

# Ein Protuberanzenfernrohr für Sternfreunde

Autor(en): **Klaus, G.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **7 (1962)**

Heft 78

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-900025>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# EIN PROTUBERANZENFERNROHR FÜR STERNFREUNDE

Von G. KLAUS, Grenchen

Das eindruckliche, aber leider allzukurze Schauspiel einer totalen Sonnenfinsternis weckt sicher in jedem Sternfreund den Wunsch nach einem Instrument, das ihm erlauben würde, das strahlende Bild der Korona und der Protuberanzen in aller Musse und beliebig oft beobachten zu können. Wenn auch die Sichtbarmachung der vollen Korona ausserhalb einer totalen Sonnenfinsternis leider noch unmöglich ist, so existieren doch einige Methoden, welche mindestens die Beobachtung der Protuberanzen erlauben.

Bereits vor hundert Jahren erfanden *Janssen* und *Lockyer* das Protuberanzenspektroskop (<sup>1</sup>), ein Zusatzgerät zu einem gewöhnlichen Fernrohr, das aber heute überholt ist. Um die Jahrhundertwende entwickelte *Hale* den Spektroheliographen (<sup>2</sup>) und später das Spektrohelioskop (<sup>3</sup>). Beide stellen erhebliche Anforderungen an Präzision, Raum und Kosten. Das modernste Instrument ist der von *Lyot* stammende H $\alpha$ -Quarzmonochromator (<sup>4</sup>), ein Filter, das für eine Halbwertsbreite von weniger als 1 Å gebaut werden kann und in diesem Falle die gleichzeitige Beobachtung der Protuberanzen und der chromosphärischen Spicules am Sonnenrand, sowie der Filamente und Eruptionen auf der Sonnenscheibe erlaubt. Ein fabelhaftes Gerät, das nur leider für Amateurverhältnisse sehr kostspielig ist! Die Selbsterstellung ist zwar prinzipiell möglich, aber sehr schwierig (<sup>5</sup>). Ebenfalls von *Lyot* stammt der Koronograph (<sup>6</sup>). Ursprünglich als Spezialinstrument zur Beobachtung der inneren Korona erdacht, hat sich bald gezeigt, dass sich dieses relativ einfache Fernrohr auch für Amateure ausgezeichnet zur Beobachtung der Protuberanzen eignet, vor allem seit die optische Industrie preiswerte Interferenzfilter auf den Markt gebracht hat (<sup>7</sup>).

Zwei prinzipielle Tatsachen sind ausschlaggebend für jede Protuberanzenbeobachtung:

- 1) Das viele tausend mal intensivere Licht der Photosphäre steht im Fernrohr dicht neben den relativ schwachen Protuberanzen.

2) Die Protuberanzen besitzen im Gegensatz zur Photosphäre ein Emissionslinienspektrum. Da sie zum grössten Teil aus Wasserstoff bestehen, ist die hellste Linie  $H\alpha$  bei  $6563 \text{ \AA}$ . Darum erscheinen die Protuberanzen rot. Das Sonnenspektrum selbst besitzt an dieser Stelle die entsprechende dunkle Absorptionslinie.

Wenn es also gelingt, nur gerade im Licht dieser  $H\alpha$ -Linie zu beobachten und alles andere auszuschliessen, so werden die Protuberanzen nicht mehr überstrahlt und darum sichtbar. Auf diesem einfachen Prinzip beruhen Spektroheliograph, Spektrohelioskop und Lyot-Filter.

Es liegt nun ausserordentlich nahe, in einem Teleskop das Brennpunktbild der Sonne einfach durch einen runden Gegenstand entsprechender Grösse, etwa eine Kegelblende, abzudecken, um auf diese Weise eine künstliche Sonnenfinsternis zu erzeugen. Dies scheitert aber in erster Linie daran, dass der Rand des Objektivs so viel Sonnenlicht streut, dass die Protuberanzen darin völlig untergehen. Lyot hatte nun die ausgezeichnete Idee, dieses Streulicht durch eine Feldlinse, die dicht hinter der Kegelblende steht, zu sammeln und mittels einer Lochblende abzufangen. Diese Feldlinse muss also den streulichterzeugenden Objektivrand auf dem innern Rand der Lochblende scharf abbilden. Natürlich können wir nun mit unserem Okular nicht mehr nahe genug an die Kegelblende heran, um das Brennpunktbild zu beobachten. Wir bauen darum hinter der Lochblende ein zweites Objektiv ein, das uns die Kegelblende und das darum herum liegende Protuberanzenbild, vom Randstreulicht befreit, weiter nach hinten projiziert, wo wir es endlich mit Okular oder Kamera beobachten können. Durch die Vorschaltung eines Rotfilters oder noch besser eines  $H\alpha$ -Interferenzfilters erreichen wir eine ausschlaggebende Steigerung der Kontraste, da das Protuberanzenlicht zum grossen Teil durchgelassen, weiteres noch vorhandenes Streulicht hingegen stark geschwächt wird.

In der Abbildung 1 sind Aufbau und Funktion eines solchen Fernrohrs schematisch dargestellt. Es bedeuten :

- $O_1$  = Teleskopobjektiv mit der Brennweite  $f_1$
- $F_1$  = Primärfokus                      K = Kegelblende                      Fl = Feldlinse
- B = Lochblende
- $O_2$  = Projektionsobjektiv mit der Brennweite  $f_2$
- R = Rot- oder Interferenzfilter
- $F_2$  = Sekundärfokus
- Ok = Okular

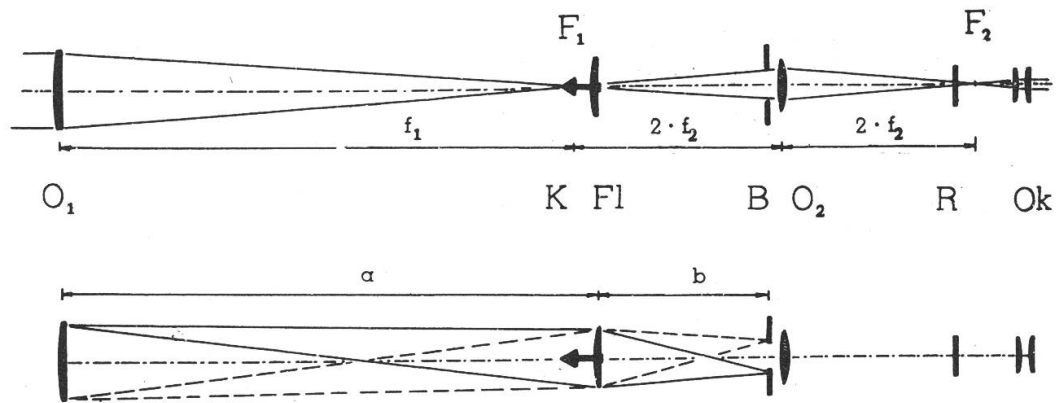


Abbildung 1 – Aufbau und Funktion eines Protuberanzenteleskops. Oben: Strahlengang bei der Bilderzeugung. Unten: Strahlengang bei der Ausblendung des Randstreulichtes. Erläuterungen im Text.

Das Teleskopobjektiv  $O_1$  muss, um weiteres Streulicht zu vermeiden, möglichst sauber, sowie kratzer-, blasen- und schlierenfrei sein. Ein Oberflächenspiegel kommt dafür nicht in Frage, da die molekulare Reflexionsschicht zu viel Streulicht erzeugt. Am besten eignet sich eine einfache Plankonvexlinse aus reinstem optischem Glas mit speziell sauber polierten Oberflächen. Da wir sowieso nur in einfarbigem Licht beobachten, tritt der Farbfehler einer solchen Einzellinse nicht in Erscheinung. Bei einem Öffnungsverhältnis von 1 : 20 spielen auch die restlichen Bildfehler keine Rolle mehr.

Die Kegelblende  $K$  muss eine absolut saubere Randkante aufweisen. Ihr Durchmesser soll denjenigen des Sonnenbildes etwas übersteigen. Da letzteres im Laufe des Jahres zwischen  $31' 31''$  im Juli und  $32' 35''$  im Januar schwankt, empfiehlt es sich, einige auswechselbare Stücke entsprechender Größe herzustellen. Ihre Durchmesser ergeben sich aus der Beziehung:

$$31' 31'' = 0,917 \% \text{ und}$$

$$32' 35'' = 0,948 \% \text{ der Objektivbrennweite } f_1$$

Die Kegelblende wird am besten auf der zentral durchbohrten Feldlinse befestigt.

Die Feldlinse  $Fl$  ist ebenfalls eine einfache, saubere Plankonvexlinse. Die Anforderungen an die Sauberkeit gehen hier und im folgenden aber nicht mehr so weit wie beim Hauptobjektiv. Damit etwaige Unrein-

heiten weniger auffallen, setzt man sie einige Zentimeter hinter die Kegelblende. Ihre Brennweite richtet sich nach den Abständen

$$a = O_1 \text{ bis } F_1 \text{ und}$$

$$b = F_1 \text{ bis } B$$

und berechnet sich mit Hilfe der Linsengleichung:

$$f_{F1} = \frac{a \cdot b}{a + b}$$

Auf den Strahlengang der Abbildung hat sie nur einen geringen Einfluss, sie verhindert aber sehr vorteilhaft die Vignettierung der Randstrahlen an der notwendig kleinen Lochblende.

Die Lochblende  $B$  kann eine einfache Scheibe mit zentraler Durchbohrung oder eine einstellbare Irisblende sein. Der Durchmesser des Loches ist etwas kleiner zu wählen, als das von ihr aufzufangende Bild des Hauptobjektivs, also:

$$\phi_B < \phi_{O_1} \cdot \frac{b}{a}$$

Ihre genaue Lage wird am besten durch Versuche festgestellt.

Das Projektionsobjektiv  $O_2$ . Auch hier genügen eine oder zwei Einzellinsen mit nicht zu kleinen Brennweiten. Im Instrument der Abbildung 3 wurde ein Objektiv eines Diaprojektors mit 30 cm Brennweite verwendet. Die Projektion erfolgt hierbei im Massstab 1 : 1. Darum sind die Abstände  $K$  bis  $O_2$  und  $O_2$  bis  $F_2$  gleich seiner doppelten Brennweite. Man kann natürlich mit der Projektion auch gleich noch eine Bildvergrößerung verbinden. Dies bringt aber keinen Gewinn an Schärfe.

Das Rotfilter  $R$  ist in unserem Fall ein Interferenzfilter, und zwar ein  $H\alpha$ -Präzisionslinienfilter von Schott / Mainz mit einer Halbwertsbreite von 120 Å. Das ist an und für sich noch recht viel. Das Optimum läge für Protuberanzenbeobachtungen bei ca. 5 Å. Trotzdem ergeben sich damit überraschend kontrastreiche Bilder. Der Einbau in den parallelen Strahlengang ist bei den neuen Typen nicht mehr nötig, da die Winkelabhängigkeit weitgehend zurückgedrängt werden konnte<sup>8</sup>. Hingegen sind die Flächen dieser Filter nicht optisch plan. Darum baut man sie möglichst nahe beim Okular oder gleich hinter der Feldlinse ein.

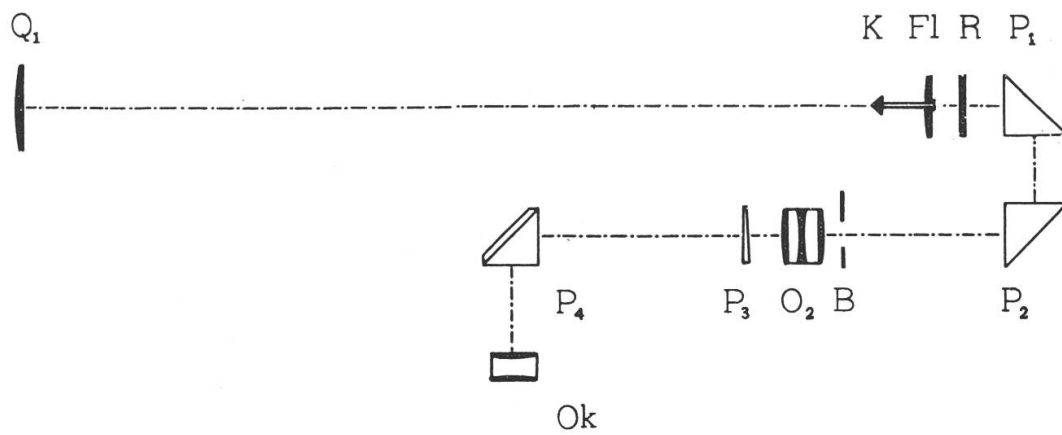


Abbildung 2 – Schematischer Aufbau des in Abbildung 3 dargestellten Protuberanzenteleskopes. Erläuterungen im Text.

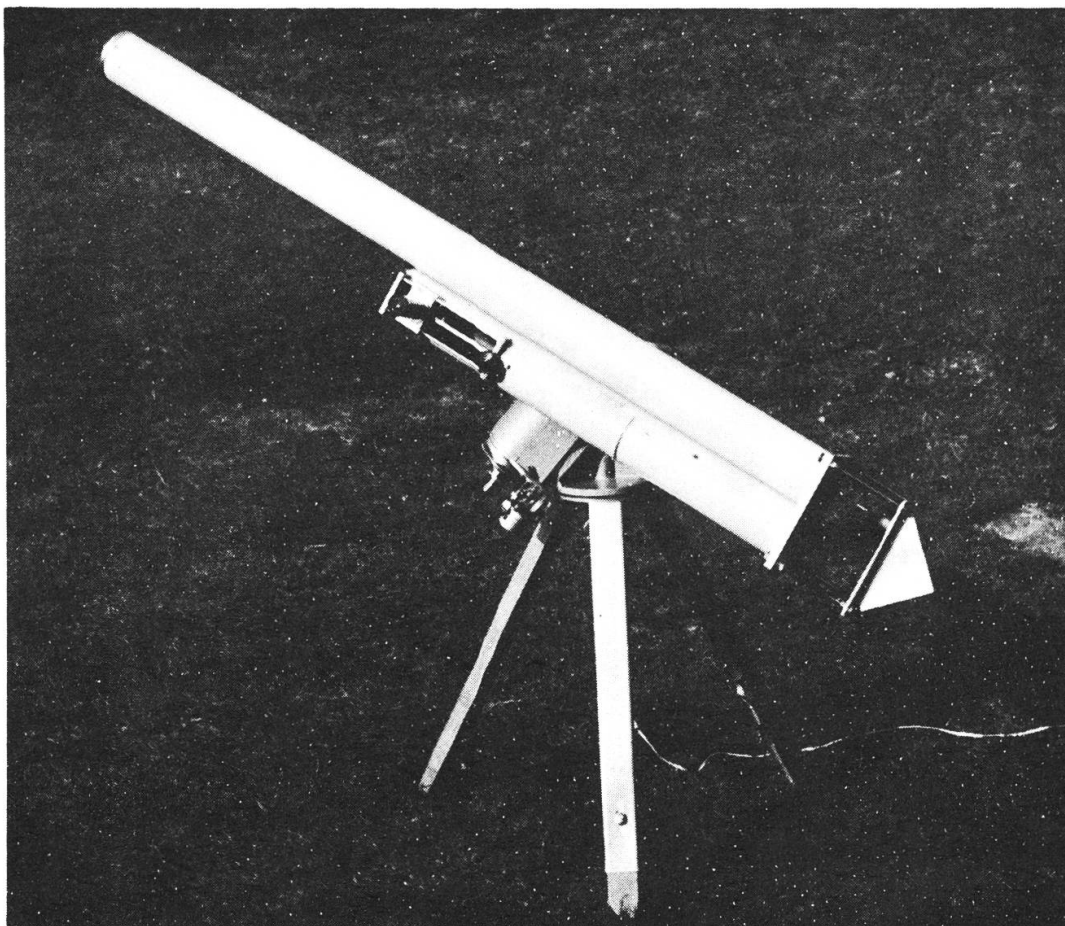


Abbildung 3 – Protuberanzenteleskop mit 75 mm Öffnung und 165 cm Brennweite.

Das *Protuberanzenteleskop* der Abbildung 3 besitzt einen Objektivdurchmesser von 75 mm und eine Brennweite von 1650 mm. Mit dem Projektionsobjektiv zusammen ergibt sich somit eine optische Länge von fast 3 m. Da ein so langes Rohr zu unhandlich ausfallen müsste, wurden hinter der Feldlinse zwei Prismen  $P_1$  und  $P_2$  (siehe Abbildung 2) eingefügt, die den Strahlengang seitlich verschoben wieder nach vorne bringen. Schliesslich liegt direkt vor dem Okular noch ein Dachkantprisma  $P_4$ . Damit erhalten wir ein seitenrichtiges Bild und einen bequemen Einblick.

Zur Beobachtung einzelner Protuberanzen mit stärkerer Vergrößerung ist es nötig, dass die betreffende Stelle des Sonnenrandes in die Bildmitte verschoben werden kann, da kurzbrennweitige Okulare ein kleines Gesichtsfeld besitzen. Man darf dazu aber nicht einfach das ganze Instrument drehen, da ja die Kegelblende stets genau das Sonnenbild abdecken muss. Von den vielen möglichen Methoden wurde diejenige mittels eines schwachen Prismas gewählt, das bei Bedarf hinter dem Projektionsobjektiv eingesetzt das Sonnenbild gerade um seinen Radius verschiebt. Durch Rotation des Prismas um die optische Achse kann so nach und nach der ganze Sonnenrand abgesucht werden. Dieses Prisma  $P_3$  ist in unserem Fall eine schwach keilförmige Platte von 50 mm Durchmesser und einer Randungleichheit von 1,5 mm. Da wir nur monochromatisch beobachten, tritt natürlich keine spektrale Dispersion in Erscheinung.

Die Beobachtung der Protuberanzen ist eine der faszinierendsten Möglichkeiten, die dem Amateur zur Verfügung stehen. In keinem andern Fall der beobachtenden Astronomie gibt es einen so raschen Wechsel phantastischer Formen und Entwicklungen innert kürzester Zeit. Dazu kommt, dass die Protuberanzen mit den Sonnenflecken und den Fackeln zusammen diejenigen Komponenten der Sonnenaktivität bilden, die mit den für Amateure noch tragbaren Mitteln beobachtet werden können.

Da die Sonne wegen ihrer Nähe als einziger Stern das direkte Erkennen von Einzelheiten der Oberflächenstruktur ermöglicht, lohnen sich eingehendere Sonnenbeobachtungen auch dann, wenn sie als Mittel der Anschauung aus reiner Freude an der Sache selbst unternommen werden.

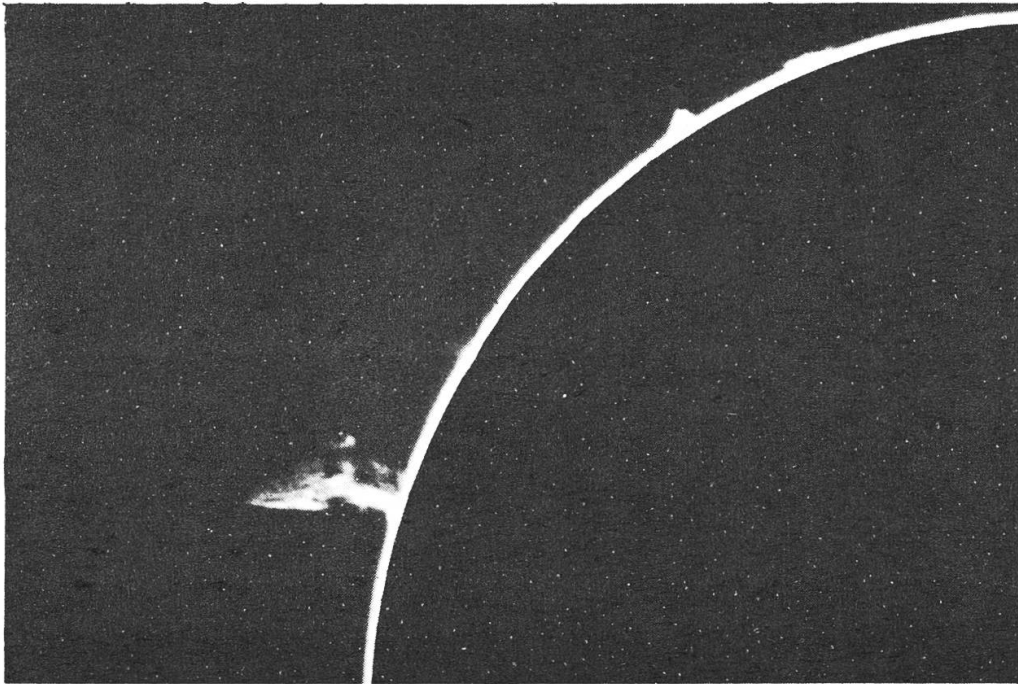
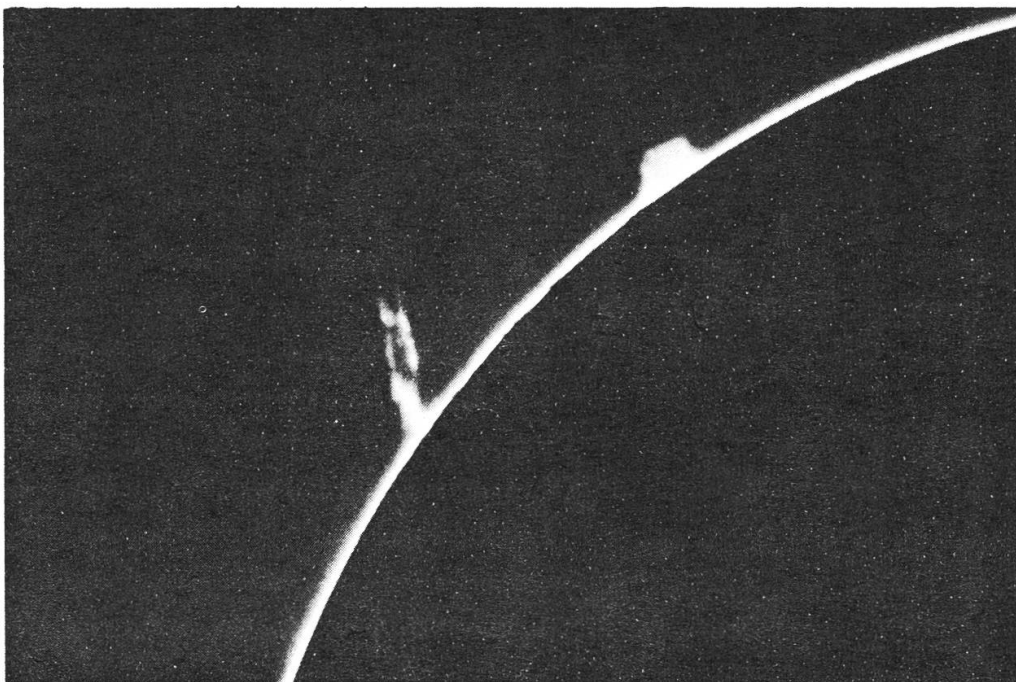


Abbildung 4 - Grosse Protuberanz vom 9. Juni 1962, 13<sup>h</sup>00 WZ. Höhe ca. 200 000 km.

Abbildung 5 - Eruptive Protuberanz. 18 März 1962, 10<sup>h</sup> 15 MEZ.





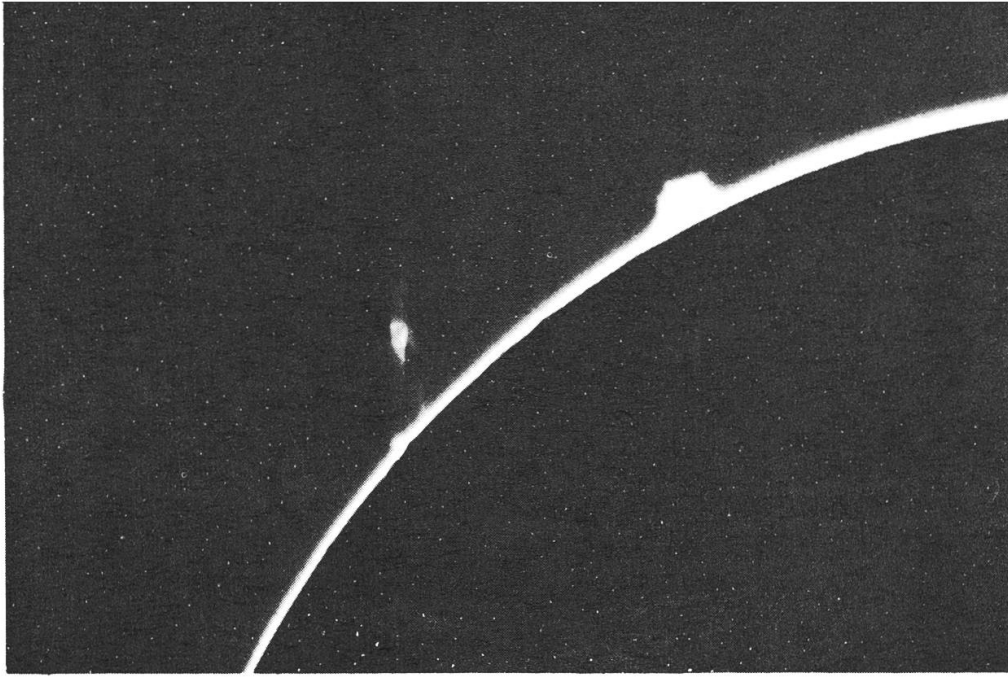


Abbildung 6 – Eruptive Protuberanz. 18. März 1962, 10<sup>h</sup> 23 MEZ. (Dieselbe wie in Abbildung 5, 8 Minuten später!)

#### LITERATUR

- 1) H. C. KING: The History of the Telescope, S. 288.  
W. BRUNNER: Pioniere der Weltallforschung, S. 218.
- 2) und 3) ebenfalls W. BRUNNER: Pioniere der Weltallforschung. S. 256-293.
- 4) «ORION» N° 65, S. 659, sowie persönliche Mitteilung von S. CORTESI, Specola Solare, Locarno-Monti.
- 5) R. B. DUNN: How to build a Quartz-Monochromator, Harvard Obs. Cambridge USA und ATM 3, S. 376.
- 6) M. WALDMEIER: Sonne und Erde, S. 131.  
H. C. KING: The History of the Telescope, S. 378-380.  
Sky and Telescope, August 1956.
- 7) O. NÖGEL: Die Sterne 1952 und 1955.  
Sky and Telescope, Mai 1958 und August 1960.  
«ASTRO-AMATEUR» (SAG, 1962).
- 8) «Monochromatische Interferenzfilter» Druckschrift des Glaswerks Schott und Gen, Mainz.

(Eingegangen im Mai 1962.)

*Adresse des Verfassers: Waldeggstrasse 10, Grenchen (SO).*