

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft  
**Band:** 70 (2012)  
**Heft:** 368

**Artikel:** Amateursoronnenbeobachter nutzen online Daten eines  
Forschungssatelliten : die SDO-Sonnenfleckenrelativzahl  
**Autor:** Friedli, Thomas K.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-897553>

### **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:** 17.04.2026

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

Amateursonnenbeobachter nutzen online Daten eines Forschungssatelliten

# Die SDO-Sonnenfleckenzahl

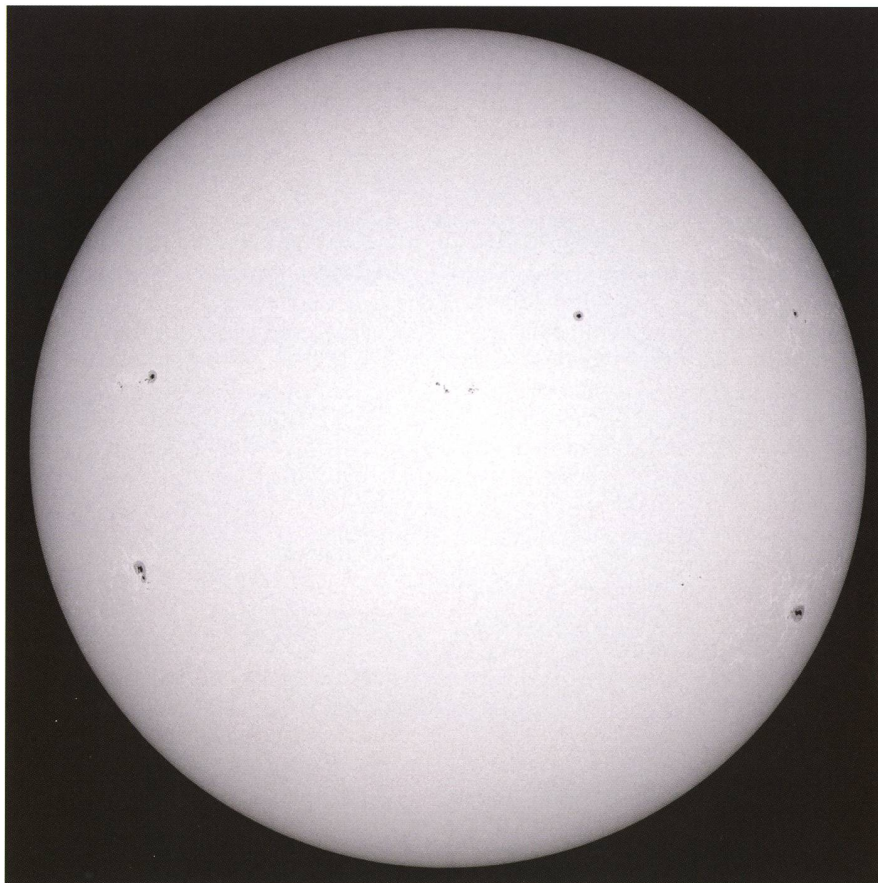
■ Von Dr. Thomas K. Friedli

*Eine kontinuierliche Überwachung der Sonnenaktivität ist für einen erdgebundenen Beobachter infolge der Störungen durch den Tag-Nacht Zyklus sowie das Wetter nicht möglich. Bisher eignete sich jedoch keine der von einem Satelliten verfügbar gemachten Bilderserien der Sonnenphotosphäre für eine weitergehende Analyse: die Auflösung der Bilder war derart bescheiden, dass kleine Flecken und Gruppen gar nicht erst abgebildet wurden. Die RUDOLF WOLF Gesellschaft legt nun basierend auf den Weisslichtbildern des HMI-Instruments des Solar Dynamics Observatory (SDO) Satelliten ein neues Beobachtungsprogramm vor, das es interessierten Sonnenbeobachtern ermöglicht, an der Lösung einiger aktueller Forschungsfragen aktiv mitzuwirken.*

Das irdische Wetter unterliegt den uns allseits bekannten zeitlichen und regionalen Schwankungen: Da sind zum einen die tägliche Abfolge von Temperatur, Bewölkung, Wind und Niederschlägen, zum anderen die jährliche Abfolge der Jahreszeiten und schliesslich die langfristige Veränderung der klimatischen Rah-

menbedingungen. Ähnliche Unterscheidungen lassen sich auch bei der Sonnenaktivität vornehmen: da sind zum einen die täglichen Veränderungen der magnetischen Aktivitätsgebiete, das plötzliche Auftreten von Eruptionen und koronaler Masseauswürfe und das oftmals stürmische Wehen des Sonnenwindes,

zum anderen die quasi jahreszeitliche rund elfjährige zyklische Zu- und Abnahme der allgemeinen Sonnenaktivität und schliesslich die langfristige Änderung der Zyklusabfolge über die Jahrhunderte und Jahrtausende. Letzteres wird als Sonnenklima bezeichnet. Seine Messung ist schwierig. Zwar existieren irdische Archive für das solare Klima, wie etwa die Schwankungen des Erdmagnetfeldes, das Auftreten von Polarlichtern sowie die Konzentration von gewissen radioaktiven Isotopen (z.B.  $^{14}\text{C}$  und  $^{10}\text{Be}$ ) in Baumringen oder in Eisbohrkernen, doch geben diese Archive leider nicht die langfristigen Veränderungen der Sonnenaktivität selbst sondern nur von ihren lokalen Auswirkungen wieder und diese wie-



*Abbildung 1: Die Photosphäre der Sonne in der Umgebung der Eisenlinie bei 617.3 nm Wellenlänge am 10. Dezember 2011 um 09:40 UT. Aufnahme mit dem HMI-Instrument an Bord des SDO-Satelliten. Bildauflösung 1 Bogensekunde pro Pixel. Wird das Digitalbild mit 2048 x 2048 Pixeln mit einem hochauflösenden Monitor betrachtet, so ist etwa dieselbe Detailfülle zu sehen, wie im WOLFSCHEN 83/1300 mm Normalrefraktor bei 64-facher Vergrösserung auch, allerdings ohne störende Seeingeinflüsse. Von erfahrenen Sonnenbeobachtern können nach akribischer Prüfung auf dem nebenstehenden Bild 15 Sonnenfleckengruppen mit insgesamt 97 Einzelflecken gezählt werden.*



Abbildung 2: Der seit 1855 zur täglichen Bestimmung der Sonnenfleckenrelativzahl benutzte 83/1300 mm-Fraunhoferrefraktor von RUDOLF WOLF. Implizite wurden und werden alle zur Messung der langfristigen Veränderungen des Sonnenklimas genutzten Zählungen von Gruppen und Einzelflecken auf dieses Instrument geeicht. Seit 1996 werden die Standardbeobachtungen im Auftrag der RUDOLF WOLF Gesellschaft von Dr. THOMAS K. FRIEDLI durchgeführt.

derum hängen wesentlich vom Zustand und von den Einflüssen am Archivierungsort ab.

### Messung des Sonnenklimas

Eine Messung des Sonnenklimas ist nur anhand von solaren Klimaindices möglich. Die längsten direkt beobachteten Aktivitätsphänomene sind die Sonnenflecken. Erste Beobachtungen ohne vergrössernde Hilfsmittel reichen bis vor Christi Geburt und können für eine teilweise Rekonstruktion des Sonnenklimas der letzten 2000 Jahre verwendet werden. Die ersten instrumentellen Beobachtungen jedoch, welche ausschliesslich der Messung der Sonnenaktivität dienen, stammen vom Zürcher RUDOLF WOLF (1816 - 1893) und beginnen mit dem 1. Januar 1849. Aus diesen Beobachtungen wird die von RUDOLF WOLF 1850 eingeführte sogenannte Sonnenfleckenrelativzahl (Wolf Number) bestimmt, dem bis heute wichtigsten Aktivitätsindex zur Messung des Sonnenklimas. An-

hand von Zeichnungen und Berichten älterer Beobachter kann mit ihrer Hilfe der Verlauf der Fleckenaktivität lückenlos bis ins Jahr 1700 zurück rekonstruiert werden, weitere Bruchstücke existieren bis zu den ersten instrumentellen Beobachtungen im Jahr 1610 durch GALILEI und HARRIOT.

### Sicherung der WOLFSCHEN Skala

Die kostbarste Eigenschaft einer Klimareihe ist ihre Homogenität, da nur in einer homogenen Reihe sichergestellt ist, dass beispielsweise zwei identische Fleckkonstellationen sowohl im 18. wie im 21. Jahrhundert zu demselben Indexwert führen. Wie aus den 1864 unter der Führung RUDOLF WOLFS begonnenen schweizerischen Klimamessungen ersichtlich ist, bleibt eine homogene Messung schon relativ objektiver Messgrössen wie der Temperatur, dem Luftdruck oder der Niederschlagsmenge trotz umsichtiger Vorsichtsmassnahmen schwierig und bedingt eine objektive Kalibrierung. Für Sonnenfleckenzählungen fehlt jedoch eine solche: Jeder Beobachter bestimmt mit seinem Instrument einen eigenen Aktivitätsindex und ist blind gegenüber einer langsamen Änderung seiner Zählpraxis. Die Homogenität der Sonnenfleckenrelativzahlen beruht auf der Kalibrierung der individuellen Einzelmessungen auf einen konventionellen „goldenen Standard“. Dieser goldene Standard ist definiert durch die Beobachtungen RUDOLF WOLFS am 83/1300 mm Fraunhoferrefraktor der ehem. Eidgenössischen Sternwarte in Zürich. Die Homogenität der WOLFSCHEN Reihe und damit auch unsere Kenntnis von der tatsächlichen Veränderung des Sonnenklimas steht und fällt mit der Genauigkeit, mit welcher diese traditionelle WOLFSCHEN Skala zu einen in die heutige Zeit überliefert und zum anderen in die Vergangenheit rekonstruiert werden kann. Die Lösung dieses Problems ist das Kernanliegen der 1992 gegründeten RUDOLF WOLF Gesellschaft.

### Der SDO-Satellit

Der Solar Dynamics Observatory Satellit wurde am 11. Februar 2010 von Cape Canaveral aus durch eine Atlas V-Rakete in eine um 28° gegen den Äquator geneigte geosynchrone

Umlaufbahn gehievt und überwacht seit August 2010 die Sonnenaktivität mit drei verschiedenen Instrumentenkomplexen. Das von der Stanford University betriebene Helioseismic and Magnetic Imager (HMI) Instrument nimmt mit einem Refraktor mit 14 cm Öffnung in der Umgebung der Eisenlinie bei 617.3 nm Wellenlänge alle 15 Sekunden ein Sonnenbild auf. Hieraus werden alle rund 12 Minuten ein Magnetogramm, ein Intensitätsbild sowie ein Dopplerbild zusammengesetzt. Die Originalbilder haben eine Grösse von 4096 x 4096 Pixel und eine Auflösung von rund 1 Bogensekunde, d.h. einen Abbildungsstab von rund ½ Bogensekunde pro Pixel. Damit geben die Abbildungen etwa dieselbe Detailfülle wieder, wie sie im WOLFSCHEN 83/1300 mm Normalrefraktor bei 64-facher Vergrösserung ebenfalls zu sehen ist (Abbildung 3).

Die Bilder sind auch mit einer Auflösung von 1k und 2k Pixel erhältlich. Ideal wären Bilder mit 2.5k Pixel Sonnendurchmesser, dies entspricht der Auflösung der Sonnenprojektionszeichnungen mit 25 cm Durchmesser, welche an vielen Sternwarten jahrzehntelang neben der direkten Okularbeobachtung als Messplattform dienen. Testbeobachtungen mit allen drei Auflösungen ergaben, dass die Zählungen am besten am 2k Bild vorgenommen wird; das 1k Bild zeigt definitiv zu wenige Gruppen und Flecken. Beim 4k Bild sind die „falschen“ Flecken (Intergranulare Zwischenräume, Fehlstellen, Poren) so zahlreich, dass die fallweise Ausscheidung sehr zeitaufwändig und fehleranfällig wird. Dies hängt damit zusammen, dass mit der Bildverarbeitung zugleich der Kontrast erhöht und eingeschränkt wurde, so dass auf dem 4k Bild einzelne Stellen auf der Photosphäre, welche im Okular grau bzw. gräulich erscheinen würden, tiefschwarz und damit nach Konvention als Fleck zu werten sind.

### Neue Fragestellungen

Die vorverarbeiteten SDO-Bilder werden mit einer Verzögerung von rund 2 Stunden veröffentlicht und können von jedermann frei aus dem Internet heruntergeladen werden. Dadurch ergeben sich für Amateursonnenbeobachter ganz neue, faszinierende Möglichkeiten:

1. Könnten zum ersten Mal die Einflüsse der persönlichen Beobachtungs- und Zählmethode von den Einflüssen des Beobachtungsinstruments und der lokalen Messbedingungen getrennt werden. Bisher waren die visuellen Zählungen am Okular infolge der Luftunruhe nicht reproduzierbar. Auch konnten individuelle Wahrnehmungsunterschiede in Ermangelung eines objektiven Messdokuments schlecht erkannt und noch schlechter ausdiskutiert werden. Die SDO-Bilder jedoch sind frei von Seeingeinflüssen, werden stets vom gleichen Instrument aufgenommen und können beliebig oft konsultiert werden. Die SDO-Bilder realisieren damit einen für jedermann zugänglichen, mit Hilfe der primären Standardbeobachtungen am Normalinstrument auf die WOLFSCHE Skala eichbaren Sekundärstandard! Damit können neue Kalibrierungsmodelle entwickelt werden, welche es erlauben, den Einfluss des Instruments, der Luftunruhe und der individuellen Zählmethode besser zu berücksichtigen. Dies insbesondere natürlich auch für die als in sich homogen angesehenen Standardbeobachtungen am WOLFSCHE Normalrefraktor! Schliesslich wird mit einer Sequenz ausgezählter SDO-Bilder ein jederzeit verfügbares Archiv von Standardbeobachtungen geschaffen, welches als Schulungs- und Übungsmaterial für künftige Beobachter dienen kann. Damit könnte die langfristige Weitergabe der traditionellen Beobachtungskunst von einer Generation auf die nächste sichergestellt werden. Selbstverständlich wären erdgebundene visuelle Zählungen am eigenen Fernrohr auch in Zukunft unverzichtbar, zum einen um den primären Standard – die Eichbeobachtungen am WOLFSCHE Normalrefraktor – zu sichern, zum andern um allfällige Drifts im Sekundärstandard erkennen und korrigieren zu können.
2. Da die SDO-Bilder ohne Unterbruch durch den Tag-Nacht Zyklus alle 12 Minuten zur Verfügung stehen, kann neu auch der Einfluss der kurzfristigen Schwankungen auf die natürliche Variabilität und Genauigkeit der täglichen Aktivitätsindices untersucht werden. Dies ist insbesondere dann interessant, wenn Beobachtungen aus verschiedenen Kontinenten zu einer gemeinsamen Reihe vereinigt werden sollen, da diese naturgemäss um mehrere Stunden voneinander getrennt sind. Hierfür planen wir, die SDO-Relativzahl neu für vier jeweils 6 Stunden auseinanderliegende Zeitpunkte pro Tag zu bestimmen.
3. Die untertägige Entwicklung der Sonnenflecken, insbesondere das Auftauchen und Verschwinden extrem kurzlebiger Gruppen ist bisher weitgehend unbe-

kannt. Filme aus den SDO-Einzelbildern zeigen jedoch eine atemberaubende Dynamik in der Entwicklung der magnetischen Aktivitätsgebiete. Hier eröffnen sich für Amateure, welche bereit sind, während verschiedenen Phasen des Aktivitätszyklus jeweils für ein paar Rotationen alle verfügbaren SDO-Aufnahmen auszuwerten ein weites Betätigungsfeld. Dies reicht von der Bestimmung der mittleren Lebensdauer kurzlebiger Einzelflecken bis zur Erforschung der Bildungs- und Auflösungsprozesse ganzer Sonnenflecken-gruppen.

### Beobachtungsprogramm

Das Beobachtungsprogramm entspricht dem seit 25 Jahren bestehenden Programm zur visuellen Sonnenaktivitätsüberwachung der RUDOLF WOLF Gesellschaft – nur dass statt den Feldbeobachtungen am eigenen Instrument die 2k SDO-Bilder als Messplattformen dienen: ausgehend vom Ostrand der Sonnenscheibe werden nach und nach die



Abbildung 3: Vergleich eines Ausschnitts einer 4k Digitalaufnahme des HMI-Instruments auf dem SDO-Satelliten vom 24. März 2011 (oben) mit einer 3.5k Digitalaufnahme des Autors am TV 101/1120 mm Refraktor des Sonnenturms Uecht (unten). Der Abbildungsmassstab beträgt oben 0.5, unten 0.6 Bogensekunden pro Pixel, der offenkundige Definitionsverlust der erdgebundenen Aufnahme ist Seeing bedingt.

vorhandenen Sonnenfleckengruppen ausgeschieden und in jeder Gruppe die Anzahl Einzelflecken, Penumbren und Flecken ausserhalb der Penumbren bestimmt sowie der Entwicklungsstand nach dem modifizierten McIntosh Klassifikationschema eingeschätzt.

Die individuelle Eigenleistung des Beobachters liegt in der Ausscheidung der Fleckengruppen und in der Wahrnehmung der Einzelflecken. Bei der Suche nach Einzelflecken muss am Bildschirm mit derselben Akribie wie am Okular vorgegangen werden, da die Beobachtung ab Bildschirm ihre eigenen Tücken hat und auch das scharfe und bewusste Gesichtsfeld der Augen ähnlich wie bei der Beobachtung am Okular systematisch und gewissenhaft über das gesamte Sonnenbild geführt werden muss. Es empfiehlt sich, das HMI-Digitalbild am Bildschirm mit einer Vergrößerung zwischen 100% und 125% zu betrachten. Für die Ausscheidung der Gruppen ist die gemeinsame Entwicklung der zusammengehörenden Einzelflecken massgebend. Hierzu können nicht nur der momentane Entwicklungsstand anhand der Klassifikation sondern auch die tatsächliche Entwicklung der vergangenen Stunden und Tage zu Rate gezogen werden. Dies war den meisten Amateuren im Gegensatz zu ihren professionellen Kollegen bisher nicht möglich. Da witterungsbedingte Beobachtungslücken wegfallen, verringern sich die Unsicherheiten in der täglichen Ausscheidung der Gruppen und ermöglichen eine neue, kontinuierliche Sicht der Aktivitätsdynamik.

Für die tägliche Erfassung steht auf der Homepage der RUDOLF WOLF Gesellschaft ein Protokollblatt zur Verfügung, in das die HMI-Digitalaufnahmen hineinkopiert und die einzelnen Aktivitätskenngrössen pro Gruppe erfasst werden können. An einer datenbankgestützten Webapplikation, welche eine Verknüpfung mit zusätzlichen Identifikatoren und Kenngrössen ermöglichen soll, wird momentan noch gearbeitet.

### Neue Datenbank

Die individuellen Zählungen wurden bisher pro Beobachter einmal pro Monat auf Basis einer täglichen Zusammenfassung erfasst und ausgewertet. Für die angesprochene Entwicklung alternativer Kalibrier-

## Beobachtungen

modelle ist jedoch eine höhere Granularität der Informationsdichte nötig. Neu werden daher die einzelnen Kenngrössen pro Flecken-Gruppe erfasst. Hierzu steht auf der Homepage der RUDOLF WOLF Gesellschaft ein Kalkulationsblatt zur Verfügung, mit welchem die einzelnen Kenngrössen pro Gruppe erfasst werden können. An einer datenbankgestützten Webapplikation, welche eine online Dateneingabe ermöglichen soll, wird momentan ebenfalls noch gearbeitet.

### Machen Sie mit!

Gegenwärtig ist einiges los auf der Sonne! Gemäss meinen neuesten Prognosen wird die Sonne bereits im Juli 2012 ein Maximum mit einer Höhe von 120 Wolf erreichen – rund doppelt so hoch wie ursprünglich erwartet!

Das vorgestellte neue Beobachtungsprogramm der RUDOLF WOLF Gesellschaft bietet eine zusätzliche, sehr intensive Möglichkeit, am faszinierenden Naturschauspiel der Sonnenaktivität aktiv teilzuhaben und gleichzeitig einen unersetzlichen Beitrag zur Dokumentation und Erforschung der langfristigen Sonnenaktivität zu leisten. Im Gegensatz zur erdgebundenen visuellen Beobachtung am eigenen Instrument ist diese Art der Beobachtung

jedoch völlig ungefährlich und auch mit geringem Aufwand verbunden: Spezielle Hardware ist nicht erforderlich, ein PC oder Mac mit Internetanschluss und HD fähigem Bildschirm genügt bereits.

Auch ist keine komplizierte Bildbearbeitung oder Messwertumrechnung vonnöten. Einzige Voraussetzungen für eine erfolgreiche Teilnahme sind eine regelmässige, tägliche Bestimmung der Aktivitätsindices (Zeitbedarf rund 30 Minuten pro Beobachtung) und die Bereitschaft, sich die überlieferten Konventionen in der akribischen Zählmethodik anzueignen und gewissenhaft zu befolgen. Interessenten sind herzlich eingeladen, am Einführungskurs in die visuelle Sonnenaktivitätsüberwachung teilzunehmen, welcher am Wochenende des 25./26. Februar 2012 in Zimmerwald stattfindet. Programm und Anmeldung finden sich im Veranstaltungskalender auf der Homepage der RUDOLF WOLF Gesellschaft.

### Dr. Thomas K. Friedli

Ahornweg 29  
CH-3123 Belp  
thomas.k.friedli@bluewin.ch

## Internet

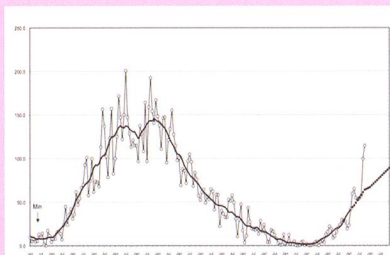
- <http://www.rwg.ch>
- <http://sdo.gsfc.nasa.gov/data/>
- <http://sdo.gsfc.nasa.gov/assets/img/browse/>

## Das «Grosse Chaos» am Himmel?

Dieser Cartoonist muss wohl eine Affinität zu den Sternbilder haben. Die finanziellen und politischen Turbulenzen in Europa hinterliessen scheinbar ihre Spuren am Himmel. Sollten Sie das Sternbild «Grosses Chaos» am Firmament sichten, ist ihm ein Platz in der ORION-Fotogalerie sicher! Hoffen wir aber lieber, dass sich die turbulenten Zeiten etwas beruhigen und Europa nicht in einem Chaos versinkt. Ein Blick ins All lässt wenigstens vorübergehend unsere Probleme vergessen. (tba)

## Swiss Wolf Numbers 2011

Marcel Bissegger, Gasse 52, CH-2553 Safnern



Beobachtete, ausgeglichene und prognostizierte Monatsmittel der WOLFSCHEN Sonnenfleckenrelativzahl

9/2011	Name	Instrument	Beob.
	Barnes H.	Refr 76	10
	Bissegger M.	Refr 100	16
	Enderli P.	Refr 102	6
	Friedli T.	Refr 40	6
	Friedli T.	Refr 80	6
	Möller M.	Refr 80	29
	Mutti M.	Refr 80	22
	Niklaus K.	Refr 250	17
	Schenker J.	Refr 120	6
	Suter E.	Refr 70	25
	Tarnutzer A.	Refr 203	16
	Von Rotz A.	Refr 130	14
	Weiss P.	Refr 82	25
	Willi X.	Refr 200	3
	Zutter U.	Refr 90	21

### September 2011 Mittel: 97.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
110	124	128	93	84	78	46	44	58	73
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
81	109	131	141	143	165	103	--	122	93
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
87	86	73	97	105	87	91	89	99	92

### Oktober 2011 Mittel: 116.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
108	117	100	132	90	78	67	67	67	72
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
106	113	137	127	139	153	154	128	132	198
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
153	168	118	127	110	109	97	98	79	99
									111

10/2011	Name	Instrument	Beob.
	Barnes H.	Refr 76	7
	Bissegger M.	Refr 100	11
	Enderli P.	Refr 102	8
	Friedli T.	Refr 40	10
	Friedli T.	Refr 80	10
	Früh M.	Refr 300	14
	Möller M.	Refr 80	26
	Mutti M.	Refr 80	17
	Schenker J.	Refr 120	7
	Suter E.	Refr 70	18
	Von Rotz A.	Refr 130	13
	Zutter U.	Auge 3	24

