

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft  
**Band:** 72 (2014)  
**Heft:** 383

**Artikel:** Weiterer Meilenstein im Tätigkeitsprogramm der Rudolf Wolf Gesellschaft erreicht : homogene Weiterführung der Wolfschen Reihe  
**Autor:** Friedli, Thomas K.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-897436>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 17.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Weiterer Meilenstein im Tätigkeitsprogramm der RUDOLF WOLF Gesellschaft erreicht:

# Homogene Weiterführung der WOLFSCHEN Reihe

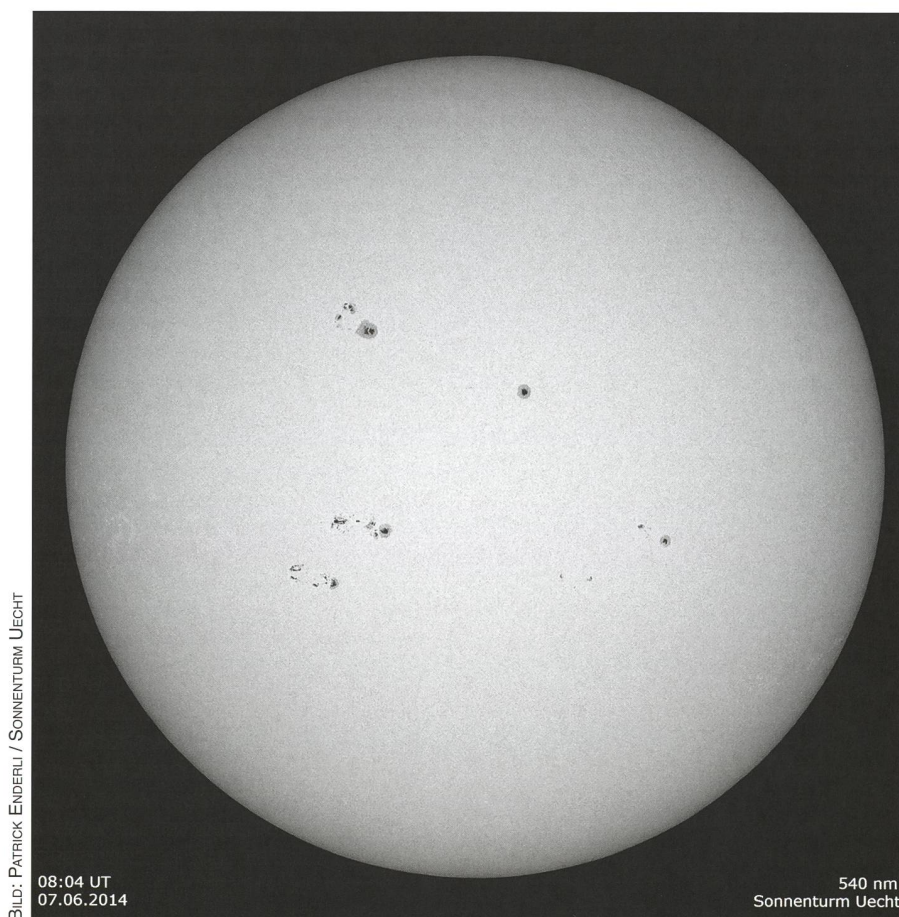
■ Von Thomas K. Friedli

*Die homogene Weiterführung der WOLFSCHEN Reihe der Sonnenfleckenzahlen ist eines der Hauptziele der 1992 gegründeten RUDOLF WOLF Gesellschaft. Hierzu müssen die Standardbeobachtungen an dem von WOLF benutzten historischen 83/1320 mm FRAUNHOFER-Refraktor fortgeführt und zum Auffüllen der witterungsbedingten Beobachtungslücken ein genügend grosser Pool von langjährigen, nach der traditionellen Methode beobachtenden auswärtigen Mitarbeitern aufgebaut und unterhalten werden. Schliesslich bedarf es einer möglichst einfachen Berechnungsmethode, wie die von den einzelnen Beobachtern bestimmten Relativzahlen auf die originale WOLFSCHES Skala reduziert und zu einer gemeinsamen Beobachtungsreihe zusammengefasst werden können.*

Die WOLFSCHES Reihe der Sonnenfleckenzahlen ist die längste, direkt beobachtete Indexreihe der Sonnenaktivität. Sie basiert auf täglichen Beobachtungen der Sonnenflecken, welche der Zürcher Astronom RUDOLF WOLF (1816 – 1893) 1849 in Bern begonnen und ab 1855 bis an sein Lebensende an der Eidgenössischen Sternwarte in Zürich fortgeführt hat. Witterungsbedingte Beobachtungslücken wurden mit-

tels auswärtiger Beobachtungen von Berufskollegen und Amateuren aufgefüllt. Im Jahr 1877 gelang es WOLF durch geschickte Kombination von historischen Aufzeichnungen die Reihe seiner Relativzahlen rückwärts zu verlängern und eine Rekonstruktion des monatlichen Verlaufs der Sonnenaktivität bis ins Jahr 1749 zurück vorzulegen. Nach WOLFS Ableben 1893 wurden die täglichen Sonnenbeobachtungen am historischen Fraunhofer Refraktor durch seine Nachfolger und deren Assistenten weitergeführt, wobei sichergestellt werden konnte, dass die traditionelle Beobachtungsmethode und die Zählweise der Gruppen und Flecken bewahrt und homogen von einer Generation zur nächsten weitergegeben wurde. Zwischen 1894 und 1926 war ALFRED WOLFER Standardbeobachter am historischen Fraunhofer-Refraktor RUDOLF WOLFS, zwischen 1927 und 1944 WILLIAM BRUNNER und ab 1945 MAX WALDMEIER. Nach WALDMEIERS Emeritierung 1979 wurde die Eidgenössische Sternwarte geschlossen und die Verantwortung für die Berechnung einer internationalen Sonnenfleckenzahlenreihe von der IAU an das neu gegründete So-

Abbildung 1: Die Photosphäre der Sonne im grünen Licht bei 540 nm Wellenlänge am 07. Juni 2014 um 08:04 UT. Aufnahme von PATRICK ENDERLI am Televue NP-101 Refraktor des Sonnenturms Uecht in Niedermuhlern. Baader 2" Cool-Ceramic Savety Herschelprisma mit Baader 2" ND Graufiltern und Baader 2" Solar Continuum Filter. Canon EOS 650D DSLR mit 5184 x 3456 Pixeln und einer Auflösung von 0.62 Bogensekunden pro Pixel. LiveView Fokussierung und Waveletfilterung in MaxIm DL 6. Zu sehen sind mehrere Aktivitätsgebiete mit dunklen Sonnenflecken und hellen Fackelfeldern. Weitere Aufnahmen der Sonne finden sich unter <http://www.solarpatrol.ch>.





lar Influences Data Center (SIDC) der Sternwarte Uccle in Brüssel vergeben. Die täglichen Beobachtungen am WOLFSCHEN Normalrefraktor in Zürich konnten jedoch vom ehemaligen Observator der Eidgenössischen Sternwarte H. U. KELLER im Auftrag des Eidgenössischen Bundesamtes für Übermittlungstruppen unterbrochlos weitergeführt werden (KELLER 1993).

## Die RUDOLF WOLF Gesellschaft

Im Frühjahr 1992 gründeten drei engagierte Sonnenbeobachter die RUDOLF WOLF Gesellschaft (RWG) welche sich unter anderem zum Ziel setzte, die Weiterführung der WOLFSCHEN Reihe sicherzustellen. Soll dieses ehrgeizige Ziel erreicht werden, ist zum einen eine Realisierung der originalen WOLFSCHEN Skala durch Standardbeobachtungen an dem seit 1855 hierfür eingesetzten historischen FRAUNHOFER-Refraktor vonnöten. Darüber hinaus muss jedoch auch eine genügend grosse Anzahl von Sekundärreihen erfahrener Amateursonnenbeobachter vorliegen, mit welchen die witterungs- und qualitätsbedingten Lücken in der Standardreihe geschlossen werden können. Und schliesslich ist eine möglichst einfache Berechnungsmethode zu finden, mit welcher die Zählreihen der Sekundärbeobachter auf die WOLFSCHEN Skala reduziert und zu einer homogenen Beobachtungsreihe vereinigt werden können. Über die Beobachtungen am historischen WOLFSCHEN-Refraktor und die aktuelle Realisierung der originalen WOLFSCHEN Skala wurde bereits in FRIEDLI (2012) berichtet. Über das seit 1986 bestehende Beobach-

tungsprogramm der RWG, welche es entsprechend ausgerüsteten und ausgebildeten Amateursonnenbeobachtern erlaubt, ihre Ergebnisse in die bis 1986 zurückreichende, umfangreiche Datenbank der RWG einzuspeisen, wurde in FRIEDLI (2013) berichtet.

Auf dieser Grundlage werden seit 1996 die provisorischen Swiss Wolf Numbers berechnet, welche in jeder Nummer des ORION publiziert und auf der Webseite der RWG öffentlich zugänglich gemacht werden. Im vorliegenden Beitrag soll nun ein Verfahren vorgestellt werden, mit dem mithilfe der Standardbeobachtungen am historischen FRAUNHOFER-Refraktor RUDOLF WOLFS und den Rohbeobachtungen der Sekundärbeobachter die WOLFSCHEN Reihe homogen fortgeführt werden kann.

## Kalibrierung der Standardbeobachtungen auf WOLFSCHEN Skala

Jeder Beobachter bestimmt so oft als möglich nach den traditionellen Regeln die Anzahl  $g_B$  der auf der Sonne gleichzeitig sichtbaren Sonnenfleckengruppen sowie die totale Anzahl  $f_B$  der in diesen Gruppen enthaltenen Einzelflecken. Daraus berechnet sich die Sonnenfleckensrelativzahl  $R_B$  jedes Beobachters nach der Formel

$$R_B = 10 \cdot g_B + f_B \quad (1)$$

Gleichzeitig wird ebenfalls möglichst oft am historischen FRAUNHOFER Refraktor RUDOLF WOLFS bei 64-facher Vergrösserung die Standardrelativzahl  $R_S$  nach der Formel

$$R_S = k_S \cdot (10 \cdot g_S + f_S) \quad (2)$$

bestimmt. Der Kalibrierungsfaktor  $k_S$  ergab sich, wie in FRIEDLI (2012) dargestellt, aus dem Vergleich der Beobachtungen des SIDC mit den Standardbeobachtungen von H. U. KELLER und THOMAS K. FRIEDLI während der Jahre 1986 bis 2008. Zuerst wurde für die Jahre 1986 bis 1995 zwischen den Relativzahlen  $R_Z$  von H. U. KELLER und den internationalen Relativzahlen  $R_I$  des SIDC die proportionale Beziehung

$$R_Z = 1.0142 \cdot R_I$$

gefunden. Eine sorgfältige Analyse der Jahre 1996 bis 2008 ergab eine proportionale Beziehung

$$R_W = 1.7103 \cdot R_I$$

zwischen den Rohbeobachtungen  $R_W$  von THOMAS K. FRIEDLI am historischen WOLFSCHEN Refraktor und den internationalen Relativzahlen  $R_I$  des SIDC. Daraus folgt, dass die Rohbeobachtungen von THOMAS K. FRIEDLI mit einem k-Faktor von 0.593 multipliziert werden müssen, um auf die originale WOLFSCHEN Skala reduziert werden zu können (Abbildung 2). Im Rahmen der statistischen Unsicherheiten entspricht dies dem von WOLFER, BRUNNER und WALDMEIER angenommenen k-Faktor von 0.60.

## Das passende k-Faktor Modell

Mit Hilfe der Standardrelativzahlen  $R_S$  lassen sich nun die Relativzahlen  $R_B$  der Beobachter auf die WOLFSCHEN Skala kalibrieren, indem folgendes Kalibrierungsmodell aufgestellt wird:

$$R_S = k_B \cdot R_B \quad (3)$$

Dies entspricht dem klassischen Ansatz, der in der ganzen WOLFSCHEN Reihe von 1749 bis 1995 Verwendung gefunden hat. Das Problem besteht nun darin, wie und wie oft die  $k_B$  bestimmt werden sollen.

Interessanterweise sind in der WOLFSCHEN Reihe im Laufe der Jahre verschiedene Berechnungsmethoden angewendet worden. WOLF selbst führte 1859 das Konzept der Vergleichstage ein, d. h. als Vergleichstag zählt ein Tag, an dem sowohl eine Standardrelativzahl  $R_S$  wie auch eine Zählung  $R_B$  vorliegen, wobei zusätzlich noch gelten muss, dass beide Relativzahlen grösser als Null sein müssen.

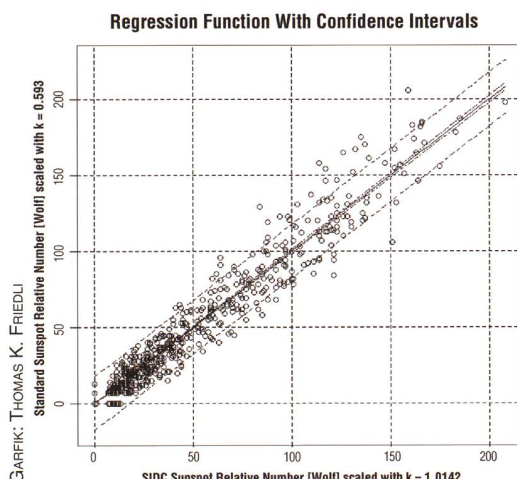


Abbildung 2: Scatterplot der 1'424 korrespondierenden Beobachtungen von Dr. THOMAS K. FRIEDLI am historischen Fraunhoferrefraktor RUDOLF WOLFS mit dem Sunspot Influences Data Center (SIDC). Die Werte des SIDC wurden mit 1.0142, diejenigen mit dem WOLFSCHEN Refraktor mit 0.593 multipliziert, wodurch beide auf die ursprüngliche WOLFSCHEN Skala zu liegen kommen. Die Geradensteigung ist somit 1.0.



WOLF setzte für die Reihe zwischen 1749 und 1876 die k-Faktoren der Beobachter jeweils konstant. Hierzu wurde für eine genügend grosse Anzahl Vergleichstage die Summe der  $R_S$  und die Summe der  $R_B$  bestimmt und die beiden Summen dividiert, d.h.

$$k_B = \frac{\sum R_S}{\sum R_B} \quad (4)$$

Ab 1877 bis 1926 wurden die k-Faktoren semesterweise, zwischen 1927 und 1944 quartalsweise und ab 1945 jährlich neu berechnet. Allerdings änderte WALDMEIER 1945 die Berechnungsweise, indem  $k_B$  neu als jährliches Mittel der täglichen k-Faktoren über die Vergleichstage definiert wurde:

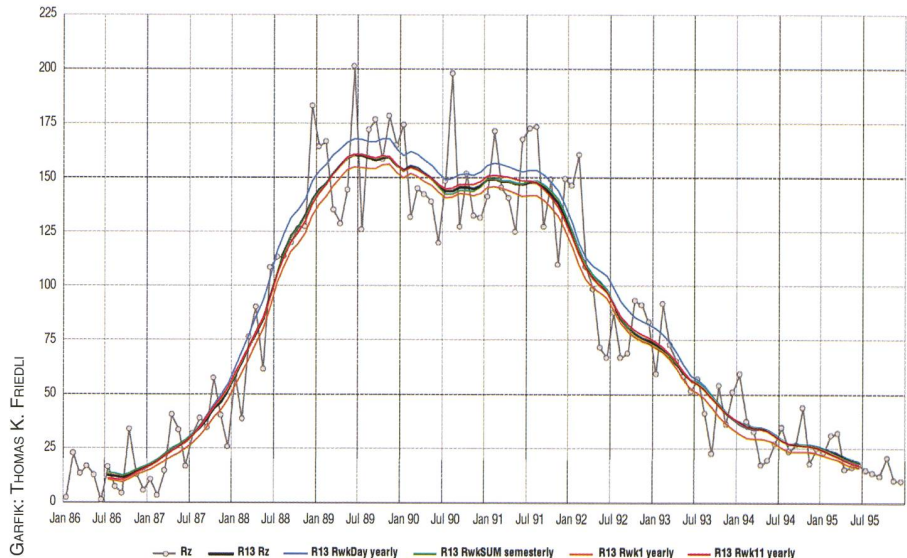


Abbildung 3: Beobachtete und ausgeglichene Monatsmittel der Zürcher Sonnenfleckenrelativzahlen  $R_z$  von 1986 - 1995. Überlagert sind die ausgeglichenen Monatsmittel der kalibrierten Swiss WOLF Numbers der RWG basierend auf vier verschiedenen Definitionen des k-Faktors:  $k_{Day}$  entspricht der Definition von WALDMEIER,  $k_{SUM}$  derjenigen von WOLFER,  $k_{11}$  entspricht einer linearen Regression und  $k_1$  einer Proportionalität. Die grösste Ähnlichkeit mit Zürich haben die Kurven basierend auf  $k_{SUM}$  und  $k_{11}$ .

$$k_B = \sum \frac{R_S}{R_B} \quad (5)$$

Alternativ können die k-Faktoren nach einem Vorschlag von FRIEDLI (1988) auch mittels der Methode der kleinsten Quadrate geschätzt werden, wobei als Modellansatz eine einfache lineare Regression gewählt wird:

$$R_S = k_0 + k_1 \cdot R_B \quad (6)$$

Wird  $k_0$  weggelassen, reduziert sich das Modell (6) auf den Ansatz (3). Um die Tauglichkeit der verschiedenen Ansätze zu testen, wurde die Datenbank der RWG für die Jahre 1986 bis 1995 ausgewertet, indem die  $R_B$  der Beobachter nach den verschiedenen Ansätzen auf die Zürcher Standardrelativzahlen  $R_z$  dieser Jahre kalibriert und aus den kalibrierten Werten eine gemeinsame Mittelreihe konstruiert wurde. Wie aus Abbildung 3 ersichtlich, ergeben sich je nach gewähltem Modellansatz systematische Unterschiede im mittleren Verlauf. Insbesondere WALDMEIERS Ansatz der Jahresmittel der täglichen k-Faktoren führt zu einer systematischen Überschätzung des Aktivitätsverlaufs. Umgekehrt unterschätzt ein rein proportionales Regressionsmodell (6) den Aktivitätsverlauf, so dass allein aus diesen beiden Modellen eine rein methodische Unsicherheit im mittleren Ak-

tivitätsverlauf von (inakzeptablen) 15-20 % resultiert. Der klassische Ansatz (4) mit semesterweiser Neuberechnung der k-Faktoren hingegen führt zu keinen systematischen Abweichungen, d. h. die auf WOLFSCHE Skala reduzierten Relativzahlen der Amateursonnenbeobachter liefern gemeinsam denselben Aktivitätsverlauf, wie die Zürcher Standardbeobachtungen. Zu ähnlich guten Ergebnissen führt der Modellansatz (6) mit jährlicher Neuberechnung der beiden Koeffizienten. Das Versagen der anderen Ansätze ist darauf zurückzuführen, dass diese nicht summenerhaltend sind, das heisst den Schwerpunkt des funktionalen Zusammenhangs nicht als Teil des Modells abbilden.

## Neuer Berechnungsalgorithmus

Eine entscheidende Einsicht ist, dass die Kalibrierung der Einzelbeobachtungen nur retrospektiv nach Abschluss der Vergleichsperiode möglich ist. Das heisst, dass eine gemeinsame Relativzahlreihe nur mit einem Rückstand von bis zu einem Jahr vorgelegt werden kann. Soll eine gemeinsame Relativzahlreihe für ein Jahr berechnet werden, so werden in einem ersten Schritt die rohen Standardbeobachtungen von THOMAS K. FRIEDLI am FRAUNHOFERSCHEN Normalrefraktor

Photo (c) 2011 by Eduard von Bergen

Angebote für Einsteiger und Profi - Ihr Partner in der Schweiz!

**Astro-Optik**  
GmbH  
von Bergen

In unserem Sortiment finden Sie Artikel von:  
 AOH - ASA - ASTRONOMIK - BAADER - BRESSER  
 CANON - CELESTRON - CORONADO - EURO EMC  
 GSO - HOPHEIM - INTES MICRO - HOWA  
 LUMICON - MEADE - 10 MICRON - NIKON  
 ORION - PELL - PLANEWAVE - PWO - SBIG  
 TAKAHASHI - TELE VUE - THE IMAGING SOURCE  
 TS - TELRAD - VIXEN - ZEISS

**www.fernrohr.ch**

Eduard von Bergen dipl. Ing. FH  
 CH-6060 Sarnen / Tel. ++41 (0)41 661 12 34

Photo (c) 2012 by Eduard von Bergen

Unsere langjährige Erfahrung in der visuellen und photographischen Astronomie ist Ihre Beratung!



## Beobachtungen

mit dem Faktor 0.6 auf die WOLFSCHESKE Skala reduziert. Anschliessend werden für jedes Instrument die jährlichen Kalibrierungskoeffizienten nach dem Modellansatz (6) berechnet und die täglichen Rohbeobachtungen aller Instrumente damit reduziert. Die gemeinsame Reihe entsteht dann durch eine gewichtete Mittelung der jeweiligen kalibrierten Tageswerte. Die Gewichte sind den berechneten Messfehlern der Einzelinstrumente proportional. Die kalibrierten Standardbeobachtungen am FRAUNHOFERSCHEN Normalrefraktor fliessen dabei mit einem etwas höheren Gewicht in die gemeinsame Reihe ein.

### Erste Resultate

Werden die Rohbeobachtungen der RWG während der Jahre 1996 bis 2013 nach dem neuen Berechnungsalgorithmus ausgewertet, entsteht der in Abbildung 4 dargestellte mittlere Aktivitätsverlauf. Verglichen mit den Internationalen Relativzahlen des SIDC sind sich die Kurven sehr ähnlich. Nennenswerte Abweichungen sind nur während den Maximumphasen der beiden Aktivitätszyklen zu beobachten. Diese müssen ihren Ursprung aber in den SIDC Zahlen haben, da die Abweichungen methodenresistent sind und auch von der Sonnenbeobachtergruppe der AAVSO festgestellt worden sind.

### Beobachtungsaufwurf

Die langjährige Überwachung der Sonnenaktivität ist eine überaus spannende und lohnende Angelegenheit. Jeder Beobachtungstag ist einzigartig, jede versäumte Beob-

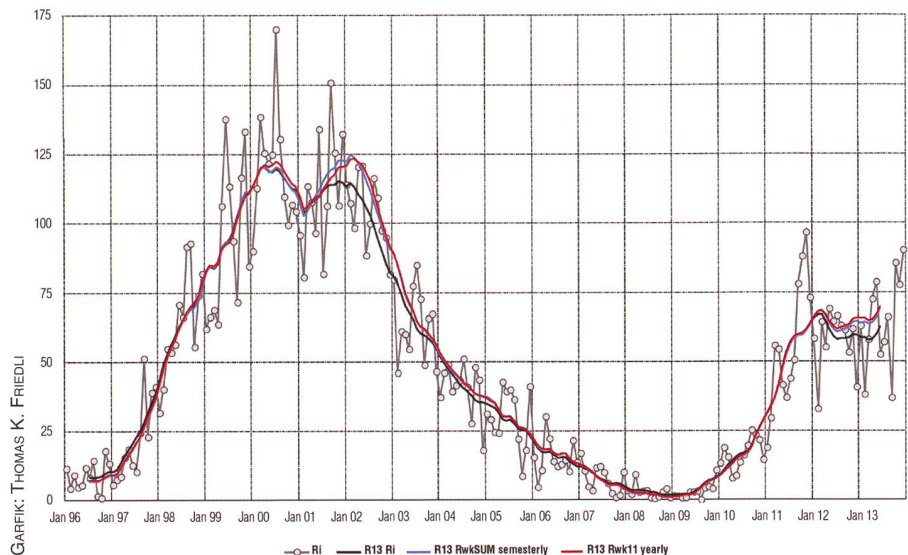


Abbildung 4: Beobachtete und ausgeglichene Monatsmittel der Internationalen Sonnenfleckenzahlen  $R_i$  von 1996 - 2013. Überlagert sind die ausgeglichenen Monatsmittel der kalibrierten Swiss Wolf Numbers RW der RWG basierend auf zwei verschiedenen Definitionen des  $k$ -Faktors:  $k_{SUM}$  entspricht der Definition von WOLFER,  $k_{11}$  derjenigen einer linearen Regression. Die mittleren Verläufe sind fast deckungsgleich, bis auf lokale Abweichungen während den Maximumphasen des 23. und 24. Zyklus.

achtung kann nicht nachgeholt werden. Ich möchte daher die vielen Gelegenheitsbeobachter animieren, die Sonne öfters und regelmässig zu beobachten und ihre wertvollen Messungen nach unserem Beobachtungsprogramm zu erfassen und in den gemeinsamen Datenpool einzubringen! Praktische Erfahrungen können an den von PATRICK ENDERLI

organisierten SonnenHöcks der Praxisgruppe der RWG gesammelt und mit Gleichgesinnten ausgetauscht werden. Die Teilnahme steht jedem interessierten SAG-Mitglied offen.

■ Dr. Thomas K. Friedli

Ahornweg 29  
CH-3123 Belp

## Literatur

- FRIEDLI, T. K. (1988): Grundlagen der Solarstatistik. ETH BIB 754 434 HS Q.
- FRIEDLI, T. K. (2012): Erfolgreiche Kalibrierung der Swiss Wolf Numbers. ORION 373, 12-15.
- FRIEDLI, T. K. (2013): Visuelle Sonnenaktivitätsüberwachung. ORION 376, 30-33.
- KELLER, H. U. (1993): Rudolf Wolf und die ehem. Eidgenössische Sternwarte in Zürich. ORION 254, 4-11.
- [www.rwg.ch](http://www.rwg.ch)
- [www.wolfinstitute.ch](http://www.wolfinstitute.ch)







BILD: MARTIN MUTTI

Abbildung 1: Am Berner Umwelttag (14. Juni 2014) war am Mittag ein schönes Sonnenhalo zu sehen.