



# LS40

## Bedienungsanleitung



## Inhalt

Erste Informationen .....	3
WARNHINWEISE.....	3
Lieferumfang .....	4
Das Teleskop.....	4
Verwendung .....	5
Anbringen an einer Montierung.....	5
Zenitspiegel-Filter-Baugruppe .....	5
Sucher .....	5
Scharfstellen.....	5
Beobachten .....	5
Fotografieren .....	6
Pflege und Reinigung .....	6
Hilfen für das Beobachten.....	6
Über seeingbedingte Einschränkungen und Auflösung .....	7
Tips für die Sonnenfotografie .....	7
Belichtungszeit .....	8
Bittiefe .....	8
Merkmale der Sonne im H-Alpha-Licht.....	9
Chromosphäre .....	9
Protuberanzen.....	9
Filamente.....	9
Spikulen .....	9
Aktive Regionen .....	9
Feldübergangsbögen .....	10
Sonnenfackeln/Plages.....	10
Gebiet entstehenden Flusses.....	10
Ellerman-Bombe .....	10
Sonneneruptionen .....	10
Technische Daten.....	11

## Erste Informationen

Herzlichen Glückwunsch und vielen Dank, dass Sie sich für ein Lunt-Solar-Systems-Teleskop entschieden haben! Bevor Sie Ihr Teleskop aufbauen und zum ersten Mal die Sonne beobachten, lesen Sie bitte die folgen-

den Sicherheitshinweise. Wenn Sie Fragen zur sicheren Verwendung eines Produkts von Lunt Solar Systems haben, wenden Sie sich bitte an unseren Kundendienst, bevor Sie das Gerät in Betrieb nehmen.

### WARNHINWEISE

Beobachten Sie die Sonne niemals mit dem bloßen Auge oder mit einem Teleskop, das nicht speziell dafür ausgelegt ist. Dies kann zu dauerhaften und irreversiblen Augenschäden führen.

Vergewissern Sie sich, dass alle Filter korrekt installiert und frei von Oberflächenverschmutzungen sind, die die Leistung beeinträchtigen und/oder die Oberflächen der Optik beschädigen könnten, wenn sie der Sonne ausgesetzt sind, z. B. Fingerabdrücke. Führen Sie vor jeder Beobachtungssitzung eine routinemäßige Sicherheitsüberprüfung durch!

Lassen Sie das Sonnenteleskop niemals unbeaufsichtigt, wenn es auf die Sonne gerichtet ist. Personen, die nicht mit der korrekten Bedienung des Systems vertraut sind, könnten versehentlich den Zenitspiegel oder den Filter selbst entfernen, da sie sich der integrierten Sicherheitsfunktionen nicht bewusst sind.

Seien Sie sich immer bewusst, dass Sie in direktem Sonnenlicht beobachten. Treffen Sie die notwendigen Vorkehrungen, um sich vor Sonnenbrand und Hitzeeinwirkung zu schützen.

Versuchen Sie niemals, das System zu zerlegen. Andernfalls erlischt die Garantie und die Sicherheit des Systems ist nicht mehr gewährleistet. Benutzen Sie Ihr Teleskop nicht, wenn es durch unsachgemäße Behandlung oder Beschädigung in irgendeiner Weise in seiner Funktion beeinträchtigt ist.

Der Zenitspiegel mit dem Sperrfilter muss immer angebracht sein, wenn das Teleskop in Gebrauch ist. Lunt-Sonnenfilter und -Teleskope sind NICHT mit Produkten von Mitbewerbern kompatibel.

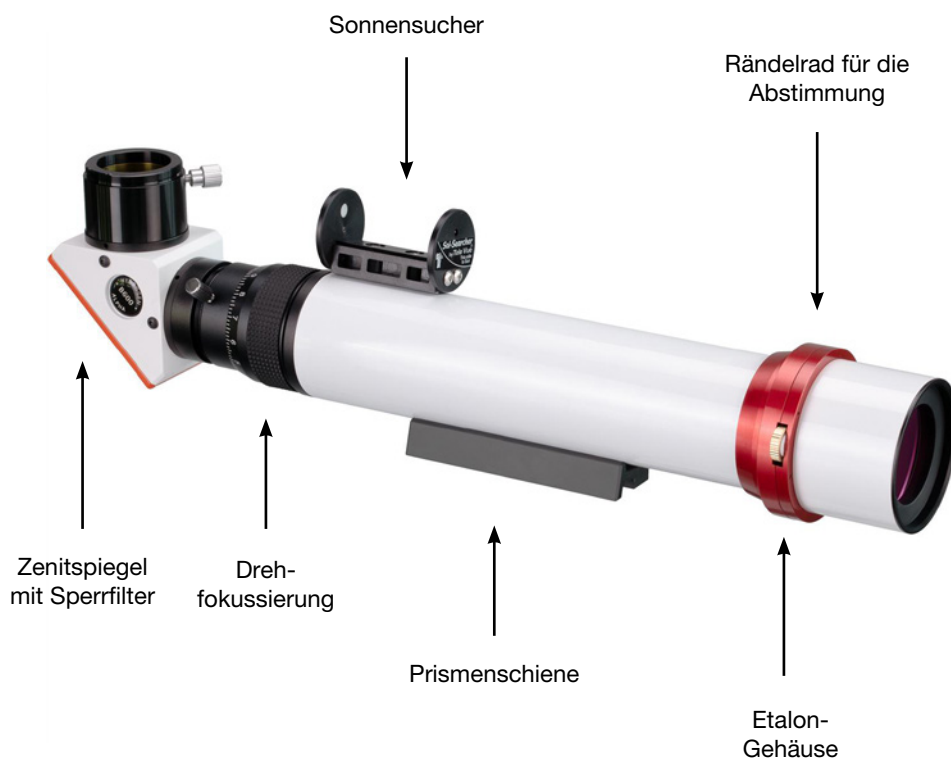
Schützen Sie Ihr Teleskop vor Stößen, die von Herunterfallen verursacht werden könnten. Das Lunt Solar-Teleskop kann normalem Gebrauch standhalten, aber ein starker Stoß kann dazu führen, dass der Etalon sich löst oder andere Schäden verursachen, die eine Reparatur im Werk erfordern, welche nicht von der Garantie abgedeckt ist. Bewahren Sie das Gerät in seinem Originalkarton oder -koffer auf, wenn es nicht benutzt wird. Bei richtiger Handhabung und Pflege sollte Ihre Lunt-Solar-Ausrüstung ein Leben lang halten.

## Lieferumfang

- Sonnenteleskop
- Sperrfilter im Zenitspiegel
- Prismenschiene
- Sonnensucher

**Hinweis:** Bewahren Sie den Schaumstoff-Einsatz aus dem Lieferkarton auf. Diese kann im optional erhältlichen Transportkoffer verwendet werden.

## Das Teleskop



## Verwendung

### Anbringen an einer Montierung

Befestigen Sie das Teleskop auf der Montierung Ihrer Wahl. An der Unterseite des Gehäuses befindet sich eine Prismenschiene mit einer 1/4-Gewindebohrung. Sie können das Teleskop direkt an einer Montierung oder einem Fotostativ befestigen.

### Zenitspiegel-Filter-Baugruppe

Schieben Sie den Zenitspiegel in den Okularauszug und arretieren Sie ihn mit der Rändelschraube. Setzen Sie ein Okular mit geringer Vergrößerung (separat erhältlich) in den Sperrfilter ein. Ein 25-mm-Okular ist eine gute Wahl für ein großes Sichtfeld.

### Sucher

Richten Sie das Teleskop mithilfe des Suchers auf die Sonne aus. Schauen Sie durch das Okular. Sehen Sie eine unscharfe rote Kugel? Wenn nicht, vergewissern Sie sich, dass Sie die Staubschutzkappe vom Objektiv entfernt haben, und überprüfen Sie die Ausrichtung auf die Sonne. Wenn sich die Sonne immer noch nicht im Sichtfeld Ihres Okulars befindet, bewegen Sie das Teleskop ein wenig, während Sie durch das Okular schauen. Wenn Sie die Sonne gefunden haben, zentrieren Sie sie im Okular und stellen Sie den Sonnensucher so ein, dass er korrekt auf Ihr Teleskop ausgerichtet ist.

### Scharfstellen

Das Ziel ist, den Rand der Sonne so scharf wie möglich abzubilden. Die Grobeinstellung wird durch das Verschieben der Zenitspiegel-Steckhülse erreicht. Stellen Sie das Auszugsrohr auf 50 % seines Weges und verschieben Sie den Zenitspiegel im Okularauszug, bis Sie in der Nähe des Schärfepunktes sind. Stellen Sie dann die Schärfe mit dem Drehfokussieren genau ein.

### Abstimmen des Etalons

An dem an der Teleskop-Öffnung montierten Filtergehäuse befindet sich ein in den Tubus eingelassenes Rändelrad.

Drehen Sie dieses (in Blickrichtung des Teleskops) vorsichtig ganz nach links. Blicken Sie durch das Teleskop auf die Sonne und drehen Sie dabei das Einstellrad langsam nach rechts. Achten Sie besonders auf den Rand der Sonne; dort werden nach und nach die Protuberanzen sichtbar. Ebenso lassen sich auf der Sonnenoberfläche Details erkennen.



Drehen Sie das Einstellrad weiter, bis die Details langsam verschwinden. So können Sie feststellen, in welcher Einstellung das Bild am kontrastreichsten ist.

Wenn die meisten Details sichtbar sind, haben Sie das System auf die H-Alpha Wellenlänge von 656,28nm abgestimmt. Wenn das geschehen ist, muß während der anschließenden Beobachtung die Einstellung nicht mehr verändert werden.

Der Etaloneinstellung ist sehr feinfühlig, drehen Sie also nur sehr vorsichtig am Einstellrad, bis Sie die Position mit dem besten Kontrast erreicht haben.

### Beobachten

Wenn Sie das Gefühl haben, dass Sie die Einstellung richtig vorgenommen haben, stellen Sie die Schärfe neu ein. Versuchen Sie, Ihr Auge beim Beobachten zu entspannen und die Details auf sich wirken zu lassen. Wenn Sie mit einem Okular mit geringerer Vergrößerung (z.B. 25 mm) gut beobachten können, versuchen Sie es mit einem 12-mm-Okular oder einem anderen Okular mit höherer Vergrößerung. An Tagen mit guter Sicht können Sie die Vergrößerung höher einstellen als an Tagen mit schlechter Sicht. Denken Sie daran: Wenn Sie nicht scharfstellen können, verwenden Sie ein Okular mit geringerer Vergrößerung.

## Fotografieren

Das LS40 ist in erster Linie für die visuelle Beobachtung der Sonne konzipiert, daher müssen Sie auf einige Dinge achten, wenn Sie fotografieren möchten.

Der Arbeitsabstand ist klein, weswegen es sinnvoll ist, spezielle Astrokameras zu verwenden. Je nach Modell können diese entweder in die Okularaufnahme eingesetzt oder mit dem Sperrfilter verschraubt werden. Das dafür vorgesehene T2-Gewinde erreichen Sie, indem Sie die Okularaufnahme vom Sperrfilter abschrauben.

Daran können Sie über geeignete Adapter auch andere Kameras befestigen. Diese dürfen aber in Verbindung mit dem Adapter nur ein kurzes Auflagemaß haben. Nicht jede Kamera kann am LS40 verwendet werden!



## Pflege und Reinigung

Wir empfehlen, das Teleskop und die Zubehörteile (Zenit Spiegel-Filter-Baugruppe!) mit aufgesetzten Endkappen in einer kühlen und trockenen Umgebung aufzubewahren. Die Lebenserwartung des optischen Filters wird durch eine Lagerung bei den genannten Bedingungen um das 2–3fache verlängert. Berühren Sie nicht die optischen Elemente der Filterbaugruppe. Die Glasoberflächenbeschichtungen sind zwar haltbar, aber leicht kratzempfindlich. Einzelne Staubpartikel haben keinen Einfluss auf die Bildqualität und können vorsichtig mit einem Blasebalg entfernt werden. Verwenden Sie KEINE Druckluft(-dosen), um Staub von optischen Oberflächen zu entfernen. Geringe Mengen an Rückständen beeinträchtigen die optische Leistung nicht. Fingerabdrücke, Flecken und Schlieren müssen dagegen vorsichtig entfernt werden.

Die Filterbaugruppe darf nicht geöffnet werden. Das Öffnen der optischen Filtereinheiten führt zum Erlöschen der Garantie. Die sicherste Reinigungsmethode besteht darin, ein sehr weiches, fusselfreies Tuch oder ein Wattestäbchen mit reinem Isopropylalkohol (Reagenzienqualität) zu befeuchten und den Flecken vorsichtig abzuwischen. Tragen Sie die Lösungen nicht direkt auf die Glasoberfläche auf. Streichen Sie nur von der Mitte der Öffnung nach außen. Verwenden Sie nach jedem Reinigungsstrich ein frisches Wattestäbchen. Je weniger Striche, desto besser! Das Metallgehäuse und andere nicht optische Teile sind eloxiert oder lackiert und können mit einem sanften Reinigungsmittel gesäubert werden.

## Hilfen für das Beobachten

Bei der Beobachtung am Tag gelangt Streulicht in Ihr Auge, das die Sicht durch den Filter erschweren kann. Wir empfehlen, dass Sie sich eine Haube oder ein Tuch über den Kopf hängen, um das Streulicht, das in Ihr Auge eindringt, zu begrenzen, damit

Sie schwächere Strukturen und mehr Oberflächendetails erkennen können. Auch ein bequemer Stuhl erleichtert die Beobachtung, da das Auge länger ruhig bleiben kann, um feinere Details auf der Oberfläche der Sonne zu erkennen.

## Über seeingbedingte Einschränkungen und Auflösung

Die Seeing-Bedingungen bei der Sonnenbeobachtung unterscheiden sich stark von den Bedingungen in der Nacht. Tagsüber wird das Seeing durch die Strahlungswärme der Sonne erheblich beeinträchtigt. Das Seeing ist durch Turbulenzen oder Flimmern gekennzeichnet, wie man es von einer heißen Straße kennt, und kann die Qualität der Sonnenbeobachtung erheblich verschlechtern.

- Schlechtes Seeing wird durch die Vermischung von Luft mit unterschiedlichen Temperaturen verursacht. Dies geschieht typischerweise in den untersten drei Metern der Luft. Am häufigsten tritt es über Straßenbelägen, dunklen Objekten, Dächern und manchmal auch Bäumen auf.
- Hohe Zirruswolken verursachen eine Streuung des Sonnenlichts in der höheren Atmosphäre, was oft zu schlechten Sichtverhältnissen führt. Ein klassisches Anzeichen für hohe Zirruswolken ist die fehlende Schärfe bzw. die Notwendigkeit, den Fokus zu verändern, oder ein Mangel an Kontrast.
- Auch ein Jetstream, der sich über dem Himmel bewegt, kann die Seeing-Bedingungen selbst an einem klaren Tag beeinträchtigen.

Lunt-Teleskope sind leistungsstarke Beobachtungsgeräte, und die hohe Auflösung kann zu Problemen beim Beobachten führen. Je größer das Teleskop ist, desto größer ist der Einfluß des Seeings. Auch wenn viele dieser Umgebungsbedingungen nicht von uns beeinflusst werden können, bietet die Beobachtung in einem Gebiet mit idealen Bedingungen, ohne asphaltierte Flächen in Beobachtungsrichtung und an Tagen ohne hohe Zirren, die besten Ergebnisse. Gras ist die beste Umgebung für ein stabiles Seeing bei Tag. Jeder Beobachtungsort bietet zu verschiedenen Tageszeiten ein anderes Verhalten der Seeing-Zellen, da sich die Luft, durch die man schaut, mit der Bewegung der Sonne verändert. An einigen Standorten ist das Seeing am Morgen am besten, während es an anderen am Nachmittag am besten ist. Da die meisten Wärmeschwankungen zwischen Luft- und Bodenoberflächen innerhalb der ersten drei Meter über dem Boden auftreten, bietet eine hohe Beobachterposition oft ein besseres Seeing. Dazu kann auch eine Terrasse im zweiten Stock gehören, von der aus man über eine Wiese blickt.

## Tips für die Sonnenfotografie

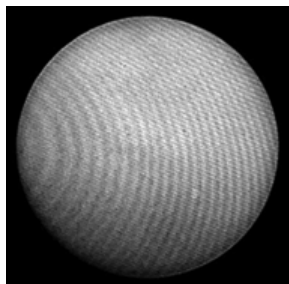
Lunt empfiehlt Monochrom-Kameras für beste Resultate. Für Sonnenbeobachtern gibt es die einfache Möglichkeit, die Sonne mit einer digitalen Spiegelreflexkamera im H-Alpha-Licht aufzunehmen. Bitte beachten Sie jedoch, dass aufgrund der Eigenschaften des monochromatischen Lichts und seiner Auswirkungen auf eine Kamera bestimmte negative Effekte auftreten können.

Die meisten Kamerahersteller (z.B. Canon und Nikon) verwenden einen IR-Sperrfilter, der die Transmission des H-Alpha-Lichts stark reduziert. DSLR-Kameras ohne diesen IR-Sperrfilter haben eine höhere Empfindlichkeit beim Aufnehmen von H-Alpha. Selbst wenn man IR-Sperrfilter in Betracht zieht, sollte man bedenken, dass ein Farbsensor so konstruiert ist, dass nur eines von vier Pixeln rotes Licht detektiert. Die anderen Pixel erkennen nur Blau und Grün, da sie mit einem Filter für die jewei-

lige Farbe versehen sind. Ein Farbsensor (in einer DSLR- oder einer Farb-CMOS-Kamera) besitzt also eine geringere Auflösung als ein Monochromsensor.

Ein weiterer Effekt, der beim Aufnehmen von monochromatischem Licht von H-Alpha auftritt, ist das Interferenzmuster, die sogenannten Newtonschen Ringe. Der Effekt ähnelt der Interferenzprüfung einer optischen Oberfläche zwischen zwei ebenen Flächen. Der Sensor und das Deckglas erzeugen ein kleines Interferometer im Inneren der Kamera und verursachen ein Moiré-Muster. Die Kamera

muss ein wenig geneigt werden, um dieses Muster zu vermeiden. Neigeadapter bieten eine einfache Lösung für dieses Problem. Der Effekt tritt sowohl bei Farb- als auch bei Monochromsensoren auf. Neigeadapter können zwischen Teleskop und Kamera eingesetzt werden kann, um den Winkel einzustellen und das Interferenzmuster zu eliminieren.



## Belichtungszeit

Die Aufnahme von Sonnenlicht und die Astrofotografie bei Nacht sind sehr unterschiedlich. Aufnahmen des dunklen Himmels erfordern lange Belichtungszeiten, um genügend Licht einzufangen. Die Sonne bietet reichlich Licht, daher sollten die Belichtungszeiten sehr kurz sein. Außerdem sind wegen der Schwankungen des Seeing kurze Belichtungszeiten von weniger als 1/10 Sekunde besser, da sich die Seeing-Zellen schnell bewegen und das Bild verzerren und während einer langen Belichtung entstehen und

verschwinden können. Da die Sonne eine gewisse Bandbreite an Helligkeit aufweist, funktioniert die automatische Belichtung nicht gut. Eine Software, die es dem Benutzer ermöglicht, die Belichtungseinstellungen manuell zu steuern, ist sehr wichtig. Die Belichtungszeit für Protuberanzen, die durch ein Lunt-Teleskop aufgenommen werden, beträgt etwa 1/15 bis 1/100 Sekunde. Belichtungszeiten für Oberflächendetails sind sogar noch kürzer, etwa 1/300 bis 1/500 Sekunde.

## Bittiefe

Die Sonnenaktivität umfasst einen großen dynamischen Helligkeitsbereich von hellen Sonneneruptionen bis hin zu schwachen eruptiven oder schwebenden Protuberanzen in einiger Entfernung vom Sonnenrand. Um all diese Erscheinungen zu erfassen, empfehlen wir die Verwendung von 12-Bit- oder 16-Bit-Kameras. Normale 8-Bit-Kameras können zwar verwendet werden, sind aber

in der Regel nur in der Lage, entweder die Oberfläche *oder* die Protuberanzen abzubilden, was mehrere Belichtungsreihen und eine anschließende Rekombination im Computer erfordert. Mit 12-Bit- oder 16-Bit-Kameras können diese Merkmale in einer einzigen Aufnahme erfasst werden, was die Bildverarbeitung vereinfacht.

## Merkmale der Sonne im H-Alpha-Licht

### Chromosphäre

Wenn wir die Sonne mit einem schmalen Bandpassfilter beobachten, der auf 6562,8 Å abgestimmt ist, können wir das Verhalten der Chromosphäre der Sonne betrachten. Die Chromosphäre ist eine Art Gashülle um die Photosphäre der Sonne, die sich ständig bewegt und verändert. Die Struktur der Chromosphäre verhält sich in aktiven Re-

gionen anders als in ruhigen Gebieten, in denen die Magnetfeldlinien stärker sind. Die Chromosphäre, von der man annimmt, dass sie mit der Photosphäre verbunden ist, wird von magnetischen Kräften beherrscht und hat dennoch ihr eigenes Intra-Netz (IN) aus Material, das alle 5 Minuten schwingt.

### Protuberanzen

Am Rande der Sonne zeigt selbst ein relativ breiter Filter von 1 Å oder mehr Protuberanzen, ein Detail der Chromosphäre, das sich kontrastreich gegen den dunklen Weltraum abhebt. Um die Details der Chromosphäre auf der Sonnenvorderseite zu beobachten, benötigen wir einen schmalen Filter, damit mehr Off-Band-Licht der Photosphäre und

des Kontinuums unterdrückt wird. Wir brauchen also einen Filter mit einer Breite von weniger als 1,0 Å. Je schmaler der Bandpass des Filters ist, desto stärker ist der Kontrast - bis hinunter zu 0,4 Å, wo die Struktur der Protuberanzen aufgrund der hohen Geschwindigkeit und der daraus resultierenden Wellenlängenverschiebungen reduziert ist.

### Filamente

Filamente erscheinen als große, dunkle Strukturen auf der Oberfläche der Sonne. Mit einer Helligkeit von etwa 10 % der Scheibe erscheinen sie auf der Oberfläche dunkel, während sie am Rande der Sonne als Protuberanzen erscheinen. Aktive Filamente (Active Region Filaments, ARF) unterscheiden sich von ruhenden Filamenten (Quiescent Region

Filaments, QRF). ARF sind dunkler, kleiner und haben eine kohärentere Fibrillenstruktur entlang ihrer Achse. Ein abgeschertes Magnetfeld verläuft parallel zu dieser Achse und ermöglicht so einen großen Flare. QRF können einen großen koronalen Massenauswurf (CME) erzeugen. Ein ARF kann mehrmals ausbrechen und sich neu bilden.

### Spikulen

Spikulen dominieren die Chromosphären in nicht aktiven Regionen und wurden eingehend untersucht. Sie sind kaum sichtbar, bestehen nur etwa 15 Minuten und ähneln einer „brennenden Prärie“.

Einige Jets schießen mit einer Geschwindigkeit von etwa 30 km/Sek. bis zu 10.000 km aus dem Randbereich der Sonne. Sie sind zu klein, um sie aufzulösen, und bewegen sich so schnell, dass die Wellenlängenverschiebung eine Herausforderung darstellt.

### Aktive Regionen

Aktive Regionen sind eine Konzentration magnetischer Aktivität mit mehreren Arten von Merkmalen auf engem Raum.

### Feldübergangsbögen

Feldübergangsbögen (Field Transition Arches, FTAs) verbinden P- und F-Flecken – Elemente entgegengesetzter Polarität innerhalb einer aktiven Region. Wo Sonnenflecken ursprünglich durch einen FTA verbunden sind, bildet

sich eine Schergrenze. Feldübergangsbögen unterscheiden sich von Filamenten dadurch, dass sie dünn und nicht sehr dunkel sind. Der FTA befindet sich in der Regel über einer Plage oder einer Granularstruktur.

### Sonnenfackeln/Plages

Der größte Teil der Fläche der aktiven Region wird von Sonnenfackeln eingenommen. In den Sonnenfackeln findet eine beträchtliche Aufheizung statt. Sie ist in allen Bereichen von H-Alpha bis zu den Calcium-H- und -K-

Linien hell. Man nimmt an, dass diese Erwärmung die Ursache für das Fehlen von Spikulen ist. Während es über der Sonnenfackel keine Spikulen gibt, sind sie an ihren Rändern deutlich zu sehen.

### Gebiet entstehenden Flusses

Ein Gebiet auf der Sonne, in dem ein magnetischer Dipol, oder „Flusskanal“ entsteht, und daraus gegebenenfalls und schließlich eine bipolare Sonnenfleckengruppe. Jeder Pol einer EFR ((Emerging Flux Region, EFR) ist oft durch Poren oder kleine sich entwickelnde Sonnenflecken gekennzeichnet.

In EFRs können manchmal sogar kleine Sonneneruptionen auftreten. Eine EFR entsteht mit einer kleinen, hellen H-Region, dann verbinden schwache Bogenfilamente (AFS) über hellen Sonnenfackeln kleine Flecken auf jedem Dipol. Das Wachstum ist schnell; ein ERF bildet sich innerhalb weniger Stunden.

### Ellerman-Bombe

Ein bemerkenswertes Merkmal der ERFs ist die sogenannte Ellerman-Bombe. Helle Punkte mit sehr großer Halbwertsbreite ( $\pm 5\text{\AA}$ ), die tief in der Atmosphäre liegen, so dass sie auf der H-Alpha-Zentralwellenlänge nicht sichtbar sind. Sie werden wegen ihres Aussehens auf

dem Spektrographen „Schnurrbärte“ genannt. Dieses seltsame und winzige Phänomen tritt typischerweise in der Mitte des EFRs oder an den Rändern der Flecken auf – dort, wo das Feld die Oberfläche durchbricht.

### Sonneneruptionen

Sonneneruptionen (Flares) sind intensive, plötzliche Energieausbrüche, die in Bereichen auftreten, in denen sich das Magnetfeld durch Flussentstehung oder Sonnenfleckenbewegung verändert. Spannungen in Kraftlinien bauen sich langsam auf und werden in Flares freigesetzt.

Sie treten am häufigsten an neutralen Stellen auf, wo ein Filament durch horizontale Scherfeldlinien gestützt wird. Dieses Ereignis kann nur entlang einer magnetischen Inversionslinie stattfinden. Wenn viele Kraftlinien beteiligt sind, erscheinen zwei Emissionsbänder, die gleichzeitig aufleuchten.

## Technische Daten

Teleskop-Typ:	Sonnenteleskop
Öffnung:	40 mm
Objektiv-Beschichtung:	Ion Assist Broadband AR
Öffnungsverhältnis:	f/10
Brennweite:	400 mm
Okularauszug:	Drehfokussierung
Montage:	CNC-Rohrschelle
Etalon-Wellenlänge:	656,28 nm
Etalon Bandpass:	< 0,7 Å
Etalon-Material:	Fused Silica in UV-Qualität
Etalon-Abstimmung:	Neigung
mögliche Sperrfilter:	5, 6 und 12 mm
Filter-Bandpass:	6 Å
Länge:	41 cm
Gewicht:	1,2 kg