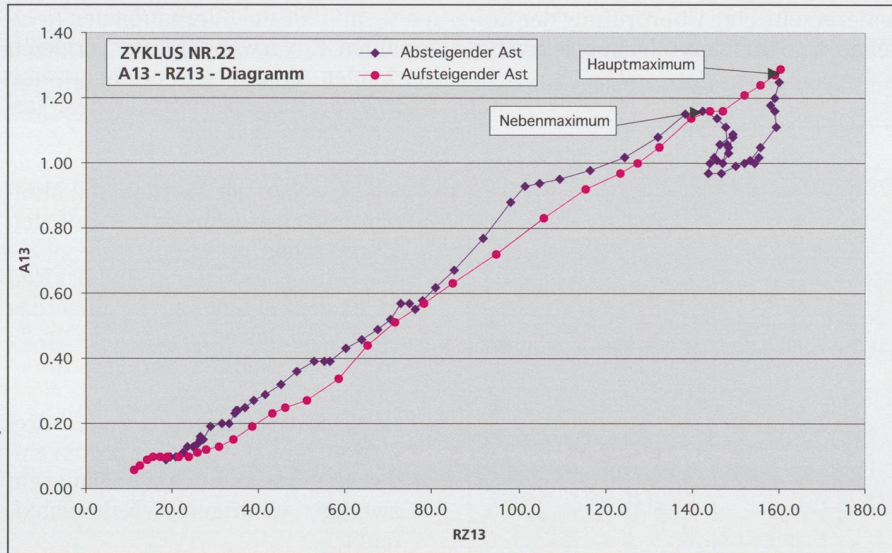
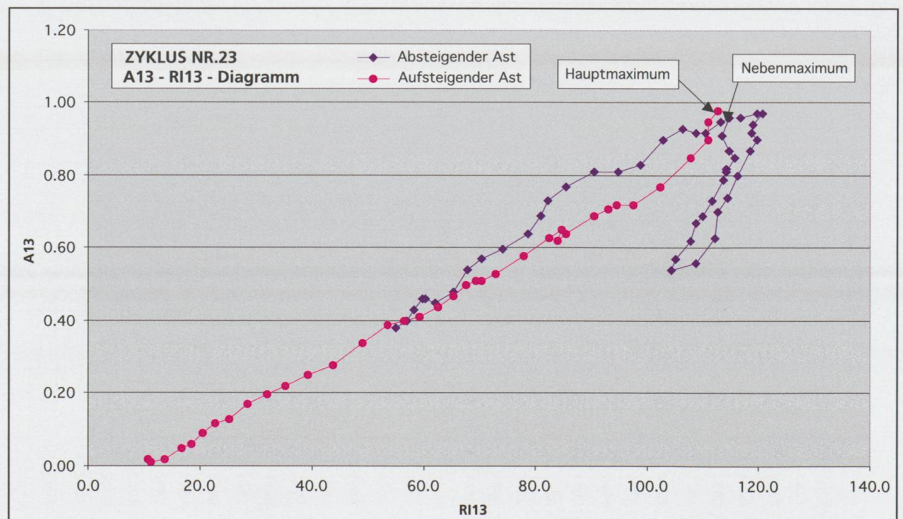


Fig. 4: Zyklus Nr. 22: Wertepaare der Gleitenden Mittel A13 (Ordinate) und R13 (Abszisse) im aufsteigenden Ast vom Minimum zum Hauptmaximum (rot) und im absteigenden Ast vom Hauptmaximum über das Nebenmaximum zum Minimum (blau).

während die A-Zahlen stärker absacken, am auffallendsten beim Zyklus Nr. 23. Dieses Abrücken von der linearen Bindung lässt sich nicht einfach erklären, weil die teleskopisch bestimmte Relativzahl eine Mischgrösse von Anzahl Gruppen und Anzahl Flecken ist. Zur Klärung wurde deshalb der Zyklusverlauf der teleskopisch bestimm-

Fig. 5: Zyklus Nr. 23: Wertepaare der Gleitenden Mittel A13 (Ordinate) und R13 (Abszisse) im aufsteigenden Ast vom Minimum zum Hauptmaximum (rot) und im absteigenden Ast vom Hauptmaximum über das Nebenmaximum zum Minimum (blau).



ten Gruppennzahlen  $g$  (Monatsmittel und Gleitende Mittel) separat in einem Diagramm (Abb. 6) aufgezeichnet, und die Wertepaare der Gleitenden Mittel A13 und  $g_{13}$  - analog zu Abb. 5 - für den Zyklus Nr. 23 gegeneinander aufgetragen (Abb. 7). Ein Vergleich der Abbildungen 2 und 6 zeigt einen praktisch identischen Verlauf der Zykluskurve, woraus zu schliessen ist, dass die Gruppennzahl  $g$  die Periodizität der Fleckentätigkeit ebensogut abbildet wie die Relativzahl  $R$ . Aus dem Vergleich von Abb. 5 mit Abb. 7 zeigt sich nun, dass zwischen Haupt- und Nebenmaximum sowohl die Relativzahl als auch die Gruppennzahl auf verhältnismässig hohem Niveau verharrt und nur die Zahl mit blossen Auge sichtbaren Flecken in beiden Diagrammen unverhältnismässig absackt. Wenn bei gleicher Anzahl  $A$  die Relativ- und Gruppennzahlen vor dem Haupt- und nach dem Nebenmaximum kleiner sind als zwischen dem Haupt- und dem Nebenmaximum, muss das heissen, dass die Gruppen vor dem Haupt- und nach dem Nebenmaximum grösser, gewichtiger sind als zwischen dem Haupt- und Nebenmaximum, dass also die Grösse der Gruppen zwischen Haupt- und Nebenmaximum relativ kleiner ist als vor dem Haupt- und nach dem Nebenmaximum. Bemerkenswert ist in den Abbildungen 3, 4, 5 und 7 ausserdem, dass die lineare Übereinstimmung bei allen drei Zyklen nicht durch den Ursprung des R-A-Diagramms verläuft. Dies ist dadurch erklärbar, dass in den Minimumzeiten wohl hin und wieder kleine Flecken teleskopisch beobachtet werden können, mit blossen Auge dagegen während Wochen keine Flecken sichtbar sind, - so z.B. zwischen dem 4. August 1996 und dem 31. August 1997 während mehr als einem Jahr.

### Beobachtungen ohne Filter

- 10. Mai 28 v. Ch. (China, Han-Dynastie): Bei Sonnenaufgang, ein Fleck so gross wie eine Münze [3]
- 2. Dezember 851 (Japan): In der Sonne war ein schwarzer Fleck so gross wie eine Pflaume [3]
- 7. Dezember 1590 (vor der Westküste Afrikas): am 7. sahen wir bei Sonnenuntergang einen grossen schwarzen Fleck in der Sonne, und am 8. bei Sonnenauf- und -untergang den gleichen, der uns so gross wie ein Schilling schien (Beobachtet von HENRY HUDSON und Mannschaft des Schiffs „Richard of Arundell“) [4]
- 15. u. 16. Januar 2005: an beiden Tagen ein Fleck auf der Sonne durch Nebel beobachtet (H.U. Keller, Zürich)

... vier Aufzeichnungen von Sonnenfleckenbeobachtungen aus vier Jahrtausend die zeigen, dass die Erscheinung von Flecken auf der Sonne die Menschen seit je beeindruckt hat. Zwei Voraussetzung müssen zeitgleich erfüllt sein, um Flecken auf der Sonne ohne optische Filter beobachten zu können: Es muss Flecken mit einem Durchmesser von mindestens ca. 1 Bogenminute (44'000 km) auf der Sonne haben [5], und das Sonnenlicht muss durch die Erdatmosphäre genügend abgeschwächt werden (bei niedrigem Sonnenstand kurz nach Sonnenauf- oder vor Sonnenuntergang, durch Nebel oder Dunst, bei atmosphärischer Trübung durch Wald-, Busch- oder Steppenbrände, Sandstürme oder Vulkanausbrüche). Aus der Zeit vor der Erfindung des Fernrohrs 1608 sind rund 200 Aufzeichnungen von Sonnenfleckenbeobachtungen bekannt, die unter oben genannten Bedingungen erfolgt sein müssen [3, 4]; sie repräsentieren einen zufälligen Fundus von Fleckensichtungen, die ohne Systematik durchgeführt worden sind. Trotzdem sind diese Aufzeichnungen der längste direkte Nachweis über die Aktivität der Sonne. Die Sonnenaktivität wurde erstmals thematisiert im Zusammenhang mit der Entdeckung des Sonnenfleckenzyklus durch HEINRICH SCHWABE im Jahr 1843 und dessen Erforschung durch RUDOLF WOLF in den nachfolgenden Jahren; sie ist gründlich erforscht bis zurück in die Zeit der Entdeckung der Sonnenflecken durch FABRIZIUS, SCHEINER und GALILEI im Jahr 1610. Die Frage liegt nun auf der Hand, ob sich die Sonnenfleckenperiodizität mittels der spärlichen Aufzeichnungen von Fleckenbeobachtungen von blossen Auge auch weiter in die Vergangenheit zurückverfolgen lässt. Dieser Frage haben

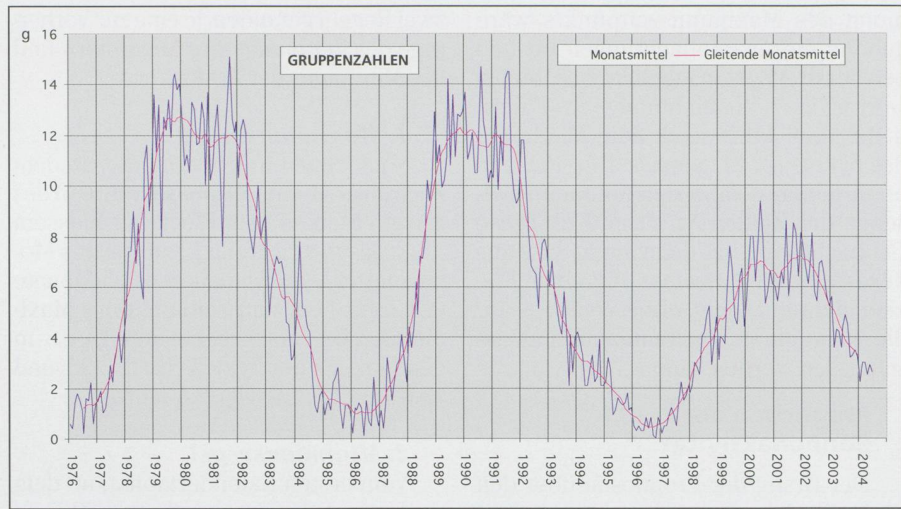


Fig. 6: Anzahl der Fleckengruppen (aus Fernrohrbeobachtungen) über die Zyklen Nrn. 21, 22 und 23; Monatsumittel (blau), Gleitende Mittel (rot).

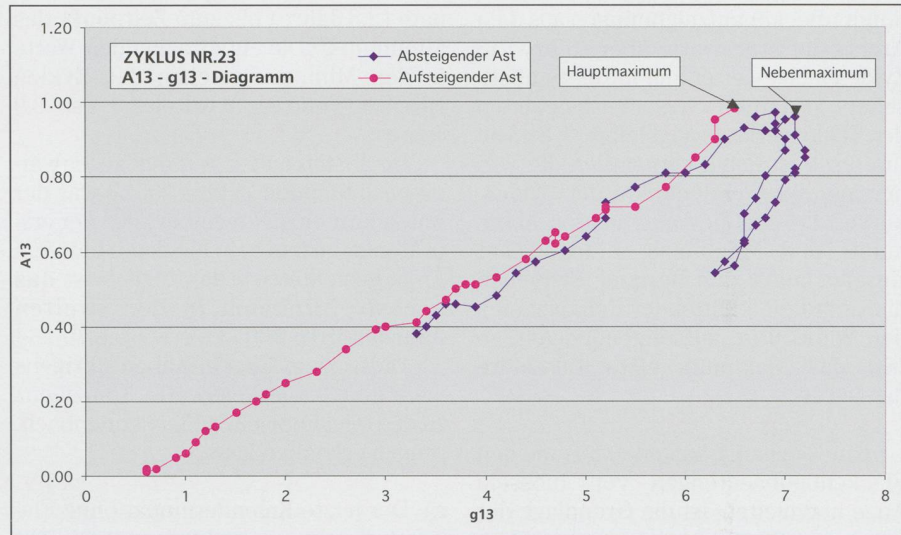


Fig. 7: Zyklus Nr. 23: Wertepaare der Gleitenden Mittel A13 (Ordinate) und g13 (Abszisse) im aufsteigenden Ast vom Minimum zum Hauptmaximum (rot) und im absteigenden Ast vom Hauptmaximum über das Nebenmaximum zum Minimum (blau).

sich im vorigen Jahrhundert verschiedene Autoren angenommen. Verschiedene Analysen der rund 200 historischen Fleckenbeobachtungen vor 1608 haben nun aber gezeigt, dass sich keine periodische Häufung erkennen lässt [4]; dies vermutlich deshalb, weil die Beobachtungen ohne Systematik bezüglich der Sonnenaktivität erfolgten. Hingegen konnte u.a. festgestellt werden, dass auffallend viele dieser Fleckenbeobachtungen in die zeitliche Nähe von Neumond fallen [6]. Dies lässt sich damit erklären, dass die Beobachtung des Neumonds – vor allem die erste Sichtung der zunehmenden Mondsichel nach Sonnenuntergang – grosse Bedeutung hat für alle Kalendersysteme, die sich nach dem Mond richten, – wie heute noch das islamische. Und weil die Sonne ja bei Neumond in Mondnähe

steht, sind diese Fleckensichtungen eigentlich als Nebenprodukt der Kalenderbestimmung zu verdanken.

In den Sonnenfleckenzyklen Nrn. 21, 22 und 23 sind mir insgesamt 17 Fleckensichtungen ohne Filter geglückt, hiervon erfolgten 9 durch Nebel und 8 bei Sonnenauf- oder -untergängen. Zum Versuch, aus diesen Beobachtungen die Maxima der 3 Zyklen zu bestimmen, sind deren zeitliche Nähe zu den tatsächlich eingetretenen Maxima der jeweiligen Zyklen auf einer Zeitachse in Abbildung 8 eingezeichnet. Hieraus lässt sich erkennen, dass die meisten Sichtungen in die Zeit zwischen einem Jahr vor dem Maximum und drei Jahre nach dem Maximum fallen, mit einer leichten Häufung zwischen 2 und 3 Jahren nach dem Maximum. Eine Bestim-

mung des Maximumszeitpunkts wäre anhand dieser Beobachtungen für keinen der drei Zyklen möglich. Beachtenswert ist auch die Sichtung eines Flecks mehr als 6 Jahre nach dem Maximum des Zyklus Nr. 21, gemäss Abb. 1 also in unmittelbarer Nähe zum Minimum zwischen den Zyklen Nr. 21 und 22. Diese Beobachtung zeigt denn auch, dass aus der isolierten Aufzeichnung einer Fleckensichtung nicht ohne weiteres auf die Nähe eines Fleckenmaximums geschlossen werden kann.

### Prognosen der Sonnenaktivität

Der Erste, der Prognosen über den Verlauf der Sonnenfleckenaktivität stellte, war MAX WALDMEIER (1912 – 2000), der letzte Direktor der Eidgenössischen Sternwarte. Hierzu hat er die Sonnenfleckenaufzeichnungen aus dem Archiv der Sternwarte über 16 bzw. 18 Zyklen ausgewertet und mittels statistischer Verfahren Gesetzmässigkeiten des Zyklusverlaufs abgeleitet [7, 8]. Von Interesse ist dabei namentlich die Vorhersage der Wendepunkte der Zykluskurve, d.h. des bevorstehenden Maximums und Minimums. Eines dieser Gesetze lautet zum Beispiel: Erreichen die Gleitenden Mittel der Relativzahlen den Wert 50 im aufsteigenden Ast, so tritt das Maximum etwa 1.9 Jahre danach ein.

Um Gesetzmässigkeiten aus meinen Fleckenbeobachtungen von blosssem Auge herzuleiten, ist die Grundlage der Daten vergleichsweise mager; sie überspannt lediglich 3 Zyklen, – drei Maxima und zwei Minima. Beim Versuch, hieraus einige Kennwerte abzuleiten, habe ich

zwei Regeln gefunden, je eine zur Vorhersage des Zeitpunkts des Maximums und des Minimums der Zykluskurve.

#### 1. Maximumsregel

Vom letzten Kalendermonat, an dem nach einer Minimumphase während des ganzen Monats kein Fleck mit blosssem Auge gesehen werden kann (letztes Monatsmittel  $M_A = 0$ ), dauert es 25 Monate (2.1 Jahre) bis zum Zeitpunkt des Maximums. (Die entsprechenden Werte in den Maxima der Zyklen Nrn. 21, 22, und 23 waren 1.9, 2.0 resp. 2.4 Jahre).

#### 2. Minimumsregel

Vom ersten Kalendermonat, an dem nach einer Maximumphase während des ganzen Monats kein Fleck mit blosssem Auge gesehen werden kann (erstes Monatsmittel  $M_A = 0$ ), dauert es 34 Monate (2.8 Jahre) bis zum Zeitpunkt des Minimums. (Die entsprechenden Werte in den Minima zwischen den Zyklen Nrn. 21/22 und 22/23 waren 2.8 resp. 2.9 Jahre).

Im absteigenden Ast des gegenwärtig auslaufenden Zyklus Nr. 23 war der Kalendermonat November 2004 der erste Monat, in dem kein Fleck mit blosssem Auge gesichtet wurde; folglich ist **das nächste Minimum in der zweiten Jahreshälfte 2007** zu erwarten.

Diese zwei Regeln haben übrigens noch eine bemerkenswerte Koinzidenz zu den teleskopischen Fleckenbeobachtungen erkennen lassen.

a) Der letzte Kalendermonat ohne Fleckensichtung von blosssem Auge fällt jeweils in zeitliche Nähe zum letzten teleskopisch fleckenfreien Tag nach einem Minimum.

(In den Zyklen Nrn. 21, 22 und 23 traten der letzte teleskopisch fleckenfreie Tag 6 Monate vor, in demselben Monat resp. 3 Monate nach dem letzten Kalendermonat ohne Fleckensichtung von blosssem Auge auf).

b) Der erste Kalendermonat ohne Fleckensichtung von blosssem Auge fällt jeweils in zeitliche Nähe zum ersten teleskopisch fleckenfreien Tag nach einem Maximum.

(Im Minimum zwischen den Zyklen Nrn. 21/22 fielen die entsprechenden Zeitpunkte in den gleichen Monat, im Minimum zwischen den Zyklen Nrn. 22/23 trat der erste teleskopisch fleckenfreie Tag 6 Monate vor dem ersten Kalendermonat ohne Fleckensichtung von blosssem Auge ein).

H.U. KELLER

Kolbenhofstrasse 33, CH-8045 Zürich

### Bibliographie

- [1] CHOU B.R. ASTRONOMY, July 1991
- [2] KELLER, H.U., ORION 181, 1980
- [3] YAU K.K.C. u. STEPHENSON F.R., Q. J. R. astr. Soc. 1988
- [4] WITTMANN A.D., Xu Z.T., Astron. Astrophys. Suppl. Ser. 70, 1987
- [5] KELLER H.U. u. FRIEDLI T.K., Q. J. R. astr. Soc. 1992
- [6] WITTMANN A.D., persönliche Kommunikation, 1995
- [7] WALDMEIER M. Astronomische Mitteilungen der Eidg. Sternwarte, 1935
- [8] WALDMEIER M. Astronomische Mitteilungen der Eidg. Sternwarte Nr. 286, 1968

### ASTRO-LESEMAPPE DER SAG

Die Lesemappe der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft ist die ideale Ergänzung zum ORION. Sie finden darin die bedeutendsten international anerkannten Fachzeitschriften:

**Sterne und Weltraum**  
**Astronomie heute**  
**Ciel et Espace**  
**Spektrum der Wissenschaft**  
**Forschung SNF**  
**Der Sternenbote**

Kostenbeitrag: nur 30 Franken im Jahr!

Rufen Sie an: 071 966 23 78

CHRISTOF SAUTER, Weinbergstrasse 8  
CH-9543 St. Margarethen

Fig. 8: Horizontale Achse: -3 bis -1 Jahre vor sowie 1 bis 8 Jahre nach dem Maximumszeitpunkt (fetter schwarzer Vertikalstrich) der Zyklen Nrn. 21, 22 bzw. 23. Rote Vertikalstriche: Zeitpunkt der Fleckensichtungen vor und nach dem Maximum im Zyklus Nr. 21; Gelbe Vertikalstriche: Zeitpunkt der Fleckensichtungen vor und nach dem Maximum im Zyklus Nr. 22; Blaue Vertikalstriche: Zeitpunkt der Fleckensichtungen nach dem Maximum im Zyklus Nr. 23.

