

7. Dokumentation der Beobachtung

7.1 Fotografieren (klassisch bzw. digital) oder Zeichnen?

Wolfgang Paech und Michael Delfs

Mit welchem dieser Verfahren soll der Beginner in die Sonnenbeobachtung einsteigen? In fast allen Fällen ist die Antwort klar und eindeutig: mit dem Zeichnen und zwar aus folgenden Gründen:

A) Man braucht für die Beobachtung nur einen Projektions- schirm, eine Zeichenschablone, einen nicht zu harten oder weichen Bleistift (etwa 2B), einen Anspitzer und einen Radier-gummi. Will man später die Position von Details messen, braucht man einen Satz Gradnetzschablonen. Dies ist die komplette Ausrüstung.

B) Der Einsteiger kann alle im Abschnitt 2.1 beschriebenen Details kennen lernen und sich so langsam in die Sonnenbeobachtung einarbeiten.

C) Mit der einfachen Zeichnung und den darauf folgenden können schon diverse Auswertungen bearbeitet werden, wie z.B. die Relativzahl- bestimmung (Flecken und Fackeln),

Positionsbestimmung (und damit Schmetterlingsdiagramm, Eigen- bewegung von Flecken etc.).

Die Zeichenmethode hat natürlich auch Nachteile, besonders gravierend ist die Subjektivität des Beobachters. Sie werden es selbst bei ihren ersten Zeichnungen merken. Es ist nicht möglich, alle Einzelheiten zu zeichnen, die auf dem Schirm sichtbar sind, man muss sozusagen „mitteln“ - und das bei allen Zeichnungen möglichst gleichmäßig.

Die Vorteile der Fotografie sind:

Die Objektivität der Beobachtung ohne persönliche Fehler. Bei guten Beobachtungsbedingungen und größeren Teleskopen höhere Detail- ausbeute, höhere Genauigkeit bei Positionsbestimmungen (nur interessant bei Eigenbewegungsuntersuchungen oder der genauen Bestimmung des Rotationsgesetzes).

Die Nachteile der Fotografie sind:

Wenn eine herkömmliche Kamera mit Film benutzt werden soll, wird eine relativ teure Kameraausrüstung inklusive einigem Zubehör benötigt. Außerdem muss man dann eine Dunkelkammerausrüstung haben und die Dunkelkammertechnik beherrschen, da es sinnlos wäre, die belichteten Filme in ein Großlabor zu bringen und gute Ergebnisse zu erwarten. Die Sonnenfotografie ist ein Spezialgebiet mit entsprechenden Filmen und Entwicklungen, auf die die kommerziellen „Urlaubslabore“ nicht eingerichtet sind. Bei Benutzung einer digitalen Kamera bzw. Webcam muss man über einen PC verfügen und diesen beherrschen. Beide Möglichkeiten der Aufnahmetechnik und ihrer weiteren Bearbeitung haben ihre Vor- und Nachteile und nehmen Zeit in Anspruch. Alle genannten Verfahren liefern jedoch wertvolles Beobachtungsmaterial, auch für spätere Auswertungen, sofern es sorgfältig archiviert wurde.

7.2 Die Sonnenzeichnung

Wolfgang Paech

Wie geht man vor? Eine Auflistung der Arbeitsschritte soll dies verdeutlichen.

1. Den Projektionsschirm am Fernrohr befestigen und das Teleskop auf die Sonne richten. Dazu den Schatten des Instrumentes auf dem Boden benutzen (Niemals direkt schauen oder den Sucher benutzen!!).

2. Die Zeichenschablone auf den Schirm legen, eventuell das Fernrohr nachjustieren und die Sonne in die Mitte der Schablone bringen. Dabei sollten sich die Sonne und damit die Schablone nicht am Rand des Okularbildfeldes befinden, sondern möglichst in der Mitte, da die Verzerrung des Bildes durch die Bildfeldwölbung des Okulars zum Rand hin stark zunimmt.

3. Wenn nötig, den Abstand zwischen Okular und Schirm so verändern, da das projizierte Sonnenbild genau in den Schablonenkreis passt (bei scharf fokussiertem Sonnenbild).

4. Zeichenschablone in O-W-Richtung justieren. Dazu geht man folgendermaßen vor: Deklinationssache des Instrumentes festklemmen. Die Schablone so drehen, dass sich ein

Sonnenfleck, durch Hin- & Herschwenken des Fernrohres in der Stundenachse, auf der O-W-Verbindungsline der Zeichenschablone entlangbewegt. Ist der Fleck sehr groß oder kompliziert aufgebaut, so sollte man die Ober- oder Unterkante des Fleckes benutzen (zur Orientierung des Sonnenbildes siehe Abbildung 9).

5. Jetzt kann man vorsichtig beginnen, die äußeren Formen von Umbren und Penumbren auf der Schablone mit dem Bleistift nachzuzeichnen. Ist man sich bei kleinen Flecken nicht sicher, ob es Sonnenflecken oder nur Schmutzpartikel im Okular sind, so genügt ein leichtes Anstoßen des Fernrohres, so da das projizierte Sonnenbild „zittert“. Sonnenflecken „zittern“ mit, während Schmutzpartikel sich nicht bewegen. Zum Schluss werden noch die Fackelgruppen und evtl. die Einzel-fackeln eingezeichnet.

6. Hat man alle Details eingezeichnet, sollten sofort, noch während der Beobachtung, die Gruppen klassifiziert und die Einzelflecken gezählt und auf der Zeichnung neben den Flecken notiert werden (z.B. H/3, E/26, F/32 und D/15 – siehe dazu Abbildung 10).

7. Zum Schluss wird notiert: Der Zustand der Luftgüte (R, S, Q) während der Beobachtung und sämtliche anderen Angaben zur Beobachtung. Später eintragen kann

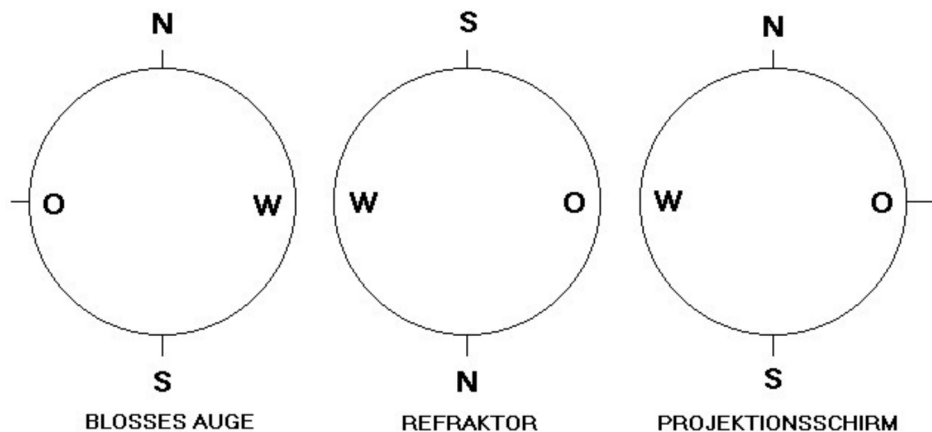


Abbildung 9: Die Orientierung des Sonnenbildes während der Beobachtung

man: Die Nummer der Sonnenrotation, P , B_0 , L_0 (alle Werte aus dem astronomischen Jahrbuch).

Prinzipiell ist die Sonnenfleckenzeichnung und somit die Beobachtung abgeschlossen. Sind auf der Sonne sehr große oder besonders interessante Flecken sichtbar, kann man noch mit einem kurzbrennweitigeren Okular (also höherer Vergrößerung) eine Detailzeichnung, z.B. zum Eintragen von Lichtbrücken oder ähnlichem, anfertigen.

Die anderen Eintragungen in die untere Leiste der Schablone kann man später vornehmen. Man sollte sich aber angewöhnen, es bald nachzuholen, am besten gleich nach der Beobachtung am Schreibtisch (man verliert sonst leicht

den Überblick).

Eine solche Zeichnung sollte nach Möglichkeit (nach einiger Übung) nicht länger als 10 Minuten dauern, da sich in einem solchen Zeitraum die Luftgüte schon merklich ändern kann und somit die Beobachtung nicht mehr einheitlich ist.

Abzuraten ist von Zeichnungen, die in direkter Beobachtung mit einem Objektiv- oder Okularfilter angefertigt werden. Die wenigsten Beobachter dürften in der Lage sein – auch nur annähernd – die Positionen und die Proportionen der Flecken und Gruppen zueinander maßstäblich aufzuzeichnen. Eine Ausnahme bilden hochaufgelöste Detailzeichnungen von einzelnen Flecken.

7.3 Die klassische Fotografie

Wolfgang Paech und Cord-Hinrich Jahn

Neben der visuellen Beobachtung bietet auch die Sonnenfotografie ein umfassendes Betätigungsfeld für Amateure. Schon mit kleinen Instrumenten kann man aussagekräftige Bilder erhalten, wobei kein großer Instrumentenaufwand erforderlich ist. Dem Sonnenfotografen stehen heute hochwertige Filmmaterialien zur Verfügung, die mit geeigneten

Bearbeitungsverfahren allen Wünschen angepasst werden können. Allerdings lässt es sich nicht vermeiden, dass man alle Dunkelkammerarbeiten selbst ausführen muss. Die ersten misslungenen Ergebnisse sollten nicht entmutigen, sondern dazu dienen, die eigenen Techniken zu verbessern. Man muss sich darüber im klaren sein, dass die Sonnenfotografie ein schwieriges

Arbeitsgebiet ist und einige Erfahrung erfordert. Die Fokussierung des Sonnenbildes ist genauso schwierig wie die Beurteilung der Luftgüte. Auch die Wahl der Kamera und des richtigen Films sind ausschlaggebend für die Qualität der Negative. Im folgenden deshalb einige Worte zur Ausrüstung (Seite 20)

SONNE 1984 WEISSLICHTPROJEKTIONSZEICHNUNG

Datum: 84 a 04 m 29 d 10 h 12 m UT Instr.: 8° Refraktor Okular: 50 mm

Luft R: 3 S: 2 Q: G Beobachter: PAECH / HANNOVER

Sonnenrotation Nr.: 1748 P: -24,48° B: -4,32° L: 333,32°

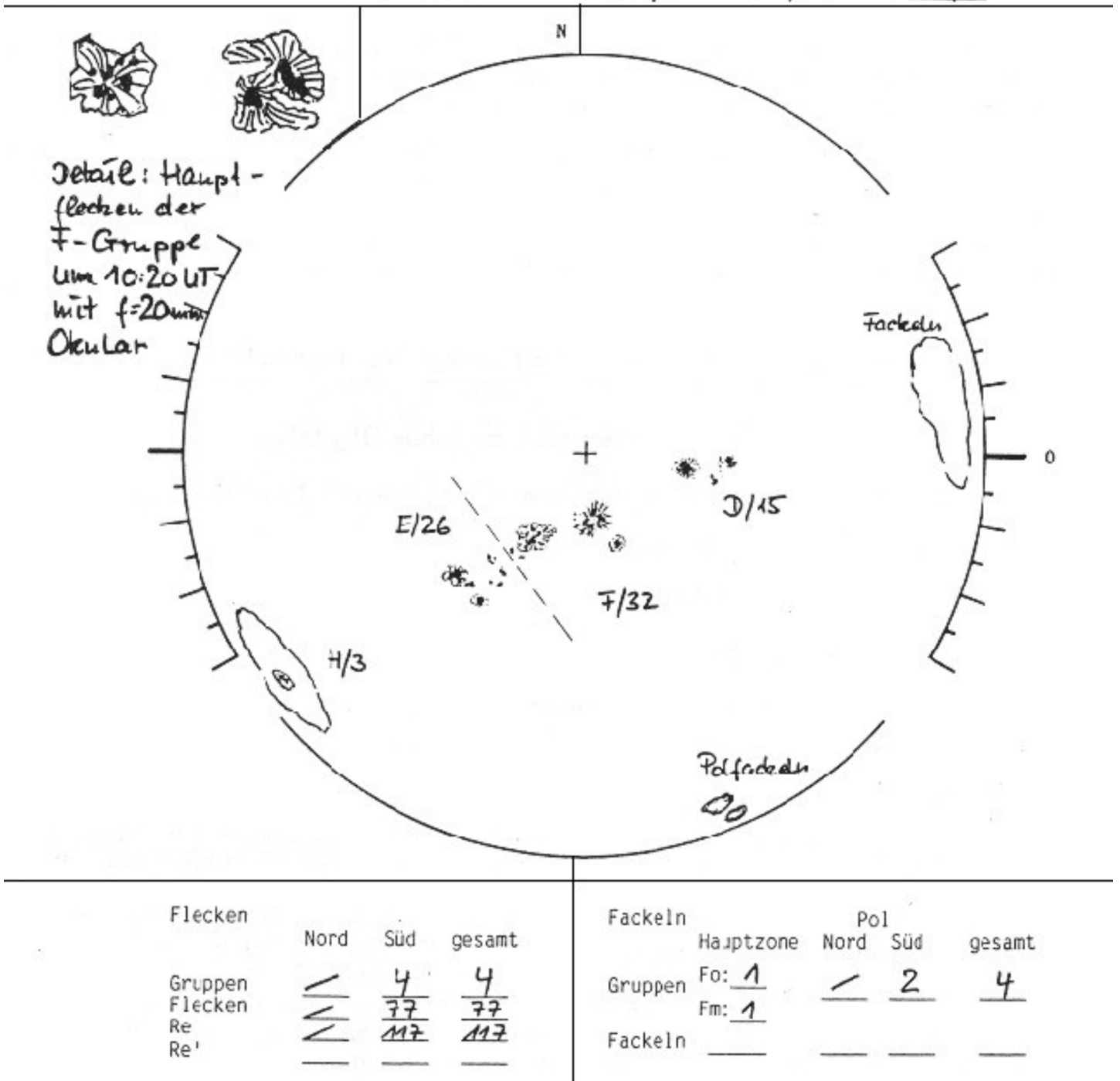


Abbildung 10: Eine Sonnenfleckenzeichnung

Was braucht der klassisch arbeitende Sonnenfotograf?

1) Kamera

Prinzipiell ist jedes Kameragehäuse brauchbar, einige Anforderungen sind jedoch zu stellen: Der Verschluss sollte Belichtungszeiten bis zu 1/1000 Sekunde ermöglichen. Bei dem Kauf einer gebrauchten Kamera darauf achten, da der Schlitzverschluss gleichmäßig abläuft – eventuell ausprobieren. Die Belichtungs-auslösung sollte möglichst erschütterungsfrei erfolgen (sonst Gefahr des Verwackelns). Wird als Arbeitsgebiet die Positionsbestimmung angestrebt, ist darauf zu achten, da das Gehäuse Doppelbelichtungen zulässt. Der wichtigste Teil der Kamera ist ihr Sucher. Schnittbild, Mikrop Prismen oder zu grob strukturierte Mattscheiben-sucher sind ungeeignet. Empfehlenswert ist eine feinkörnige Mattscheibe mit Klarfleck und eingraviertem Fadenkreuz in der Bildmitte. Die beste Wahl ist natürlich ein Kameragehäuse mit auswechselbaren Sucherscheiben (teurer als einfachere Modelle). Ein Tipp: Haben Sie eine ältere Kamera mit grober Mattscheibe, so kann man einen Tropfen Nähmaschinenöl vorsichtig auf der Mattscheibe verteilen und damit das Sucherbild wesentlich verbessern.

2) Kameraadapter

Dieser stellt die feste Verbindung zwischen Kamera und Teleskop her. Für die kommerziell gefertigten Instrumente gibt es solche Adapter serienmäßig für alle Kameragehäuse zu kaufen. Sie heißen z.B. T2 oder M42-Adapter. Sie sind ein sehr wichtiges Detail, und von Basteleien aus Pappe oder Holz (wie in älterer Literatur beschrieben) sei abgeraten. Sie bringen nur Enttäuschungen.

3) Filmmaterial

In Frage kommen nur „hart“ arbeitende, sogenannte Reprofilme, die eine niedrige bis mittlere Empfindlichkeit und eine hohe Auflösung haben. Oft verwendet wurde vor allem Kodak Technical Pan 2415 (TP 2415). Durch verschiedene Entwicklungen kann dieser Film in weiten Bereichen gesteuert werden (kann dann sogar auch für normale bildmäßige Fotografie verwendet werden). Leider hat Kodak aufgrund sinkender Nachfrage die Produktion von TP 2415 zum Jahresende 2004 eingestellt, so daß versucht werden sollte entweder Restbestände aufzukaufen oder auf ähnlich arbeitende Filme anderer Hersteller zurückzugreifen.

4) Lichtdämpfung

Empfehlenswert sind nur die Methoden mit Objektivfilter bzw. -folie und das Herschel- bzw. Pentaprisma (siehe Abschnitt 5.2). Für Gesamtaufnahmen (Übersicht) hat sich das Objektivfilter bewährt, für hochaufgelöste Detailaufnahmen das Herschel oder das Pentaprisma. Beide haben eine höhere Lichttransmission, so dass man bei hoher Bildvergrößerung noch kurze Belichtungszeiten anwenden kann.

5) Telekonverter

Ein praktisches Zubehör ist der Telekonverter. Er verdoppelt (2x) oder verdreifacht (3x) die Primärbrennweite des Teleskops. Haben Sie z.B. ein Fernrohr mit 900 mm Brennweite, so verlängert sich die Brennweite bei Verwendung eines 2x-Konverters auf 1800 mm, bei einem 3x-Konverter auf 2700 mm. Von der Verwendung der 3x- Konvertern sei aber abgeraten, da sie optisch meist schlecht korrigiert sind. Des Weiteren geht bei der Erhöhung der Brennweite natürlich die

Bildhelligkeit zurück, was eine Verlängerung der Belichtungszeit erfordert. Ein Telekonverter wird zwischen Adapter und Kamera montiert. Bei der Verwendung ist zu beachten, dass die Sonne auf ein Kleinbildnegativ (24mm x 36mm) nur noch bis zu einer Brennweite von 2300 mm vollständig abgebildet wird. Die Größe des Sonnenbildes auf dem Film (d in mm) kann überschlagsweise berechnet werden, indem man die Brennweite (f in mm) durch 100 teilt. Die genaue Formel lautet:

$$d [\text{mm}] = (0,00917 \dots 0.00948) \times f [\text{mm}]$$

Der Faktor in der Klammer bestimmt den scheinbaren Sonnendurchmesser am Himmel. Er ändert sich durch die Ellipsenbahn der Erde um die Sonne.

6) Dunkelkammer

Wie anfangs erwähnt, ist es nötig, dass das Sonnenfotograf seine Aufnahmen selber entwickelt und vergrößert. Eine einfache Dunkelkammerausrüstung, bestehend aus Filmentwicklungstrommel und Schwarz-Weiß-Vergrößerungsgerät, genügt völlig. Vielleicht hilft hier am Anfang auch ein Sternfreund. Des Weiteren haben heute viele Volkssternwarten ein eigenes Fotolabor.

Allgemeine Methoden der Sonnenfotografie

1) Die Fokalfotografie

Hier wird das normale Kameraobjektiv praktisch durch das Teleskop (ohne Okular) ersetzt. Die Kamera hat dann beispielsweise ein Teleobjektiv mit 900 mm Brennweite. Die Fokalfotografie ist empfehlenswert für Übersichtsaufnahmen der Sonne (mit oder ohne Telekonverter), für die Verfolgung der

Entwicklung von Fleckengruppen oder für fotografische Positionsbestimmung. Sie stellt keine besonderen Anforderungen an die Stabilität des Fernrohres und seine Montierung. Durch die kurzen Belichtungszeiten (1/500 – 1/1000 Sekunde sollten angestrebt werden) kann ohne Motornachführung gearbeitet werden (auch azimuthal montiert). Die Lichtdämpfung kann wahlweise mit Objektivfilter oder Herschel- bzw. Pentaprisma erfolgen.

2) Die Projektionsfotografie

Bei der Projektionsfotografie arbeitet man eigentlich wie beim Zeichnen, nur sitzt an der Stelle des Projektionschirmes die Oberfläche des Films oder des CCD-Chips im Kameragehäuse. Die Projektionsfotografie ist anzuraten für die Erfassung von Strukturveränderungen in Flecken (z.B. Lichtbrücken) u.ä. Beobachtungen, die hohe Detailauflösung fordern. Zur Lichtdämpfung empfehlen wir das Herschel- oder das Pentaprisma.

Beide Methoden erfordern eine entsprechende Lichtdämpfung. Versuchen Sie nie, ohne Filterung mit kurzen Belichtungszeiten zu arbeiten. Die Folge ist eine sofortige Zerstörung des Kameraverschlusses oder des CCD-Chips!

Die Wärmeentwicklung im Brennpunkt eines Refraktors mit 100 mm Öffnung und 1300 mm Brennweite reicht aus, um Papier oder eine Zigarette zu entzünden.

Belichtungszeiten

Die erforderliche Belichtungszeit bei Verwendung von Filmmaterial kann nach folgender Formel abgeschätzt werden:

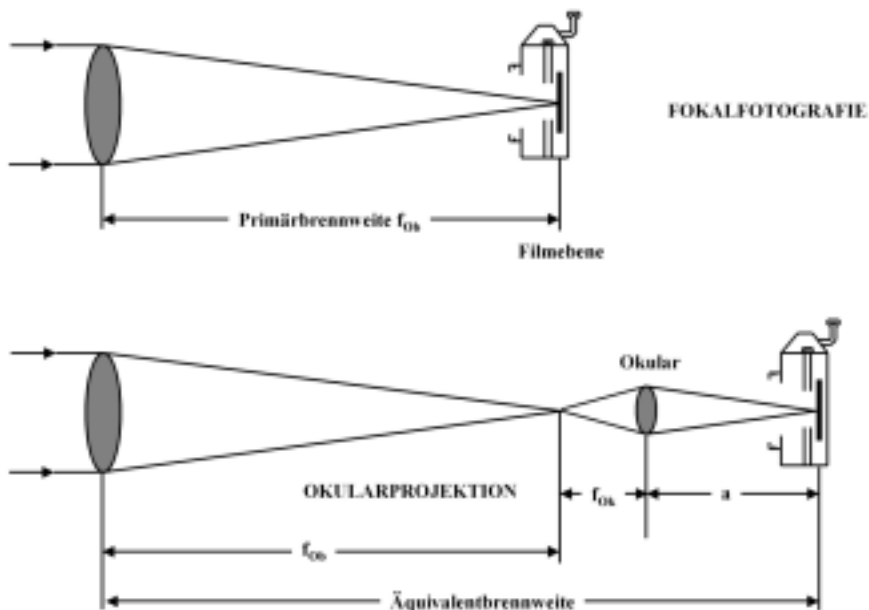


Abbildung 11: Strahlengang im Refraktor bei der Fokal- und der Projektionsfotografie

$$t = (N^2 \times F) / (E \times K).$$

Dabei bedeutet:

- t ... Belichtungszeit in Sekunden,
- N^2 ... Quadrat des Öffnungsverhältnisses (Brennweite/Öffnung),
- F ... Filterfaktor (Dämpfungsfaktor),
- E ... Filmempfindlichkeit in ASA,
- K ... Konstante der Sonnenhelligkeit, abhängig von der Sonnenhöhe (ca. $1 \times 10^7 \dots 7 \times 10^7$).

Besonders kritisch ist die Abschätzung der Konstante der Sonnenhelligkeit. Bei hochstehender Sonne im Sommer kann der Wert die angegebenen 70 Millionen überschreiten, bei Dunst, Nebel etc. kann der Wert auch unter den angegebenen 10 Millionen liegen. Daher ist immer eine Belichtungsreihe zu empfehlen. Wird beispielsweise 1/500s errechnet, sollte mindestens auch eine Aufnahme mit 1/1000s und 1/250s gemacht werden.

Zunächst wollen wir die Belichtungszeit für eine Übersichtsaufnahme berechnen. Benutzt wird ein Refraktor mit 60 mm Objektivöffnung und einer Primärbrennweite von 900 mm mit einem 2x-Telekonverter. Der Film soll

eine Empfindlichkeit von 100 ASA haben, zur Lichtdämpfung verwenden wir ein Objektivfilter der Dichte 4 (Filterfaktor $F = 10\,000$). Als Faktor K setzen wir den oberen Wert von 70 Millionen an.

Dann ist:

$$\begin{aligned} N^2 &= (900 \text{ mm} \times 2 / 60 \text{ mm})^2 \\ &= 30^2 \\ &= 900 \end{aligned}$$

Weiterhin gilt:

$$\begin{aligned} t &= (900 \times 10000) / (7 \times 10^7 \times 100) \\ &= \text{ca. } 0,001 \text{ (s)} \\ &= 1/1000 \text{ (s)} \end{aligned}$$

Das bedeutet z.B. durch Erhöhung der Filmempfindlichkeit oder Weglassen des Telekonverters muss noch ein schwaches Dämpfungsfilter vor der Kamera benutzt werden, es sei denn, der Kameraverschluss ermöglicht Belichtungszeiten von 1/2000 bzw. 1/4000 Sekunde.

Nun soll die Berechnung für eine Detailaufnahme eine großen Fleckengruppe in der Projektionsfotografie wiederholt werden. Hier haben wir jetzt andere Verhältnisse, da uns für die Berechnung des

Öffnungsverhältnisses ja die Angabe für die Primärbrennweite fehlt (wir vergrößern ja das Bild nachträglich mit einem Projektionsokular). Es wird der Begriff der Äquivalentbrennweite f_A eingeführt. Sie berechnet sich näherungsweise wie folgt:

$$f_A = f_{ob} \times (a / f_{ok}).$$

Der Projektionsabstand a (in mm) ist grob der Abstand, den das Okular von der Filmebene hat. Genau ist a der Abstand der Brennebene des Okulars zur Filmebene; f_{ok} ist die Okularbrennweite (in mm) und f_{ob} die Objektivbrennweite (in mm). Als Beispiel für die Berechnung der Belichtungszeit benutzen wir wieder unseren Refraktor mit 60 mm Öffnung und 900 mm Brennweite. Zum Projizieren verwenden wir ein Okular (unverkittet!) mit 10 mm Brennweite. Als Projektionsabstand wählen wir 100

mm. Damit ist:

$$f_A = 900 \times (100 / 10) = 9000 \text{ (mm)}$$

Das heißt, unser Sonnenbild hat auf dem Negativ – nach der Faustformel $1/100$ der Brennweite – bereits einen Durchmesser von 90 mm. Jetzt können wir wieder N^2 berechnen:

$$N^2 = (9000 \text{ mm} / 60 \text{ mm})^2 = 22\,500$$

Daraus folgt für die Belichtungszeit mit einem Objektivfilter der Dichte 4 (Filterfaktor $F = 10000$):

$$t = (22500 \times 10000) / (7 \times 10^7 \times 100) = 0,031 \text{ (s)} = 1/30 \text{ s}$$

Der Luftunruhe wegen sollten Belichtungszeiten über $1/250$ Sekunde

nicht verwendet werden. Kürzere Belichtungszeiten können wir durch verkürzen des Projektionsabstandes oder durch Erhöhung der Okularbrennweite (beides bedeutet eine Verkürzung der Brennweite und damit eine Bildverkleinerung) realisieren oder wir tauschen das Objektivfilter gegen eines mit Dichte 3 aus oder verwenden ein Herschel- oder Sonnenprisma (Filterfaktor 20) in Verbindung mit einem Graufilter (z.B. Filterfaktor 1:64). Jedoch sollte angemerkt werden, dass man die Äquivalentbrennweite nicht zu groß wählt, da man sonst keine scharfen Fotos mehr erzielen kann. So sollte das 100fache des Objektivdurchmesser als Maximalwert gelten, in unserem Fall also 6000 mm.

Es hört sich alles viel komplizierter an, als es in Wirklichkeit ist, also ausprobieren. Einige gelungene Beispiele für Sonnenfotografie mit kleinen Instrumenten sind hier zu sehen.

7.4 Die digitale Fotografie

Michael Delfs

Auch ohne Dunkelkammer und Film lassen sich gute bis sehr gute Sonnenfotos herstellen. Man benötigt dazu eine Digitalkamera bzw. eine Webcam und einen PC. Auch eine Videokamera liefert gute Ergebnisse.

Wie auch in der klassischen Fotografie kann man sagen, daß bereits kleine Instrumente ohne großen Aufwand zu aussagekräftigen Bildern führen können. Erste vielleicht misslungene Ergebnisse sollten nicht entmutigen, sondern dazu dienen, die eigenen Techniken zu verbessern. Man muss sich darüber im klaren sein, dass die Sonnenfotografie ein schwieriges Arbeitsgebiet ist und einige Erfahrung erfordert. Die Fokussierung des Sonnenbildes ist manchmal genauso

schwierig wie die Beurteilung der Luftgüte.

Hier einige Worte zur Ausrüstung, die zum Teil bereits im Abschnitt über die klassische Fotografie erwähnt wurden:

Was braucht der digital arbeitende Sonnenfotograf?

Prinzipiell ist jede digitale Kamera brauchbar. Vorweg ist zu bedenken, daß eine Digitalkamera und vor allem eine Webcam ein wesentlich kleineres Aufnahmeformat haben als eine Kamera, die mit Film arbeitet. Zu den Themen Kameraadapter, Lichtdämpfung, Telekonverter gilt das unter Abschnitt 7.3 Gesagte. Der Wirkungsgrad eines Aufnahme-Chips (CCD,

CMOS) ist in der Regel höher als beim Film, dadurch sind kürzere Belichtungszeiten möglich und der Einfluß der Luftunruhe sinkt.

Die Digitalkamera

Von diesen Kameras gibt es sehr verschiedene Modelle, die sich auch preislich stark voneinander unterscheiden. Wie in der klassischen Fotografie auch benötigt man nur das Kameragehäuse, denn ein Objektiv hat ja bereits das Fernrohr. Digitale Spiegelreflexkameras haben oft auswechsel- und damit abnehmbare Objektive, alle anderen Digitalkameras hingegen sind untrennbar mit ihrem Objektiv verbunden. Beide Kamera-

typen benötigen einen Adapter zur Befestigung am Teleskop, wobei die Kameras mit Fixobjektiv für die Fokussierung oft noch ein afokales Projektiv (Astro-Fachhandel, z.B. Baader) benötigen. Weitere Probleme bei Digitalkameras sind der Autofokus (bei Fixobjektiv) und die schwingungsfreie Auslösemöglichkeit. Am besten eignen sich Kameras mit manueller Fokussiermöglichkeit und der Möglichkeit auszulösen zu können, ohne die Kamera berühren zu müssen. Jede Berührung kann den Fokus bzw. das Fernrohr verstellen oder in Schwingung versetzen, mißlungene Aufnahmen wären die Folge.

Die Webcam

Eine kostengünstige Alternative zur Digitalkamera ist eine Webcam (z.B. eine Philips ToUCam Pro II für ca. 90 EURO). Sie bietet den wesentlichen Vorteil einer sehr hohen Aufnahme rate in sehr kurzer Zeit. Das Objektiv lässt sich leicht heraus schrauben. Auf einem Monitor kann die Sonne in Echtzeit betrachtet und überwacht werden, ohne Aufnahmen machen zu müssen. Das andauernde Betrachten eines winzigen Displays wie bei der Digitalkamera entfällt. Eine Aufnahmeserie kann jederzeit vom PC aus gestartet oder beendet werden. Gegenüber einer Digitalkamera hat die Webcam ein sehr geringes Eigengewicht, die Fernrohrmechanik wird dadurch entlastet. Das USB-Kabel vom PC versorgt die Kamera andauernd mit Strom, Batterie- und Akkuwechsel während der Beobachtung gibt es nicht. Ein Adapter, der die Webcam fest mit dem Fernrohr verbindet, kann über den Astro-Fachhandel besorgt werden. Er passt fernrohrseitig z.B. in eine 1,25-Zoll-Okularsteckhülse, kameraseitig besitzt er das feine Gewinde des Webcam-Objektivs. Man achte jedoch

darauf, den Adapter nicht andauernd hinein- und herauszuschrauben, da sonst Plastikpartikel des Kameragewindes auf die Glasschutzscheibe über dem Aufnahme-Chip geraten und als dunkle unscharfe Punkte auf der Aufnahme zu sehen sind. Diese Partikel sind nicht so einfach zu entfernen. Der Adapter hat außerdem ein Innengewinde für ein Infrarot-Ultraviolettsperfilter aus dem Astro-Fachhandel, das unbedingt eingesetzt werden sollte. Im Infraroten hat der Aufnahme-Chip nämlich seine höchste Empfindlichkeit, darum wären ohne Filter die Aufnahmen überbelichtet. Nur im sichtbaren Teil des Spektrums ist ein Fernrohrobjektiv normalerweise korrigiert, so daß ohne das IR-UV-Filter nicht einmal ein scharfes Bild zustande käme.

Außer der Webcam braucht man einen USB-fähigen PC ab 500 MHz (je schneller, desto besser) mit einer Festplatte ab 80 GB, damit die Bilder ausreichend schnell aufgenommen, gespeichert und verarbeitet werden können. Aufnahmen können bei ausreichender Lichtdämpfung im Weißlicht und im H-Alpha gemacht werden. Dabei werden in der Regel innerhalb von wenigen Minuten 1000 Aufnahmen oder mehr gemacht zu dem Zweck, die schärfsten davon mit einem geeigneten Programm herauszusuchen zu lassen und dann zu überlagern. Anschließend wird das überlagerte Gesamtbild gefiltert und geschärft, so daß eindrucksvolle Details sichtbar werden. Ein sehr empfehlenswertes Programm zur Bildver- und Bildbearbeitung ist GIOTTO von Georg Dittié. Auf seiner Webseite (<http://www.videoastronomy.org/giotto.htm>) findet sich dieses kostenlose Programm, zahlreiche Tipps und Links. Es gibt natürlich auch noch andere Programme im Web (z.B. RegiStax; <http://registax.ccdastro.de>), doch ist es von den Bearbeitungsaufgaben und

dem persönlichen Geschmack abhängig, welches man praktikabler oder besser findet. Weitere Informationen und Links zum Thema Bildaufnahme und -bearbeitung findet man auf der Webseite von Wolfgang Paech (<http://www.sbig.de/universitaet/html/softwaretips.htm>).

Eine Webcam ist außer zur Gewinnung von Einzelbildern zwecks späterer Nachbearbeitung auch für Zeitrafferfilme bei veränderlichen Protuberanzen und Filamenten, sowie Flares hervorragend geeignet, da sich die Anzahl der Aufnahmen pro Sekunde einstellen und an die Dynamik der Veränderungen anpassen lässt.

Die Videokamera

Auch aus Videoaufnahmen lassen sich quasi stationäre Phänomene (Flecken, ruhende Protuberanzen, Filamente) festhalten und daraus gute, geschärfte Standbilder gewinnen. Dazu nimmt man einen Film z.B. eines Sonnenflecks auf und überspielt den Film in den PC. Liegt er dort in einem geeigneten Videoformat (z.B. avi) vor, wird er mit Hilfe der bereits oben erwähnten Programme GIOTTO oder RegiStax in Einzelbilder zerlegt und die besten entsprechend den eigenen Vorgaben ausgesucht und überlagert. Anschließend erfolgt die Filterung und Schärfung, so daß gute Einzelbilder dabei herauskommen können.

Wichtiger Hinweis zur Bearbeitung der Bilder:

Bei jeder Bearbeitung der überlagerten Bilder sollte Vorsicht walten und nichts 'herbeigeschärft' werden, was nicht vorhanden war. Am besten, man orientiert sich bei der Bearbeitung an einem guten unbearbeitetem Rohbild der Aufnahmeserie, also an der Wirklichkeit.