

Die Sonne als Beobachtungsobjekt für den Amateurastronomen – oder welche solaren Strukturen lassen sich mit passendem Zubehör für die Sonnenbeobachtung beobachten?



Bitte beachten Sie unter allen Umständen:

Beobachten Sie **NIEMALS** direkt die Sonne – egal mit welchem Teleskop - **OHNE** eine geeignete Schutzfilterung. Permanente und nicht heilbare Augenschädigungen, bis zur völligen Blindheit, können die Folgen sein. Für die sichere Sonnenbeobachtung bietet z.B. die Firma Baader ihnen diverse Möglichkeiten, die das Licht der Sonne - auf ein für das Auge unschädliches Maß - reduzieren.

Sollten Sie Ihr Teleskop am Tage aufgebaut haben, achten Sie bitte darauf, dass keine Kinder oder unerfahrene Erwachsene das Teleskop unbeobachtet auf die Sonne richten können.

Überall wo Sie in den folgenden Texten das rote Warndreieck sehen, geben wir Ihnen wichtige Hinweise zur Filterung für eine sichere Sonnenbeobachtung und bitten diese zu beachten.

Einleitung und Allgemeines

Unsere Sonne ist - mit ganz wenigen Ausnahmen (Stichworte: z.B. Staubstürme auf dem Mars oder die obere Jupiteratmosphäre) - das einzige astronomische Beobachtungsobjekt für den Amateurastronomen, das jeden Tag (teilweise sogar im Minutentakt, Stichwort: Protuberanzen) Veränderungen und gelegentlich ein völlig neues Bild zeigt. Alle auf der Sonne beobachtbaren Strukturen finden ihren Ursprung im Magnetfeld der Sonne.

Die Beobachtung der Sonne erfordert – zumindest im so genannten „Weißen Licht“ (Kontinuum) – keine besonderen instrumentellen Anforderungen und auch kein sonderlich teures Zubehör. Kleine Teleskopöffnungen sind für die Beobachtung vieler solarer Strukturen ausreichend. Nach knapp 50 Jahren Sonnenbeobachtung möchte Ihnen der Autor einen Überblick über all die Phänomene geben, die der Amateurastronom auf der Sonne beobachten kann und Ihnen Lust auf das spannende Gebiet der Sonnenbeobachtung zu machen.

Sie finden in den einzelnen kleinen Publikation Beispielbilder für jede einzelne solare Struktur, die in bestimmten Wellenlängen, für den Amateur beobachtbar ist - einschließlich einer kurzen Beschreibung zur Physik der entsprechenden Strukturen.

Zusätzlich geben wir Ihnen hier direkte Links zu dem für die Beobachtung erforderlichen Baader Zubehör und auf einer zusätzlichen Website stehen weitere Bilder und Zeitraffer Animationen bereit, die einige Abläufe solarer Aktivität deutlich besser zeigen können, als entsprechende Einzelbilder.

Einige der hier beschriebenen solaren Strukturen sind fotografisch deutlich besser beobachtbar als visuell durch ein Okular. Hinweise zur fotografischen Beobachtung beziehen sich nicht auf digitale Einzelbilder, sondern auf die Bildaufnahme mit Videomodulen und der „Lucky Imaging“ Aufnahmetechnik.

Eine ausführliche Beschreibung zur Sonnenfotografie in der „Lucky Imaging“ Technik mit Videokameras finden Sie auf folgender Website:

<http://astrosolar.com/de/informationen/tipps-tricks-zur-sonnenbeobachtung/sonnenfotografie/bildsensor-und-aufnahmetechnik/>

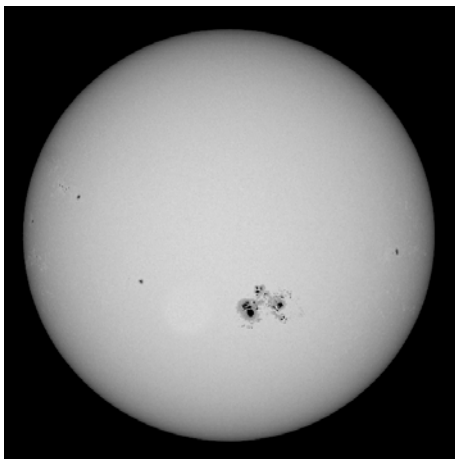
Nur diese Aufnahmetechnik bringt Ihnen Spitzenergebnisse bei der Sonnenfotografie und gilt für alle Wellenlängenbereiche.



Abbildung rechts: Celestron Videomodul SkyRis 445 Monochrome

Für den Amateurastronomen kommen nur drei spektrale Bereiche für die Beobachtung in Frage. Es sind die Wellenlängen von 393.4,- 540- und 656.28 Nanometer (Stichwort: Wellenlänge des Lichts ¹), die die Erdatmosphäre problemlos passieren lässt.

Schaut man sich diese drei Spektralbereiche etwas genauer an, so sieht man die Sonne sozusagen als eine Art Zwiebelschalenmodell – und damit auch temperaturgeschichtet – übereinander aufgebaut. Bedingt durch Druck und Lage der Magnetfelder können sich diese Schichten aber auch vermischen.



Die unterste Schicht bildet dabei die so genannte Weißlichtsonne. Normalerweise wird dabei im visuellen Spektralbereich zwischen ca. 400 bis knapp 700 Nanometer beobachtet, indem auch das Auge empfindlich ist. Diese Schicht der Sonne wird auch als Photosphäre bezeichnet. Sie ist nur ca. 400 Kilometer mächtig und aus ihr wird ein Großteil des Lichts emittiert. Die Photosphäre hat eine Temperatur von ca. 5.500 Grad Celsius. Schichten unterhalb der Photosphäre (Konvektionszone) sind dem Amateurastronomen zur Beobachtung NICHT zugänglich.

Das Bild links zeigt eine typische Weißlichtsonne mit einer sehr großen Sonnenfleckengruppe, aufgenommen mit einem 80mm Refraktor, objektivseitig mit Baader Astro Solar Folie gefiltert.

Es ist die einfachste Art der Sonnenbeobachtung für den Amateur. Dabei wird die Sonne im kompletten sichtbaren Licht von ca. 400 bis 700 Nanometer (Kontinuum) beobachtet. Folgende Strukturen sind in der Photosphäre (Photos, griech. = Licht) für den Amateur beobachtbar.

Kontinuum (Wellenlänge von 400 bis 700 Nanometer)

- Photosphärische Fackeln am Sonnenrand
- Sonnenflecken
 - Penumbrafilamente
 - Lichtbrücken
 - Umbral dots und Bright Points
 - Wilson Phänomen
- Granulation und
- Weißlichtflares

¹ Stichwort Wellenlänge: die Wellenlänge des Lichts wird in Nanometer [nm] angegeben. Dabei ist 1 Nanometer = 1×10^{-9} Meter. Das sichtbare Licht liegt zwischen 390 nm (dunkelviolet) und 700 nm (dunkelrot). Die Transmission (Durchlassbereich = die Halbwertsbreite [HWB]) sehr schmalbandiger Filter wird in Angstrom [Å] angegeben, wobei 1 nm = 10 Angstrom entspricht.



ÜBER der Photosphäre liegt das Kalziumbild der Sonne. Da bei einer Wellenlänge von 393.37 Nanometer sehr wenig Licht emittiert wird, muss sehr engbandig gefiltert werden (1 bis 2 Å), da ansonsten das Kalziumbild vom Licht der Photosphäre (Kontinuum) völlig überstrahlt wird.

Ein typisches Komposit Kalziumbild, aufgenommen mit einem 60mm Refraktor und Lunt CaK-II Filter

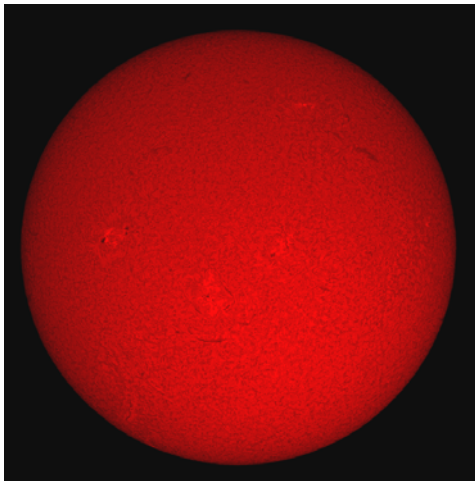
In diesem Spektralbereich ist das menschliche Auge praktisch blind und es kann NUR fotografisch beobachtet werden.

Diese Gasschicht ist ebenfalls sehr dünn und reicht nur bis auf eine Höhe von ca. 500 Kilometer über die Photosphäre. Sie bildet sozusagen eine Übergangsschicht zwischen der oberen Photosphäre und der unteren Chromosphäre.

Folgende Strukturen sind im Kalziumlicht der Sonne für den Amateurbeobachtbar.

CaK-II – Kalzium (Wellenlänge bei 393.37 Nanometer)

- Sonnenflecken
- Fackelnetzwerk
- Supergranulationszellen
- Ellerman Bombs
- Protuberanzen und Filamente



ÜBER dem Kalziumbild liegt die H-alpha Sonne bei genau 656.28 Nanometer. Diese Gasschicht wird auch Chromosphäre (Chromos, griech. = Farbe) genannt. Sie ist einige tausend Kilometer mächtig und bildet in der äußeren Chromosphäre den Übergang zur Sonnenkorona, deren Beobachtung nur noch ausschließlich bei totalen Sonnenfinsternissen möglich ist.

Das Bild links zeigt ein typisches Chromosphärenbild der Sonne, aufgenommen mit einem 75mm Refraktor und einen Filter von Solar Spectrum.

Bis in die 60er Jahre des letzten Jahrhunderts liebten sich Teile der inneren Korona mit Spezialfiltern auch noch außerhalb von Sonnenfinsternissen durch Amateure beobachten. Dies ist in heutiger Zeit und die stetig zunehmende Luftverschmutzung nicht mehr möglich.

Die Temperatur der äußeren Chromosphäre liegt schon bei einigen zehntausend Grad Celsius und steigt dann in der Korona bis auf 1 bis 2 Millionen Grad an.

Die H-alpha Sonne ist der spannendste Bereich der Sonnenbeobachtung für den Amateur, denn hier kann strukturelle Veränderungen im Minutentakt beobachten. Wer einmal „life am Okular“ den Aufstieg einer eruptiven Protuberanz auf eine Höhe von mehreren Hunderttausende Kilometer beobachtet hat, wird dies wohl nie wieder vergessen.

Folgende Strukturen sind in der Chromosphäre der Sonne für den Amateur beobachtbar.

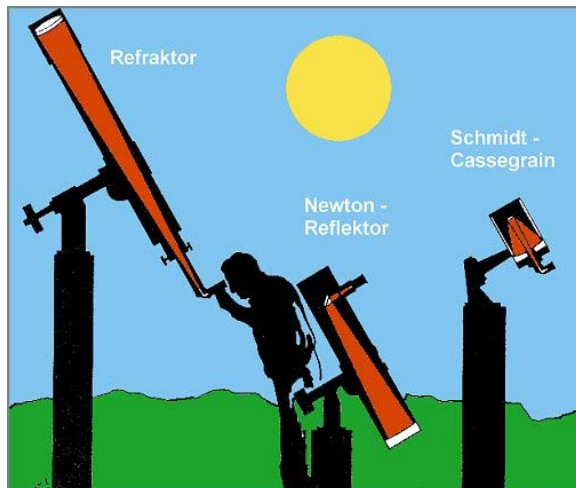
H-alpha (Wellenlänge bei 656,28 Nanometer)

- Protuberanzen
 - Inaktiv, stationär, ruhig (quit)
 - eruptiv, surge, spray
 - „Koronaler Regen“ (Coronal rain)
 - Loop oder post Flare Protuberanz
- Filamente
 - Inaktiv, stationär
 - Surge, spray
- Sonnenflecken, Superpenumbra und Plages
- Spikulen
- Flares
- Ellerman Bombs
- Field Transition Arches
- Emerging Flux Regions

Die beiden Spektralbereiche (Kalzium und H-alpha) erfordern eine sehr enge Filterung von 0.5 bis 2 Angstrom (\AA), da das schwache Licht dieser Wellenlängen vom Kontinuum völlig überstrahlt wird.

Ein kurzer Exkurs zur Instrumententechnik

Das generelle Problem bei der Sonnenbeobachtung ist die enorme Lichtfülle und daraus resultierend – auch in Abhängigkeit der Teleskopöffnung - die Hitzebelastung in Brennpunktnähe. Unabhängig davon in welchem Spektralbereich beobachtet wird, das Sonnenlicht muss für die Beobachtung auf ein erträgliches Maß gefiltert werden.



Generell kann die Filterung **VOR der Lichteintrittsöffnung-** oder kurz **VOR dem Brennpunkt** des Teleskops erfolgen.

Alle Teleskope, die im Tubusinnern optische Zubehörteile wie zum Beispiel Umlenkspiegel eingebaut haben, also jede Art von Spiegelteleskopen (Newton, Maksutov, RC, Schmidt-Cassegrain) **MÜSSEN VOR** der Lichteintrittsöffnung gefiltert werden, da ansonsten das ungefilterte Sonnenlicht in den Tubus eintritt und die Wärme Spiel- und/oder die Spiegelfassungen beschädigt werden können.

Refraktoren mit einem gestreckten Strahlengang können wahlweise vor dem Objektiv oder kurz vor der Brennebene des Teleskops gefiltert werden. Spezielle Informationen zur Filterung geben wir Ihnen im Text zu den entsprechenden Spektralbereichen.

ALLE solaren Weißlichtstrukturen – die dem Amateur in der visuellen Beobachtung zugänglich sind - sind mit Teleskopen ab 100 mm Öffnung beobachtbar.

Die kleinsten, dem Amateur visuell zugänglichen Strukturen sind die Granulationszellen, deren Größe bei 2- bis 3 Bogensekunden liegt. Bei einer Teleskopöffnung von 150 mm ist eine sinnvolle Grenze zur Beobachtung von photosphärischen Strukturen erreicht. Die fotografische Auflösung liegt deutlich höher bei kleiner 1 Bogensekunde.

Im Kalzium- und im H-alpha Licht zeigen schon Teleskope mit Öffnungen um die 80mm eine erstaunliche Fülle an Strukturen.

Alles weitere – auch zu speziellen Filterungen - beschreiben wir bei den drei Spektralbereichen, die dem Amateur zugänglich sind.

Wie in der Einleitung bereits erwähnt, zeigen wir hier Beispiele für verschiedene solare Strukturen in den verschiedenen Spektralbereichen. Da in den Printversion die Abbildungsauflösung zwangsweise begrenzt ist und zudem viele der Strukturen (speziell die der Chromosphäre) in zeitliche Abläufen viel besser sichtbar sind, haben wir die Abbildungen, weitere Bildbeispiele solarer Strukturen und kleine Animationen auf folgende Webseite gestellt.

Weiterführende, generelle Publikationen und Weblinks:



Die einzige - in deutscher Sprache - aktuelle Einführung in alle Bereiche der Sonnenbeobachtung für Amateurastronomen ist „Handbuch für Sonnenbeobachter“ (Hg. Beck, Hilbrecht, Reinsch und Völker). Es ist im Buchhandel leider nicht mehr erhältlich.

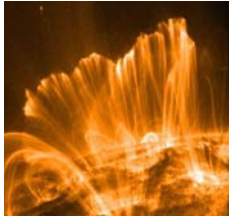
Restexemplare sind noch über die Webseite der VdS Fachgruppe SONNE oder antiquarisch erhältlich.

<http://www.vds-sonne.de/index.php?page=de/publik.html>



In englischer Sprache ist das „Handbuch für Sonnenbeobachter“ noch im Buchhandel erhältlich. Bestellungen über folgende Website:

<http://www.willbell.com/HANDBOOK/hand6.htm>



Eine sehr gute, lesbare und verständliche, Einführung in die Physik der Sonne von M Scholz finden Sie im freien download als pdf-file unter dieser URL:

http://www.astronomie.de/uploads/media/Kleines_Lehrbuch_der_Astronomie_und_Astrophysik_Band_13.pdf



Auf der Webseite der VdS Fachgruppe Sonne finden Sie weitergehende Informationen zur Sonnenbeobachtung: <http://www.vds-sonne.de/index.php>



Eine einfache Anleitung zur Sonnenbeobachtung im weißen Licht (pdf-file) finden Sie unter

<http://www.astrotech-hannover.de/solare-strukturen/download/einfuehrung-in-die-sonnenbeobachtung.pdf>

Deutschsprachige Sonnenobservatorien



Kanzelhöhe

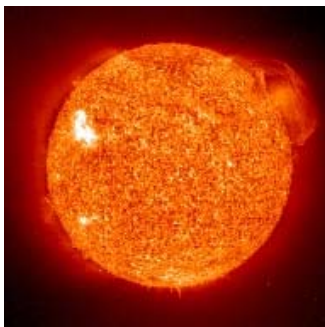
<http://www.kso.ac.at/>

Kiepenheuer Institut Freiburg

<http://www.kis.uni-freiburg.de/>

Universität Göttingen

<http://www.mps.mpg.de/de>



Aktuelles zur Sonne und allgemein zur Astronomie

<http://spaceweather.com/>

Aktuelle Sonnenbilder der NASA Sonde SOHO in verschiedenen Spektralbereichen

<https://sohowww.nascom.nasa.gov/data/realtime/realtime-update.html>