

# AAVSO Anleitung zur Sonnenbeobachtung

Auflage 1.1 – Oktober 2017



## **AAVSO**

49 Bay State Road  
Cambridge, MA 02138  
phone: +1 617 354-0484  
email: [aavso@aavso.org](mailto:aavso@aavso.org)

Copyright 2017 AAVSO  
ISBN 978-939538-35-2

## Inhaltsverzeichnis

<b>Kapitel:</b>	<i>Seite</i>
1. Einleitung und Ziele	2
2. Warnhinweis	3
3. Methoden der Sonnenbeobachtung	4
4. Ausrüstung	6
5. Orientierungshilfe zu Beobachtung und Aufzeichnung, Anmerkungen	12
6. Einreichen von Beobachtungen	15
7. Sunspot classification	17
8. Referenzen	18
<b>Anhänge:</b>	
A Seeing	19
B Zürich-Klassifikation	22
C McIntosh-Klassifikation	24
D Ausrichtung und Auffinden des Sonnenäquators	25

## 1. Einleitung und Ziele

Die Sonne ist der uns am nächsten gelegene veränderliche Stern und ihre Beobachtung ist in vielerlei Hinsicht außerordentlich interessant. Die hauptsächliche Aufgabe der AAVSO Sonnen-Fachgruppe ist die Beobachtung von Sonnenflecken und Berechnung der ‘American Relative Sunspot Number’ (Amerikanische Sonnenflecken-Relativzahl). Das Programm wurde 1944 ins Leben gerufen, als das ‘Solar Committee’ (‘Sonnenkomitee’) angesichts der Schwierigkeiten zuverlässige Sonnenflecken-Zählungen aus der Schweiz während des Zweiten Weltkriegs zu erhalten, erstmalig zusammentrat. Das Programm der AAVSO zur Bestimmung der Sonnenflecken-Relativzahl stellt eine unabhängige Maßzahl für Sonnenforscher weltweit zur Verfügung.

Ziel des Programms ist es, eine lang angelegte und einheitliche Datenbank für visuelle Sonnenbeobachtungen und Sonnenfleckenaktivität zu unterhalten. Kontinuität mit älteren Aufzeichnungen erfordert Sonnenfilter und visuelle Abschätzungen.

Der Zweck des vorliegenden Leitfadens ist es, dem Leser eine Anleitung zur Hand zu geben, wie tägliche Beobachtungen von Sonnenflecken ausgeführt werden können. Hauptziel ist die Förderung und Unterstützung eines engagierten Teams von ausgebildeten und erfahrenen Sonnenbeobachtern um eine langfristig angelegte Datenbank zu gewährleisten. Ein weiteres Ziel ist die Anleitung zu sicheren Beobachtungstechniken.

### **Danksagung**

#### Erstautor:

Frank Dempsey

#### Mitautor:

Raffaello Braga

#### Mitarbeiter:

Rodney Howe, Vorsitz Sonnenkomitee

Dr. Kristine Larsen

Dr. B. Ralph Chou (*Empfehlungen zur sicheren Sonnenbeobachtung*)

Tom Fleming (*Informationen in den Anhängen*)

#### Deutsche Übersetzung:

Ilka Petermann

## 2. Sicherheitshinweis - BITTE BEACHTEN

Die Beobachtung der Sonne, insbesondere mit einem Teleskop, ist eine nicht ungefährliche Tätigkeit, die eine strikte Einhaltung von Sicherheitsvorkehrungen erfordert. Die Sonne hat einen einzigartigen Stellenwert unter den Objekten, die AAVSO Mitglieder beobachten, da sie so hell ist. Der wichtigste Grundsatz für die Beobachtung der Sonne ist daher die eigene Sicherheit. Das kann nicht genug betont werden, und sollten Sie bei einer der folgenden Ausrüstungs- und Sicherheitsempfehlungen unsicher sein, holen Sie bitte Hilfe ein, bevor Sie mit der Sonnenbeobachtung mit ihrer eigenen Ausrüstung beginnen.

***Eine direkte, selbst nur kurzzeitige, Sonnenbeobachtung durch ein Teleskop ohne Filter kann den Verlust des Augenlichts nach sich ziehen!***

Die sicherste Methode die Photosphäre der Sonne zu beobachten ist die Projektion des ungefilterten Bildes mit Hilfe eines Refraktors (siehe Beschreibung in Abschnitt 3).

**Blicken Sie niemals direkt und ohne speziell dafür vorgesehene Filter in die Sonne!**

Das hohe Risiko, das die Sonnenbeobachtung durch ein Teleskop mit sich bringt, kann auf ein akzeptables Niveau reduziert werden, wenn ein geeigneter Sonnenfilter vor die Teleskopblende angebracht wird (siehe Kapitel 3), der verhindert, dass ein Großteil der ultravioletten, sichtbaren und infraroten Strahlung ins Teleskop fällt. Sonnenfilter müssen stets FEST an das Teleskop angebracht werden.

Wenn Sie planen, die Sonne direkt zu beobachten, bringen Sie den die Blende vollständig überdeckenden Filter an Ihrem Spektiv an. Wenn Sie die normale Öffnungsblende mit einer Aperturblende verkleinert haben, befestigen Sie den Filter über der Effektivapertur (dem 'Loch'). Es sind verschiedene Materialien auf dem Markt, die den Zweck des Sonnenfilters erfüllen, wie etwa Aluminium-beschichtetes Mylar (Polyesterfilm), Nickel-Glas-Verbundstoffe und andere extra für diesen Einsatz vorgesehene Spezialfolien. Zur sicheren Benutzung eines Herschelkeils müssen stets die Herstellerhinweise beachtet werden. *Keinesfalls benutzt werden sollten ältere Bauteile wie der 'Okularsonnenfilter'.*

Behalten Sie im Hinterkopf, dass durch die starke Wärmeeinwirkung der Sonne Ihre Ausrüstung Schaden nehmen kann, wie zum Beispiel das Suchfernrohr oder Okulare mit verkitteten Elementen. Wenn Sie sich für die Projektionsmethode entscheiden, stellen Sie den Fokus weit von dem Punkt ein, den Sie zum direkten Beobachten wählen würden und refokussieren Sie langsam auf die Projektionsfläche. Es kann von Vorteil sein, Okulare älterer Bauart wie Ramsden oder Huygens zu verwenden, da diese im Gegensatz zu neueren mehrteiligen optischen Systemen keine verkitteten Komponenten aufweisen. Zu guter Letzt decken Sie den Sucher mit einer Kappe ab oder entfernen sie ihn gänzlich, wenn Sie ihr Teleskop ausschließlich zu Sonnenbeobachtungen nutzen möchten.

### 3. Methoden der Sonnenbeobachtung

Die zwei Methoden, die Sonnenoberfläche zu beobachten, sind entweder die direkte Beobachtung durch ein Teleskop, das mit einem geeigneten (eigens für diesen Verwendungszweck angefertigten) Filter, welcher die Vorderseite bedeckt, versehen ist oder die Projektion des ungefilterten Bildes auf eine freie Fläche, etwa eine Leinwand oder einen Schirm. Andere Methoden der Sonnenbeobachtung, die allerdings nicht in den Bereich der visuellen Beobachtung der AAVSO Sonnenabteilung fallen, sind Aufnahmen mit einer CCD-Kamera oder Webcam, die das Okular eines Teleskop ersetzen, oder spezielle monochromatische Sonnentelkope wie etwa ein H-Alpha-Teleskop.

Für die direkte Beobachtung wird ein Weißlichtfilter, der die Blende abdeckt, benötigt. Ein Filter schützt sowohl das Auge vor der intensiven ultravioletten, sichtbaren und infraroten Strahlung als auch das Teleskop vor starker Hitze. Durch den Filter wird das ankommende Licht so abgeschwächt, dass nur ein kleiner Bruchteil in das Teleskop einfällt. Neue Sonnenfilter entsprechen den neuen Vorgaben bezüglich ISO Standard ISO 12312-2: *2015 Augen- und Gesichtsschutz -- Sonnenbrillen und ähnlicher Augenschutz -- Teil 2: Filter zur direkten Sonnenbeobachtung*.

Die direkte Beobachtung durch einen Sonnenfilter ist die verbreitetste Methode. Die Vorteile gegenüber der Projektionsmethode liegen in der Möglichkeit selbst feine Details wahrnehmen zu können, das 'Seeing' zu beurteilen, sowie die Vermeidung einer Überhitzung des Teleskops.

**Warnung:** Es muss stets darauf geachtet werden, dass der Sonnenfilter fest auf dem Spektiv aufsitzt und nicht versehentlich bei der Ausrichtung auf die Sonne verrutscht. Darüber hinaus muss der Filter vor jeder Beobachtungsrunde auf Defekte untersucht werden.



*Sonnenfilter, der fest auf der Apertur angebracht ist.*

Für die Projektionsbeobachtung gibt es die zwei Möglichkeiten der Projektion über das Okular eines filterlosen Teleskops auf eine abgeschirmte Projektionsfläche oder die Benutzung eines sogenannten 'Sunspotters'. Eine Sonnenprojektion umgeht das Risiko direkt in die Sonne zu blicken und hat den Vorteil, dass mehrere Beobachter gleichzeitig das projizierte Abbild betrachten können.



*Okular-Projektion durch einen Refraktor unter Benutzung einer 'Hossfeld-Pyramide'.*

**Warnung:** Die Benutzung eines Teleskops ohne Filter erfordert besondere Vorsicht, da das projizierte Bild niemals unbeabsichtigt ins eigene Blickfeld oder das der Mitbeobachter geraten darf. Auch andere Bereiche des Körpers wie etwa die Hände dürfen niemals direkt in den Strahlengang geraten, da Verbrennungen die Folge sein können.

Im Allgemeinen ist eine Abbildung mit einem Durchmesser von 150 mm (6 inches) ein guter Kompromiss zwischen Bildhelligkeit und Auflösung (ein zu grosses Bild kann zu lichtschwach und kontrastarm sein, während ein zu kleines Bild die Auflösung kleiner Sonnenflecken zu sehr erschweren kann).

Eine nützliche Formel um den Abstand (in mm) zwischen Okular und Projektionsschirm so zu bestimmen, dass eine Abbildung mit 150 mm Durchmesser erreicht wird ist:

$$\text{Abstand} = f(16050/F + 1)$$

mit der Okularbrennweite  $f$  und der Teleskopbrennweite  $F$  in mm (*Quelle: "Observing the Solar System: the modern astronomer's guide" by G. North*).

Dabei bleibt zu bedenken, dass sich der scheinbare Sonnendurchmesser im Laufe des Jahres verändert (aufgrund der elliptischen Erdumlaufbahn) und der berechnete Abstand nur einen ersten Anhaltspunkt geben kann, der nachreguliert werden muss um den gewünschten Bilddurchmesser zu erhalten.

## 4. Die Ausrüstung

### *Welcher Teleskoptyp?*

Sie besitzen womöglich schon einen Refraktor, Reflektor oder ein Spiegellinsenteleskop (Schmidt-Cassegrain, Maksutov). Sie alle sind für die direkte Sonnenbeobachtung mit einem Sonnenfilter geeignet. Tatsächlich sind Refraktoren etwas zweckmäßiger und liefern schärfere und kontrastreichere Bilder als Reflektoren, bei denen kleine Beugungseffekte durch Verunreinigungen im Strahlengang auftreten können. Grundsätzlich sind aber alle Teleskope, die mit einem passenden Sonnenfilter ausgestattet sind, für Sonnenbeobachtungen geeignet.

Für die Sonnenprojektion sind Refraktoren gut geeignet, da kaum Effekte durch Ablenkungen im Lichtpfad zu erwarten sind und das Teleskop einfach mit einem Projektionsschirm zu montieren ist. Von Newtonreflektoren wird für die Projektionsmethode abgeraten. Reflektoren sind im Allgemeinen größer als die meisten kleinen Refraktoren für die Sonnenbeobachtung und konzentrieren erheblich mehr Hitze in der Brennebene, was das Schadensrisiko im Vergleich zu Refraktoren erhöht. Für Reflektoren sind viele gute Sonnenfilter erhältlich, die für die direkte Sonnenbeobachtung und nicht für eine Beobachtung mit der Projektionsmethode verwendet werden sollten.

Spiegellinsenteleskope wie Schmidt-Cassegrain-Teleskope sollten nicht benutzt werden, da sich die geschlossenen Tuben stark aufheizen und verkittete Elemente und Halterungen (etwa für den Zweitspiegel) Schaden nehmen können. Ebenso können Okulare mit verkitteten Bauteilen durch starke Hitze beschädigt werden. Ebenso sollte von Okularen mit integriertem Raster abgesehen werden, da jenes im intensiven, fokussierten Licht schmelzen kann.

### *Welche Aperturblende?*

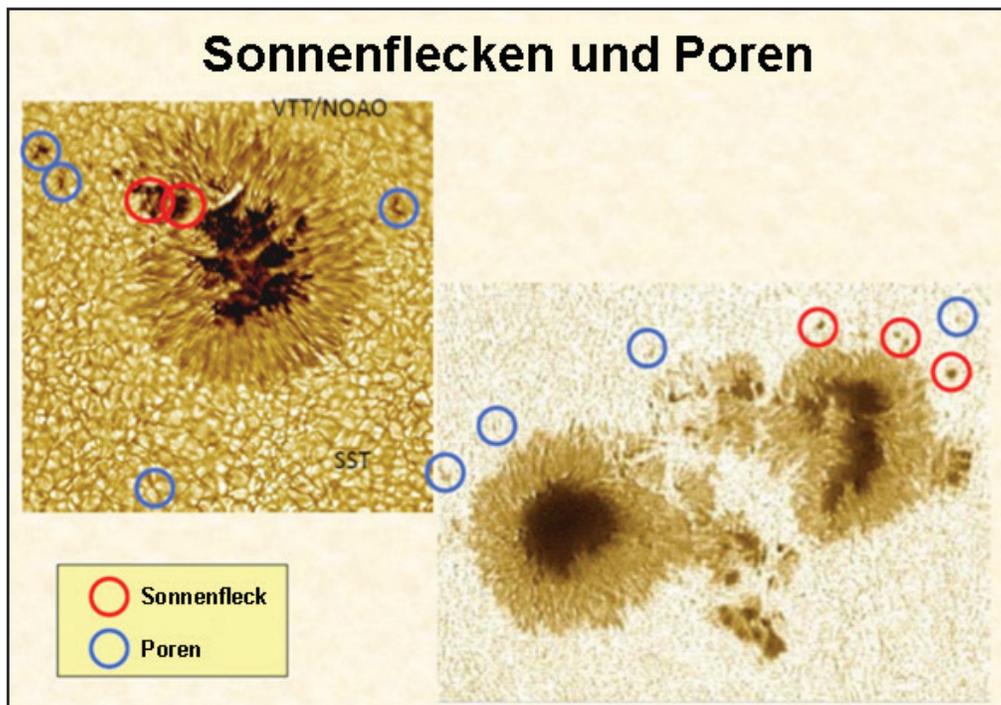
Eine große Öffnungsweite wird im Allgemeinen nicht benötigt, Blenden im Bereich von 50-80 mm sind völlig ausreichend. Interessanterweise war das Teleskop, das für tägliche Sonnenfleckenmessungen von Rudolf Wolf und seinen Nachfolgern in Zürich verwendet wurde, ein 80 mm Refraktor. Bei Öffnungsweiten größer als 100-125 mm schränken oft Atmosphärenturbulenzen die Sicht ein. Sollte das 'Seeing' für einen Beobachtungsbereich im Bogensekundenbereich (oder besser) liegen, könnte allerdings eine Apertur von 125 mm angebracht sein, da die Sonne dann mit Bogensekunden-Auflösung beobachtet werden kann. Öffnungsweiten kleiner als 125 mm haben eine Auflösung, deren theoretischer Wert größer als eine Bogensekunde ist, doch die meisten Beobachter haben ohnehin Sichtverhältnisse, die schlechter ist als eine Bogensekunde. Grundsätzlich ist somit jedes Teleskop geeignet, das dem Amateur-Astronomen zur Verfügung steht. Beobachter der AAVSO Sonnenabteilung, die Sonnenflecken-Zählungen einreichen, arbeiten mit Öffnungsweiten im Bereich 40 bis 200 mm.

Bei der Anschaffung eines Refraktors für die Beobachtung mit der Projektionsmethode oder durch einen Herschelkeil sollte darauf geachtet werden, dass das Teleskop keine Plastikbauteile nahe dem

Objektivbrennpunkt hat, wie es oft bei kostengünstigen Refraktoren aus dem Kaufhaus der Fall ist. Im Allgemeinen haben 100 mm achromatische Refraktoren eine ordentliche Optik und keine Plastikteile, während apochromatische Refraktoren kleinerer Bauweise oft sogar besser sind und sich gut für die Sonnenbeobachtung eignen. Bei der Projektionsmethode kann eine Öffnungsweite von mehr als 80 bis 100 mm zu Problemen führen, da sich das Gerät so stark aufheizt, dass die Abbildung getrübt wird.

### ***Welche Vergrößerung?***

Die Vergrößerung spielt eine wichtige Rolle bei der Zählung von Sonnenflecken, wobei Sichtbedingungen die maximale Vergrößerung entweder begrenzen oder bei sehr gutem Seeing einen hohen Faktor zulassen können. Eine allzu starke Vergrößerung kann dazu führen, dass Beobachter kurzlebige 'Poren' (die nicht mitgerechnet werden sollten) anstelle von größeren Sonnenflecken mitzählen. Poren sind zufällige, intergranuläre Punkte, die als kleine Flecken ohne Penumbra auftauchen, sich rasch verändern (mit typischen Lebensdauern unter einer Stunde, die von der Granulationsdynamik abhängig sind) und in manchen Fällen die Position neuer Sonnenflecken markieren. Beobachter sollten sich mit dem Erscheinungsbild von Poren vertraut machen, um sie nicht mit Sonnenflecken zu verwechseln.



*Veranschaulichung von Sonnenflecken und Poren. (Bildnachweis: Frédéric Clette.)*

Poren erscheinen verschwommen, zeigen wenig Kontrast, keinen klar abgegrenzten Rand und sind nicht völlig schwarz, während echte Sonnenflecken eine scharfe Kontur, hohen Kontrast und einen dunklen Kern aufweisen. Bei ungenügender Vergrößerung kann es schwierig werden,

diese Charakteristika voneinander zu unterscheiden. Die Abbildung unten verdeutlicht den Unterschied zwischen Sonnenflecken und Poren. Je stärker die Vergrößerung, desto klarer werden kleine Sonnenflecken und Poren bei gutem Seeing aufgelöst, allerdings steigt auch das Risiko, dass Poren als echte Sonnenflecken angenommen werden. Andererseits ist eine mittlere bis hohe Vergrößerung aber nötig, um klar zwischen den beiden unterscheiden zu können.

Ein guter Ansatz ist es, die Sonnenscheibe bei mehreren verschiedenen Vergrößerungen zu untersuchen. Wählen Sie geringe (40-50x) und mittlere Vergrößerung (60-70x) um die gesamte Scheibe zu überblicken und die Hauptgruppen der Sonnenflecken und ihre Strukturen erkennen zu können. Wenn das Seeing es erlaubt, wählen Sie eine starke Vergrößerung (80-90x) um kleinere Gruppen sicher zu identifizieren und eine exakte Zählung der Sonnenflecken vorzunehmen, und dabei Poren zu erkennen und auszuschließen.

Als Orientierungshilfe kann angenommen werden, dass die Vergrößerung, die es erlaubt, alle Details im Teleskopbild zu erkennen, in etwa der Hälfte der Apertur in mm entspricht, in Realität ist es etwas mehr, etwa das 1.5fache des Wertes, z. B. also 60fach für eine 80 mm Apertur, was als Richtgröße für Sonnenfleckenzählungen angenommen werden kann. Wenn man annimmt, dass der kleinste auflösbare Sonnenfleck eine scheinbare Größe von 3 arcsec hat, dann wird die Zählung nicht maßgeblich von der Apertur bestimmt, da ein 80 mm Refraktor bereits 1.5 arcsec auflösen kann, was weniger ist als durchschnittliche Beobachtungsbedingungen zulassen (typischerweise 2 arcsec).

### ***Wie berechnet sich die Vergrößerung?***

Die Vergrößerung wird berechnet als Quotient der Brennweite des Objektivs und der Brennweite des Okulars, oder als Formel:

$$\text{Vergrößerung} = (\text{Brennweite des Objektivs}) / (\text{Brennweite des Okulars})$$

Beispiel: Ein Teleskop mit einer Brennweite von 1000 mm und einem Okular mit einer Brennweite von 20 mm hat eine Vergrößerung  $V = (1000 \text{ mm}) / (20 \text{ mm}) = 50$ .

Oder unter Verwendung der Blendenöffnung von Objektiv und der Blendenzahl berechnet sich die

$$\text{Vergrößerung } V = [(\text{Apertur}) \times (\text{Blendenzahl})] / (\text{Brennweite des Okulars})$$

Beispiel: Ein Teleskop mit einer Apertur von 80 mm, Blendenzahl f/8 und einem Okular mit einer Brennweite von 10 hat eine Vergrößerung  $V = [(80 \text{ mm}) \times 8] / (10 \text{ mm}) = 64$

Ein hilfreicher Online-Rechner findet sich unter:

<http://www.skyandtelescope.com/observing/skyandtelescope-coms-scope-calculator/>

## ***Welcher Filter?***

Sonnenfilter bestehen aus einem Metallüberzug auf einem Glas- oder Mylar-Untergrund. Weitverbreitet sind Filter der Hersteller 'Baader Planetarium' (AstroSolar Safety Film) oder 'Thousand Oaks Optical'. Ältere, zuverlässige Filter stammen von 'Roger Tuthill Co.', von denen einige noch im Umlauf sind. Von größter Wichtigkeit bei der Benutzung eines Filters ist ein passgenauer, sicherer Sitz auf der Aperturblende, der vor jeder Beobachtungsrunde genau überprüft wird. Eine gute Hilfestellung bei der Auswahl eines Sonnenfilters bietet zum Beispiel die (englische) Seite <http://oneminuteastronomer.com/999/choose-solar-filter>.

**Warnung:** Okularsonnenfilter sollten niemals verwendet werden! Sie wurden früher oft als Zubehör zu kostengünstigeren Teleskopen beigelegt und sind teilweise immer noch im Umlauf. Ihre Nutzung ist sehr gefährlich, da das fokussierte, intensive Sonnenlicht den Filter zerstören kann. Okularsonnenfilter sollten umgehend entsorgt werden, damit sie nicht von einem möglicherweise unerfahrenen Nutzer aus Versehen verwendet werden.

**Warnung:** Die Öffnung des Teleskops sollte immer von der Sonne wegzeigen, wenn der Staubschutz entfernt und der Sonnenfilter angebracht wird. Der Filter muss vor jedem Gebrauch und noch vor dem Anbringen an das Teleskop auf Schäden untersucht werden.

Ein Ablauf in drei Schritten wird empfohlen:

1. Optische Untersuchung des Filters auf Sprünge oder Abplatzer im Metallüberzug
2. Halten Sie den Filter gegen das Sonnenlicht und blicken Sie durch den Filter (gehen Sie sicher, dass Sie auch tatsächlich durch den Filter schauen). Wenn Sonnenlicht den Filter durch Schadstellen passiert, die größer als ein Nadelstich sind, sollte der Filter sofort entsorgt werden. Kleinere defekte Stellen können möglicherweise repariert werden. Einige Reparaturtipps finden sich auf der Website von 'Thousand Oaks': <http://www.thusandoaksoptical.com/tech.html>).
3. Wenn der Filter angebracht und das Teleskop auf die Sonne ausgerichtet ist (siehe weiter unten), blicken Sie durch den Diagonalspiegel bevor Sie das Okular einsetzen. Mögliche Defekte zeigen sich als helle Flecken im unfokussierten Bild.

**Warnung:** Der Sucher sollte stets bedeckt oder entfernt werden, wenn das Teleskop auf die Sonne ausgerichtet wird, sowohl bei direkter als auch bei Projektionsbeobachtung.

## ***Wie richte ich das Teleskop auf die Sonne aus?***

Die Ausrichtung des Teleskops auf die Sonne kann verhältnismäßig einfach durch Minimierung des Teleskopschattens auf dem Boden oder einer ebenen Fläche wie etwa einer Wand oder selbst der Hand vorgenommen werden. Beginnen Sie mit einer groben Orientierung des Teleskops in Richtung der Sonne (mit aufgesetztem Filter, falls einer verwendet werden soll) und bewegen

Sie es in kleinen Schritten, bis der Schatten sein Minimum erreicht hat; wenn Sie mit der Projektionsmethode arbeiten wollen, sollte das Bild auf dem Bildschirm erscheinen, sobald das Teleskop korrekt ausgerichtet ist. Wenn ein Sonnenfilter benutzt wird, blicken Sie durch den Okulartubus (mit sicher aufgesetztem Filter) ohne das Okular selbst und stellen Sie das Bild so ein, dass es etwa mittig fokussiert ist. Das Bild der Sonne sollte dann grob im Sichtfeld eines Okulars niedriger Vergrößerung erscheinen.

Manche Beobachter finden auch einen Sucher in Form einer ‘Lochkamera’ sehr hilfreich (z.B. Tele Vue’s Sol Searcher).



*Ausrichtung des Teleskops auf die Sonne durch Minimierung des Schattens.*

### ***Welche Teleskopmontierung wird benötigt?***

Jede Montierung, die das Teleskop für kurze Zeit stabil hält, ist geeignet (azimutale Montierung, Kamerastativ, äquatoriale Montierung mit oder ohne Nachführung). Montierungen ohne Nachführung können so ausgerichtet werden, dass die Sonne sich über das Sichtfeld bewegt, und dann in kurzen Abständen nachjustiert werden. Das kann zwar gerade bei hoher Vergrößerung etwas knifflig sein, wird aber mit etwas Übung leichter zu handhaben. Montierungen ohne Nachführung sind für Anfänger durchaus geeignet, doch Montierungen mit automatischer Nachführung vereinfachen den Prozess, insbesondere bei hoher Vergrößerung und wenn Flecken oder Gruppen der Nord- oder Südhemisphäre zugeordnet werden sollen. Die nötigen Angaben zur Nachführung sind bei manchen computergestützten Geräten enthalten, sie sind jedoch für die wenigen Minuten der täglichen Beobachtung entbehrlich.

### ***Der ‘Sunspotter’***

Ein sicherer und einfacher Weg zur Sonnenbeobachtung wird von ‘Learning Technologies, Inc.’ in Form eines hölzernen Kepler-Teleskops mit gefaltetem Strahlengang angeboten.

Durch eine Spiegelkombination projiziert das Instrument durch eine 62 mm Objektivlinse (abgeblendet 57 mm) eine helle, 85 mm im Durchmesser messende Abbildung der Sonne auf einen Schirm. Die Vergrößerung ist 56-fach. Der Sunspotter ist einfach auf die Sonne auszurichten

und besteht aus zwei Teilen. Ein dreieckiges Bauteil, das die optischen Komponenten enthält, ist drehbar gelagert und erlaubt so die Anpassung des Höhenwinkels in einer bogenförmiger Wiege, die die Einstellung des Horizontalwinkels ermöglicht (bei Aufstellung auf einer ebenen, horizontalen Fläche). Nach Ausrichtung der Wiege auf den Sonnenazimut, kann das Dreiecksbauteil hoch und runter justiert werden, bis die optische Achse genau zur Sonne zeigt. Ein Sonnenuhrzeiger auf der Vorderseite erlaubt eine erste grobe Ausrichtung, die Feineinstellung erfolgt durch eine Orientierung des Teleskops, nach der das Sonnenlicht durch zwei kleine Löcher (beidseitig am Objektiv) fällt und an zwei Kerben auf beiden Seiten des Hauptspiegels ausgerichtet wird. Weiterführende Informationen zu Anwendung und Nutzung des ‘Sunspotters’ finden sich bei Larsen (2013). Der Sunspotter eignet sich gut zur Einführung in die Beobachtungen von Sonnenflecken, Teleskope bieten aber mehr Möglichkeiten für unterschiedliche Vergrößerungen und detailliertere Beobachtungen.



*“Sunspotter” Teleskop*

*(Bildnachweis: <https://www.scientificsonline.com/product/sunspotter>)*

## 5. Beobachtung und Richtlinien zur Einreichung von Daten

Eine Beobachtungsrunde besteht aus der Zählung der Sonnenflecken und Gruppen von Sonnenflecken und der Aufzeichnung jener Werte zusammen mit Datum, Zeit und dem 'Seeing'.

Als erstes soll die Bedeutung der Sonnenflecken-Gruppen herausgestellt werden und wie Beobachter bei der Zählung vorgehen sollten. Gruppen von Sonnenflecken haben einen höheren Stellenwert als einzelne Flecken und werden daher mit einem Faktor 10 in der 'Wolf'schen Relativzahl' gewichtet, die für die Berechnung der 'Amerikanischen Sonnenflecken-Relativzahl' herangezogen wird. Sonnenflecken-Gruppen stehen in enger Beziehung zu den Gebieten mit hoher Sonnenaktivität. Im Gegensatz dazu sollten sehr kleine Sonnenflecken, die nur mit starker Vergrößerung zu erkennen sind, nicht mitgezählt werden. Die Wolf'sche Relativzahl der täglichen Beobachtung wird aus der Anzahl der Einzelflecken (s) und der Anzahl der Sonnenflecken-Gruppen (g) berechnet:

$$W = 10 * g + s$$

Folglich ist die korrekte Abschätzung der Gruppen entscheidender als die Zählung einzelner Flecken.

Die Ausrichtung des Sonnenäquators sollte wenn möglich vor der Sonnenflecken-Zählung bestimmt werden, sodass Gruppen korrekt der nördlichen oder südlichen Hemisphäre zugeordnet werden können. Dies ist zwar nicht zwingend nötig und der monatliche Bericht kann auch ohne die Zuordnung der Hemisphäre eingereicht werden, doch erfahrenere Beobachter sollten sich der bevorzugten Ost-West-Ausrichtung der Sonnenflecken-Gruppen bewusst sein und dass sie vorangehende und nachfolgende Flecken aufweisen können. Anderenfalls können unerfahreneren Beobachter Fehler bei der Gruppen-Zählung unterlaufen. Details zum Auffinden der Orientierung der Sonne finden sich in Anhang D.

Beginnen Sie die Beobachtungsrunde indem Sie sich einen Überblick über die Sonnenscheibe bei unterschiedlichen Vergrößerungen verschaffen. Wählen Sie eine geringe (40x-50x) und mittlere Vergrößerung (60x-70x) um die ganze Scheibe zu betrachten und die wichtigsten Gruppen und deren Strukturen zu identifizieren. Wenn das Seeing es erlaubt, kann anschließend eine starke Vergrößerung (80x-90x) gewählt werden um kleine Gruppen zu erkennen und eine korrekte Zählung vorzunehmen. Beobachten Sie die Randgebiete aufmerksam, da dort oft Sonnenflecken zu finden sind, die bei einer flüchtigen Suche übersehen werden können. Vergewissern Sie sich, dass sie alle Gruppen und Einzelflecken mitzählen. Machen Sie mehrere Suchdurchläufe um sich plötzlich verbessernde Sichtbedingungen auszunutzen. Überprüfen Sie auch die Faculae (Sonnenfackeln) auf kleine Sonnenflecken.

Nehmen Sie dann die Ihre beste Abschätzung der Anzahl von Flecken und Gruppen vor, wobei an manchen Tagen die Entscheidung, ob bestimmte Flecken einer Gruppe zugehörig sind oder nicht, etwas willkürlich sein kann. Eine Hilfestellung können hierbei verschiedene Internetseiten bieten, um die Entwicklung von Sonnenflecken-Gruppen zu verfolgen und sich mit deren Verlauf vertraut zu machen. Der Anfänger kann jene Abbildungen auch als Referenz nehmen, um sicherzugehen, dass auch kleinen Sonnenflecken Rechnung getragen wird. Verschiedene Quellen im Internet bieten hervorragende Möglichkeiten, um die Entwicklung von Sonnenflecken und Gruppen zu verfolgen, da Satelliten und Sonnenobservatorien die Sonne kontinuierlich in unterschiedlichen Wellenlängen beobachten; keinesfalls sollten diese Informationen aber die eigene Zählung beeinflussen, da das Programm der AAVSO darauf ausgelegt ist, dass geschulte Beobachter auf lange Sicht gesehen einen unabhängigen Datensatz zusammentragen. Webseiten, die aktuelle Bilder der Sonnenphotosphäre zur Verfügung stellen sind zum Beispiel <https://sohowww.nascom.nasa.gov/sunspots/>, <https://sdo.gsfc.nasa.gov/> oder <http://solarham.net>.

Es ist hilfreich für den Beobachter, die Rotation der Sonne zu erkennen und zu verstehen, um die Bewegung der Sonnenflecken nachvollziehen zu können. In erster Näherung kann man sagen, dass die Bewegung der Sonnenflecken über die Sonnenscheibe die Rotation der Sonne abbildet und es ist möglich, dass einmal beobachtete Sonnenflecken nach einer vollen Umdrehung nach 27 Tagen wieder an derselben Position erscheinen. Genauer betrachtet rotiert die Sonne schneller am Äquator (etwa 24.5 Tage) und langsamer in höheren Breiten (mehr als 30 Tage in den Polregionen). Diese differentielle Rotation ist zwar erkennbar, doch wird eine Rotationsperiode von 27 Tagen allgemein angegeben, wenn Sonnenflecken beobachtet werden, da ihre typische Lage von etwa 26 Grad nördlich oder südlich mit diesem Wert gut übereinstimmt. Die Rotationsrate variiert, da die Sonne aus einem gasförmigen Plasma besteht. Die Beobachtung eines kompletten Sonnenfleckenzyklus zeigt einen Breiteneffekt (Schmetterlingsdiagramm oder Spörers Gesetz): Sonnenflecken entstehen zuerst in mittlerer heliografischer Breite und verschieben sich dann sukzessive in Richtung des Äquators (siehe etwa <https://solarscience.msfc.nasa.gov/SunspotCycle.shtml>). Sonnenbeobachter werden schnell feststellen, dass die Sonnenphysik ein faszinierendes Gebiet ist und die Sonne ein hochinteressanter veränderlicher Stern! Die Webseite der NASA (siehe Anhang) stellt viele wertvolle Informationen zur Sonnenrotation und anderen Faktoren, die die Beobachtung beeinflussen können, zur Verfügung.

Ein Verständnis der Zürich und McIntosh Klassifikation von Sonnenfleck-Gruppen (siehe Anhang) kann helfen, jene besser zu erkennen und einzuordnen.

### ***Abschätzen des ‘Seeings’***

Das ‘Seeing’ (engl. ‘Sehen’) beschreibt die Unschärfe eines Beobachtungsbilder durch Turbulenzen und Dichteschwankungen in der Erdatmosphäre. Gutes Seeing ergibt ruhige Bilder während akzeptables oder schlechtes Seeing zu verschwommenen, unscharfen Bildern führt. Das

Seeing muss für jede Beobachtungsrunde erfasst und aufgezeichnet werden, daher muss jede/r BeobachterIn eine eigene Abschätzung vornehmen, ob unter hervorragenden, guten, akzeptablen oder schlechten (excellent, good, fair, poor) Bedingungen beobachtet wurde. Natürlich sollten Sie sich bemühen, bei hervorragendem Seeing zu beobachten, allerdings kann dieser Umstand nur selten gegeben sein. Da Sonnenbeobachtungen unter exzellenten Bedingungen präziser werden, soll auf die unterschiedlichen Faktoren, die die Beobachtung beeinflussen, in Anhang A dieser Anleitung noch genauer eingegangen werden.

### ***Wann beobachten***

Eine tägliche Beobachtung zur gleichen Uhrzeit, wenn möglich noch unter exzellenten oder guten Bedingungen, wäre natürlich wünschenswert. Beobachtungen bei hohem Sonnenstand minimieren Absorption und Verzerrungen in der Erdatmosphäre, allerdings kann die Erwärmung des Erdbodens oder von nahe gelegenen Gebäuden das Seeing wiederum verschlechtern. Viele Beobachter wählen daher die Morgenstunden kurz nach Sonnenaufgang. Weiterführende Informationen zum Seeing finden sich im Anhang A.

## 6. Einreichen von Beobachtungen

Zum Einreichen von Beobachtungen steht die AAVSO-Software ‘SunEntry’ zur Verfügung. Nach Eingabe von Beobachtercode und Passwort (oder einer Erstregistrierung als Beobachter), müssen Datum, Zeit, Seeing und die Anzahl der Sonnenflecken-Gruppen und einzelnen Flecken eingegeben werden. Der Screenshot unten zeigt die Eingabemaske. Optional ist die Angabe der Anzahl von nördlichen oder südlichen Gruppen, dazu ist allerdings vorher das Auffinden des Sonnenäquators und der Orientierung der Sonne nötig. Einige Informationen dazu finden sich im Anhang D.

The screenshot shows the SunEntry software interface. At the top, the title bar reads "SunEntry - Data Entry Program for Sunspots - Version 2.0 (last update: 2 September 2016)". The menu bar includes "SunEntry", "File", "Header", "View data", and "Help".

The main interface is divided into several sections:

- Observer and Count:** "Observer: DEMF" and "Observation count: 3".
- Date/Time (UT):** Fields for Year (2017), Month (Feb), Day, Hour, and Minute.
- Solar Data:** Fields for Seeing, Groups, Spots, Wolf, and Remarks.
- Add Button:** A blue button labeled "Add" to submit the entry.
- Report Table:** A table with columns: Day, See, UT, g, s, W, ng, sg, ns, ss, cg, cs, Obs., and Remarks. It contains three rows of data.
- Bottom Buttons:** "Upload to database", "Save to text file", "Remove selected row(s)", "Clear all", and "Quit".

Day	See	UT	g	s	W	ng	sg	ns	ss	cg	cs	Obs.	Remarks
01	G	1515	2	4	24							DEMF	high thin cloud
16	G	1745	0	0	0							DEMF	
26	G	1500	1	1	11							DEMF	turbulent limb otherwise good seeing

Wenn Sie das Einreichen Ihrer Beobachtungen in die AAVSO Datenbank vorbereiten, vergewissern Sie sich noch einmal, dass die Wolf'sche Relativzahl korrekt bestimmt wurde. Ihr Ergebnis muss mit jenem der SunEntry Software übereinstimmen, was somit eine einfache Überprüfung erlaubt. Kontrollieren Sie Ihre Beobachtungen ein weiteres Mal bevor Sie sie einreichen; reichen Sie keine Daten ein, bei denen Sie sehr unsicher sind. Im Feld 'Remarks' (Anmerkungen) können Kommentare eingetragen werden, wie etwa 'Beobachtung mit Wolken', 'diesig', 'dunstig und mit Turbulenzen', 'Turbulenzen am Sonnenrand' oder ähnliches.

Reichen Sie Ihre Beobachtungen möglichst zeitnah ein. Bedenken Sie, dass alle Daten, die im 'Solar Bulletin' erscheinen sollen, beim Vorstand der Sonnen-Arbeitsgruppe bis zum zehnten des darauffolgenden Monats eingehen müssen. Je nach persönlicher Vorliebe können Beobachtungsdaten täglich oder einmal monatlich eingereicht werden.

## 7. Klassifikation von Sonnenflecken

Um die verschiedenen Entwicklungsphasen von Sonnenflecken, sowohl einzelnen als auch in Gruppen, zu dokumentieren wurden unterschiedliche Klassifikationen entwickelt. Eine davon, die Zürich Klassifikation, wurde viele Jahre für visuelle Beobachtungen verwendet, bis Kommunikations- und andere Satellitenmissionen verbesserte Möglichkeiten zur Vorhersage von Sonneneruptionen erforderten. Von Patrick McIntosh wurde eine überarbeitete Version der Zürich Klassifikation konzipiert, die die Penumbra des größten Flecks einer Gruppe und die Verteilung der Einzelflecken einer Sonnenfleckengruppe berücksichtigt. Dieses detailliertere Schema liefert damit mehr Informationen zur verbesserten Vorhersage von Sonneneruptionen. Weitere Klassifikationen werden im 'Solar Astronomy Handbook' von Beck et al. (siehe Literaturangaben) behandelt, sowie auf der Webseite <https://www.aavso.org/sites/default/files/SemSunspotsClassV3s.pdf>. Wenn auch nicht unbedingt erforderlich für den AAVSO Sonnenbeobachter, können sowohl die Zürich als auch die McIntosh Klassifikation zu einem besseren Verständnis der jeweiligen Phase eines Sonnenflecks in seinem Entwicklungsverlauf beitragen, wie in den Anhangen B und C gezeigt.

Die AAVSO verwendet die Zürich Klassifikation seit 1924 und da es das Hauptanliegen der AAVSO Sonnenabteilung ist, eine konsistente, langangelegte Sonnenfleckenzählung und deren Dokumentation zu unterhalten, ist es für neue Beobachter ratsam, sich zuerst mit der Zürich Klassifikation vertraut zu machen, bevor andere Schemata verwendet werden. Obwohl andere Vereine von Amateur-Astronomen die McIntosh Klassifikation nutzen, sollten AAVSO Beobachter auf die Zürich Klassifikation zurückgreifen, um eine beständige Dokumentation zu gewährleisten. Mehr Informationen über den Wert der langangelegten Dokumentation der AAVSO Sonnenflecken Zählungen finden sich unter <https://www.aavso.org/dances-wolfs-short-history-sunspot-indices>, sowie in den Literaturangaben am Ende des Artikels.

## 8. Literaturangaben

### Bücher und Artikel:

*Guidelines for the Observation of White Light Solar Phenomena (A Handbook of the Association of Lunar and Planetary Observers Solar Section)*, edited by Jenkins, J., 2010. (also available online at [http://www.alpo-astronomy.org/solarblog/wp-content/uploads/wl\\_2010.pdf](http://www.alpo-astronomy.org/solarblog/wp-content/uploads/wl_2010.pdf)).

*How to Observe the Sun Safely (2nd edition)*, Macdonald, L., Springer-Verlag New York, 2012, ISBN: 978-1-4614-3824-3.

*Monitoring Solar Activity Trends With a Simple Sunspotter*, Larsen, K., 2013 JAAVSO Vol. 41

*Observer's Handbook of the RASC 2017*, Royal Astronomical Society of Canada, Webcom Inc., 2016.

*Observing the Solar System: the modern astronomer's guide*, North, G., Cambridge University Press, 2012. ISBN: 978-0521897518.

*Observing the Sun*, Taylor, P., Cambridge University Press, 1991. ISBN: 978-0-52105-636-6.

*Solar Astronomy Handbook*, Beck, Hilbrecht, Reinsch and Volker, Willmann-Bell Inc., 1995. ISBN: 978-0-94339-647-7.

*Solar Sketching: A Comprehensive Guide to Drawing the Sun*, Rix, E., Hay, K., Russell, S. and Handy, R., Springer Publishing, 2015. ISBN: 978-1-49392-900-9

*The Sun and How to Observe It*, Jenkins, J., Springer Publishing, 2009. ISBN: 978-0-38709-497-7.

### Webseiten:

NASA solar science website: <https://solarscience.msfc.nasa.gov/SunspotCycle.shtml>

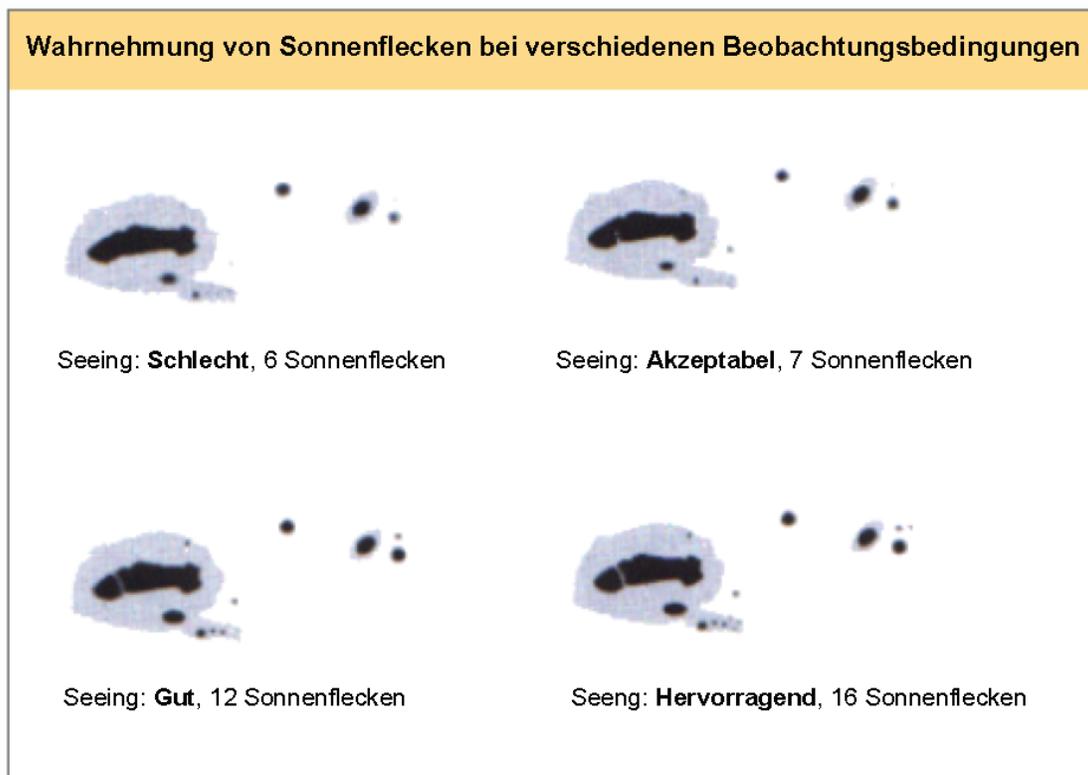
## Anhang A - Seeing oder Beobachtungsbedingungen

(Anm.: Auszug aus <https://www.aavso.org/atmospheric-seeing-conditions-solar-observing>)

### Atmosphärenbedingungen - Beitrag von Tom Fleming (FLET)

Berichte und Beobachtungsdaten, die bei der AAVSO eingereicht werden, nutzen das Bewertungssystem für das Seeing aufgrund von atmosphärischen Turbulenzen: schlecht, akzeptabel, gut, hervorragend.

Die Abbildung unten verdeutlicht, wie dieselbe Sonnenfleckengruppe unter diesen vier Bedingungen zu sehen wäre. Natürlich kann solch eine -naturgemäß stillstehende- abgedruckte Aufnahme die granulösen Turbulenzen der Atmosphäre nicht wiedergeben, welche 'schlechte' Beobachtungsbedingungen bedeuten würden. Daher repräsentieren die beiden Abbildungen für schlechte und akzeptable ('Poor' und 'Fair') Bedingungen ein zeitliches Mittel über mehrere Sekunden.



Die Abbildung mit 'schlechtem' Seeing zeigt drei Sonnenflecken innerhalb der Penumbra ('Halbschatten'), drei Flecken sind rechts daneben zu erkennen. Weitere Flecken lassen sich erahnen, Turbulenzen verhindern aber deren Verifizierung. Verbessert sich die Sicht auf 'akzeptables' Niveau, wird ein Sonnenfleck rechts neben der Penumbra sichtbar. Bei 'gutem' Seeing lassen sich zahlreiche weitere Flecken ausmachen, vier in der Penumbra (der größte hat sich in zwei Flecken 'aufgeteilt', da eine durchgehende Trennung zu sehen ist, mit jeder Art

von Verbindung würde der Fleck weiterhin als Einzelfleck zu zählen sein), sowie ein kleiner Sonnenfleck zusätzlich in der Penumbra. Unter 'exzellenten' Bedingungen schließlich lassen sich alle 16 Sonnenflecken identifizieren.

Im Allgemeinen sind 'schlechte' und 'hervorragende' Beobachtungsbedingungen selten, 'akzeptables' und 'gutes' Seeing machen den Großteil der Sichtverhältnisse aus. Die Unruhe in der Abbildung der Randbereiche der Sonne ist zumeist ein gutes Maß für das Seeing. Weniger erfahrene Beobachter mögen sich fragen, wie sie 'hervorragendes' Seeing identifizieren können. Als Vergleich sei hierzu die Betrachtung einer Münze auf dem Grund eines Schwimmbeckens, etwa in einem Meter Tiefe, herangezogen: Die Münze ist als solche zu erkennen, wegen Wasserbewegung und Wellen lässt sich aber nicht ausmachen aber ob 'Kopf' oder 'Zahl' oben liegt. 'Hervorragende' Sicht würde man nun erhalten, wenn man eine Schwimmbrille aufsetzt und den Kopf unter Wasser hält. So würde man nicht nur erkennen, welche Seite der Münze oben liegt, sondern auch Details wie etwa das Prägedatum oder Reflexionen von Kratzern sehen können. Ähnlich würden dann zum Beispiel Einzelheiten in der Penumbra von großen Sonnenflecken sichtbar werden. Ein ausgedehnter Sonnenfleck unter durchschnittlichen Sichtbedingungen kann sich etwa als eine Ansammlung von mehreren Einzelflecken herausstellen.

Im folgenden Abschnitt sollen einige Gegebenheiten, welche das Seeing beeinflussen, genauer erläutert werden und Vorschläge zur Verbesserung der Sichtbedingungen gemacht werden.

### **Details zu Sichtbedingungen**

Turbulenzen sind das Ergebnis von sich mischenden Luftmassen unterschiedlicher Temperatur. Die Ursachen der ungleichen Temperaturverteilung sind sehr zahlreich, manche können wir beeinflussen, andere entziehen sich unserer Kontrolle.

*Örtliche Bedingungen:* Turbulenzen können im Tubus des eigenen Teleskops auftreten. Planen Sie daher vor Ihrer Beobachtungsrunde genug Zeit ein, um das Teleskop an die Umgebungstemperatur anzugleichen. Bedenken Sie bei der Wahl des Beobachtungsortes folgende Faktoren: Vermeiden Sie Standorte in der Nähe von Mauern oder Zäunen, da deren Flächen sich maximal aufheizen, wenn die Sonne am Horizont steht (allgemein ein bevorzugter Beobachtungszeitpunkt). Ähnliches gilt für Dächer oder gepflasterte Gehwege. Allgemein gesprochen helfen Orte mit Bäumen oder Grasflächen die Luft zu stabilisieren. Beobachtungen über größeren Wasserflächen bieten oft die besten Sichtbedingungen (siehe etwa das 'Big Bear Observatory' im Norden des Big Bear Lake im US-Bundesstaat Kalifornien). Ein hochgelegener Standort, 1500 Meter oder mehr, ist ebenso vorteilhaft. Wetterfronten bringen regelmäßig Turbulenzen mit sich, wenn warme Luft mit kühler oder kalter Luft ersetzt wird. Kurz nach dem Vorbeiziehen der Wetterfront gibt es allerdings einen kurzen Abschnitt, in dem die Luft ruhig ist.

Wenn die letzten Wolken an der Sonne vorbeigezogen sind, kann es zu guten Sichtbedingungen kommen; das Zeitfenster liegt hier bei etwa 10-15 Minuten.

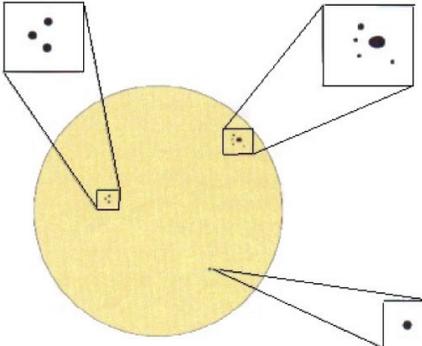
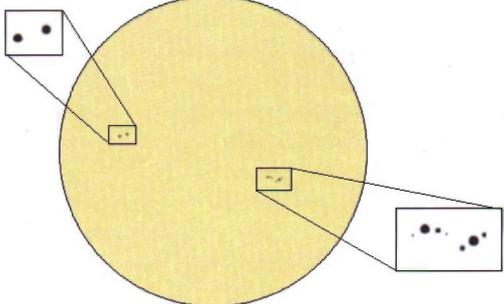
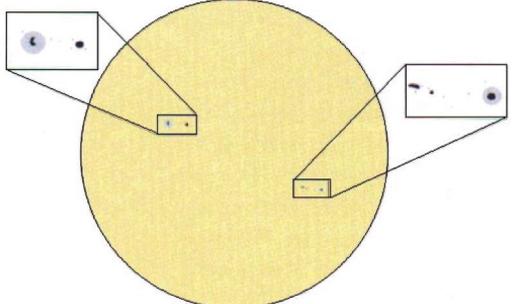
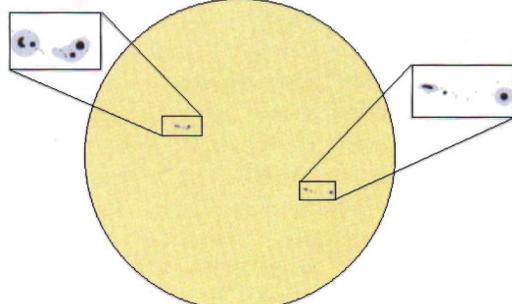
Die Beobachtung der Randgebiete der Sonnenscheibe gibt zahlreiche Hinweise, welches Seeing zu erwarten ist. Größere wellenartige Bewegungen, die die Sonnenscheibe in Sekundenbruchteilen überqueren, können örtlichen Umständen geschuldet sein - diese ungünstigen Bedingungen am Beobachtungsort können aber möglicherweise ausgeglichen werden. Regellose Störungen entlang der Ränder der Sonnenscheibe deuten auf Turbulenzen der oberen Luftschichten hin. Wenn Sie die Sonne unter einem flachen Winkel beobachten, kann sich diese Art von Turbulenz mitunter verringern, wenn die Sonne über die turbulenten Luftschichten steigt. Im Allgemeinen ist aber die Aufheizung von bodennahen Luftschichten während des Tages das weitaus größte Problem. Daher wird zumeist empfohlen, die tiefstehende Sonne zu beobachten anstatt um die Mittagszeit mit den Beobachtungen zu beginnen. Aus einem ähnlichen Grund sollte man das Teleskop bereithalten sobald Bewölkungen aufklaren und sich die Luft anschließend aufheizt.

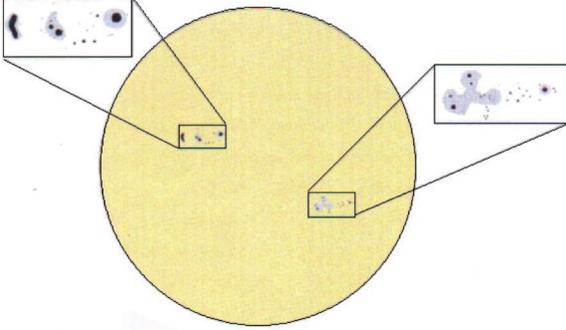
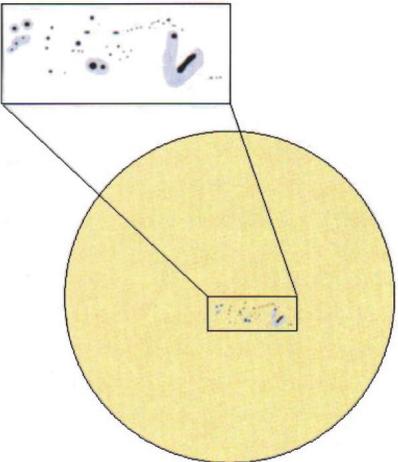
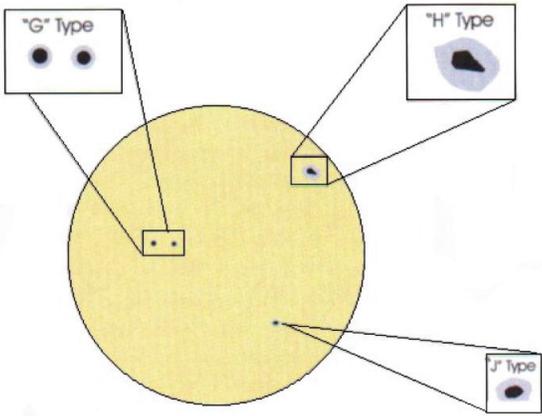
In dieser Anleitung wird des öfteren auf Tipps und Methoden zur Verbesserungen der Sichtbedingungen und der anschließenden Einreichung von Beobachtungsdaten eingegangen. Mehrfache Überprüfungen bei unterschiedlichen Vergrößerungen gehören zum Beispiel dazu. Erfahrene Beobachter berichten auch von teils erheblichen Verbesserungen der Sicht im Verlauf von nur wenigen Sekunden oder Minuten. Mit etwas Geduld können solche Veränderungen ausgenutzt werden und belohnen mit Beobachtungsdaten besserer Qualität.

## Anhang B – Die Zürich Klassifikation

### Die Zürich Klassifikation von Sonnenfleckengruppen - Beitrag von Tom Fleming (FLET)

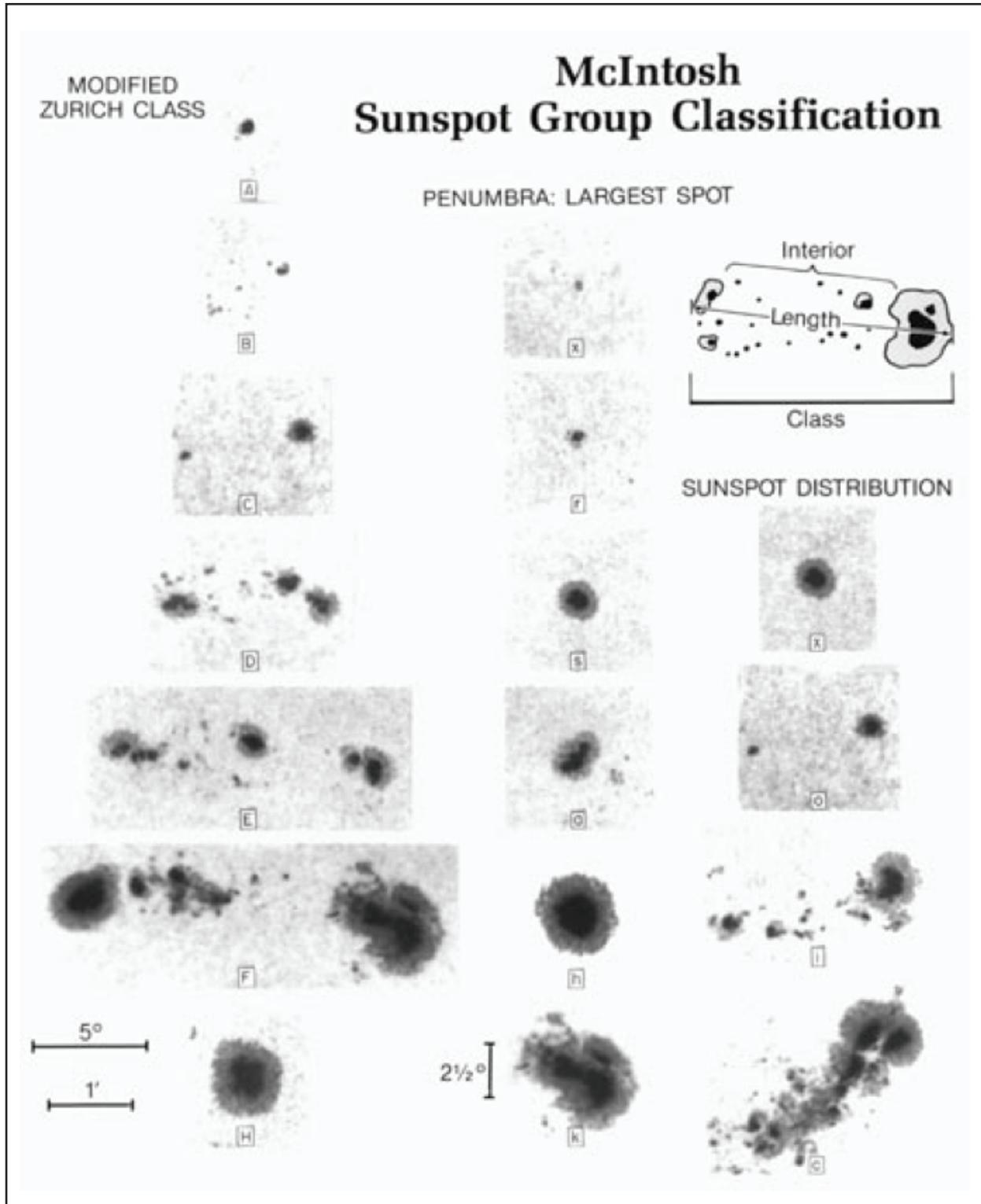
(Hinweis: die folgenden Erläuterungen können auch in englischer Sprache nachgelesen werden unter <https://www.aavso.org/zurich-classification-system-sunspot-groups>)

<p><b>“A” Typ:</b> Einer oder mehrere kleine Flecken, die keine Bipolarität und keine Penumbra zeigen.</p>	<p><b>“B” Typ:</b> Zwei oder mehr kleine Flecken, die Bipolarität, aber keine Penumbra zeigen.</p>
	
<p><b>“C” Typ:</b> Zwei oder mehr Flecken, die Bipolarität zeigen, wobei der größte Fleck oder einer der kleinen Flecken eine Penumbra aufweist.</p>	<p><b>“D” Typ:</b> Zwei oder mehr Flecken, die Bipolarität zeigen; sowohl der Hauptfleck als auch die kleineren Flecken weisen eine Penumbra auf. Die Gruppen des “D” Typs überdecken maximal 10 Grad heliografischer Länge.</p>
	

<p><b>“E” Typ:</b> Ähnlich dem “D” Typ, die Sonnenfleckengruppe überspannt aber zwischen 10 und 15 Grad heliografischer Länge.</p>	<p><b>“F” Typ:</b> Größte und ausgedehnteste Gruppe, ähnlich dem “E” Typ, überspannt aber mehr als 15 Grad heliografischer Länge.</p>
	
<p><b>“G” Typ:</b> Die Überreste der Typen “D”, “E” und “F”. Zeigt bipolare Gruppen mit Penumbra.</p>	<p><b>“H” Typ:</b> Die Überreste der Typen “C”, “D”, “E” und “F”. Einzelne Gruppe mit Penumbra, größer als 2.5 Grad im Durchmesser. Der “H” Typ ist gelegentlich von mehreren kleinen Flecken umgeben.</p>
<p><b>“J” Typ:</b> Vergleichbar zum “H” Typ, allerdings kleiner als 2.5 Grad im Durchmesser.</p>	
	

## Anhang C - Die McIntosh Klassifikation

(Von *The Classification of Sunspot Groups* by Patrick S. McIntosh, *Solar Physics*, vol. 125, Feb 1990, p. 251-267)



## Anhang D - Orientierung und Auffinden des Sonnenäquators

Das Auffinden des Sonnenäquators kann graphisch, mathematisch oder mit Hilfe von Software-Programmen erfolgen. Eine gute Beschreibung zur mathematischen Bestimmung ist das (englischsprachige) 'Solar Astronomy Handbook' von Beck et al. (siehe Literaturangaben), Ephemeriden der Sonne können zum Beispiel nachgeschlagen werden auf der Webseite des NASA JPL: <http://ssd.jpl.nasa.gov/horizons.cgi#top> oder im 'Observer's Handbook' (RASC, siehe Literaturangaben). Längen- und Breitengrad-Gitter (Stoneyhurst Disk, Porter Disk und andere Diagramme) helfen bei der graphischen Bestimmung von Merkmalen der Sonnenscheibe können von zahlreichen Webseiten heruntergeladen werden (zum Beispiel von der BAA Solar Section, <http://www.petermeadows.com/html/location>). Eine hervorragende Software zur Bestimmung der Sonnenausrichtung ist 'Tilting Sun' (entwickelt von Les Cowley), die kostenlos erhältlich ist unter <http://www.atopics.co.uk/tiltsun.htm>.

Um die Orientierung des Sonnenäquators zu bestimmen, sollte zuerst die Ost-West-Himmelsachse festgestellt werden. Bei Beobachtungen mit der Projektionsmethode kann eine Vorlage verwendet werden, auf der die Sonnenscheibe durch zwei rechtwinklige Linien unterteilt wird. Diese Vorlage kann dann so ausgerichtet werden, dass Flecken entlang einer Linie der Ost-West-Bewegung der Sonne folgen, die zweite Linie markiert die Nord-Süd Himmelsachse. Bei direkten Beobachtungen durch den Sonnenfilter kann die Ost-West-Richtung in ähnlicher Weise bestimmt werden, indem das Fadenkreuz des Okulars herangezogen wird, das sonst Hilfestellung bei der Deep-sky Fotografie bietet. Die O-W und N-S Himmelsrichtungen unterscheiden sich von der tatsächlichen Sonnenausrichtung um einen Wert P, dem Positionswinkel des Sonnennordpols wie weiter unten erläutert wird.

Zum Verständnis der Sonnenausrichtung gibt es drei Hauptaspekte, die der Sonnenbeobachter nachvollziehen können sollte.

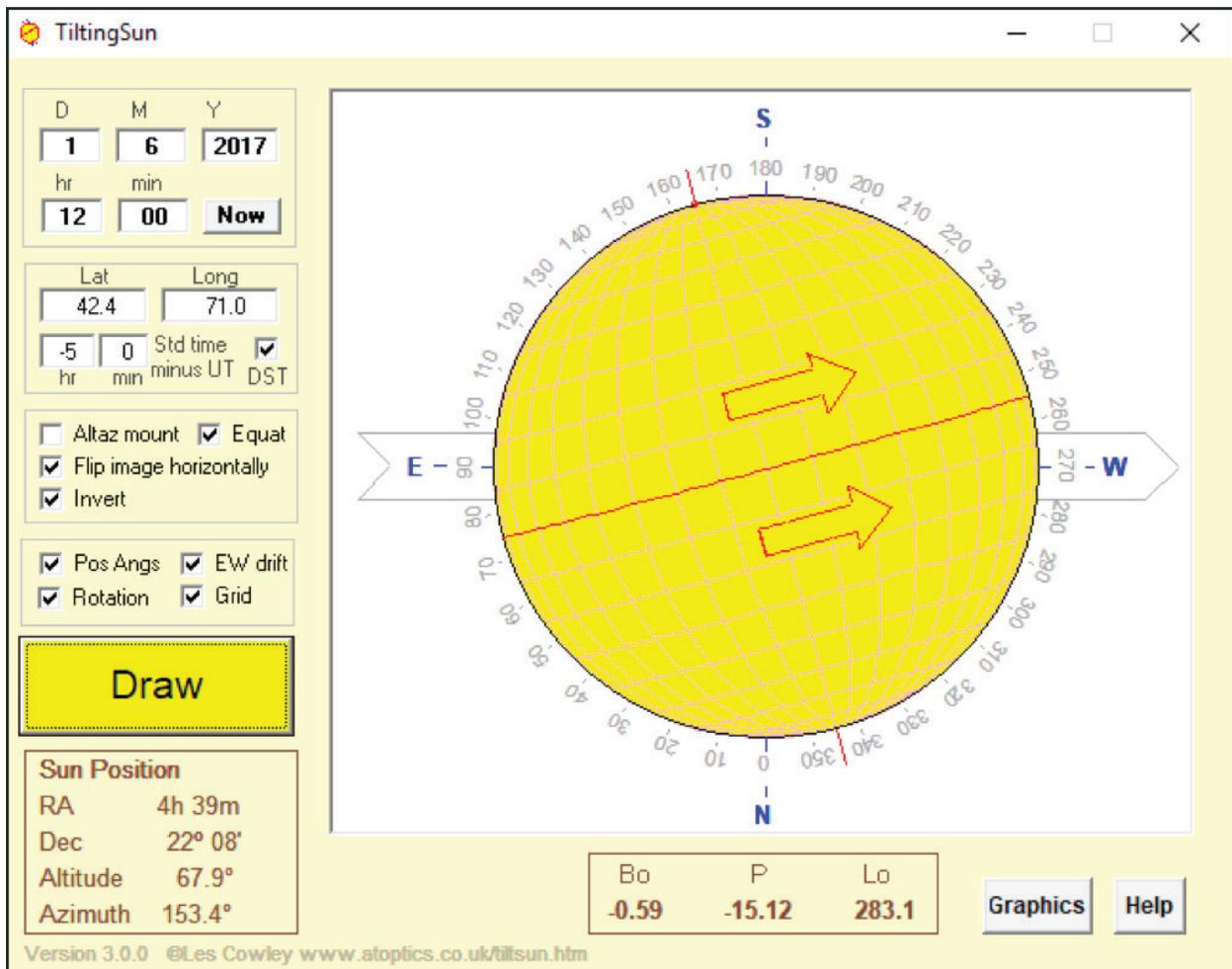
**Die heliographische Breite (Bo) vom Scheibenzentrum** resultiert aus der Inklination des Sonnenäquators gegen die Ekliptik (sie beträgt 7.25 Grad). Wenn Bo positiv ist, ist der Sonnenäquator südlich vom Zentrum der Sonnenscheibe und der Sonnennordpol ist in Richtung des Beobachters gekippt. Diese Neigung des Sonnenäquators resultiert in Sonnenflecken, die einem semi-elliptischen Pfad über die Sonnenscheibe folgen, anstelle von geraden Linien.

**Die heliographische Länge ausgehend vom Zentrum der Sonnenscheibe (Lo)** wird relativ zum Standardlängengrad der Sonne, bekannt als Carrington Nullmeridian, bestimmt und wird herangezogen, um Merkmale der Sonnenscheibe zu beschreiben.

**Der Positionswinkel (P) zwischen der Sonnenachse und der Nord-Süd-Achse des Himmels** (rechte Aszension) ergibt sich aus der Kombination der Neigung der Ekliptik (23.43 Grad) und

der Neigung der Sonne (7.25 Grad) gegenüber der Ekliptik. Wenn P positiv ist, ist der Nordpol der Sonnenachse nach Osten geneigt.

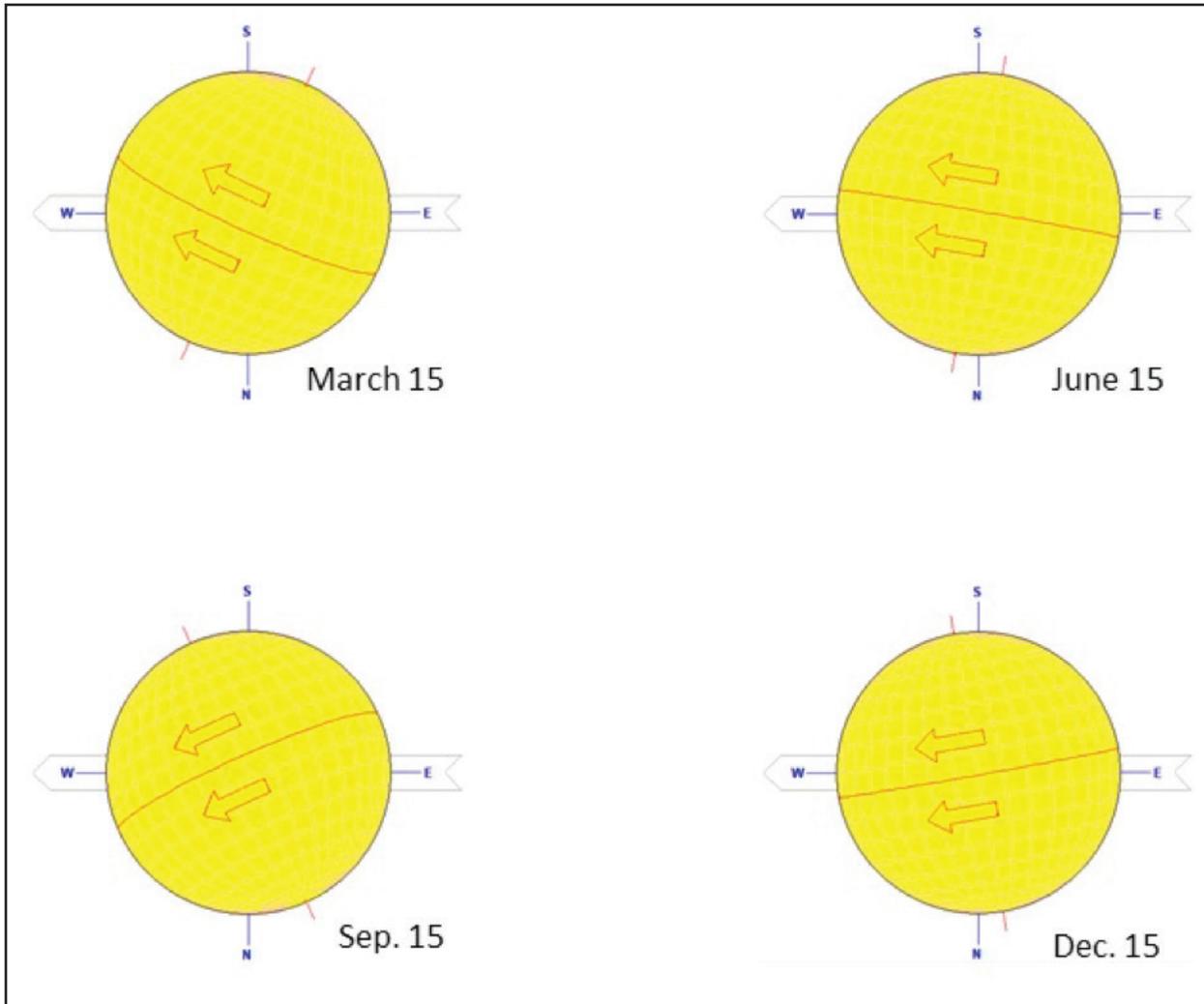
Eine einfache Möglichkeit, die Orientierung der Sonne zu bestimmen, bietet die Verwendung der Software Tilting Sun. Die folgende Graphik gibt ein Beispiel von Tilting Sun für den 1. Juni 2017 für die Koordinaten von Cambridge, MA, und zeigt die Position des Sonnenäquators und der Ost-West-Bewegungsrichtung.



Beispielabbildung aus dem Programm Tilting Sun (Dank an Les Cowley - [www.atoptics.co.uk](http://www.atoptics.co.uk))

Es ist wichtig zu bedenken, dass die Orientierung der Sonne sich im Laufe des Jahres ändert, wenn die Position der Sonne entlang der Ekliptik fortschreitet.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen Beispiele von Tilting Sun für jeden dritten Monat des Jahres, um die wesentlichen Änderungen in der Orientierung des Sonnenäquators und der Driftrichtung über das Okular zu verdeutlichen.



*Unterschiedliche Orientierung der Sonne im Laufe des Jahres nach 'Tilting Sun'  
(Dank an: Les Cowley - [www.atoptics.co.uk](http://www.atoptics.co.uk))*

Das Programm Tilting Sun ist sehr einfach zu bedienen, doch kann die Ausrichtung auch mit Hilfe der Ephemeriden Bo, Lo und P gefunden werden.

So sind zum Beispiel die Parameter der Sonnenausrichtung für den 1. Januar 2017 im 'RASC Observer's Handbook 2017', Seite 184, gegeben als  $P=2.0$ ,  $Lo=123.5$  und  $Bo=-3.0$ .