

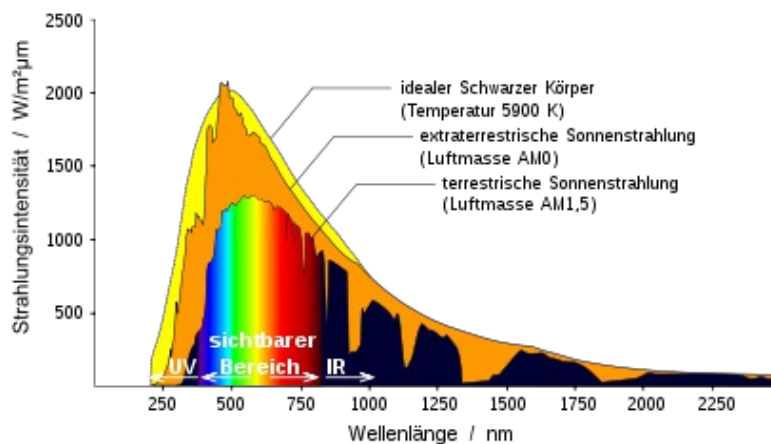
# Sonnenbeobachtung: Ausrüstung und erste Erfahrungen

## 1.) Einleitung

Mit einem Celestron C8 hatte ich in den vergangenen Jahren hin und wieder „analog“ fotografiert (mit einem Objektivglasfilter vor der Öffnung). Die Weiterverarbeitung von Negativ- oder Diapositivmaterial war aber sehr aufwendig, trotz Filmscannen und digitaler Weiterbearbeitung.

Heute gibt es nun schon seit längerem die Welt der digitalen Bildgewinnung und einer breiten Palette an astronomischer Bildbearbeitung dazu. Mein Ziel für die zukünftige Sonnenbeobachtung sollte nun hauptsächlich die Fotografie mit digitaler Spiegelreflex und neuer Videotechnik sein. Das C8 weiter als Sonnenteleskop zu nutzen schied zunächst aus (der Belag des Objektivsonnenfilter war löchrig geworden) und ein Spiegelteleskop ist für „solare“ Aufgaben viel zu lichtstark. Außerdem war mir „der Mund wässrig“ geworden, nachdem ich mal die Sonne im H-Alpha-Licht mit den heute erschwinglichen, kleinen Teleskopen gesehen hatte – also wollte ich unbedingt auch im H-Alpha Spektralabereich beobachten.

Zur Situation bei der Sonnenstrahlung hier ein Bild der Verteilung der Strahlungsintensität über das Spektrum (Quelle: Wikipedia):

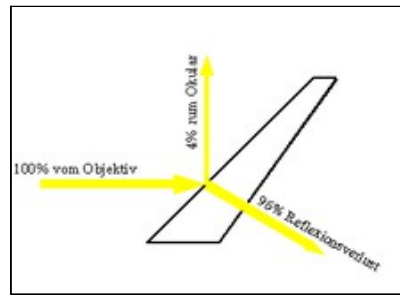


Die für den Amateur leicht erreichbaren Bereiche liegen um 550 nm (Kontinuum) und 656 nm (Wasserstoff Alpha Emissionslinie)

## 2.) Die Ausrüstung für das „weiße“ Sonnenlicht (Sonnenkontinuum)

Ich plante ursprünglich einen kleinen Refraktor mit ca. 80 mm Öffnung und Brennweite um 500 mm für Weißlicht und H-Alpha einzusetzen. Die Preise für einen passenden Filter und die notwendige Strahlungsdämpfung (Blockfilter) waren mir dann aber doch zu hoch (ca. 1600 €). Ich bin daher zunächst bei einer Lösung nur für Weißlicht („Kontinuum“) geblieben. Die vorhandene C8-Gabelmontierung war nicht zu nutzen, ich schaffte mir daher eine solide, mittelgroße Montierung an, die HEQ5. Als Refraktor nahm ich einen Celestron ED 80/600. Die Lichtdämpfung im Kontinuum besorgte zunächst eine Baader-Sonnenfilterfolie. Aber der „Appetit kommt beim Essen“. Im Angebot der Teleskophändler gibt es die schon lange bekannten „Herschel-Prismen“ zur Strahlungsdämpfung der Sonne bei Refraktoren. Die Dämpfung findet durch Teilreflexion des Lichtes an einer optisch ebenen Glasfläche statt, so daß ca 95% in eine „ungefährliche“ Richtung weggebrochen werden.

### Herschelkeil



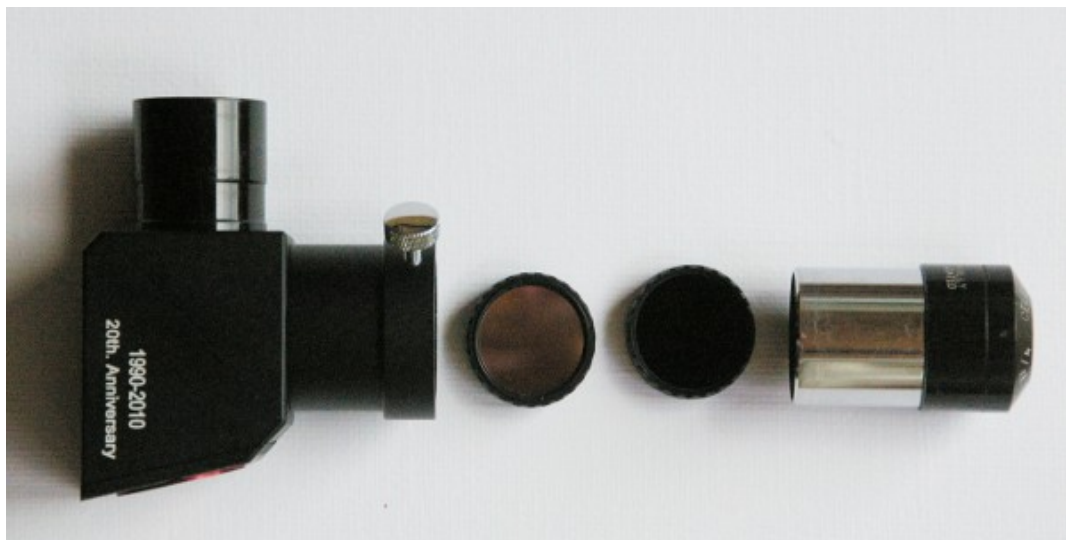
A

(Quelle: wikipedia)

Zusätzlich zum Herschelkeil muß man noch eine Dämpfung der restlichen 5% Strahlungsintensität vornehmen.

Seit einiger Zeit gibt es speziell für die Sonnenbeobachtung einen schmalbandigen „Kontinuums“-Filter im grünen Spektralbereich (540 nm) der Sonne, der gerade bei der Kombination mit einem Herschelkeil sehr kontrastreiche Sonnenbilder liefert. Die restliche Dämpfung kann mit einem Neutralfilter oder einem Polarisationsfilter eingestellt werden. Durch die Reflexion an der Glasfläche entsteht eine Polarisation des Lichts, so daß man bequem die endgültige Helligkeit durch einen Polfilter regeln kann.

Ich besorgte mir genau diese Kombination, die auf der Abbildung zu sehen ist: Links der Herschelkeil, mit Stechhülse zum Teleskop oben, nach rechts die Folge von den verschraubbaren Filtern Kontinuum, Neutralfilter 6, die als Kombination in das Okular geschraubt werden.



Die ersten Eindrücke beim Blick durchs Teleskop zeigte einen besseren Kontrast als bei der Folie. Die ersten Fotos bestätigten dies. (siehe weiter unten, im Abschnitt Fotografie)

Da ich mir als Ersatz für den defekten C8-Glassonnfilter bereits eine fotografische Baader-Sonnenfilterfolie besorgt hatte, kann ich das C8 mit dem Solar-Continuum-Filter weiterhin fotografisch nutzen. Das C8 kann mit neuen Rohrschellen an der HEQ5-Montierung aufgesetzt werden, um den moderneren Antrieb zu nutzen.

### 3.) Ausrüstung für Beobachtungen im H-Alpha-Licht

Nach einigen Überlegungen entschloß ich mich doch noch für den Kauf eines speziellen H-Alpha-Teleskops.

Auf dem Markt neu ist ein kompaktes Teleskop der Fa. Lunt-Solar-Systems, das „LS35“ mit einer Öffnung von 35 mm bei einer Brennweite von 400 mm. (Durch ein vergleichbares Teleskop, das „PST“ von Coronado hatte ich im letzten Jahr bei einer Vereinskameradin geblickt und war sehr erstaunt über die Fülle an Details, die man mit diesem kleinen Instrument sehen kann). Das LS35 kam bei Tests durch „Sonnenfreunde“ sehr gut weg, und war preisgünstig, also wurde gekauft.



(Bild: Fa. Teleskop-Service Ransburg)

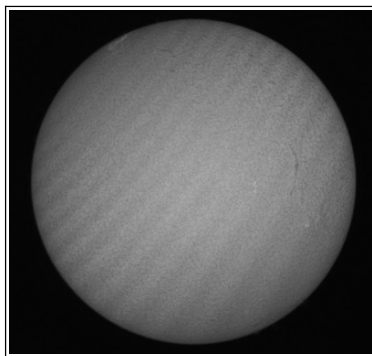
Das Teleskop ist äußerst kompakt und auch gut geeignet, mit auf eine Reise genommen zu werden, was ich im Mai auch einmal getan habe, um unterwegs mal die Sonne zu betrachten. Die optische Qualität des LS35 ist für die kleine Öffnung hervorragend.

Aber als es an die Fotografie ging, zunächst mit einer digitalen Spiegelreflexkamera, zeigte sich ein gravierender Mangel des kleinen Gerätes – die Schraubfokussierung, die nicht fixierbar ist. Zum Scharfstellen wird die Okularhülse gedreht, eine eingesteckte Kamera dreht sich mit und der Fokus kann nicht arretiert werden! Bei Fotos mit einer leichten Webkamera ist das nicht so problematisch, bei einer schweren Kamera aber nicht mehr hantierbar.

Eine Lösung war dann jedoch möglich, indem die Fokussiereinheit vom Blockfilter ab- und eine justierbare T2 (M42) – Verlängerung aufgeschraubt wurde. Der Fokus für die nur noch verwendete CCD-Kamera habe ich dann durch Versuche gefunden. Also alles etwas mühsam ...!

Durch eine etwas verwickelte Geschichte bin ich dann im August auf ein anderes H-Alpha-Teleskop „umgestiegen. Bei Aufnahmen mit dem LS35 fielen mir von Anfang an seltsame Streifen in den Bildern auf, sowohl bei der grossen CCD-Kamera als auch bei meiner Pentax.

Unten ein typisches Bild mit den leicht gebogenen Streifungen aufgenommen mit der CCD-Kamera DFK41.



Ich konnte mir die Störung nicht erklären und dachte an einen Interferenzeffekt im Teleskop und nahm Kontakt zu einem Mitarbeiter der Fa. „Teleskop-Service“ auf, der mit einer CCD-Kamera und der LS35 fotografiert hat.. Auch er hatte eine Streifung auf seinen Bildern gesehen, die er aber durch eine leichte Drehung und neue Klemmung der Kamera im Okularstutzen des LS35 beseitigen konnte. Bei mir funktionierte der Trick aber nicht und ich nahm an, daß das Teleskop einen optisch, mechanischen Defekt hätte. „Teleskop-Service“ war bereit das Instrument zurückzunehmen und ich bestellte mir ein etwas größeres H-Alpha-Fernrohr, ein Lunt LS60, das auch unser Verein besitzt. Dies Instrument mit 60 mm Öffnung und 500 mm Brennweite besitzt einen stabilen Okularauszug vor dem Blockfilter und ist für die Fotografie mechanisch sehr gut geeignet.



Das Bild zeigt das LS60 mit angeschraubter CMOS-Kamera (ALCCD 5)

Inzwischen hatte ich mich mit dem „Phänomen“ der Interferenzstreifen intensiver beschäftigt. Ich hatte eine Ahnung, daß der Effekt mehr oder minder immer bei digitalen Kameras auftritt, die im schmalbandigen H-Alpha-Licht abbilden sollen. Ein Versuch mit Aufnahmen auf Negativfilm mit einer Spiegelreflex war mir etwas unterbelichtet geraten und zeigte aber keine Streifen.

Jetzt mußte das Internet her! Langes Suchen mit Begriffen wie „H-Alpha-Filter Interferenzstreifen“ brachte nichts. Beim Durchsehen der Bilder kamen mir die lästigen farbigen Ringe auf in Glas gerahmten Dias in den Sinn. Also suchte ich nach „H-Alpha Teleskop Newtonringe“, und schon die ersten Suchergebnisse brachten die Lösung: Die Streifungen haben physikalisch die gleiche Ursache wie die „Newtonringe“ in Diarähmchen, es eine Interferenz im engen Luftspalt zwischen Filmoberfläche und Glasdeckrahmen. ( auch das H-Alpha-Filter nutzt diesen Effekt ja aus). Die „Bösewichter“ sind die Kamerachips, die alle ein eng auf der CCD/CMOS-Silikonschicht aufliegendes Deckglas als Schutz besitzen. Die Interferenz findet dann im Luftspalt zwischen Sensorschicht und Schutzglas statt, wobei wohl die Geometrie passend gerade für 656 nm - Licht ist. Interessant war eine Informationsquelle, die ich gleich zuerst durchsah. Es war das Webportal der Fa. „DaystarFilters“ ([www.daystarfilters.com](http://www.daystarfilters.com)). In der Bedienungsanleitung einer ihrer H-Alpha-Teleskope (SolarRed60) steht eine klare Aussage zur Bildgewinnung mit CCD-Kameras:

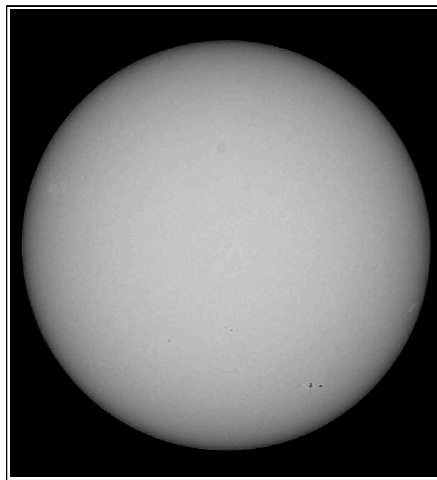
- Beste Resultate liefern Monochrom-Kameras
- Es sollte ein Weg gefunden werden, die CCD-Kamera kontrolliert zu kippen um die Newtonringe zu vermeiden oder zu verringern

Das Thema „Newtonringe“ bei der CCD-Fotografie soll hier nicht weiter behandelt werden, ich werde es in einem separaten Arbeitsbericht ausführlich schildern und Lösungsmöglichkeiten zeigen, die ich gerade ausprobieren.

#### 4.) Bildgewinnung

Anfangs machte ich erste Fotos mit meiner Spiegelreflex am Refraktor und dem LS35 mit 2-facher Brennweitenverlängerung. Einzelfotos sind aber ziemlich Glückssache mit der Luftunruhe, was ich dann durch Serien versuchte auszugleichen.

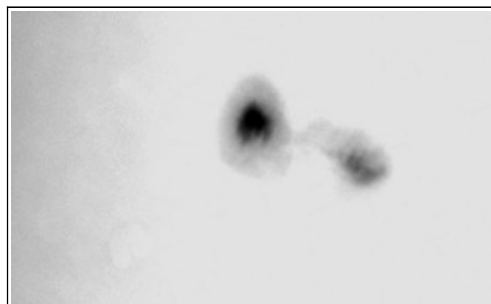
Hier ein Beispiel vom 8.5.2010 gewonnen aus 5 Bildern am Refraktor mit Herschelkeil und Filtern:



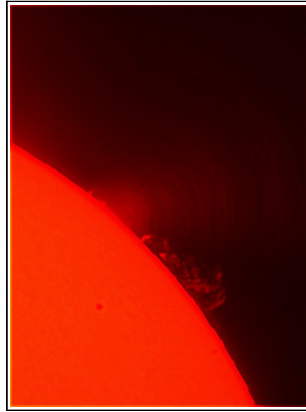
Diese Technik der Aufnahmeserien mit anschließendem „Stapeln“ durch eine spezielle Software ist ja genau die Grundlage der heutigen Astro-Fotopraxis. Als Kameras dienen dann in der Regel spezielle CCD- oder CMOS-Kameras, die eine Bildfolge in Form von „Videoschnipseln“ liefern. Für viele Amateure fing diese Technik vor Jahren mit den, kleinen, billigen Webkameras an, die größeren CCD-Kameras waren sehr viel teurer als heute.

Meine ersten Videoversuche habe ich mit einer Webcam gemacht einer I-Cam Tracer (780x640 Pixel) Farbkamera.

Hier das Detailbild einer Fleckengruppe mit dem C8 und Filterfolie. Der Videoclip bestand aus 1027 Bildern (34 Sekunden Aufnahmezeit) Aufnahme am 25.3.2010.



das nächste Bild wurde am LS35 mit der Webkamera (626 Bilder, 21 Sekunden) am 10.7.2010 gewonnen:



Beide Aufnahmen entstanden bei starker Luftunruhe . Das diffuse Gebilde neben der Protuberanz ist ein Kunstgebilde aus der Bildbearbeitung.

Die kleinen Chipflächen der Webkameras (ca. 3,5 x 2,7 mm ) bilden immer nur einen kleinen Teil der Sonnenscheibe ab, deren Bilddurchmesser bei 500 mm Brennweite bei ca 4,6 mm Durchmesser liegt. Möchte man ohne weiteren Aufwand eine volles Sonnenbild aufnehmen, braucht man einen größeren Chip. Übliche Chipgrösse einer digitalen Spiegelreflex liegen bei 23,5 x 15,7 mm (Pentax istDS).

Das war auch der Grund für meine Entscheidung, doch noch eine CCD-Kamera mit 1/2 inch Chipdiagonale (6,3 x 4,76 mm Chipgrösse) anzuschaffen. Diese Grösse ermöglicht dann, eine komplette Sonnenscheibe bei 500 mm Brennweite zu erfassen, leider beim Refraktor mit f=600 mm nicht mehr ganz. Die Kamera ist eine sehr stabile CCD-Farbkamera der Bremer Firma „Imaging-Source“, die seit ein paar Jahren eine Reihe von Kameras für Amateurastronomen anbietet. Seit Juni 2010 habe ich mit der Kamera fotografiert und einige Erfahrung gesammelt. Dabei wurde mir bewußt, daß eine Farbabbildung bei Sonnenbeobachtungen eigentlich überflüssig ist. Abbildungen in einem scharfen Spektralband sind durchgehend „grün“ (Kontinuum) oder „rot“ (H-Alpha) und liefern keine Information, wie es bei der Planetenfotografie der Fall ist.

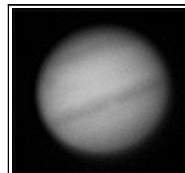
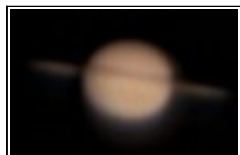
Ich hatte auch übersehen, daß ein Farb-CCD-Chip mit einer blau, grün und roten Filtermatrix über dem Pixelfeld versehen ist, wobei grüne Pixel doppelt so häufig sind wie die roten oder blauen. Ein Farb-CCD-Chip hat 1/4 der Empfindlichkeit und ca. 1/2 der Auflösung eines Chips im roten und blauen Bereich als ein Chip ohne diese „Bayer-Matrix“. Ein gleich großer Monochrom-Chip hat also eine höhere Empfindlichkeit und bessere Auflösung (siehe die Empfehlung von „DayStar-Filters oben !)

Eine Schwarz/Weiss-Kamera ist also das Optimum für die Sonnenfotografie!

Seit kurzem besitze ich nun zusätzlich eine monochrome CMOS-Kamera, die in den Abbildungsleistungen vergleichbar mit doppelt so teuren CCD-Kameras ist. CMOS-Chips sind neuerdings genauso rauscharm wie CCDs bei kürzeren Belichtungszeiten.

Die Farbkamera werde ich in Zukunft für Planetenfotografie nutzen (noch was anderes als nur die Sonne!)

Hier zwei Versuchsbilder von Saturn (5.5.2010, 900 Bilder) und Jupiter (21.7.2010, 178 Bilder) gewonnen mit dem C8 und der DFK41 Kamera im 1000 mm Fokus:



Die bisherige Erfahrung zeigt: der Einsatz der SW-Kamera für die Sonnenfotografie hat sich gelohnt, weil die Scharfstellung mit dem wesentlich helleren Bild einfacher ist und die Konvertierung der Farbabbildung in den Graubereich entfällt.

Hier sind nochmal die Grunddaten der Kameras aufgeführt:

**AstroLumina ALCCD 5**

CMOS-Monochrom-Chip:  
Chipgröße: 6,7 x 5,3mm  
Auflösung: 1.280 x 1.024

**Imaging Source DFK41**

CCD-Farb Kamera mit IR-Sperrfilter  
Chipgröße: 6,3x4,67 mm  
Auflösung 1280 x 960

**I-Cam Tracer CCD**

CCD Farbwebcam  
Auflösung: 640x480  
Chipgröße:

Meine bisherigen Erfahrungen mit der Bearbeitung der Videosequenzen und der Weiterverarbeitung zu einem Einzelbild möchte ich in einem separaten Dokument schildern.

Bilder von den aufgebauten Instrumenten.



Das LS60 mit aufgesetzter CMOS-Kamera und dem Laptop mit provisorischer Abdunklung. (ohne „Verdunklung“ ist auf dem Bildschirm kaum etwas zu sehen!)

Hier noch der Refraktor mit Herschelkeil und aufgesetzter CCD-Kamera DFK41



Die dritte Möglichkeit – das C8 mit Folienfilter und einer Spiegelreflex (die anderen Kameras können natürlich auch angesetzt werden). Das Grünfilter wird auf die Steckhülse am T2-Adapter geschraubt:



(Anmerkung: auf dem Sucher fehlt natürlich eine Kappe oder ein Filter !Habe ich beim fotografieren vergessen !)