Das Filmen von Sonnenprotuberanzen

Autor(en): **Brägger, H. / Moser, E.**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **32 (1974)**

Heft 141

PDF erstellt am: **19.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-899643

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 Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

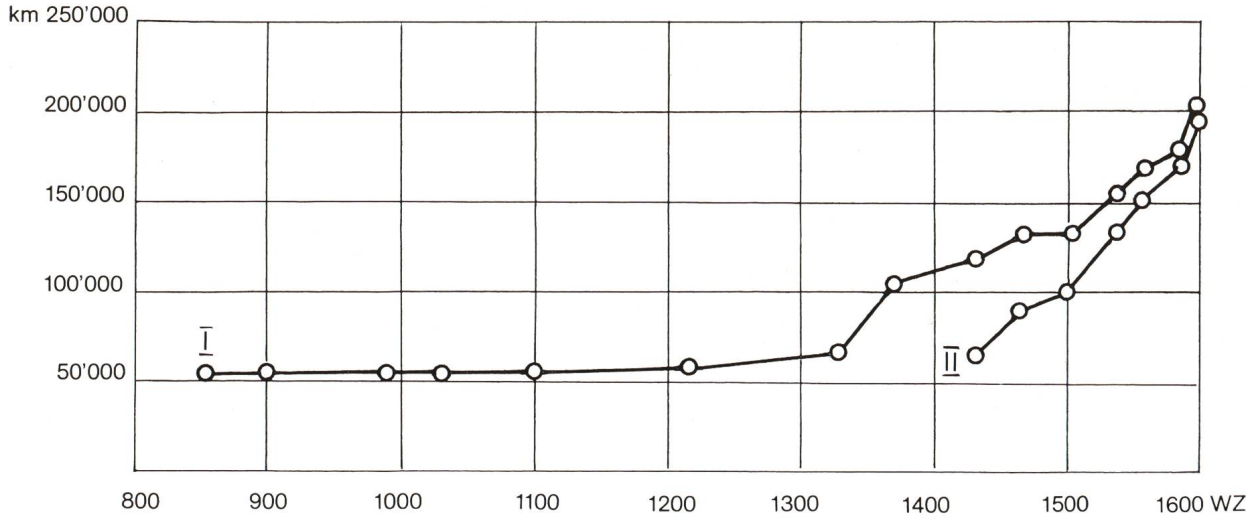


Abb. 3: Das Zeit/Höhendiagramm der beiden Scheitelpunkte ergibt durchschnittliche Aufstiegsgeschwindigkeiten von 14 bzw. 23 km/Sek.

Adresse des Verfassers: GERHART KLAUS, Waldeggstrasse 10, CH-2540 Grenchen.

Das Filmen von Sonnenprotuberanzen

von H. BRÄGGER, Jonschwil und E. MOSER, St. Imier

Einleitung

Eines der besten Mittel zum Studium und zur Analyse von Bewegungsabläufen ist deren Aufnahme auf Film. So sind denn auch die Bewegungen der Sonnenprotuberanzen von der wissenschaftlichen Astronomie – schon lange bevor dies dem Amateur möglich war – auf Film aufgezeichnet worden. Berühmtheit erlangt hat der wohl erste 16 mm-Film, der dies zeigt: er wurde von B. LYOT, dem Erfinder des Koronographen, auf dem Observatorium des Pic du Midi aufgenommen. In der Folge hat auch M. WALDMEIER Protuberanzen gefilmt und auf diese Weise erhaltene Bilder in seinem Buch «Sonne und Erde»[1]) 1944 veröffentlicht. Er unterscheidet in seinem Bericht «Die Bewegungen in Sonnenprotuberanzen»[2]) zwei verschiedene Strömungsformen: In kleinen Protuberanzen, die nicht höher als 3′ über den Sonnenrand hinaus ragen, sind die Bewegungen abhängig von lokalen Magnetfeldern, sowie von Strahlungsfeldern der Photo- und Chromosphäre; im Gegensatz dazu stehen die viel selteneren und grösseren eruptiven Protuberanzen, die meist in annähernd radialer Richtung hoch in die Korona aufsteigen. Vor allem diese relativ seltenen eruptiven Protuberanzen sind es, deren Filmen sich lohnt. Ihr Ablauf, der oftmals durch ein bogenförmiges Zurückströmen gekennzeichnet wird, deutet schon an, dass er durch relativ starke bipolare Magnetfelder gesteuert wird[3]).

Da die Bewegungen dieser eruptiven Protuberanzen, aus der Entfernung von 1 AE betrachtet, relativ langsam erfolgen, sind Zeitrafferaufnahmen erforderlich, um den Bewegungsablauf deutlich zu zeigen. Ein derart hergestellter Film ist also ein Trickfilm, der erheblich davon abweicht, was man am Okular beobachten kann. Bei der Vorführung von Protuberanzen-Filmen sollte man die Zuschauer darauf hinweisen.

Für Filmaufnahmen kommen ausser den eruptiven Protuberanzen auch die Eruptionen *auf* der Sonnenscheibe in Betracht. Während aber für die Protuberanzenaufnahmen nur einfache Interferenzfilter mit einer Halbwertsbreite von einigen Å genügen, erfordern Eruptionsaufnahmen viel engere LYOT-Filter mit Halbwertsbreiten von erheblich weniger als 1 Å, die ausserdem sehr genau auf die Hα-Linie (6563 Å) abgestimmt sein müssen. Da diese Filter sehr kostspielig sind, scheinen sich die Amateure mit wenigen Ausnahmen auf Protuberanzenaufnahmen zu beschränken. Da sich aber mit dem Spektrohelioskop nach G. E. HALE[4]) eine weitere Möglichkeit ergibt, Eruptionen auf der Sonnenoberfläche zu photographieren und zu filmen, kann damit gerechnet werden, dass mehrere Amateure demnächst Aufnahmen und Filmstreifen von Eruptionen publizieren werden[5]).

Instrumente und Aufnahmetechnik

Das Protuberanzenfernrohr von B. LYOT ist wahrscheinlich zuerst von O. NÖGEL[6]) für den Amateur beschrieben und ihm damit zugänglich gemacht worden. Im ORION haben G. KLAUS[7]) und J. SCHÄDLER[8]) die von ihnen gebauten Instrumente vorgestellt. Das letztere, auf der Sternwarte Calina in Carona installierte Instrument ist sehr vielen Sternfreun-

den bekannt. Das Beobachten, Photographieren und Filmen von Protuberanzen wird gleichzeitig möglich, wenn Okular, Spiegelreflex-Kleinbildkamera und Filmkamera leicht gegeneinander auswechselbar sind, wie dies die Bilder 1, 2 und 3 am Instrument von E. Moser zeigen.

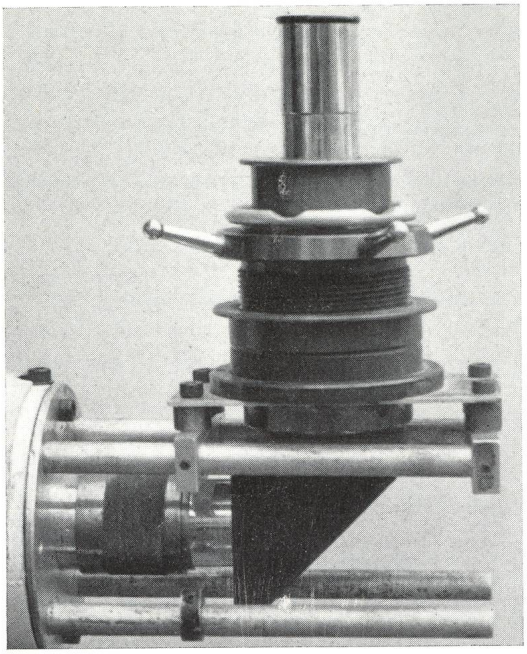


Abb. 1: 25 mm Plössl-Okular am Protuberanzenrohr von E. Moser.

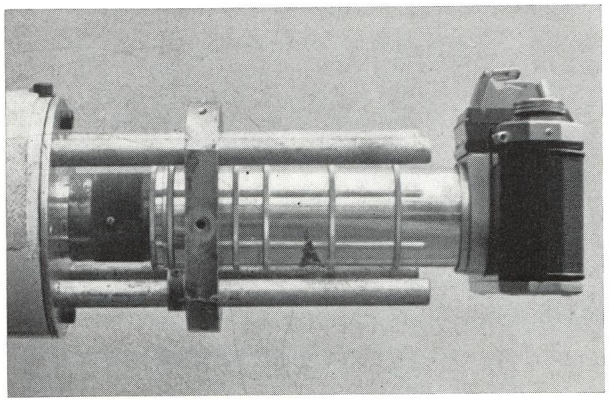


Abb. 2: Spiegelreflex-Kleinbildkamera am gleichen Instrument.

allerdings das Gesichtsfeld und die Einstellungsschwierigkeiten nehmen zu. Bei mittlerer Einstellung des Zoom-Systems kann etwa ¼ des Sonnenrandes überblickt werden. Das Zentrieren der Protuberanzen erfolgt dann mit dem hierzu im Instrument eingebauten Keilprisma.

Die Protuberanzen sind im Reflexsucher der Filmkamera sehr schön zu sehen und zu verfolgen. Nimmt man mit 16 Bildern/Sekunde (Belichtungszeit je 1/60 Sekunde) auf, so erhält man auf Kodachrome II Super 8-Film die Protuberanzen leuchtend rot auf rötlich-schwarzem Hintergrund. Panchromatischer

Da das Objektiv der in Bild 3 gezeigten Filmkamera nicht auswechselbar ist, wird das Bild auf dem Film mit Hilfe einer Vorsatzlinse von 13 Dioptrien (ca. 8 mm Brennweite) auf die passende Grösse gebracht, die sich dann weiter mit dem Zoom-Objektiv der Filmkamera steigern lässt. Damit verkleinert sich

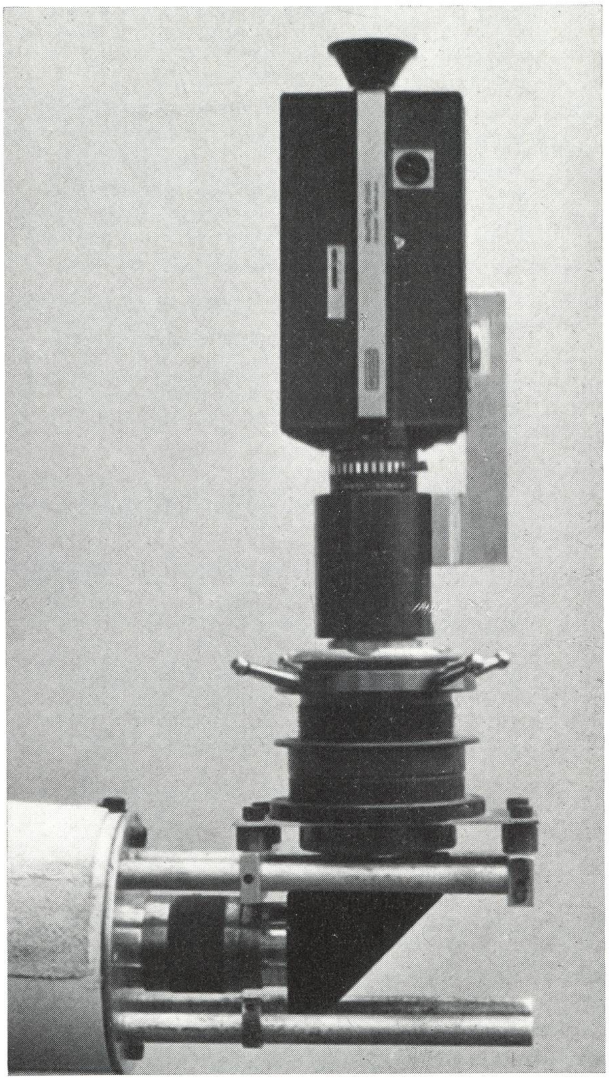


Abb. 3: Eumig Super 8-Filmkamera am gleichen Instrument.

Schwarz/weiss-Film von 17 DIN erfordert Belichtungszeiten von je 1/40 Sekunde.

Aus entsprechenden Versuchsreihen hat sich ergeben, dass man statt Einzelaufnahmen besser kurze Sequenzen von je etwa 5 Sekunden Dauer aufnimmt; um diese gut zu erhalten, ist es unbedingt erforderlich, dass das Instrument sehr stabil ist und die Nachführung mit grosser Präzision erfolgt. Sobald die Kegelblende die Sonne nicht perfekt abdeckt, sei es durch eine Erschütterung des Instruments durch einen Windstoss oder dergl., oder durch eine Ungenauigkeit in der Nachführung, kann entweder der helle Sonnenrand überstrahlen oder die Protuberanz teilweise von der Kegelblende überdeckt werden. Es

lohnt sich also sehr, für beste Stabilität des Instruments und für eine sehr präzise Nachführung entsprechende Aufwendungen zu machen.

Kleine Streifenabschnitte der einzelnen Aufnahme-Sequenzen kann man schliesslich zu einem Vorführfilm zusammenstellen, der dann natürlich ein Trickfilm ist. Das Herausvergrössern einzelner Bilder empfiehlt sich dagegen nicht; zur Herstellung grösserer Einzelbilder greift man besser auf Kleinbildaufnahmen zurück.

Auf diese mehr allgemein gehaltenen Ausführungen von E. MOSER *folgen nun speziellere Angaben über das von* H. BRÄGGER *konstruierte und gebaute Protuberanzenrohr.*

Die Konstruktion dieses Protuberanzenfernrohrs entspricht optisch der bekannten [6]), [7]), [8]) Anordnung: Objektiv – Feldlinse mit Kegelblende – Objektiv mit Irisblende – Interferenzfilter – Okular bzw. Kleinbild-Reflexkamera bzw. Filmkamera. Für die Strahlumlenkung sind zusätzlich zwei 45°-Prismen vorgesehen worden. Zu den einzelnen optisch wirksamen Teilen ist das Folgende anzumerken:

Objektiv: Dieses ist eine einfache plankonvexe Linse von 75 mm Durchmesser mit einer Brennweite von 1608 mm (R = 1:21). Diese Linse ist frei von Einschlüssen, Schlieren und Verspannungen. Sie ist äusserst sorgfältig poliert, um das Streulicht auf ein Minimum herabzusetzen.

Feldlinse: Diese hat 300 mm Brennweite und besitzt eine zentrale Bohrung zum Einsetzen der Kegelblenden.

Kegelblenden: Verschiedene, im Durchmesser um 0.1 mm abgestufte Kegelblenden aus Chromnickelstahl mit peinlich sauber bearbeiteten Rändern, die 10 mm vor der Feldlinse liegen, und auf die das Sonnenbild genau fokussiert ist, reflektieren das Sonnenlicht gegen die tief mattschwarze Rohrwandung und geben gleichzeitig die Chromosphäre und die weitere Sonnenumgebung frei (künstliche Sonnenfinsternis). Die Verwendung von Kegelblenden etwas verschiedenen Durchmessers entspricht der etwas wechselnden scheinbaren Grösse der Sonne, entsprechend ihrem Abstand von der Erde zufolge der geringfügigen Exzentrizität der Erdbahn.

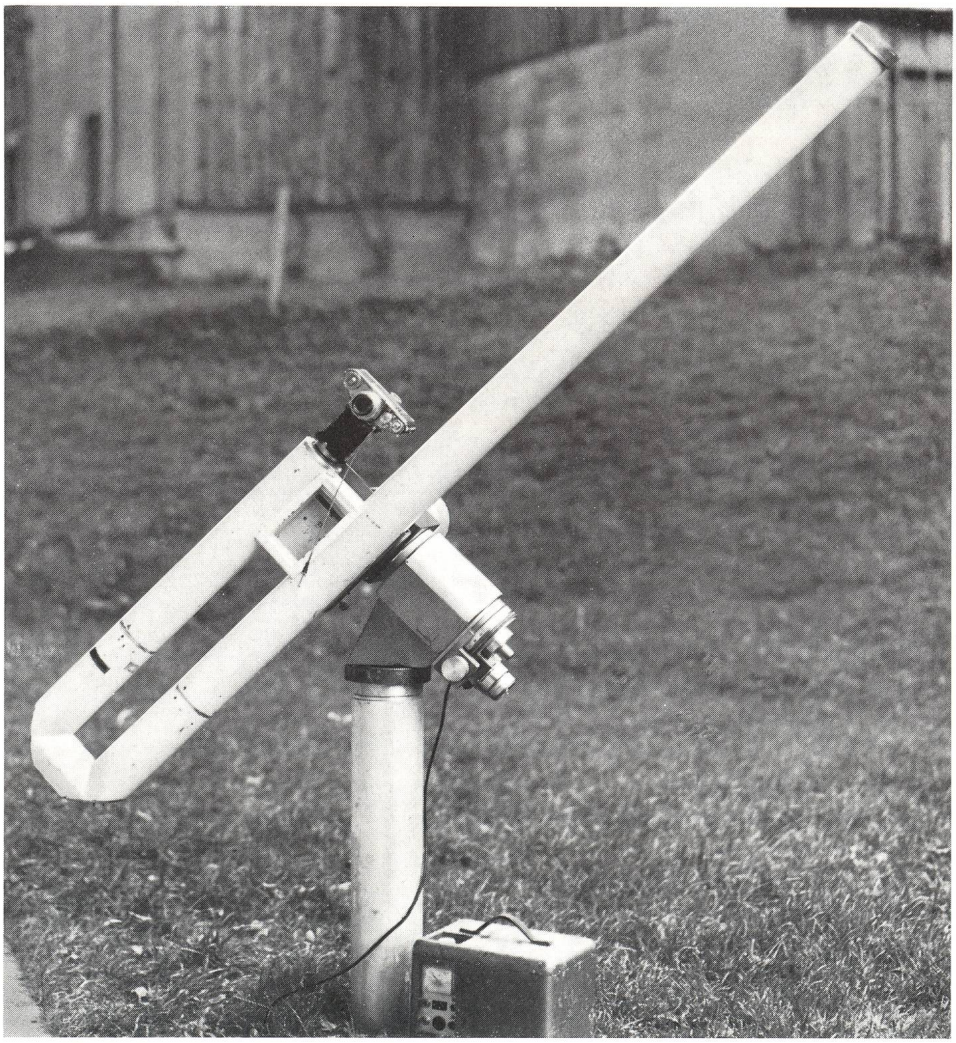


Abb. 4: Das von H. BRÄGGER gebaute Protuberanzenrohr mit Strahlumlenkung und angesetzter Kleinbildkamera.

Strahlenumlenkung: Hierfür sind zwei 45°-Prismen vorgesehen.

Interferenzfilter: Es ist ein Interferenzfilter amerikanischer Herkunft mit einer Halbwertsbreite von 4–5 Å für Hα-Licht (6563 Å) eingebaut.

Streulichtblende: Diese ist eine von aussen verstellbare Irisblende, um über die Abhaltung von Streulicht hinaus auch die Helligkeit des Bildes bei Beobachtungen und Aufnahmen verändern (anpassen) zu können.

Objektiv: Das abbildende Objektiv ist ein Achromat von 300 mm Brennweite. Bei Kleinbildaufnahmen erhält das Sonnenbild damit einen Durchmesser von 15 mm.

Filmkamera-Ansatz: Die Super 8-Filmkamera (Nizo S 56) wurde mit ihrer Optik (und zusätzlich mit einem Haltebügel, in Fig. 5 nicht gezeichnet) an einem besonderen Zwischenstück (2 in Fig. 5) befestigt, das mit dem Fernrohr verbunden ist. Da die primäre Sonnenbildgrösse von 15 mm Durchmesser belassen

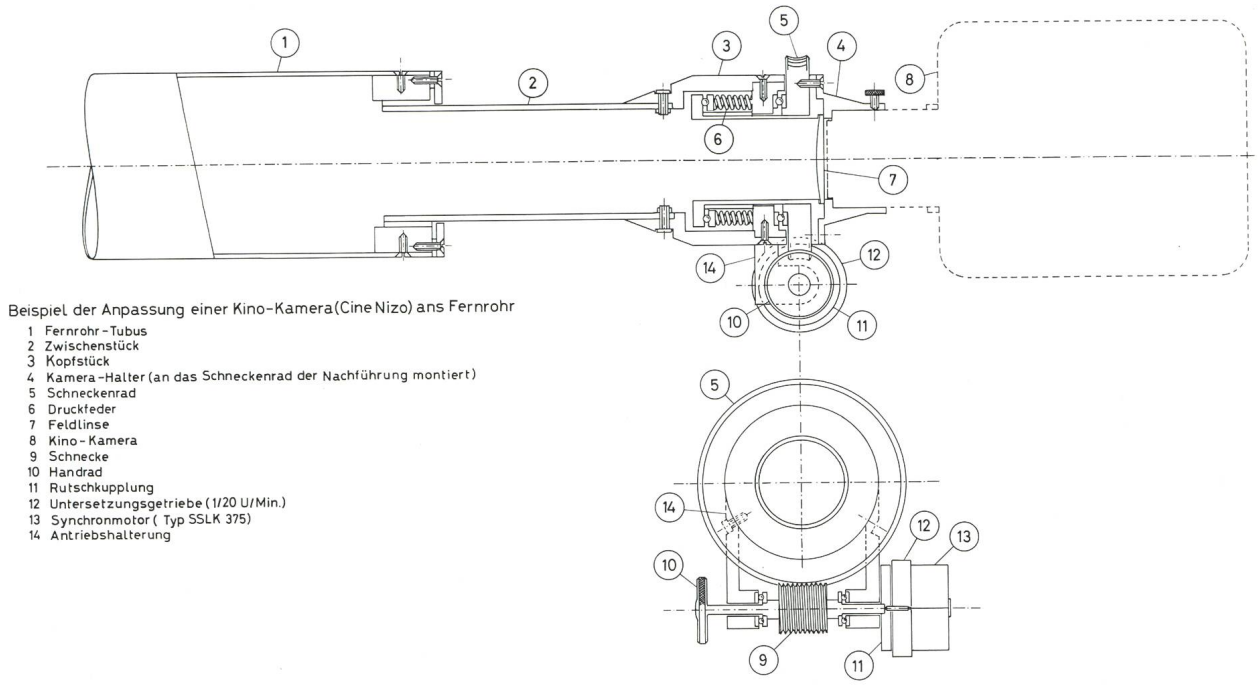


Fig. 5: Prinzipzeichnung des Anschlusses einer Filmkamera (Nizo S 56) an ein Protuberanzenrohr, mit zusätzlicher Nachführung (Drehung) der Filmkamera zur Erhaltung der Lage von Protuberanzen im Bild.



Abb. 6: Der Filmkameraansatz des Instruments von H. Brägger.

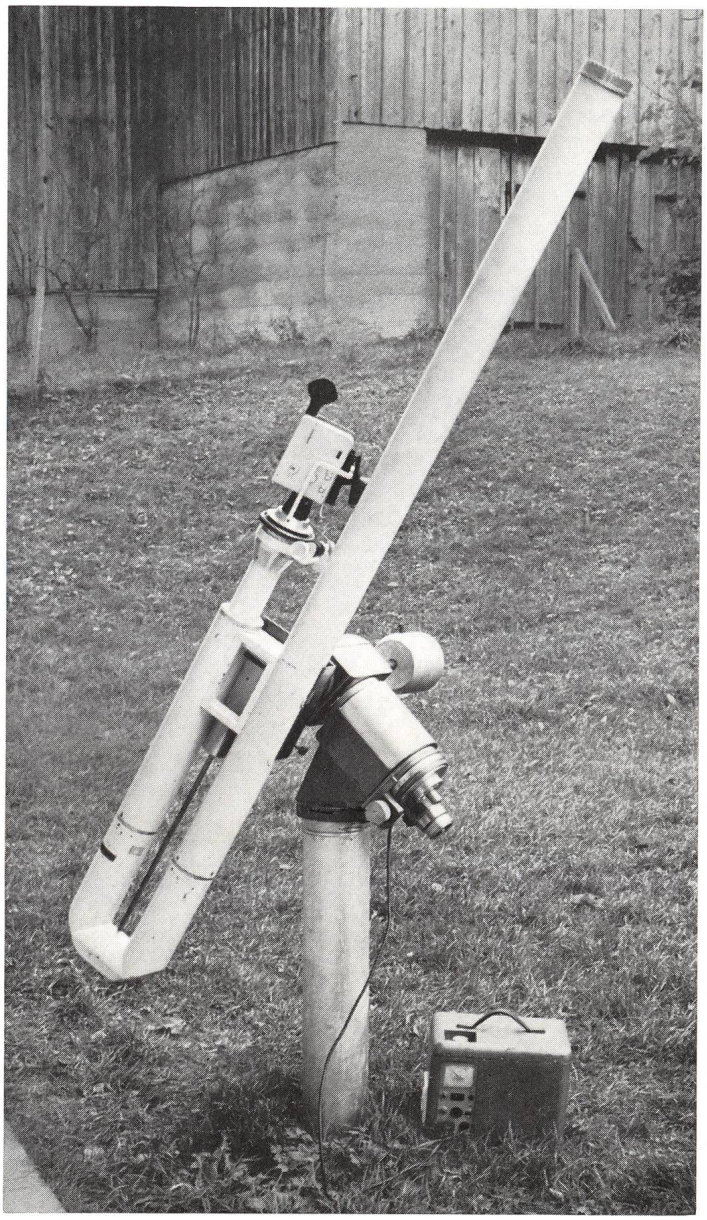


Abb. 7: Das Protuberanzenrohr von H. BRÄGGER mit angesetzter Filmkamera.

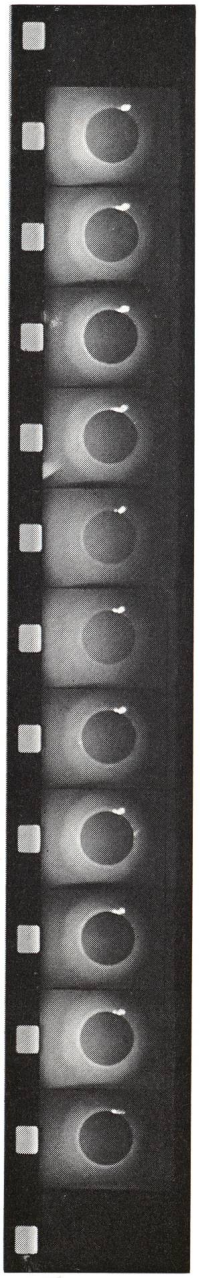


Abb. 8: Ein Super 8-Filmstreifen, wie er beim Filmen von Sonnenprotuberanzen mit der beschriebenen Einrichtung erhalten wird. Aufnahmen am 10. 6. 1973 auf Ektachrome 160 ASA-Film von 1008–1200 Uhr MEZ. Zeitabstand zwischen den Aufnahmen: 7 × 5 Minuten, dann 12–45 Minuten.

werden sollte, war für Filmaufnahmen noch eine Feldlinse von 13 Dioptrien (f = 8 mm) (7 in Fig. 5) erforderlich. 4 mm vor der Filmkamera-Optik angeordnet, ergibt sich damit auf dem Super 8-Film ein Sonnenbilddurchmesser von 2.7 mm. Fernrohr, Zwischenstück und Filmkamera müssen sowohl starr mit einander verbunden sein, als auch ein Zusammenfallen der optischen Achsen garantieren. Eine axiale Verschiebung der Filmkamera ermöglicht dann (bei Einstellung des Kamera-Objektivs auf ∞) ein gestochen scharfes Bild der Kegelblende in deren Reflexsucher. Damit sind dann die Voraussetzungen dafür erfüllt, dass ohne weitere Nachjustierungen von Kleinbildaufnahmen zu Filmaufnahmen übergegangen werden kann.

Nachführungseinrichtungen: Protuberanzenrohre bedürfen im Gegensatz zu astronomischen Fernrohren nicht einer Nachführung in Sternzeit (ST), sondern in Sonnenzeit (UT). Demgemäss wird das Protuberanzenrohr in Stunde mit Sonnenzeit nachgeführt. Um indessen bei längerer Verfolgung von Protuberanzen eine durch die Nachführung in Stunde verursachte Bilddrehung auf dem Film zu vermeiden, muss die Filmkamera mit gleicher Geschwindigkeit

gegenläufig gedreht werden. Hierzu dient die zweite Nachführeinrichtung, wie sie in Fig. 5 prinzipiell dargestellt ist. Ein über einen Klingeltransformator gespeister Synchronmotor (13 in Fig. 5) treibt über ein Untersetzungsgetriebe (12 in Fig. 5) und eine zweigängige Schnecke (9 in Fig. 5) ein Schneckenrad mit 144 Zähnen an, an welchem die Filmkamera gehaltert ist. Neben einer Korrektur von Hand ist eine solche mittels einer elektronischen Impulsschaltung, die zwischen Klingeltransformator und Synchronmotor eingebaut ist, möglich. Die Ausführung des Filmkameraansatzes und des ganzen Instruments zeigen die Bilder 6 und 7.

Bildeinstellung: Bei Filmaufnahmen wurde auf ein Keilprisma und die damit gegebenen Möglichkeiten, den ganzen Sonnenrand absuchen zu können, verzichtet. Die gewünschte Bildzentrierung erfolgt vielmehr mittels der beiden Nachführeinrichtungen. Ein bei Filmaufnahmen sehr störendes «Wegwandern» des Sonnenbildes wird schliesslich durch eine Nachführkontrolle verhindert, wozu ein drehbarer Ring mit Markierung im Reflexsucher der Filmkamera dient, der auf eine kleine und daher ihre Lage nicht ändernde Protuberanz eingestellt wird.

Filmmaterial und Belichtung: Als neues Filmmaterial wurde der Kodak Ektachrome 160 ASA-Film erprobt. Er ergibt einen guten Kontrast, zeigt aber bereits Aufhellungen durch den in der Luft vorhandenen Staub, sodass er eigentlich nur in höheren, staubfreien Lagen verwendet werden sollte. Eine störende zusätzliche Belichtung des Films kann auch durch Rückwärts-Reflexion in der Sucheroptik verursacht werden, weshalb deren Okular bei Nichtgebrauch abgedeckt werden sollte. Zweckmässig ist es, die Daten aller Aufnahmeserien zu notieren, um sie als Richtlinien für spätere Serien zur Verfügung zu haben. Damit lässt sich Filmmaterial-Ausschuss vermeiden und Zeit sparen.

Richtangaben für das Filmen von Sonnenprotuberanzen: Für einen schönen Projektions-Ablauf von einer Minute Dauer empfehlen sich Einzelbildaufnahmen in Abständen von 20 Sekunden, wofür etwa 6 Stunden Aufnahmezeit benötigt werden. Bei schneller ablaufenden eruptiven Protuberanzen empfiehlt sich eine Einstellung der Einzelbild-Automatik auf 5–10 Sekunden, was einem Aufnahme-Zeitaufwand von 1½–3 Stunden für eine Projektions-Dauer von einer Minute entspricht.

Schlussbemerkung: Auch beim Filmen von Sonnenprotuberanzen muss ein gutes Ergebnis mit einiger Mühe erarbeitet werden, auch dann, wenn alle technischen Voraussetzungen erfüllt sind. Kommt dann noch ein Quentchen Glück dazu, eine besonders schöne eruptive Protuberanz schon bei der Entstehung zu erwischen, so wird der davon aufgenommene Film in der Projektion allen Zuschauern, besonders aber seinem Autor jene Freude bereiten, die nur der Sternfreund kennt und die ihn zumindest für eine Weile den grauen Alltag vergessen lässt.

Literatur:

[1]) M. Waldmeier, Sonne und Erde. Büchergilde Gutenberg, Zürich 1959.
[2]) M. Waldmeier, Bewegungen in Sonnenprotuberanzen. Z. f. Astrophysik *53*, 198 (1961).
[3]) vergl. z. B. K. Stumpf, Astronomie, S. 248. Fischer, Frankfurt a. M. 1961.
[4]) F. N. Veio, The Sun in Hα-Light. Clearlake Park, Cal., 1973.
[5]) Arbeitsgruppen, die sich damit befassen, sind bereits gebildet worden (Anmerkung der Redaktion).
[6]) O. Nögel, Die Sterne *28*, 135 (1952) und *31*, 1 (1955).
[7]) G. Klaus, ORION *7*, 252 (1962).
[8]) J. Schädler, ORION *14*, 131 (1969), No. 114.
Vergl. auch: Amateur Telescope Making Book I and III. A. Ingalls, Scientific American, New York 1951 und 1961.

Adressen der Autoren:
H. Brägger, Oberdorf, CH-9243 Jonschwil.
Dr. E. Moser, Rue Tivoli 32, CH-2610 St. Imier.

Die Ringförmige Sonnenfinsternis vom 24. Dezember 1973

von F. Dorst, Münster

Wegen ihres als gering erachteten wissenschaftlichen Wertes wurde diese Finsternis im Gegensatz zur totalen Finsternis vom 30. Juni 1973 kaum beachtet. Wenn man aber die erwähnte totale Finsternis unkorrekterweise als «Finsternis des Jahrhunderts» bezeichnet, so verdient die Finsternis vom 24. Dezember 1973 vielleicht gar die Bezeichnung «Ringförmige Finsternis eines Jahrtausends», denn bei keiner der im Canon of Solar Eclipses von Meeus, Grosjean und Vanderleen für den Zeitraum von 1898–2510 verzeichneten Finsternis erreicht das Durchmesserverhältnis von Mond und Sonne noch einmal einen so kleinen Wert $k = 0.905$, der ganz nahe an den kleinstmöglichen Wert $k = 0.901$ herankommt. Das bedeutet, dass bei der hier beschriebenen Sonnenfinsternis vom 24. Dezember 1973 nur knapp 82 % der Sonne vom Mond verdeckt wurden. Da der Erdtrabant sein Apogäum erst am 25. Dezember um 23^h MEZ erreichte, war er während der Ringphase bei Sonnenuntergang um fast 130 km weiter von der Erde entfernt, als bei entsprechender Phase bei Sonnenaufgang, weshalb als Beobachtungsort ein solcher vorzuziehen war, an dem