Objekttyp: **Issue**

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

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

Heft 141

PDF erstellt am: **29.05.2024**

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.

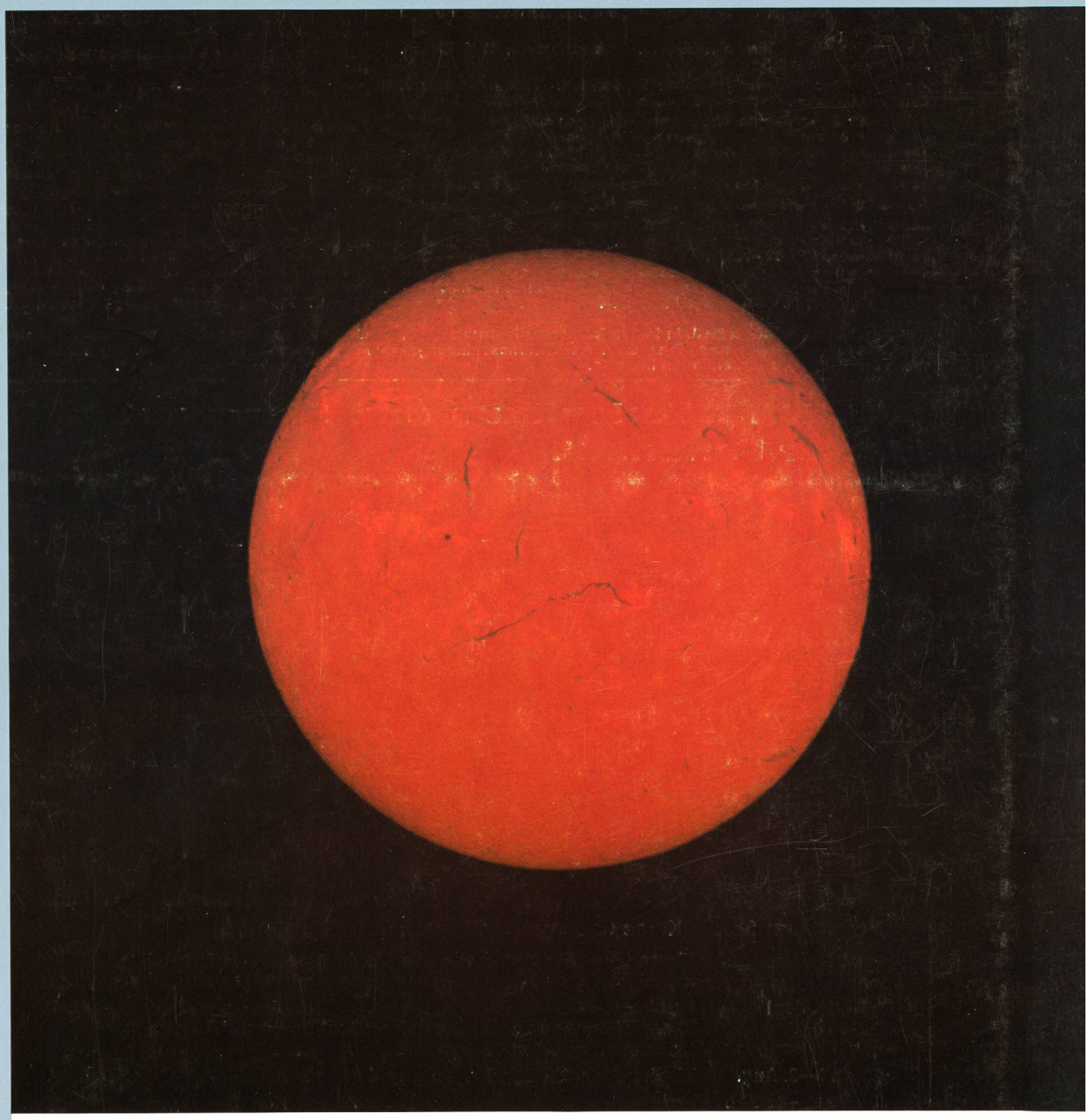
Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Seite 83
Schreibmaschine
in Angabe

ORION

Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Bulletin de la Société Astronomique de Suisse



32. Jahrgang
32.e année

April
Avril
1974

141

Aufnahme der Sonne im Licht der Hα-Linie (6562.7 Å) am 17. April 1970. Norden ist oben. Instrument: Zeiss 15 cm Coudé-Refraktor mit Zeiss **Lyot**-Filter, Halbwertbreite 0.25 Å. Aufnahme von **G. Klaus** am Sonnenobservatorium Anacapri des **Frauenhofer**-Instituts Freiburg i. B. Aufnahme auf Kodachrom II-Kleinbildfilm, Belichtungszeit 1/125 Sekunde. Man erkennt Fackelfelder (hell) und Filamente (dunkel). Der Grund zeigt Flocculation. Vergl. hierzu **M. Waldmeier**, Sonne und Erde, 3. Aufl., Büchergilde Gutenberg 1959, S. 104 ff., sowie die Beiträge dieses Heftes. Aufnahmen dieser Art sind heute auch dem Amateur mit dem von **G. E. Hale** angegebenen Spektroheliographen möglich. Vergl. hierzu: **F. N. Veio**, ORION **30**, 178 (1972) No. 133. Diese Einrichtung, die statt mit Filtern mit spektraler Zerlegung des Lichtes arbeitet, gestattet Aufnahmen mit monochromatischem Licht beliebiger Wellenlängen. Sie dürfte sich deshalb bald bei Amateuren gut einführen.

ORION

Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft (SAG)

Wissenschaftliche Redaktion ad interim besorgt von:

Dr. h. c. Hans Rohr, Vordergasse 57, 8200 Schaffhausen, Robert A. Naef, «ORION» Auf der Platte, 8706 Meilen, Dr.-Ing. E. Wiedemann, Garbenstrasse 5, 4125 Riehen

Ständige Mitarbeiter: Prof. Dr. H. Müller, Zürich – P. D. Dr. G. A. Tammann, Basel-Hamburg – S. Cortesi, Locarno-Monti – Dr. P. Jakober, Burgdorf – Kurt Locher, Grüt/Wetzikon

Redaktion für französische Sprache: vakant

Technische Redaktion ad interim besorgt von:
Dr.-Ing. E. Wiedemann, Garbenstrasse 5, 4125 Riehen

Copyright: SAG – SAS – Alle Rechte vorbehalten

Druck: A. Schudel & Co. AG, 4125 Riehen

Manuskripte, Illustrationen, Berichte: an die Redaktionsmitglieder
Die Verantwortung für die in dieser Zeitschrift publizierten Artikel tragen die Autoren.

Inserate: an die technische Redaktion, Garbenstrasse 5, 4125 Riehen. Zur Zeit gilt Tarif No. 5

Administration: Generalsekretariat der SAG *ab* **1. 1. 1974**: Fichtenweg 6, CH 3400 Burgdorf. Neuer Generalsekretär ist Herr Werner Lüthi.

Mitglieder: Anmeldungen und Adressänderungen nimmt das Generalsekretariat oder eine der gegenwärtig 22 Sektionen entgegen. Die Mitglieder der SAG erhalten deren Zeitschrift ORION, die 6 mal pro Jahr erscheint. Einzelhefte des ORION (Bezug vom Generalsekretariat): Schweiz Fr. 7.50, Ausland SFr. 8.– gegen Voreinsendung des Betrages.

Mitglieder-Beiträge: zahlbar bis 31. März (nicht an Generalsekretariat).

Kollektiv-Mitglieder zahlen *nur* an den Sektionskassier. *Einzelmitglieder* zahlen nur auf: Postcheckkonto Schweiz. Astronomische Gesellschaft Schaffhausen, PCh. 82 - 158 Schaffhausen direkt oder über Bank (+ Fr.1.– Bankspesen) oder Ausland: Intern. Postanweisung an: J. Kofmel, Eierbrechtstr. 39, CH 8053 Zürich, Zentralkassier SAG ab 1. 1. 1974. Jahresbeitrag Schweiz: Fr. 42.–, Ausland SFr. 48.–.

Der ORION erscheint 6 x im Jahr in den Monaten: Februar, April, Juni, August, Oktober und Dezember. Redaktionsschluss: jeweils am 1. des vorhergehenden Monats.

ORION

Bulletin de la Société Astronomique de Suisse (SAS)

Rédaction scientifique ad interim aux bons soins de:

Dr. h. c. Hans Rohr, Vordergasse 57, 8200 Schaffhouse, Robert A. Naef, «ORION» Auf der Platte, 8706 Meilen, Dr.-Ing. E. Wiedemann, Garbenstrasse 5, 4125 Riehen

Avec l'assistance permanente de: Prof. Dr. H. Müller, Zürich – P. D. Dr. G. A. Tammann, Bâle-Hamburg – S. Cortesi, Locarno-Monti – Dr. P. Jakober, Berthoud – Kurt Locher, Grüt/Wetzikon

Rédaction de langue française: vacante

Rédaction technique ad interim aux bons soins de:
Dr.-Ing. E. Wiedemann, Garbenstrasse 5, 4125 Riehen

Copyright: SAG – SAS – Tous droits réservés

Impression: A. Schudel & Co. SA, 4125 Riehen

Manuscrits, illustrations, rapports: sont à adresser aux membres de la rédaction

La responsabilité pour les articles publiés dans ce bulletin est à charge des auteurs

Publicité: à adresser à la Rédaction technique, Garbenstrasse 5, 4125 Riehen. Tarif valable no. 5

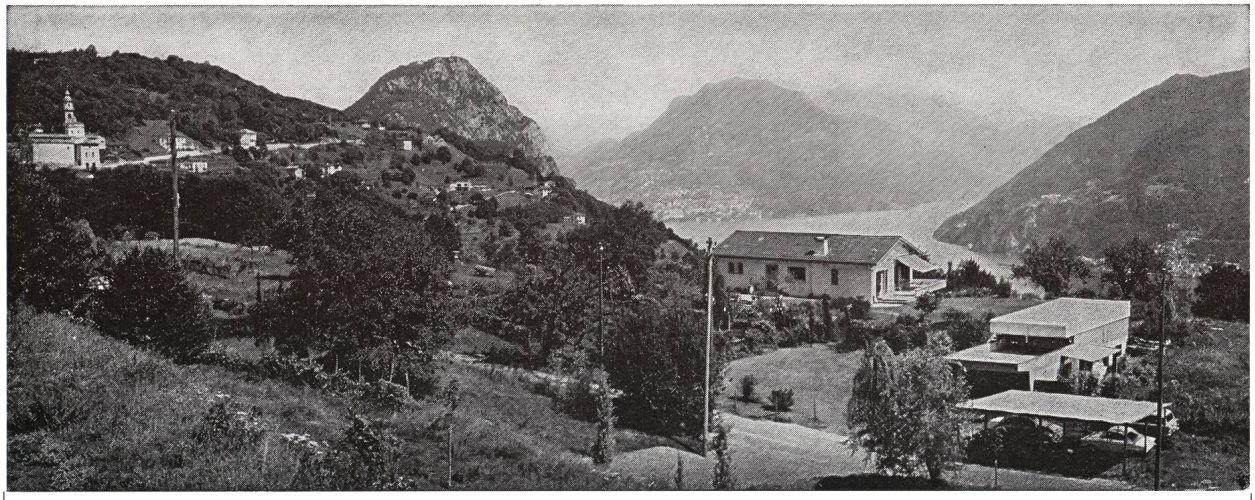
Administration: Secrétariat général SAS à partir du 1er janvier 1974: Fichtenweg 6, CH 3400 Berthoud. Secrétaire général: M. Werner Lüthi.

Membres: Prière d'adresser les demandes d'inscription et les changements d'adresses au Secrétariat général ou à une des 22 sections. Les membres de la SAS reçoivent le bulletin ORION qui paraît 6 fois par an. Numéros isolés d'ORION: Suisse Fr. 7.50, Etranger FrS. 8.– (payement d'avance au Secrétariat général SAS).

Cotisation: payable jusqu'au 31 mars (pas au Secrétariat général)
Membres des sections: seulement au caissier de la section. *Membres individuels:* seulement au compte de chèques postaux de la Société Astronomique de Suisse, 82 - 158 Schaffhouse directement ou par banque (+ Fr. 1.–) ou étranger: mandat de poste international à J. Kofmel, Eierbrechtstr. 39, CH 8063 Zurich, caissier central SAS à partir du 1er janvier 1974. Cotisation annuelle: Suisse Fr. 42.–, Etranger FrS. 48.–.

L'ORION paraît 6 fois par an: Dans les mois: Février, Avril, Juin, Aout, Octobre et Décembre. Dernier délai pour l'envoi des articles: le 1er du mois précédent.

CALINA Ferienhaus und Sternwarte CARONA
idealer Ferientreffpunkt aller Amateur-Astronomen



Programm: für die Kurse und Veranstaltungen im Jahre 1974:

1.—6. April	**Elementarer Einführungskurs** in die Astronomie für Lehrkräfte. Leitung: Herr Dr. M. Howald, naturwissenschaftliches Gymnasium, Basel.
15.—16. Juni	**Wochenend-Kolloquium** Thema: Sonnenuhren. Leitung: Herr Prof. Dr. M. Schürer, Bern. Hr. Greuter referiert über praktische Ausführungen.
29. Juli—3. Aug.	**Wochenkurs,** Leitung Hr. Greuter, Herisau
30. Sept.—5. Okt.	**Elementarer Einführungskurs** in die Astronomie
7.—12. Oktober	**Elementarer Einführungskurs** in die Astronomie für Lehrkräfte. Leitung: Herr Dr. M. Howald, naturwissenschaftliches Gymnasium Basel.

Auskünfte und Anmeldungen: Frl. Lina Senn, Spisertor, CH-9000 St. Gallen, Tel. 071-23 32 52, Telex 77686
Technischer und wissenschaftlicher Berater: Herr Erwin Greuter, Haldenweg 18, CH-9100 Herisau

ORION

Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Bulletin de la Société Astronomique de Suisse

32. Jahrgang, Seiten 41–92, Nr. 141, April 1974 32e année, pages 41–92, No. 141, Avril 1974

Sonnenbeobachtungen für den Amateur

von M. Waldmeier, Zürich

Jeder Sternfreund weiss: die Sonne ist ein Stern, für die Astronomie sogar der wichtigste und für unser tägliches Leben der einzige von Bedeutung. In dem Heer der Amateure finden sich deshalb auch viele, welche Sonnenbeobachtungen ausführen, sei es nur gelegentlich oder dass sie sich ganz auf diese spezialisiert haben. Allerdings entbehren sie der Romantik nächtlicher Beobachtungen bei kärglicher Beleuchtung und klammen Fingern. Im hellen Tageslicht und in der wärmenden Strahlung der Sonne zu arbeiten ist zweifellos bequemer, aber die berufliche Beanspruchung lässt in den meisten Fällen diese Beobachtungen zu nicht mehr als einer Wochenend- oder Ferientätigkeit werden.

Das Faszinierende an der Sonne ist die Veränderlichkeit ihrer Aktivität. Wenn sie nicht gerade flekkenlos ist – was in den kommenden Jahren allerdings häufig eintreten wird – zeigt sie ein sich nie wiederholendes Antlitz. Immer wieder entstehen neue Flekken, entwickeln sich und lösen sich wieder auf. Die grosse Helligkeit des Tagesgestirns macht schon kleinste Teleskope zu nützlichen Instrumenten. Eine 50-fache Vergrösserung genügt an den meisten Tagen, 100-fache oder noch grössere wird man mit Vorteil nur bei sehr ruhiger Luft anwenden, was in unserem Klima nur bei seltenen Wetterlagen der Fall ist. Bei guter Bildqualität liegt das atmosphärisch bedingte Auflösungsvermögen bei 1″ oder wenig darunter. Um dieses auch realisieren zu können, genügt ein Durchmesser des Objektives oder des Spiegels von 10 bis 15 cm. Diese bescheidenen Anforderungen machen die Sonnenbeobachtungen zu einer lohnenden Beschäftigung für den Amateur. Dieser hat überdies in seiner Freiluftsternwarte vielfach ruhigere Bilder als der Berufsastronom, dessen Instrumente in einer die Bildqualität in unangenehmer Weise beeinträchtigenden Kuppel aufgestellt sind. Trotz diesen günstigen Voraussetzungen kommt man zu so beachtenswerten Resultaten, von denen die nachfolgenden Beiträge Zeugnis ablegen, nur durch Ausdauer und beharrliches Bemühen, es zur äussersten Perfektion zu bringen. Durch die Entwicklung von Interferenzfiltern zu Preisen, die auch für den Amateur nicht mehr prohibitiv sind, hat sich ein weites neues Gebiet mit unabsehbaren Möglichkeiten eröffnet. Die Bewegungen der Protuberanzen und der Ausbruch von Eruptionen, die mit Hα-Filtern beobachtet werden können, gehören zu den aufregendsten Erscheinungen unseres Tagesgestirns. Schliesslich ist, seit zu jeder bedeutenderen totalen Sonnenfinsternis Gesellschaftsreisen den Amateur rasch, sicher und preiswert in die abgelegensten Teile der Erde bringen, auch die Korona in seinen Beobachtungsbereich gerückt.

Die bescheidensten Anforderungen an die instrumentelle Ausrüstung stellt die Bestimmung der Sonnenfleckenrelativzahl. Auf der Zürcher Sternwarte wird dazu seit je ein Fraunhofersches Fernrohr von 8 cm Öffnung bei 64-facher Vergrösserung verwendet. Eine Nachführung ist dabei nicht nötig, wohl aber eine zuverlässige Lichtabschwächung. In Zürich erfolgt diese durch drehbare Polarisatoren, welche das Licht auf eine dem Auge angenehme Helligkeit reduzieren. Anspruchsvoll hingegen ist diese Bestimmung, welche nur sinnvoll ist, wenn sie über viele Jahre fortgeführt wird, bezüglich Vollständigkeit und Homogenität. Diese wird erst nach etwa einjähriger Übung erreicht, jene überhaupt nicht. Dazu ist eine Zusammenarbeit auf internationaler Basis notwendig. Durch die Mitwirkung von gegenwärtig 30 Observatorien und einer grossen Zahl von Amateuren ist die Zürcher Sonnenfleckenstatistik seit 150 Jahren ohne einen einzigen Lückentag.

Auch die Photographie der Sonne erfordert keine Nachführung, da die Expositionszeiten etwa 1/500 sec. betragen. Entweder nimmt man die ganze Sonne auf bei kleinem Maßstab – etwa zum Zwecke der Bestimmung der Koordinaten der Flecken – oder einzelne Fleckengruppen bei einem Sonnenbilddurchmesser von etwa 20 cm. In beiden Fällen wird das Fokalbild durch eine die effektive Brennweite verlängernde Linse auf den gewünschten Durchmesser vergrössert. Sorgfältiges Ausprobieren von Filtern und Filmsorten ist für den Erfolg entscheidend.

Wer photographische Arbeiten scheut, kann die Flecken, ihre Umrisse und Positionen in einem Projektionsbild, dessen Durchmesser nicht unter 15 cm liegen sollte, einzeichnen. Linsenfernrohre sind dazu geeigneter als Spiegelteleskope, in jedem Fall aber ist eine stabile parallaktische Montierung mit Uhrwerk notwendig und ein nicht wackeliger Projektionsschirm.

Schon vor einem Dritteljahrhundert hat der Verfasser ein Protuberanzenrohr beschrieben, welches das Tätigkeitsfeld des Amateurs erheblich erweitern könnte. Dabei werden die Protuberanzen in der roten Wasserstofflinie beobachtet, das Streulicht wird auf der kurzwelligen Seite dieser Linie durch ein Rotfilter absorbiert, das intensive photosphärische Licht durch eine das Fokalbild abdeckende Scheibe und das Beugungslicht mit der Töplerschen Schlierenmethode eliminiert. Streulichtfreiheit des Objektivs ist zwar nützlich, aber nicht, wie beim Lyotschen Koronagraphen, unerlässlich. Heute wird man anstelle des Rotglases ein viel effektiveres Interferenzfilter von 10 bis 20 Å Durchlassbreite verwenden. Damit lassen sich die Protuberanzen auch bei dem im Tiefland stets trüben Himmel beobachten und photographieren. Da die Sonne dauernd auf die sie abdeckende Scheibe zentriert sein muss, ist eine gute Nachführung die conditio sine qua non.

Schmalbandige Hα-Filter von etwa 1 Å Durchlassbreite oder darunter, wie sie bald auch dem Amateur zur Verfügung stehen werden, gestatten die Chromosphäre vor der Sonnenscheibe mit den Fackeln, den Filamenten und den Eruptionen zu beobachten und natürlich auch die Protuberanzen am Sonnenrand. Diese zwar weniger gut als mit dem Protuberanzenrohr, indem dieses die gesamte Hα-Emission erfasst, ein schmalbandiges Filter jedoch nur die Strahlung der Linienmitte.

Ein schon mehrfach auch von Amateuren gebautes, überaus vielseitiges Instrument, das Spektrohelioskop, hat bisher viel zu wenig Beachtung gefunden. Sein Kernstück ist ein optisches Gitter, wie solche heute in einem grossen Sortiment und zu günstigen Preisen auf dem Markt sind. Allerdings erfordert dieses Instrument eine feste Aufstellung, weshalb eine Montierung entfällt, dafür ein Coelostat benötigt wird. Die ganze Anlage hat eine Länge von etwa 10 Metern, die sich bei Umlenkung des Strahlenganges um einige Meter verkürzen lässt. Das Instrument kann gleich vorteilhaft für die Beobachtung der Scheibe wie der Protuberanzen am Rande benutzt werden und ist nicht, wie ein Interferenzfilter, auf nur eine Linie beschränkt. Jede Linie im sichtbaren Spektrum kann für die Beobachtung benutzt werden. Der Linienschieber gibt ferner die Möglichkeit, denjenigen Emissionen von Eruptionen und Protuberanzen nachzujagen, welche durch ihren Dopplereffekt aus der Linienmitte heraus verschoben und deshalb in einem auf Linienmitte eingestellten Interferenzfilter unsichtbar sind. Schliesslich kann das Instrument auch als Spektrograph verwendet werden und erschliesst damit unbegrenzte Möglichkeiten der Sonnenbeobachtung.

Was auch den Amateur zu der Sonnenbeobachtung hinzieht und was auch immer er dafür einsetzen kann, stets wird er ein attraktives Tätigkeitsfeld vorfinden.

Adresse des Autors: Prof. Dr. M. Waldmeier, Direktor der Eidgen. Sternwarte, CH-8000 Zürich.

Sonnenphotographie

von H. Treutner, Neustadt

Die Sonne ist der uns nächste Stern und gewährt uns deshalb aus relativer Nähe einen Einblick in die Vorgänge auf ihrer Oberfläche. Dieses interessante Schauspiel sollte sich der Astroamateur nicht entgehen lassen, zumal seine Beobachtung am Tage bei zumeist angenehmen Temperaturen erfolgen kann. Für die visuelle Sonnenbeobachtung wird oft der *Sonnenprojektionsschirm* benützt; hier sollen indessen andere, dem Amateur zugängliche Beobachtungsmethoden beschrieben werden, nämlich solche, die auch photographisch möglich und der Projektionsschirm-Methode in mehrfacher Hinsicht, besonders auch im Auflösungsvermögen, erheblich überlegen sind.

1. Instrumentelles:

Für die Sonnenbeobachtung können im Prinzip alle *streulichtfreien* Teleskope verwendet werden. Langbrennweitige Fernrohre sind wegen ihres grösseren Abbildungsmaßstabes im Primärfokus und der geringeren Beeinträchtigung des Bildes durch thermische Störungen vorzuziehen. Wenn auch professionelle Spezialkonstruktionen für den Amateur nicht in Frage kommen, so können doch vorhandene Teleskope für die Sonnenbeobachtung umgerüstet, also ergänzt werden, ohne dass übermässige Kosten entstehen.

a) Die Lichtdämpfung:

Hierbei spielen zunächst Einrichtungen zur Lichtdämpfung eine Rolle. Die starke Intensität des Sonnenlichtes, die bei unsachgemässen Umgamg mit dem Instrument grosse Gefahren für das menschliche Auge mit sich bringen kann, muss auf mindestens 1/100 reduziert werden. Hierzu bietet sich als billigste Massnahme die Verwendung *dunkler Graufilter* vor den Okularen an, wie sie in verschiedenen Dichten beim Optiker zum Aufsetzen auf Prismengläser erhältlich sind. Um bei einem Instrument mit Aperturen von 60 mm an aufwärts den richtigen Durchlassgrad für das Auge oder für die Kamera zu erreichen, müssen meistens 2–3 Graufilter kombiniert werden. Je lichtstärker das Instrument ist, umso dichtere Filter sind erforderlich. Bei kurzbrennweitigen, lichtstarken Teleskopen besteht dann allerdings die Gefahr des Sprin-

gens der Filter durch Überhitzung. Diese Gefahr kann durch das Vorschalten eines Wärmeschutzglases, dessen teilverspiegelte Fläche gegen das Objektiv zu richten ist, vermindert werden. Das mit einer solchen Filter-Kombination versehene Okular darf nur aus *unverkitteten Linsen* bestehen, da eine Kittung durch die unvermeidliche Erwärmung beschädigt würde. Man verwende in einer solchen Kombination deshalb nur HUYGHENS- oder MITTENZWEY-Okulare.

Bei einem Fernrohr mit einem 1:15 übersteigenden Öffnungsverhältnis erwärmt sich das Okular bald so stark, dass es nicht mehr angefasst werden kann. Für Instrumente mit Aperturen dieser Grösse ist deshalb diese Art der Lichtdämpfung nicht mehr geeignet. Dazu kommen noch weitere, schwerwiegende Gründe: Bei der Verwendung von Okularfiitern gelangt das volle Sonnenlicht ins Teleskop, das dadurch stark erwärmt wird. Die Folge davon sind Luftturbulenzen im Fernrohr, die sich auf die Bildqualität sehr nachteilig auswirken. Dies tritt besonders bei Spiegelteleskopen in Erscheinung, die dann nicht nur unregelmässige Bildänderungen, sondern auch rasch wechselnde Fokusänderungen zeigen, die ständig korrigiert werden müssen. Refraktoren sind diesen Erscheinungen weniger ausgesetzt, weil im geschlossenen Rohr die Turbulenzen geringer sind und auch die Fokus-Änderungen erheblich kleiner bleiben. Die damit erreichbare Bildqualität zeigt die Fig. 1, die mit einem Faltrefraktor von 20 cm Öffnung, R = 1:20 mit Okularfiltern erhalten wurde[1]).

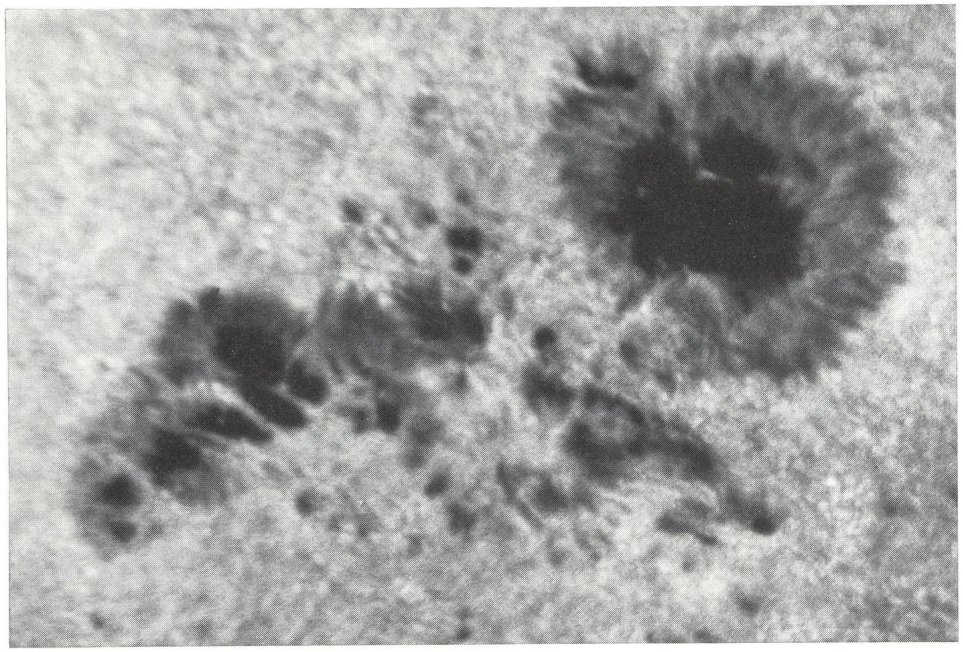


Fig. 1: Aufnahme eines Sonnenflecks am 7. 8. 1972 mit 20 cm-Faltrefraktor und Okularfilter (Agepe FF-Film).

Oft wird versucht, die notwendige Lichtschwächung durch Reduzierung (Abblenden) der Fernrohröffnung, also durch eine Verkleinerung der Apertur, zu erreichen. Diese Massnahme ist jedoch ganz unzweckmässig, weil damit das Auflösungsvermögen reduziert wird. Dann gehen feinere Bilddetails, wie z. B. die Sonnengranulation, verloren. Man degradiert durch eine solche Massnahme – um es deutlich auszudrücken – ein leistungsfähiges Fernrohr zu einer Lochkamera.

In diesem Zusammenhang sei noch eine andere Möglichkeit der Lichtschwächung erwähnt: bei einem Spiegelteleskop kann man den Hauptspiegel *unbelegt* verwenden. Für eine Beseitigung des Streulichts muss aber Sorge getragen sein. Die grosse Empfindlichkeit der Spiegeloberfläche für Erwärmung wird jedoch auch bei diesem Vorgehen kaum vermindert.

Eine viel bessere Methode der Lichtdämpfung als jene durch Okularfilter stellt die Lichtdämpfung durch *Objektiv-Filter* dar. Um das nicht erforderliche Licht vom Fernrohr gänzlich fernzuhalten und die bei der Verwendung von Okularfiltern störende Erwärmung auszuschliessen, kann man auf das freie Fernrohrende oder das Objektiv ein Filter mit deren Durchmesser montieren. Dieses Filter kann entweder aus Grauglas oder besser aus einer Scheibe mit teilverspiegelter Oberfläche bestehen, wobei der Belag erst noch so ausgeführt sein kann, dass er neben der nicht benötigten Lichtstrahlung auch noch die Wärmestrahlung nahezu vollständig reflektiert. Bei Objektivfiltern ist jedoch zu beachten, dass hohe Anforderungen an deren Homogenität, Oberflächenqualität und Planparallelität zu stellen sind, um eine Deformation der eintretenden Wellenfront zu vermeiden. So darf beispielsweise bei Fernrohren mit 20 cm freier

Öffnung die Abweichung von der Planparallelität nicht mehr als 1/10 λ betragen. Solche Scheiben können naturgemäss nicht billig sein, sind aber neuerdings zu erschwinglichen Preisen erhältlich[2]). Da sie gegen Verspannungen sehr empfindlich sind, muss ihr Fassen und Montieren mit grosser Sorgfalt ausgeführt werden. Dann aber ist ihr Vorteil augenfällig: Die bei Objektivfiltern unvermeidlichen thermischen Störungen sind praktisch beseitigt, es können dann hochwertige verkittete Okulare, beispielsweise des ERFLE-Typs verwendet werden, und für das Auge, wie für die Kamera sind die Gefahren beseitigt. Auch die Brennpunkt-Lage bleibt so gut wie konstant, so dass die Fokussierung wesentlich erleichtert ist.

Für photographische Aufnahmen mit kurzen Belichtungszeiten, wie sie schon wegen der stetigen Veränderungen auf der Sonnenoberfläche erforderlich sind, wird mehr Licht als bei der visuellen Beobachtung benötigt, so dass bei Aufnahmen die Lichtschwächung auf etwa 99 % beschränkt bleiben sollte. In diesem Fall ist für visuelle Beobachtungen ein zusätzliches helles bis mittleres Graufilter erforderlich. Dann erhält man bei einer Fernrohröffnung von 15–20 cm und 50–100facher Vergrösserung ein sehr kontrastreiches Bild der Sonnenscheibe, das neben den besonderen Objekten der Stunde Tausende von Granulen zeigt. Dazu erscheinen in hellem Weiss die Fakkeln und, deutlich gezeichnet, die Strukturen von Sonnenflecken. Wer dieses Bild einmal in seinem Fernrohr gesehen hat, wird sich immer wieder daran erfreuen.

Fernrohre mit Brennweiten von 3 m und mehr erfordern zum Überblicken der ganzen Sonnenscheibe Okulare mit entsprechend grosser Eintrittspupille; sie muss grösser als der Sonnenbilddurchmesser im Primärfokus sein, ihre Brennweiten sollten 40–80 mm betragen.

Um die Aufzählung der Lichtdämpfungeinrichtungen zu vervollständigen, seien noch die früher üblichen Strahlenteilungseinrichtungen, wie z. B. das COLZI-*Prisma*, die *Keilplatten* und deren Varianten erwähnt. Sie haben an Bedeutung verloren, weil bei ihnen die gesamte Strahlung mit allen damit verbundenen Nachteilen ins Fernrohr gelangt. Da sie aber vor dem Okular angeordnet werden, schützen sie wenigstens dieses. Die beste Lichtschwächungseinrichtung ist heute das Objektivfilter, das zusammen mit dem nicht benötigten Anteil an sichtbarer Strahlung auch die Wärmestrahlung reflektiert[2]). Damit werden die besten Direktaufnahmen der Sonnenscheibe erhalten.

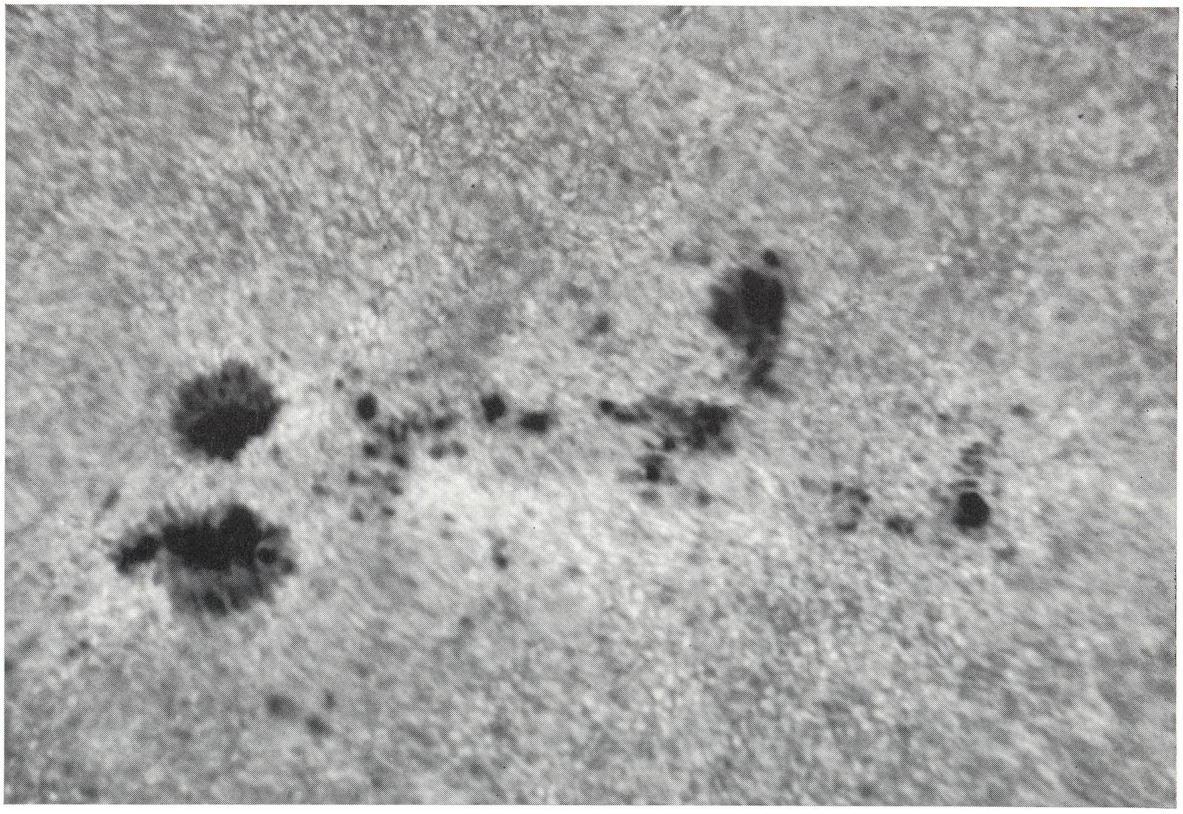


Fig. 2: Direktaufnahme der Sonnenoberfläche am 2. 9. 1973 mit 20 cm-Faltrefraktor und Objektivfilter (Agfaortho 25-Film).

b) Die mechanische Ausrüstung:

Bei der Photographie der Sonne werden wegen der stets ausreichenden Helligkeit des Bildes und den daraus resultierenden kurzen Belichtungszeiten keine hohen Anforderungen an die Fernrohrmechanik gestellt. Nur bei sehr langen Brennweiten, wie sie für Detailaufnahmen erforderlich sind, wird eine sehr gute Stabilität des Instruments verlangt, damit es nicht durch Windböen zum Schwanken gebracht werden kann, was das Bild auch bei sehr kurzen Belichtungszeiten «verwackeln» würde. Ein in einer Kuppel untergebrachtes Instrument ist zwar vor Windeinflüssen geschützt, aber wegen der an der Kuppel erzeugten ungünstigen Luftströmungen im Nachteil. Frei aufgestellte Instrumente unterliegen diesen Einflüssen nicht, weshalb professionelle Instrumente kuppellos gebaut werden. Bei leistungsfähigen Instrumenten ist eine motorische Nachführung in Stunde unumgänglich, doch wird keine besonders genaue Nachführung verlangt. Ähnliches gilt für die Genauigkeit der Aufstellung des Instruments, weshalb ohne weiteres auch transportable Instrumente für die photographische Sonnenbeobachtung eingesetzt werden können.

2. Aufnahmetechnik:

a) Aufnahmen im direkten Fokus:

Hierzu wird bei Amateurfernrohren von 10–15 cm Öffnung eine Spiegelreflex-Kamera (Format 24 × 36 mm) und bei grösseren Instrumenten eine Kamera des Formats 60 × 60 mm an den Fernrohr-Okularstutzen angeschlossen, nachdem man die Kamera-Optik entfernt hat. Die Lichtfülle des Objekts ermöglicht ohne Schwierigkeiten seine präzise Einstellung auf der Mattscheibe. Bei Refraktoren empfiehlt es sich, vor dem Kamera-Eingang ein helles Gelbfilter anzuordnen, wie es im Photohandel erhältlich ist. Bei Spiegelteleskopen ist dieses Filter der völlig beseitigten chromatischen Aberration wegen nicht erforderlich. Die Lichtdämpfung durch das Objektivfilter ist so zu bemessen, dass der gewählte (Feinkorn-) Film, z. B. Agfaortho 25, mit 1/1000 bis 1/500 Sekunde richtig belichtet wird. Ist das Bild dafür zu hell, so ist aus den früher angeführten Gründen keinesfalls das Objektiv abzublenden; man setzt dann vielmehr vor den Kameraeingang zusätzliche Graufilter, wie sie von mehreren Firmen auch nach Mass hergestellt werden[3]). Dabei trachte man darnach, mit *einem* Zusatzfilter auszukommen, da eine Anordnung von mehreren Zusatzfiltern die Bildqualität verschlechtert. Im direkten Fokus sind Objekte bis herab zu 1″ Durchmesser erfassbar.

b) Detailaufnahmen im Sekundärfokus:

Sollen Details von Objekten auf der Sonnenoberfläche aufgenommen werden, so erweist es sich als notwendig, die Fernrohr-Brennweite erheblich zu verlängern, um bis an die Grenze des Auflösungsvermögens der Optik zu gelangen. Hierzu wird meistens die *Okular-Projektion* herangezogen, auf die nun einzugehen ist. Die damit mögliche Nachvergrösserung soll aber höchstens einer Äquivalentbrennweite von 15 m entsprechen, da sonst die Kontrastminderung zu auffällig und die Bildschärfe durch die unvermeidliche Luftunruhe zu stark beeinträchtig werden. Ein stabiler Aufbau der Okularprojektionseinrichtung wird am besten aus den Zwischenringen einer Spiegelreflexkamera-Ausrüstung erstellt. Das Projektionsokular wird in den so gebildeten Tubus an der richtigen Stelle eingebaut (vergl. Fig. 3). Das Projektionsokular soll eine Brennweite von etwa 20 mm haben und so angeordnet sein, dass es das Primärbild mit der gewünschten Vergrösserung auf den Film abbildet. Aus Fig. 3 geht auch hervor, dass durch Änderung der Stellung des Okulars die Äquivalentbrennweite innerhalb weiter Grenzen geändert werden kann.

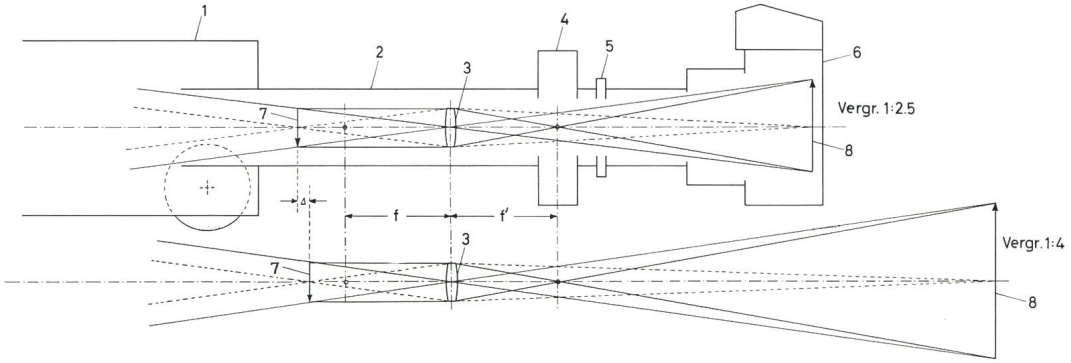


Fig. 3: Darstellung der optischen Anordnung für Detailaufnahmen der Sonnenoberfläche im Sekundärfokus.
1 Fernrohrtubus
2 Okularauszug, durch Spiegelreflexkamera-Zwischenringe verlängert
3 In die Zwischenringe eingebautes Okular
4 Zentralverschluss (Lage an der Stelle des kleinsten Bündelquerschnitts am rückwärtigen Okularbrennpunkt)
5 Gelbfilter (nur beim Refraktor)
6 Spiegelreflexkamera
7 Primärbild
8 Sekundärbild
f bzw. f′ = Okularbrennweite.
Unter der oberen Zeichnung ist der Strahlengang mit einer kleinen Verschiebung des Okulars um △ wiederholt, um zu zeigen, wie sich damit unter Hinausrücken des Sekundärbildes der Vergrösserungsmaßstab ändert. In Fig. 3 beträgt er oben 1:2.5, unten 1:4.

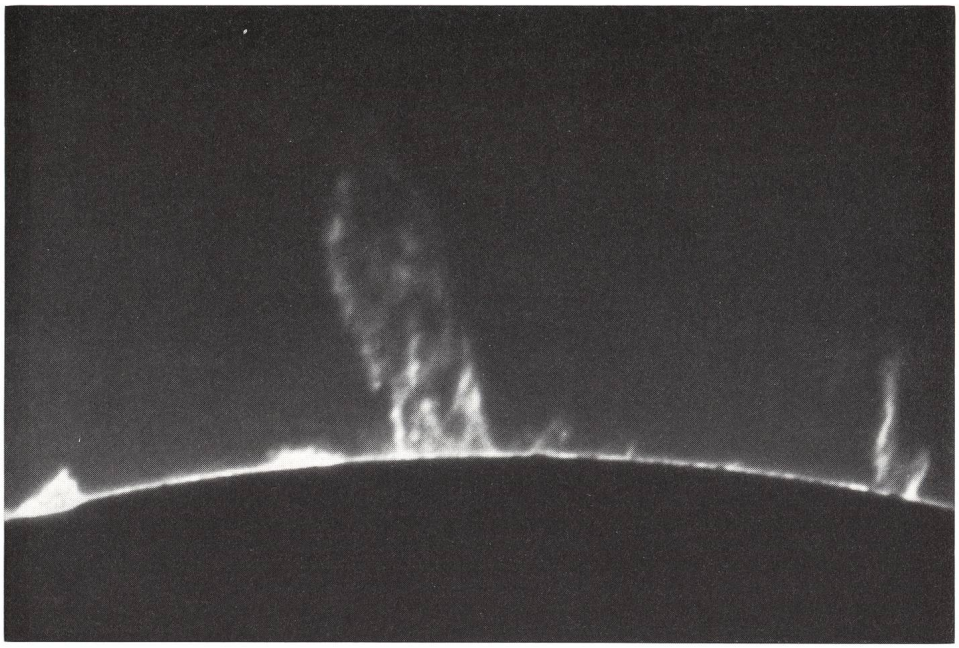


Fig. 4: Protuberanz am 10. 8. 1973, 15.15 MEZ, Aufnahme des Verfassers mit dem Protuberanzenfernrohr 10/100 cm und 10 Å-Filter, Belichtungszeit 1/15 Sekunde.

Die Verwendung von Okularen zur Erzielung entsprechend grosser Äquivalentbrennweiten ist eigentlich nicht ganz korrekt, da auch hochwertige Okulare für augenseitig parallel austretende Strahlenbündel korrigiert sind und zudem keine völlige Hebung der sphärischen Aberration aufweisen. Man müsste eigentlich an ihrer Stelle speziell korrigierte Optiken, wie z. B. die Zeiss Luminare, verwenden. Erfahrungsgemäss werden jedoch mit gut korrigierten Okularen, z. B. des ERFLE-Typs, recht brauchbare Nachvergrösserungen erzielt (Anmerkung der Redaktion).

Die Einstellung auf beste Bildschärfe im Sekundärfokus erfolgt am einfachsten mit Hilfe des (festklemmbaren) Okularauszugs. Sie wird durch einen Klarfleck (wenn möglich mit Fadenkreuz) im Suchersystem der Kamera sehr erleichtert. Da dort das Bild übermässig hell ist, setzt man auf die Einstellupe ein helles Graufilter. Sind gute Luftverhältnisse gegeben, so lässt sich die Scharfstellung mühelos an den Konturen eines Sonnenflecks vornehmen. Gute Luftverhältnisse sind daran zu erkennen, dass die Granulation im Klarfleck sichtbar wird. Man kann auch an ihr die Scharfstellung vornehmen; sie ist gut, wenn man (bei Mattscheiben ohne Klarglasfleck) die Granulation bei leichtem Anstossen des Instruments gegenüber dem Mattscheibenkorn erkennt.

Das Erkennen der Granulation ist ein Indiz dafür, dass Aufnahmen möglich sind. Erkennt man sie nicht, so wartet man besser günstigere Luftverhältnisse ab.

Spiegelreflexkameras der niedrigen und mittleren Preisklasse können einen unregelmässige Ablauf des Schlitzverschlusses aufweisen. Die Folge davon ist eine ungleichmässige Belichtung des Films, dessen unterschiedliche Deckung dann die Herstellung guter Bilder fast unmöglich macht. In solchen Fällen bleibt nur der Ersatz des Schlitzverschlusses durch einen *Zentralverschluss* vor der Kamera, der mindestens 1/500 Sekunde und die Stellung B aufweisen muss[4]). Da solche Verschlüsse nur einen relativ kleinen Öffnungsquerschnitt aufweisen, müssen sie an der Stelle der grössten Einschnürung des Strahlenbündels, also direkt hinter dem Projektionsokular, eingebaut werden, um einen Lichtabfall zum Bildrand hin zu vermeiden, vergl. Fig. 3.

Benötigt man einen Zentralverschluss, so ist zur Scharfstellung der Zentralverschluss in B-Stellung mit feststellbaren Drahtauslösern offen zu halten; die Aufnahmen werden dann bei geöffnetem Schlitzverschluss mit dem Zentralverschluss gemacht, den man für sicher verwackelungsfreie Bilder auch über einen Selbstauslöser oder pneumatisch betätigen kann. Man wartet hierzu einen windstillen Moment ab und macht dann mehrere Aufnahmen hintereinander, womit die Chance wächst, ein durch Luftschlieren ungestörtes Bild zu bekommen[5]). Für diese Aufnahmen kommen *nur Feinstkornfilme*, wie z. B Agfaortho 25 in Frage, die hart bis normal entwickelt werden. Dies ist die Voraussetzung dafür, dass nachträglich noch starke Vergrösserungen ohne stark störendes Korn angefertigt werden können.

Um nach einer kühlen Nacht durch ein Beschlagen der Optik nicht aufgehalten zu werden, ist es zweckmässig, das Instrument frühzeitig, möglichst schon bei Sonnenaufgang, der freien Luft auszusetzen. Die auf diese Weise ermöglichte langsame Temperierung beugt zugleich Fokusveränderungen vor, womit die Voraussetzungen für ein gutes Arbeiten mit dem Instrument gegeben sind.

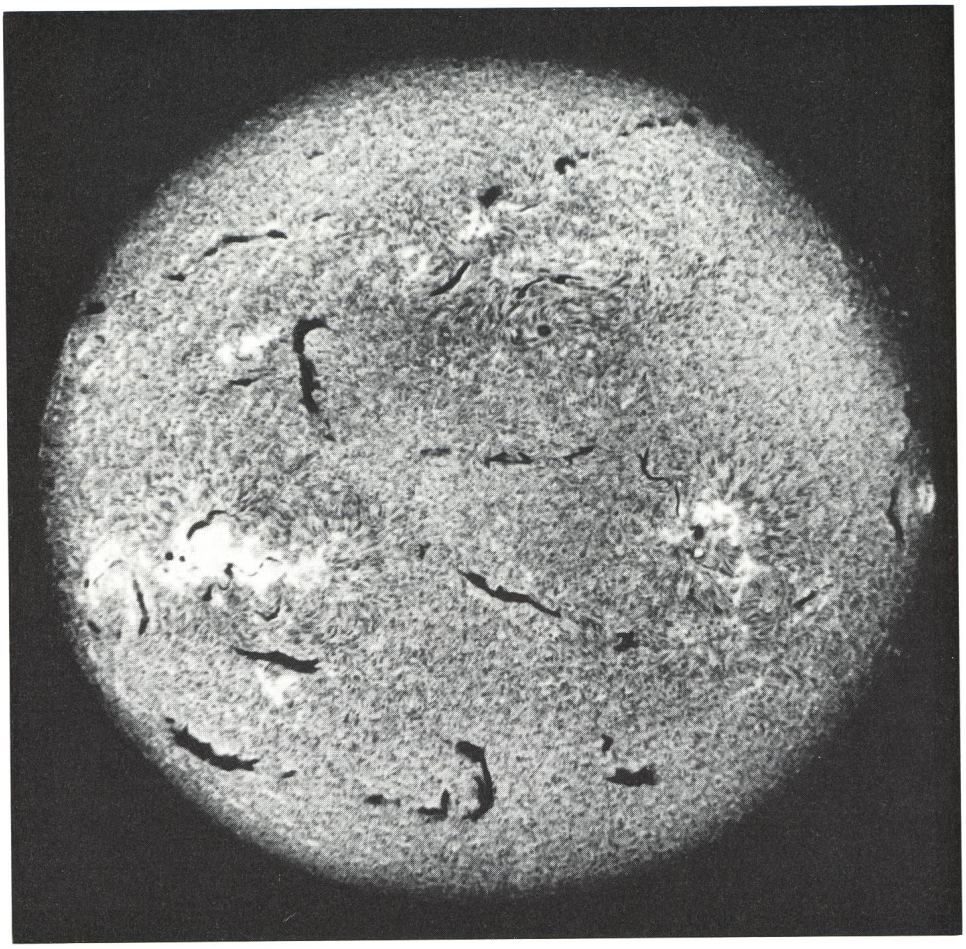


Fig. 5: Spektroheliogramm der Sonnenoberfläche. 15. 7. 1968. Aufnahme mit dem 25 cm Hα-10′-Sonnenteleskop der Ramey Airforce Base, Puerto Rico. Filter: 0.5 A Halbwertsbreite.

3. Allgemeine Bemerkungen:

Die Granulen der Sonne erscheinen unter einem Winkel von etwa 0.5 bis 2 Bogensekunden. Um sie abbilden zu können, muss die Fernrohroptik ein Auflösungsvermögen von mindestens 0.8″ aufweisen, wofür Fernrohröffnungen von 10 cm an erforderlich sind. Die Granulen haben nur eine Lebensdauer von wenigen Minuten; sie werden laufend von anderen verdrängt. Ihre Verfolgung ist ebenso wie jene der Änderungen der Strukturen der Penumbra von Sonnenflecken, die ebenfalls rasch erfolgen, eine interessante Aufgabe.

In dieser Mitteilung über Sonnenphotographie sind fürs erste die dazu erforderliche instrumentelle Ausrüstung und die Technik der Photographie der Sonnenoberfläche in weissem Licht besprochen worden. In einer Fortsetzung sollen dann weitere Möglichkeiten der Sonnenphotographie in monochromatischem Licht mit *Protuberanzen-Fernrohren*[6]) und *Spektroheliographen*[7]) behandelt werden. Was sich mit diesen Instrumenten erreichen lässt, sei abschliessend durch die Fig. 4 und Fig. 5 illustriert, deren Aufnahmetechnik dann ebenfalls beschrieben werden soll.

Literatur:

1) H. Treutner, ORION *30*, 146 (1972) No. 132.
2) Für hohe Ansprüche: Lichtenknecker Optics AG, Grote Breemstraat 21, B-3500 Hasselt, Belgien.
Für bescheidenere Ansprüche: Jenaer Glaswerk Schott und Gen., Postfach 2480, D-65 Mainz (Merkblatt 3722), weiter bei: R. W. Tuthill, Box 1086 GA Mountainside, N. J. 07092, U.S.A. (Qualität auf Anfrage). Anzeige im ORION 139.
3) Beispielsweise von der Lichtfilterfabrik M. Summer, Drosselgasse 4, D-8032 Gräfelfing bei München, BRD.
4) Beispielsweise von Prontor-Werk A. Gauthier G. m. b. H., Postfach 18, D-7543 Calmbach, BRD.
5) Beispiel: Aufnahme des Verfassers, reproduziert in ORION *31*, 94 (1973) No. 136.
6) J. Schädler, ORION *14*, 131 (1969) No. 114; G. Klaus, ORION *30*, 47 (1972) No. 129.
7) F. N. Veio, ORION *30*, 178 (1972) No. 133.

Adresse des Verfassers: H. Treutner, Sonnenberger Strasse 31, D-8632 Neustadt, BRD.

Neue Möglichkeiten der Sonnenbeobachtung für den Amateur

von J. Schaedler, St. Gallen und G. Klaus, Grenchen

Es war bisher dem Amateur kaum vergönnt, Sonnenbeobachtungen im reinen Licht der Hα-Linie machen zu können. Der Bau eines Spektrohelioskops war nicht nur aufwendig, sondern dieses Instrument, welches die erwähnte Beobachtung möglich macht, beansprucht auch viel Platz. Wohl stehen seit einigen Jahren Interferenzfilter mit Halbwertbreiten bis ca. 1,5 Å für die Protuberanzenbeobachtung zur Verfügung, wobei aber die Sonne durch eine Blende abgedeckt werden muss.

Eine amerikanische Firma[1]) bringt nun Interferenzfilter mit Halbwertbreiten von 0,5–0,6 Å auf den Markt, welche gestatten, die Erscheinungen in der Chromosphäre zu beobachten.

Im Protuberanzen-Instrument der Feriensternwarte Carona und im Instrument von Herrn G. Klaus, Grenchen, konnte ein derartiges Filter erprobt werden. Der Einbau erfolgte in den Strahlengang der sekundären Optik anstelle des Filters von 4,5 Å. Das neue Filter verlangt eine sorgfältig konstant gehaltene Arbeitstemperatur. Es ist daher fest in einen Thermostaten eingebaut (Abb. 1). Abhängig von der Aussentemperatur wird nach Inbetriebnahme die Arbeitstemperatur von ca. 58 °C in 3–8 Minuten erreicht. Die Konzeption der elektrischen Temperatursteuerung ist modern und schliesst Störungen praktisch aus. Neuartige Sensoren halten die Temperatur auf Bruchteile eines Grades konstant. Bei einer Spannung von 220 V AC nimmt der Thermostat einen Strom von ca. 85 mA auf. Die Durchmesser der eingebauten Interferenzfilter betragen wahlweise 1″ oder 2″ bei entsprechendem Preisunterschied.

Abb. 1: Thermostat mit eingebautem Interferenzfilter. Masse: 89 mm Durchmesser, 75 mm Höhe. Einbau: mit 3 Schrauben an Grundplatte oder passender Wiege.

Diese Filter sind auch in anderen Beobachtungs-Instrumenten zu verwenden. Der Einsatz direkt in den Strahlengang eines Refraktors ist möglich, sofern dieser ein Öffnungsverhältnis von wenigstens 1:20 besitzt. Im weitern kann ein solches Filter auch einem Refraktor oder Reflektor vorgeschaltet werden, wobei aber ein Filterdurchmesser von wenigstens 2″ gewählt werden sollte. Es lassen sich somit sehr einfache Beobachtungs-Instrumente bauen, da keine Blende, Feldlinse und Sekundär-Optik mehr nötig ist. Wird ein Refraktor mit dem Öffnungsverhältnis 1:20 als Faltrefraktor konstruiert, ergibt sich ein sehr handliches, kurzes Instrument.

Der Einbau in ein Protuberanzen-Instrument klassischer Bauart[2]), [3]), [4]) hat den Vorteil, dass jederzeit die Blende wieder eingesetzt werden kann, wodurch die Beobachtung von Protuberanzen sehr eindrücklich wird. Diese sind zwar bei nicht abgedeckter Sonne gut sichtbar, aber als Folge der Helligkeit der ganzen Sonnenscheibe doch weniger brillant.

Nach Einschalten des Thermostaten zeigt sich die Sonne vorerst als rote, strukturlose Scheibe, auf welcher die Flecken tiefschwarz sichtbar sind. Nach und nach erscheinen Fackelfelder und tiefdunkle Filamente. Die Sonne überzieht sich mit einer Faserstruktur, in der in Fleckennähe oft extrem helle Eruptionen zu sehen sind. Die Chromosphäre am Sonnenrand zeigt die charakteristischen «spicules», feine rasenartige Spitzen, stellenweise überragt von Protuberanzen. Alle diese Erscheinungen vereinigen sich zu einem Bild, das fasziniert.

Der Wunsch, das Geschaute auch im Bilde festzuhalten, ist dank der heute zur Verfügung stehenden Emulsionen leicht zu erfüllen. Die Filme Kodak SO–410 oder Agfa Gevaert Copex Pan Rapid erbringen bei normalen Belichtungszeiten gute Ergebnisse (Abb. 2). Es ist zu beachten, dass Sonnenoberfläche und Protuberanzen nicht in einer Belichtung abgebildet werden können. Die Sonnenoberfläche verlangt, je nach Instrument, Belichtungszeiten in der Grössenordnung von 1/125 Sek., Protuberanzen dagegen 1/8 Sek.

Wir werden zu gegebener Zeit über weitere Erfahrungen mit diesen Filtern berichten, da neben verschiedenen Halbwertbreiten auch zwei Qualitäten geliefert werden.

Referenz und Literatur:

1) Carson Astronomical Instruments, Inc., P. O. Box 5566, Valencia, California 91355 (USA).

2) Gerhart Klaus: Ein Protuberanzenfernrohr für Sternfreunde. ORION 7 (1962) Nr. 78 S. 252–259.

3) O. Nögel: Das Protuberanzenfernrohr. Astro-Amateur-Schriften der SAG. Rascher-Verlag Zürich 1962, S. 59–64.

4) J. Schaedler: Das Protuberanzen-Instrument der Sternwarte Calina. ORION 14 (1969) Nr. 114, S. 131–133.

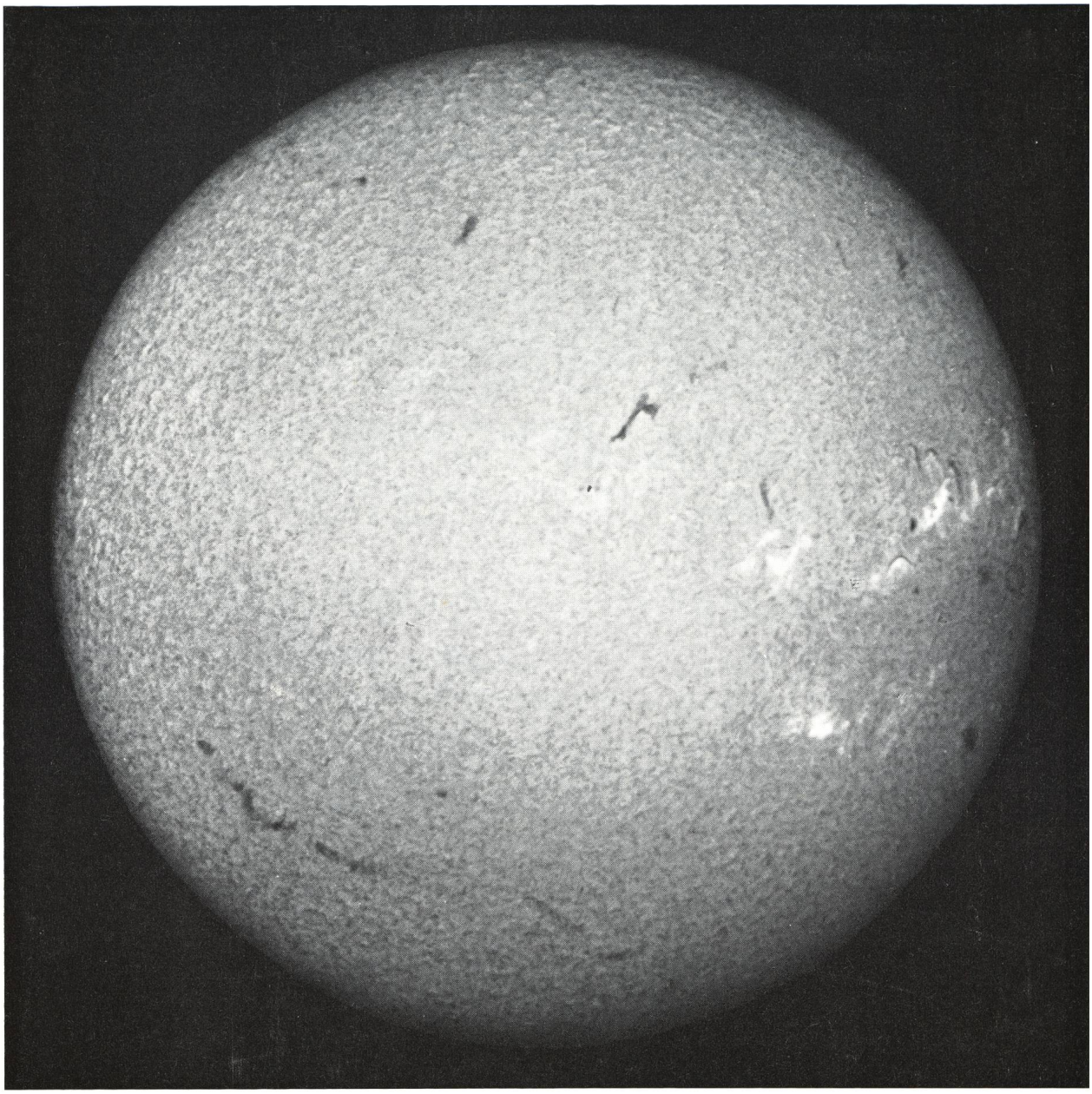


Abb. 2:
Chromosphäre vor der Sonnenscheibe. Aufnahme am 10. Februar 1974. Carson Skyspear-0.55 Å Hα-Filter in Protuberanzen-Instrument 10/125. Belichtungszeit 1/8 Sekunde. Film: Kodak SO 410. Aufnahme: G. KLAUS.

Adresse der Autoren:
J. SCHAEDLER, Hebelstrasse 8, CH-9000 St. Gallen.
G. KLAUS, Waldeckstrasse 10, CH-2540 Grenchen.

BBSAG-Bulletin No. 13

ist am 6. Februar 1974 erschienen und bringt auf 4 Seiten 163 im Dezember 1973 und im Januar 1974 beobachtete Minima von Bedeckungsveränderlichen; dieses Bulletin kann von Interessenten wie üblich bei Herrn K. LOCHER, Rebrainstrasse, CH-8624 Grüt bei Wetzikon, angefordert werden.

Astronomisches Jugendlager im Allgäu

vom 20. Juli – 10. August 1974

SAG-Jugendmitglieder, die an diesem Lager (vergl. die diesbezüglichen Angaben in ORION 140, S. 30) teilnehmen wollen, sind gebeten, sich dafür baldmöglichst beim Generalsekretär der SAG, Herrn WERNER LÜTHI, Fichtenweg 6, 3400 Burgdorf schriftlich anzumelden. Den Teilnehmern wird die SAG einen Kostenbeitrag von Fr. 50.— ausrichten.

Der Protuberanzenaufstieg vom 25. März 1967

Von Gerhart Klaus, Grenchen

Die Protuberanzen kann man nach der Bewegungsrichtung ihrer Materie in zwei grosse Gruppen einteilen. Im ersten Fall handelt es sich um kurzlebige Objekte, in denen das Material springbrunnenartig aus der Sonne herausgeschleudert wird und nach einem Flug durch die Korona wieder auf sie zurückfällt. In Extremfällen, wenn die Aufstiegsgeschwindigkeit der an einen Geisirausbruch erinnernden «Surge» die Entweichgeschwindigkeit von 618 km/Sek. übersteigt, entschwindet die Materie in den interplanetaren Raum.

In der zweiten Gruppe, den stationären Filamenten, die oft tage- und wochenlang ihre Form und Grösse erhalten, regnet die Materie in ununterbrochenem Fluss von oben nach unten durch die Protuberanz hindurch.

Am 25. März 1967 stand am Ostrand der Sonne eine solche stationäre Protuberanz von 75000 km Höhe, die nordwärts einen Bogen von 130000 km Spannweite ausstreckte. Dieser Bogen markierte den Abflussweg des Protuberanzenmaterials. Fortwährend konnten kleine, helle Knötchen beobachtet werden, die auf dieser Linie wie Regentropfen an Telefondrähten herunterrutschten. Hie und da schossen unter dem Bogen kleinere eruptive Protuberanzen aus der Sonne herauf, ein Zeichen dafür, dass sich dort ein Aktivitätszentrum befand. Von 0835 bis 1200 Uhr WZ veränderte sich dieses Bild nur wenig. Dann aber straffte sich plötzlich die ganze Protuberanz und einige Minuten lang spannte sich ihre obere Begrenzung völlig regelmässig wie eine Seifenblase. Allmählich begann das Material durcheinander zu wirbeln und emporzusteigen. Man hatte den Eindruck, die ganze Wolke werde von unten her aufgeblasen wie ein Ballon. Nach 13 Uhr WZ stieg dann ein erster Bogen und eine Stunde später ein zweiter rasch bis zu 200000 km Höhe auf, wobei das Protuberanzenmaterial weiterhin innerhalb dieser Abflussröhren zur Chromosphäre zurück strömte. Die ganze Protuberanz hatte unterdessen eine Längenausdehnung von 440000 km, also ein Drittel des Sonnendurchmessers, erreicht.

Aus der bei dieser Gelegenheit erhaltenen Serie photographischer Aufnahmen wurde versucht, Aufstiegsgeschwindigkeiten zu bestimmen. Das ist darum nicht ganz einfach, weil man oft Mühe hat, dieselbe Stelle der Protuberanz auf den verschiedenen Aufnahmen mit Sicherheit wiederzufinden. Unter diesem Vorbehalt ergeben sich für die Scheitelpunkte der beiden Bögen Aufstiegsgeschwindigkeiten von 14 km bzw. 23 km/Sek.

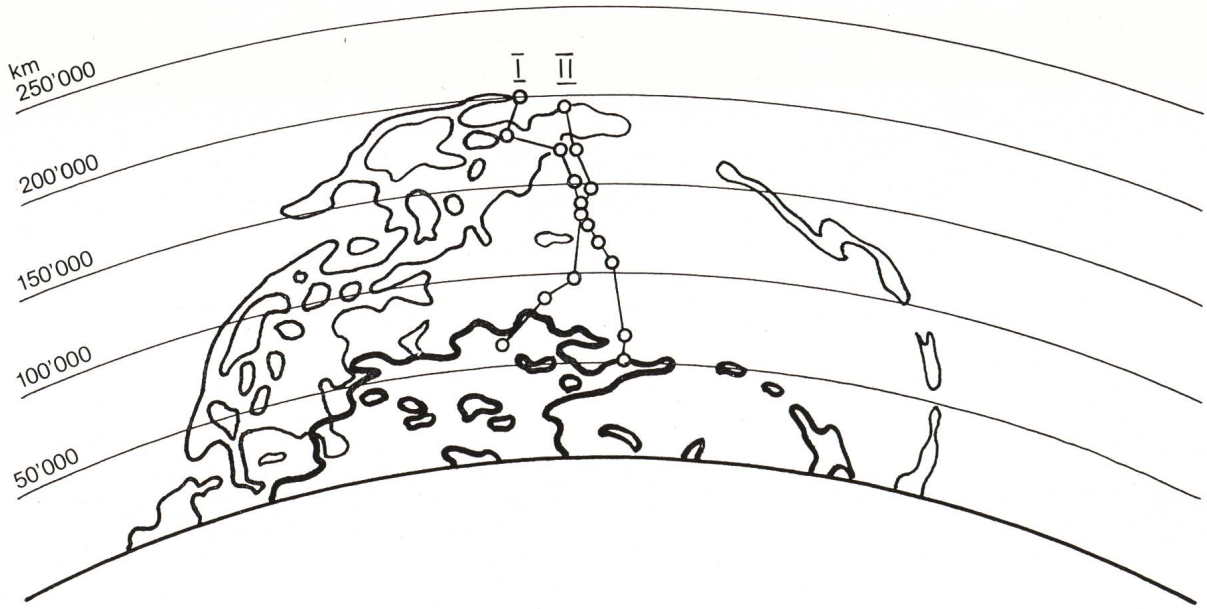


Abb. 2: Die erste und letzte Aufnahme der Abbildung 1 aufeinander gezeichnet zeigen den Aufstieg der beiden zuletzt rund 400 000 km spannenden Protuberanzenbögen. Die Wege ihrer Scheitelpunkte sind durch die Linien I und II gekennzeichnet.

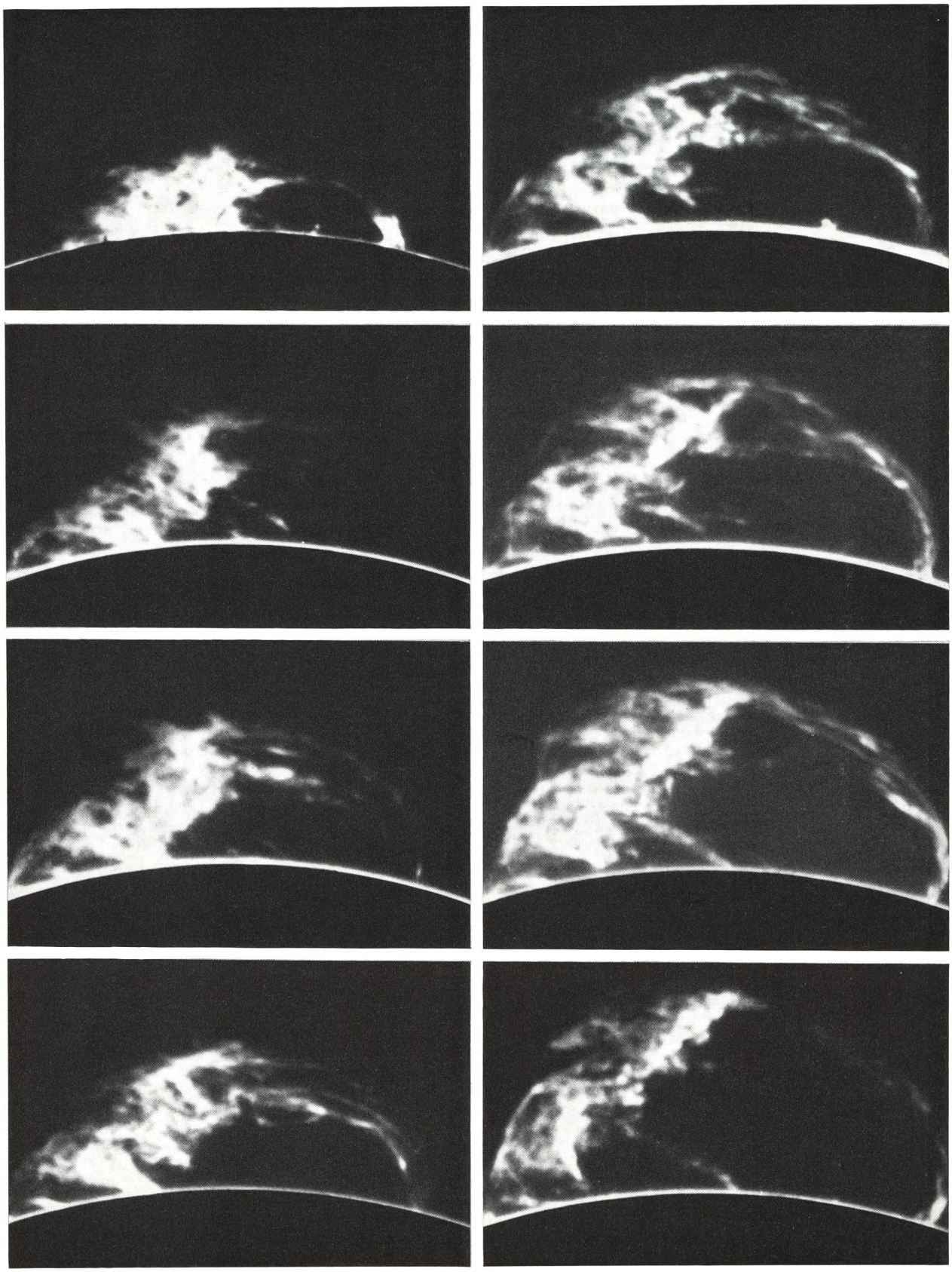


Abb. 1:
Acht Aufnahmen der grossen Protuberanz vom 25. März 1967, gewonnen an einem 75/1650 mm Protuberanzenteleskop mit einem 4 Å-Interferenzfilter. Die Aufnahmezeiten waren: 0835, 1420, 1440, 1500, 1520, 1535, 1550 und 1600 Uhr WZ.

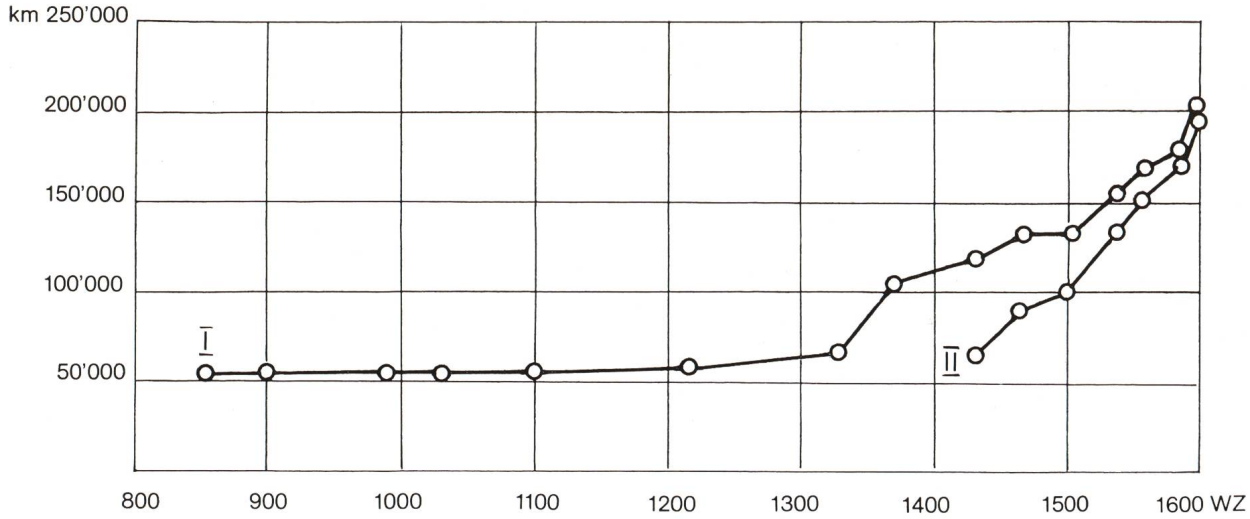


Abb. 3: Das Zeit/Höhendiagramm der beiden Scheitelpunkte ergibt durchschnittliche Aufstiegsgeschwindigkeiten von 14 bzw. 23 km/Sek.

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.

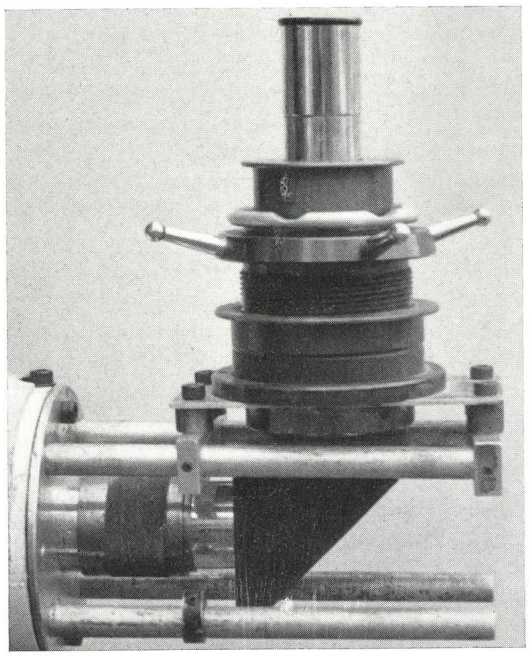


Abb. 1: 25 mm Plössl-Okular am Protuberanzenrohr von E. Moser.

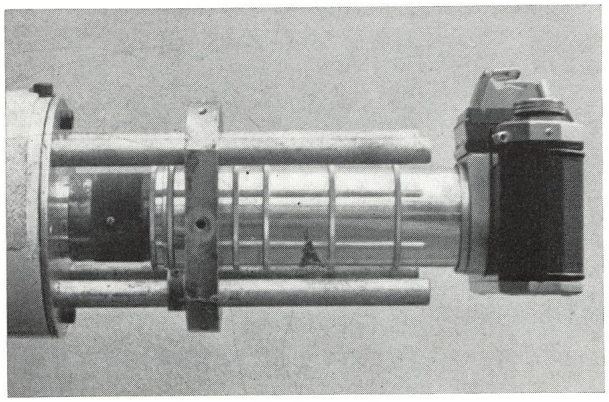


Abb. 2: Spiegelreflex-Kleinbildkamera am gleichen Instrument.

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

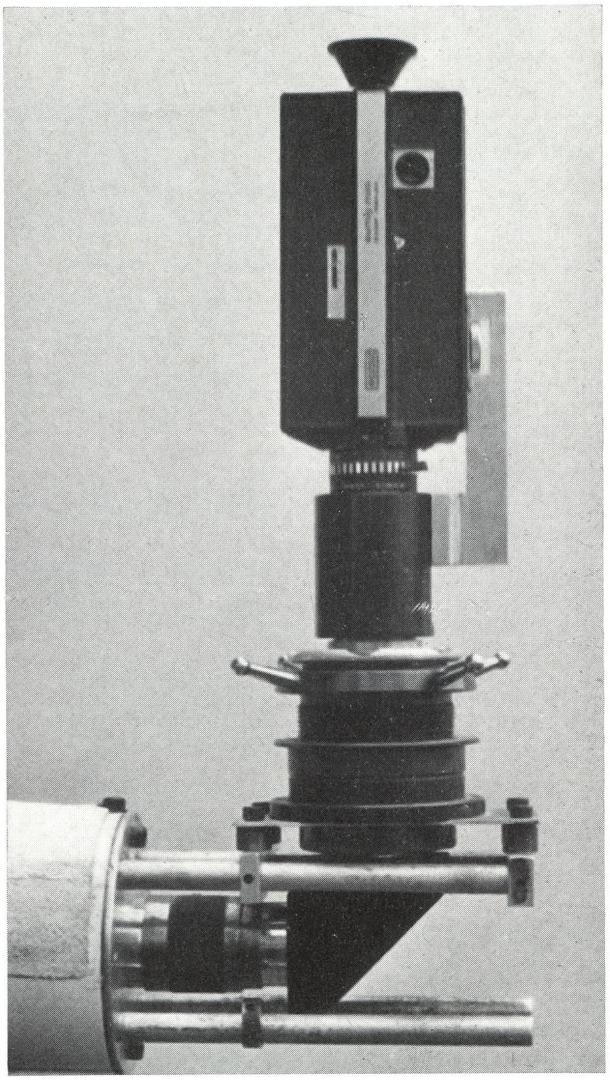


Abb. 3: Eumig Super 8-Filmkamera am gleichen Instrument.

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 Chromnickel, stahl 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.

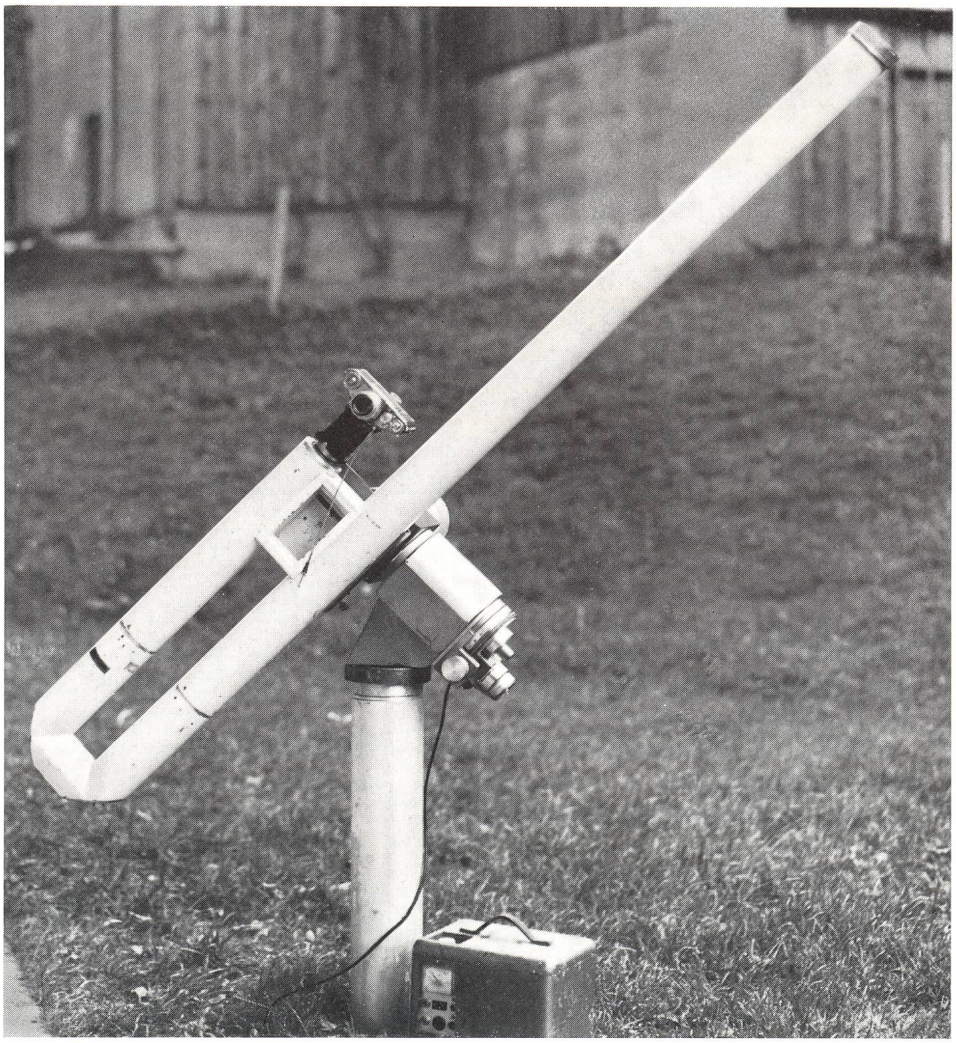


Abb. 4: Das von H. BRÄGGER gebaute Protuberanzenrohr mit Strahlumlenkung und angesetzter Kleinbildkamera.

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

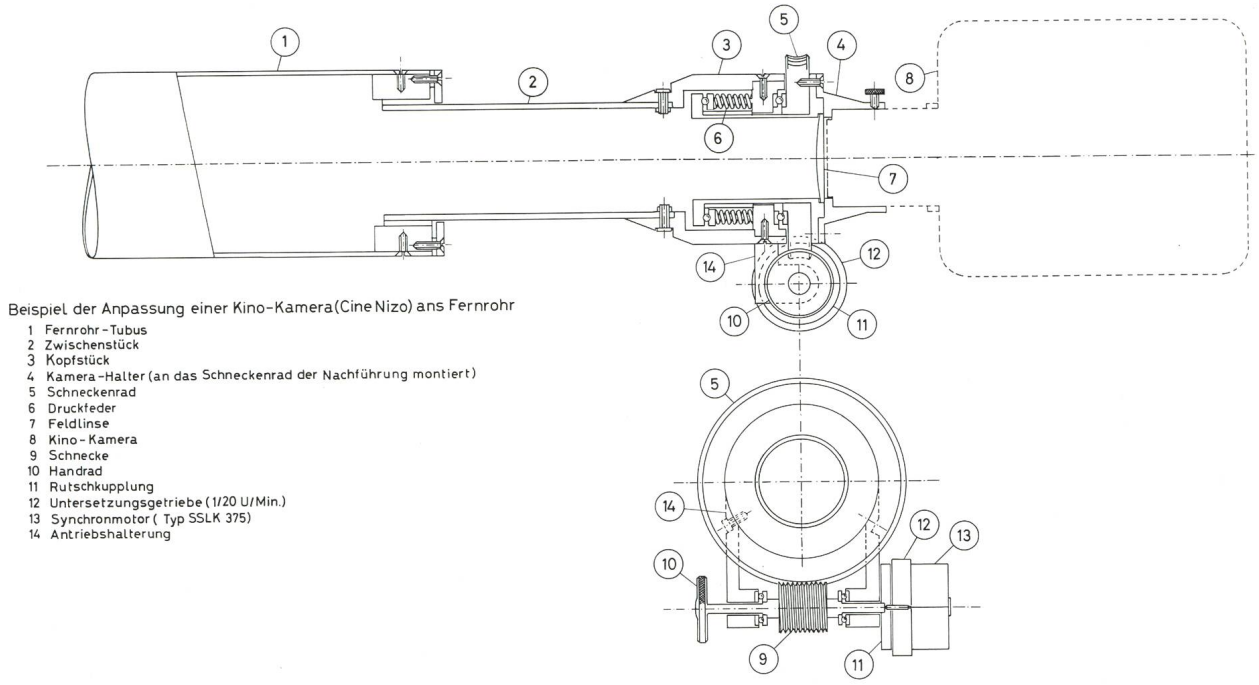


Fig. 5: Prinzipzeichnung des Anschlusses einer Filmkamera (Nizo S 56) an ein Protuberanzenrohr, mit zusätzlicher Nachführung (Drehung) der Filmkamera zur Erhaltung der Lage von Protuberanzen im Bild.

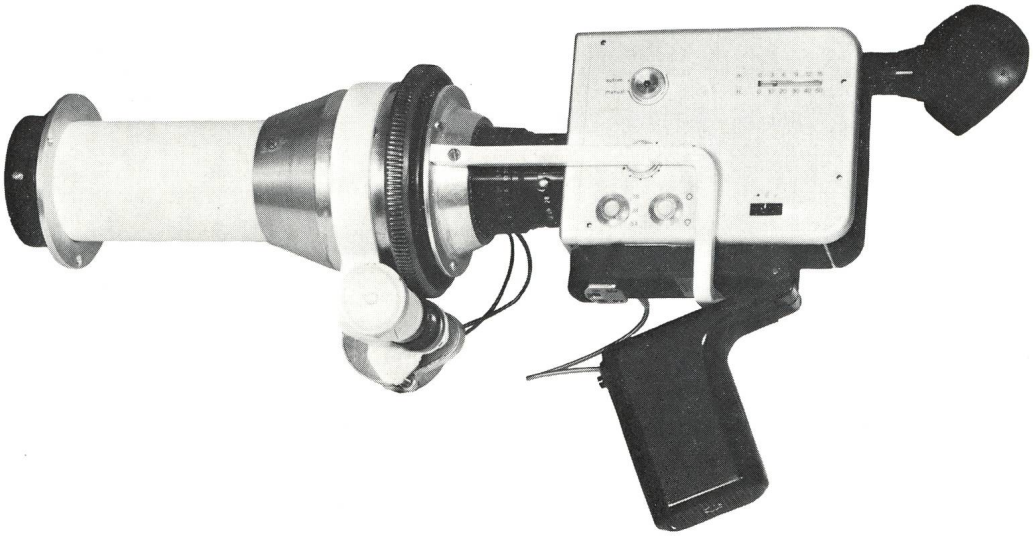


Abb. 6: Der Filmkameraansatz des Instruments von H. Brägger.

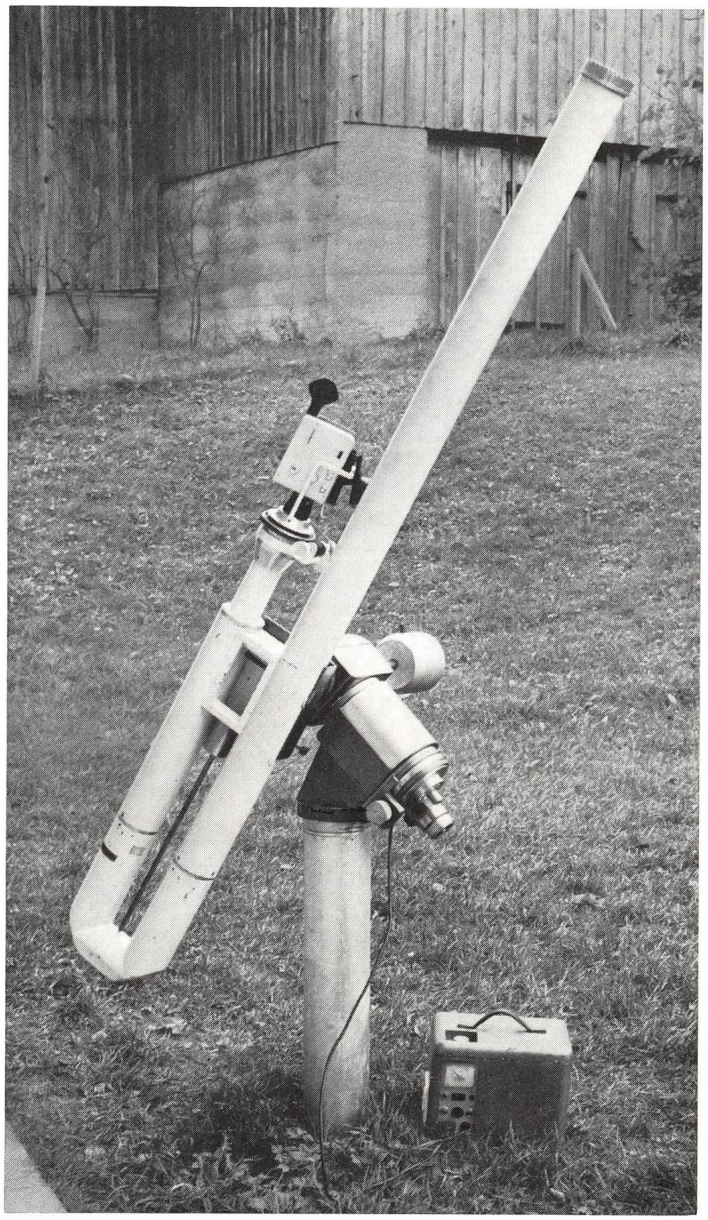


Abb. 7: Das Protuberanzenrohr von H. BRÄGGER mit angesetzter Filmkamera.

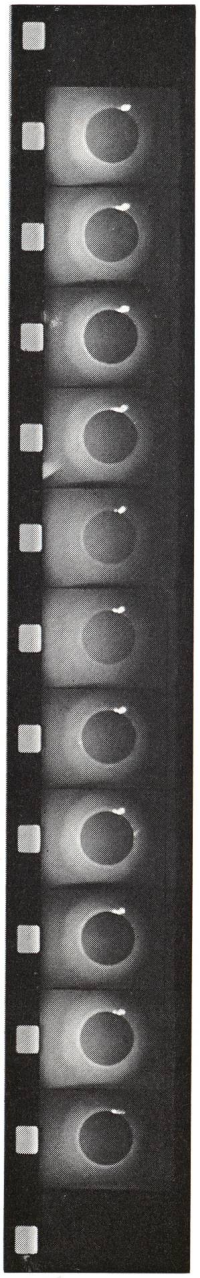


Abb. 8: Ein Super 8-Filmstreifen, wie er beim Filmen von Sonnenprotuberanzen mit der beschriebenen Einrichtung erhalten wird. Aufnahmen am 10. 6. 1973 auf Ektachrome 160 ASA-Film von 1008–1200 Uhr MEZ. Zeitabstand zwischen den Aufnahmen: 7 × 5 Minuten, dann 12–45 Minuten.

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

das Ereignis am Abend stattfand. Als solcher war ein Punkt an der Hoggarpiste ($\varphi = +28°26'$, $\lambda = -2°31'$) in Algerien gewählt worden, der sich 280 m nordwestlich des Strassenschildes «In Salah 150 km» bzw. «El Golea 250 km» befindet. Die oben erwähnte Differenz von ca. 130 km verkleinerte sich dort auf 30 km. Der Beobachtungsort liegt zudem etwa 800 m ü. M. auf dem Tademaït-Plateau, das sanft nach Südwesten abfällt, so dass der Südwesthorizont noch etwas unter dem mathematischen Horizont liegt. Der Beobachtungsort war deshalb auch dazu geeignet, den zeitlichen Unterschied des Untergangs der «Sonnenhörner» im Bild festzuhalten, wie dies Emil Schulthess bei der Saros-Vorgängerin vom 14. Dezember 1955 bei Sonnenaufgang gemacht und in seinem Bildband «Afrika» veröffentlicht hatte. Bescherte der Vorabend der Finsternis noch einen prächtigen Sonnenuntergang, so kam leider am folgenden Morgen ein für diese Jahreszeit unerwarteter, orkanartiger Sandwind auf, der die Luft derart mit Staub anreicherte, dass am Abend der Finsternis der Sonnenring kurz vor Ende der Ringphase im Dunst unterging, so dass von den 7.3 Minuten der Ringförmigkeit nur 7 Minuten für eine Beobachtung in Frage kamen. Venus und Jupiter waren währenddessen gut zu sehen. Temperaturmessungen am Vortag und am Finsternistag verrieten keinen Finsterniseffekt; wahrscheinlich hatte die durch den heftigen Wind verursachte Konvektion den Einfluss einer Bodenrückstrahlung unterbunden. Eine Serienaufnahme des Finsternisverlaufs wurde leider durch eine Versandung des Verschlusses bereits nach der 2. Exposition vereitelt. Auch Vergleichsaufnahmen der Himmelshelligkeit an den beiden genannten Tagen waren der unterschiedlichen meteorologischen Verhältnisse wegen unmöglich. Geplant war damit, einen Finsterniseffekt auch nach Sonnenuntergang nachzuweisen. Es gelangen lediglich die Teleaufnahmen der Finsternis, von denen 3 im Bild wiedergegeben sind.

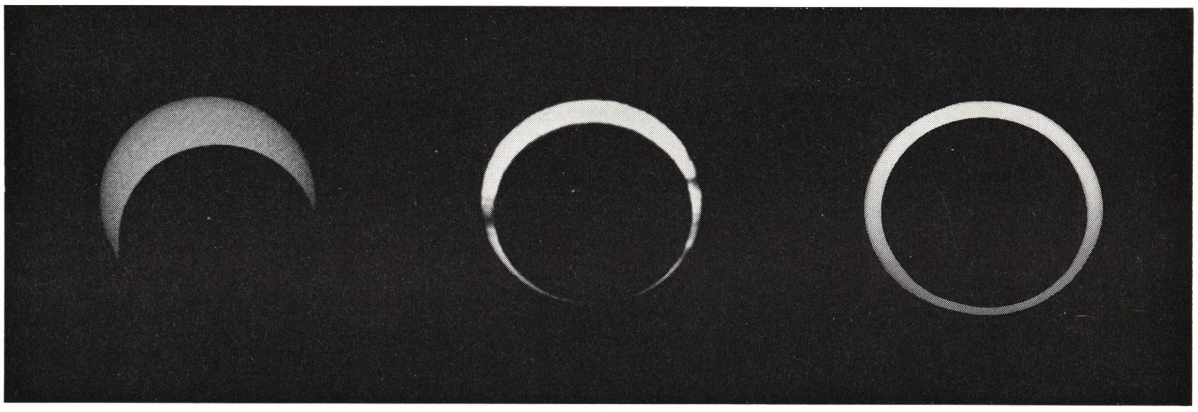


Fig. 1 *Fig. 2* *Fig. 3*

Fig. 1: Der Mond ist mit seiner vollen Breite vor die Sonne gewandert. Die Phase k = 0.757 ist bereits ein wenig grösser, als dafür erforderlich wäre. Dem halben Mondumfang entspräche k = 0.741.

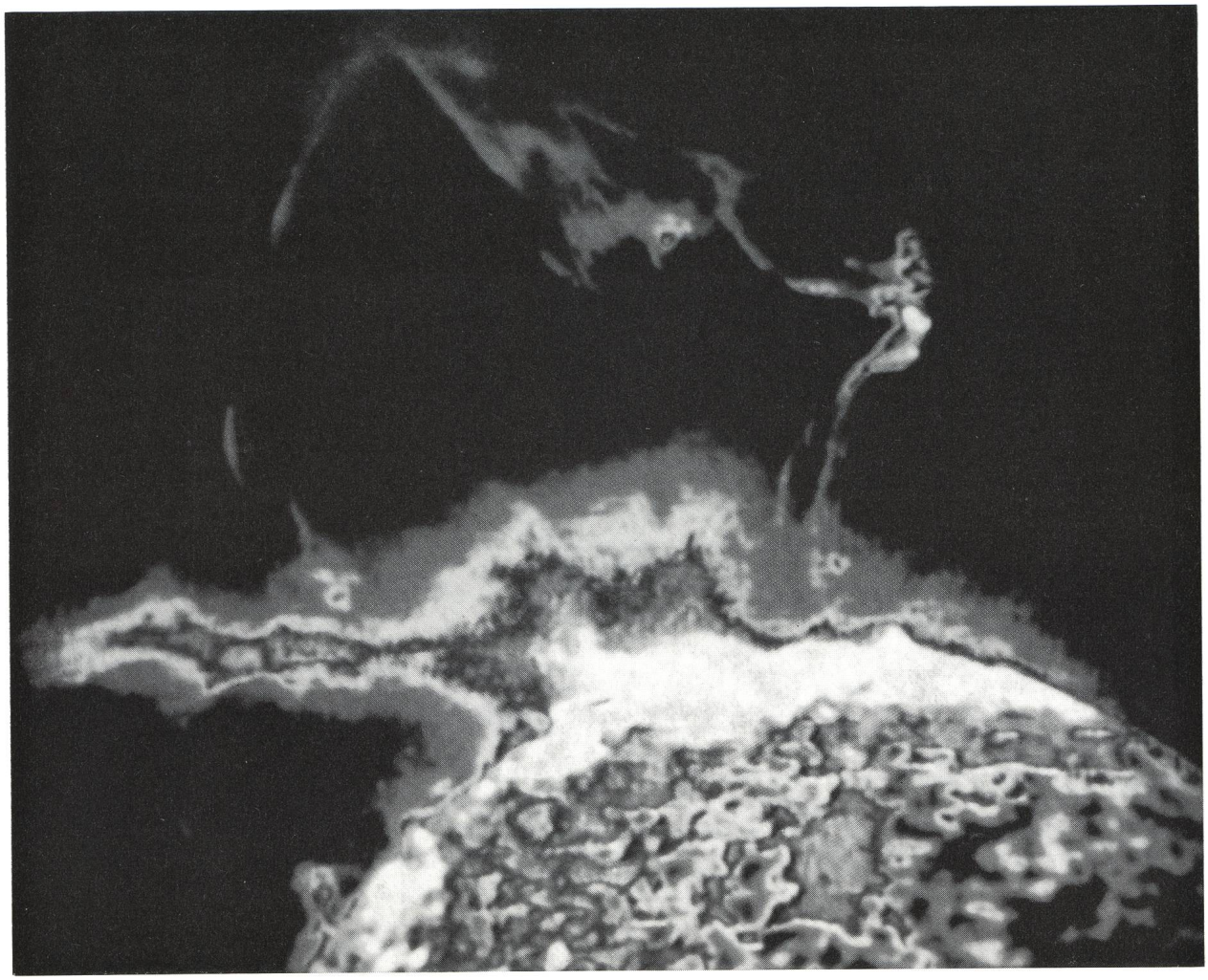
Fig. 2: Beginn der Ringförmigkeit. Der obere Teil des Rings ist zufolge Überbelichten durch Irradiation verbreitert. Ohne diese Überbelichtung wäre der untere Teil des Rings nicht sichtbar geworden. Der Sonnenring ist durch einige kleine Wolken z. T. verdeckt.

Fig. 3: Zentrale Phase. Praktisch keine Irradiation. Aufnahme etwa 1 Minute nach dem theoretischen Zeitpunkt.

Für diese Aufnahmen wurde ein Kosmos-Objektiv f = 980 mm mit 30 mm Öffnung R = 1:33 verwendet. Wegen der starken Extinktion in Horizontnähe musste bei den späteren Aufnahmen (Fig. 2 und Fig. 3) auf ein IR-Filter verzichtet und eine gewisse Bildunschärfe durch das sekundäre Spektrum in Kauf genommen werden. Die bei Fig. 2 erwähnte Irradiation, teilweise durch den Dunst verursacht, täuscht ein Radienverhältnis bis zu 0.85 vor. Einen wahrheitsgetreuen Eindruck vermittelt indessen die Fig. 3.

Aufnahmedaten: Fig. 1: 1/60 Sekunde. Fig. 2 und Fig. 3: 1/125 Sekunde ohne Filter; alle Aufnahmen: Blende 33. Aufnahmen 1 und 2: Agfachrome 50 S, Aufnahme 3: Agfapan 400.

Adresse des Autors: Friedhelm Dorst, Astronomisches Institut der Universität, Steinfurter Strasse 107, D-44 *Münster* (Westfalen).



Dieses Bild zeigt eine enorme Sonneneruption vom 800 000 km Höhe im Licht des *ionisierten Heliums*, aufgenommen mit dem Spektroheliographen des Skylabs anlässlich der 3. Mission. Die Struktur der Eruption kann nicht allein durch magnetische oder Gravitationsfelder erklärt werden. Bild: By courtesy of NASA, Washington D. C. 20546.

Bemerkung zum Titelbild von ORION 140

In diesem Titelbild konnte die ORION-Redaktion unseren Lesern drei von der Sonde Pioneer 10 übermittelte Farbbilder des Jupiter präsentieren. Im Text hierzu ist unserer Druckerei leider der Fehler unterlaufen, die Bezeichnung «grosser roter Fleck» durch «grosser unterer Fleck» zu ersetzen. Dass es selbstverständlich (wie im Manuskript) «grosser roter Fleck» heissen muss, dürfte unseren Lesern wohl klar sein. Die Redaktion möchte sich hiermit für die Druckerei entschuldigen. Sie nimmt dieses Corrigendum gerne zum Anlass, noch darauf hinzuweisen, dass die Original-Bildvorlagen der NASA nicht nur den grossen roten Fleck, sondern daneben auch noch mehrere kleine rote Flecke zeigen, von denen einer im rechten Teilbild schräg rechts oben (Position 2^h) eben noch erkennbar ist. Kombiniert man diesen Bildbefund mit weiteren, von der Sonde Pioneer 10 übermittelten Daten (vergl. ORION 140, S. 15–16), vor allem mit der Wärmestrahlung des grossen Planeten, so liegt der Schluss nahe, dass sich die eigentliche Jupiter-Oberfläche noch im Zustand der Rotglut befinden könnte und in der Form roter Flecke durch Lücken in der Wolkenschicht sichtbar wird. Die endgültige Auswertung der Daten von Pioneer 10 wird ergeben, ob diese Hypothese berechtigt ist oder nicht. E. W.

Ein extrem kurz gebautes Spektrohelioskop

von Fredrick Veio, Claerlake Park
nach einem Vorschlag von H. Treutner, Neustadt

Das ursprünglich von G. E. Hale angegebene Spektrohelioskop, das für den Gebrauch an Sternwarten gedacht war, ist mit einer Länge von mindestens 5 Metern kein Instrument für den Amateur. Ähnlich wie beim langbrennweitigen Refraktor kann man aber auch beim Spektrohelioskop den Strahlengang *falten* und damit dessen Baulänge verkürzen. Eine solche Möglichkeit ist zuletzt im ORION beschrieben worden[1]). Dort ist ein Spektrohelioskop mit *doppelter* Faltung des Strahlengangs abgebildet. Diese Anordnung kommt mit einer Baulänge von gut 1½ Metern aus. In der Folge wurde versucht, diese Baulänge noch weiter zu verkürzen, wobei zwei weitere Massnahmen in Frage kamen:

a) Das Objektiv-System, bestehend aus einer Teleskop- und einer Barlow-Linse wurde durch die Einführung stärkerer Brechkräfte beider Komponenten verkürzt, und
b) der Strahlengang wurde in seinem weiteren Verlauf einmal mehr gefaltet, sodass das Replica-Gitter nun beim Motor und nicht mehr ihm gegenüber liegt (vergl. Fig. 1).

Mit einer Baulänge von nur noch 1.30 m ist das Spektrohelioskop nach G. E. Hale nun auch dem Amateur zugänglich. Die für Amateure vom Verfasser herausgegebene Schrift «The Sun in Hα-Light with a Spectrohelioscope», die Konstruktionsanweisungen für den Bau eines solchen Instrumentes gibt, ist inzwischen ins Deutsche übersetzt worden[2]).

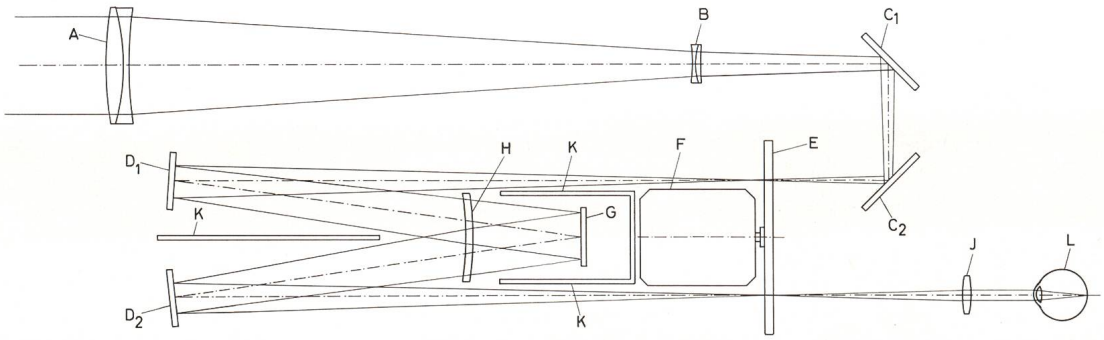


Fig. 1: Schematische Abbildung des extrem kurz gebauten Spektrohelioskops mit *dreifacher* Faltung des Strahlengangs. Baulänge noch 1.30 m.

In der Abbildung bedeuten:

A die Objektivlinse (Edmund-Achromat, f = 1.25 m, ⌀ = 50 mm, Preis: 13.50 Dollar)
B die Barlowlinse 2× (Brennweiten-Verlängerung auf 2.50 m)
C_1 und C_2 die beiden ersten Umlenkspiegel aus Quarz (⌀ je 30 mm, Planität 1/20 λ)
D_1 und D_2 die beiden zweiten Umlenkspiegel aus Pyrex (⌀ je 50 mm, Planität 1/10 λ)
E die rotierende Schlitzscheibe mit 24 Schlitzen
F der Antriebsmotor für die Schlitzscheibe (10 W, 1 U/Sek.)
G das Replica-Gitter (30 × 30 mm, 1200 Linien/mm)
H die beim Gitter angeordnete Spektroskoplinse (50 mm ⌀, f = 1800 mm)
I eine einfache Okularlinse (f = 125 mm, Edmund, Preis: 1.– Dollar)
K Abschirmungen gegen Falschlicht
L Auge bzw. Kamera

Literatur:
[1]) F. N. Veio, ORION *30*, 178 (1972) No. 133.
[2]) F. N. Veio, The Sun in Hα-Light with a Spectrohelioscope. Adams Press, 30 W. Washington Street, Chicago, Ill. 60602, U.S.A. Für die deutsche Übersetzung wende man sich an: Herrn Ulrich Fritz, Blumenstrasse 22, D-7052 Schwaikheim, BRD.

Adresse des Verfassers: Fredrick N. Veio, P. O. Box 338, Clearlake Park, Cal. 95424, U.S.A.

Skorpion,

die Zeitschrift unserer Tessiner Sternfreunde, hat soeben die No. 18 ihres 3. Jahrgangs herausgebracht. Unter der bewährten Redaktion von S. Materni berichtet diese Nummer u. a. über den Kometen Kohoutek (1973 f), den Mars im Jahr 1973, über Venus, die Kleinplaneten und Algol. Daneben bringt sie interessante, aktuelle Kurzberichte.

Fritz Zwicky †

Wie der ORION-Redaktion soeben bestätigt wurde, ist Herr Professor Dr. FRITZ ZWICKY unerwartet rasch in Pasadena verstorben. Der ORION, der zuletzt einen Vortrag von F. ZWICKY in Basel referierte und auch einen Bericht über die FRITZ-ZWICKY-Stiftung in Glarus brachte, wird in seiner nächsten Nummer eine ausführliche Würdigung des grossen Schweizer Astronomen aus der Feder seines Landsmanns und ehemaligen Mitarbeiters PAUL WILD veröffentlichen.

Aus der Forschung

Ergebnisse von zwei Jahren Korona-Forschung mit dem Radio-Heliographen von Culgoora

Redaktionell überarbeitete Fassung eines Auszugs von H. URBARZ aus der Publikation von J. P. WILD: Some Investigations of the Solar Corona: The first two years of observations with the Culgoora Radioheliograph. Proc. Astronom. Soc. Austral. Vol. 1, No. 8, p. 365 (1970).

Einleitung:

Die Sonnenbeobachtungen mit dem Radioheliographen von Culgoora begannen am 2. 9. 1967; sie konnten ab Februar 1968 systematisch mit über 6 Stunden täglich aufgenommen werden. Daneben wurden Untersuchungen über Radioquellen begonnen und technische Perfektionen des Instruments durchgeführt, sowie Computer-Programme zur Datenauswertung entwickelt. Die bisher mit diesem einmaligen Instrument erzielten Ergebnisse sind der Zusammenarbeit von Radioastronomen, Sonnenphysikern und Ingenieuren in der «Division of Radiophysics» der CSIRO in Sydney zu verdanken.

Instrumentelles:

Der Radioheliograph stellt im Prinzip eine Radio-Kamera für die Frequenz von 80 MHz dar, die pro Sekunde ein Bildpaar der Radiostrahlung der äusseren Sonnenatmosphäre in links- bzw. rechtszirkularer Polarisation liefert. Die Halbwertsbreite der abtastenden Richtkeule beträgt in Zenitrichtung 3.8′ bei einem Gesichtsfeld von etwa 2°. Jedes Bild besteht aus (maximal) $60 \times 80 = 4800$ Bildpunkten, die die gesamte Information enthalten. Momentanbilder können optisch sichtbar gemacht und photographisch sowie auf Magnetband registriert werden, so dass mit Hilfe von entsprechenden Computer-Programmen Kontur-Diagramme der Temperaturverteilung der solaren Strahlung und weitere Daten ausgedruckt werden können, vergl. Abb. 1. Bei der Untersuchung der 80 MHz-Strahlung der Sonne beobachtet man ein Höhenniveau, das einer Plasmafrequenz von 80 MHz entspricht. Für eine Interpretation ist im allgemeinen die Annahme einer zweifachen NEWKIRKschen Dichteabhängigkeit über einer aktiven Region ausreichend. In den Sonnenflecken, die man in der Photosphäre beobachtet, treten magnetische Feldbündel in die Korona, die ebenso wie die Bereiche dichterer Sonnenatmosphäre über den Sonnenflecken Teil einer aktiven Region sind. Diese dichteren Bereiche stellen magnetische Feldröhren dar, die das dichtere Gas zusammenhalten und *koronale Streamer* genannt werden. Das Gesetz, nach welchem die Dichte des vollständig ionisierten Plasmas in einem NEWKIRKschen Streamer nach aussen hin abnimmt, lautet:

$$N_e = 1.66 \cdot 10^5 \cdot 10^{4.32/(1+H/R_\odot)},$$

worin H die Höhe über der Photosphäre bedeutet. Da Plasmafrequenz und Elektronendichte durch die einfache Beziehung $fp = c/\sqrt{N_e}$ verbunden sind, ist das 80 MHz-Plasmaniveau in einer Höhe von $H = 0.6\ R_\odot$ festgelegt. Bei Strahlungstemperaturmessungen der ungestörten Sonnenatmosphäre bei 80 MHz, in der das Plasma dünner als über aktiven Regionen ist, sieht man deshalb in etwas tiefere Schichten hinein.

Die ruhige Sonne und die Korona-Struktur

Abb. 1 zeigt ein typisches Radiokonturheliogramm der Sonne das durch Integration über eine Minute entstanden ist (die jedem Bildpunkt entsprechende Intensität ist über eine Minute gemittelt). Abb. 1 stellt die erste zweidimensionale Radiokarte

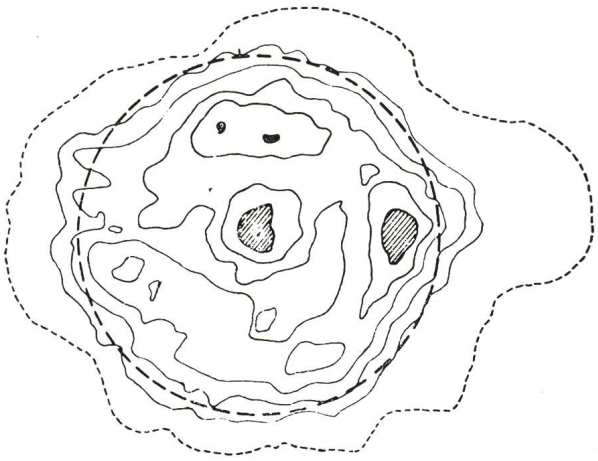


Abb. 1: 80 MHz- Konturlinien der ruhigen Sonne am 3. September 1969. Die äusserste Kontur ist $3{,}75.10^5$ °K, der Intervall beträgt $1{,}5.10^5$ °K. Flächen mit höherer Temperatur als $9{,}75.10^5$ °K sind gestrichen. Der Radius des eingezeichneten Kreises ist 1,45 R_0. Die äusserste Kontur ist die bei 1,5 R_0 im Optischen gemessene Intensität der K-Korona.

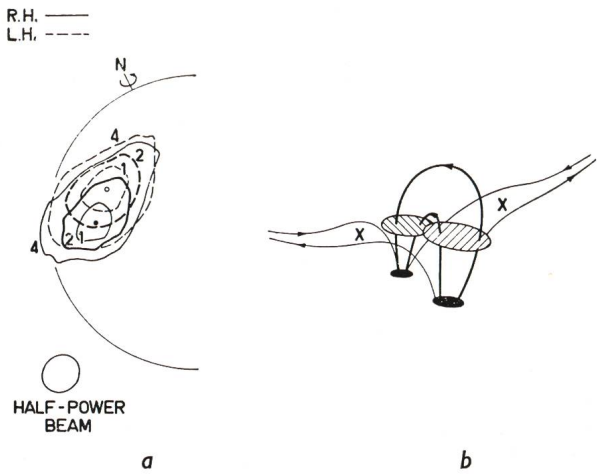


Abb. 2: a) Konturen eines typischen Rauschsturmzentrums in den beiden Polarisationsarten. Die Konturen 1, 2 und 4 entsprechen den Intensitäten 0,71, 0,5 und 0,25 des Höchstwertes. Der optische Sonnenrand ist ebenfalls angegeben.

b) Modell eines bipolaren Rauschsturmzentrums. Die Typ I-Strahlung entsteht an den gestrichenen Bereichen, wo starke Magnetfelder das Plasmaniveau schneiden. Typ III-Burste s entstehen dagegen in neutralen Regionen oder in solchen mit schwachem Magnetfeld.

der Korona dar und bildet damit eine wesentliche Erweiterung der Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen mit dem 169 MHz-O/W-Interferometer von Nancay. In dieser Phase der solaren Aktivität erscheint die Radio-Korona als etwa runde Scheibe mit einer Randverdunkelung. Der Radius der Sonne bei 80 MHz beträgt 1.45 $R_\odot$ bei der Kontur von $3.75 \cdot 10^5$ °K. Man erkennt lokale Bereiche erhöhter Strahlungstemperatur mit einigen 10^6 °K, die man auch bei 169 MHz in tieferem Niveau findet, mit dem Nancay-Instrument aber nur in einem schmalen Streifen parallel zum Sonnenmeridian lokalisieren konnte. Ihre Lebensdauer kann einige Tage bis Wochen betragen. Am Sonnenrand werden sie als Kontur-Beulen beobachtet, die räumlich gut mit optischen Messungen der K-Korona korelliert sind. Die Zentraltemperatur wird zu etwas weniger als 10^6 °K gefunden.

Typ I-Bursts und Rauschsturmzentren über Sonnenflecken

Typ I-Bursts und Rauschstürme zeigen im Intensitätsspektrum eine Folge kurzer Impulse, die in einem schmalen Frequenzband über Stunden bis Tagen auftreten. Sie können von einem intensitätsschwachen Kontinuum überlagert sein. Das Intensitätsspektrum erhält man mittels eines Radiospektrographen, der anstelle einer Winkelauflösung die Flussdichte eines Bursts über Frequenz und Zeit registriert. Die Radioquellen solcher Rauschstürme sind prinzipiell Zentren mit Winkeldurchmesser von 3–4 Bogenminuten und bis zu 100% zirkularer Polarisation. Die Bildfolge der Messungen mit der Radiokamera zeigte aber auch, dass zwei gegeneinander versetzte Zentren mit entegengesetzter zirkularer Polarisation existieren können, dass also bipolare Strukturen auftreten (Abb. 2 a). Wenn im gleichen aktiven Zentrum auch Typ III-Bursts auftreten, so fallen die Positionen ihrer Radioquellen niemals mit jenen der Typ I-Bursts zusammen. Abb. 2 b zeigt qualitativ ein Modell eines bipolaren Rauschsturmzentrums. Elektronen von etwa 1 keV Energie bewegen sich in einer magnetischen Falle, die von einem vom Niveau der bipolaren Flecken in die Korona hinaufreichenden magnetischen Feldbündel gebildet wird. Die Emissionsquelle der Typ I-Bursts liegt am Ort relativ starker Magnetfelder von etwa 5 G im 80 MHz-Plasmaniveau, jene der Typ III-Bursts in flächenartigen Bereichen schwächerer magnetischer Felder von weniger als 0.1 G, die auch neutrale Zonen genannt werden. Die Typ I-Quellen liegen etwa $4 \cdot 10^5$ km über der Photosphäre und haben Durchmesser von etwa $2 \cdot 10^5$ km. Manchmal ist die Struktur der bipolaren Rauschsturmzentren gross genug, um sie auflösen zu können, in anderen Fällen treten 3 oder mehr über weite Bereiche der Sonnenatmosphäre verteilte Quellen auf. Aus dem Fluktuieren ihrer Intensität kann dann auf ihre Verbindung durch grossräumige Magnetfelder geschlossen werden. Dies ist nur eine Art von zusammenhängender Aktivität weit voneinander entfernter Regionen der Korona, wie sie die Beobachtungen mit dem Radioheliographen enthüllt haben.

Typ III-, Typ V- und U-Bursts. Ströme schneller Elektronen

Typ III-Bursts sind im dynamischen Spektrum durch ihre steile Frequenzdrift kenntlich. Ihre Strahlung im lokalen Plasma wird durch Elektronen-Plasmawellen erzeugt, die durch Wolken schneller,

etwa mit halber Lichtgeschwindigkeit nach aussen wandernder Elektronen angeregt werden. Beobachtet man bei einer festen Frequenz, so sieht man die Emission im zugehörenden Plasmaniveau. Beobachtungen vom Typ III-Bursts mit dem Radio-Heliographen haben keine grundsätzlich neuen Erkenntnisse gebracht, dafür aber die meisten aus den bisherigen Interferometer-Beobachtungen gezogenen Schlüsse bestätigt. Typ III-Bursts erscheinen als intensive, konzentrierte Quellen mit einem charakteristischen Winkeldurchmesser von etwa 4 Bogenminuten, wobei Randereignisse quer zur radialen Richtung etwas auseinandergezogen erscheinen. Gruppen von Typ III-Bursts, die oft mit der Flash-Phase von Flares verknüpft sind, zeigen eine weite Streuung ihrer Positionen. Im Fall einer im dynamischen Spektrum geschlossen auftretenden Typ III-Bursts-Gruppe streuten die Quellenpositionen über Strecken von einem Sonnenradius längs Geraden in verschiedenen Richtungen. In einem anderen Fall streuten die Quellenpositionen längs eines weiten Bogens, der offenbar mit einem optisch in Hα-Licht beobachteten dunklen Filament in Beziehung stand. Die Eigenschaften der Typ III-Bursts, wie das Vermeiden der Bereiche von Rauschstürmen, ihr geringer Polarisationsgrad etc. stützen die Vorstellung, dass sie besonders in den bereits erwähnten neutralen Zonen oberhalb dunkler Filamente auftreten, die Bereiche verschiedener magnetischer Polarität trennen. Wird ein Typ III-Burst von einem Typ V-Burst gefolgt, so findet man gewöhnlich eine Verschiebung der beiden Quellenpositionen und eine Vergrösserung ihres Winkeldurchmessers, vergl. Abb. 3. Die Beobachtungsergebnisse mit dem Radioheliographen stützen die Annahme, dass diese Bursts durch die Plasmastrahlung von Elektronen angeregt werden, die zeitweilig in magnetischen Loops eingefangen sind in, denen die Plasmatemperatur höher ist. Diese Loops schliessen sich an die neutralen Zonen an, in denen die Typ III-Bursts auftreten. Die meisten der bisher beobachteten U-förmigen Typ III-Bursts zeigen deutliche Positionsunterschiede ihrer Quellen, die dem auf- bzw. absteigenden Zweig ihres dynamischen Spektrums entsprechen. Ihr Verhalten kann man als die Wirkung einer aufsteigenden Elektronenwolke deuten, die, in einer gewissen Höhe von einem Magnetfeld geführt, sich wieder abwärts bewegt und so ein Plasmaniveau an zwei verschiedenen Stellen passiert, vergl. Abb. 4. Zahlreiche Bursts werden in einem zeitlichen Abstand von etwa 10 Sekunden und in einer Distanz von etwa 1 $R_\odot$ beobachtet. Diese Form der räumlich korrelierten Burst-Aktivität wird, ähnlich wie im Falle der U-Bursts, scheinbar durch räumlich sehr ausgedehnte magnetische Bündel bedingt, die voneinander entfernte Aktivitätszentren energetisch verbinden, in denen sich Teilchenströme und Plasmawellen bewegen. Derartige magnetische Strukturen sind schon von optischen Beobachtern nachgewiesen worden.

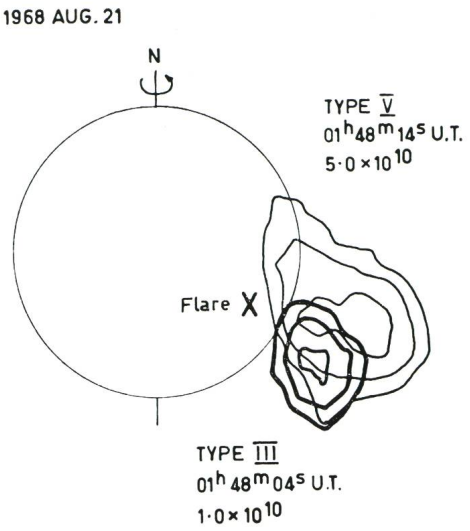


Abb. 3: Ein Typ V-Burst (dünne Linien) der gleich nach einem Typ III-Burst (dicke Linien) auftrat. Der Konturabstand ist 3 dB, die angegebenen Maximaltemperaturen sind °K.

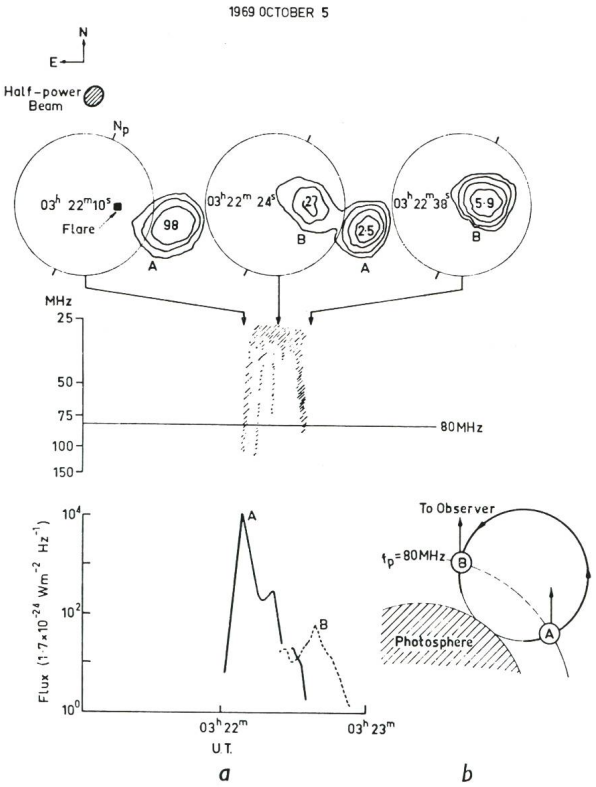


Abb. 4: Die Doppelstruktur des Radioheliogramms eines invertierten U-Bursts (oben), das dynamische Spektrum gemessen mit dem Radiospektrographen (Mitte), der Burst einer Gesamtflussmessung bei 80 MHz (unten). Die örtliche Verschiebung zwischen den Quellen A und B, die den auf- bzw. absteigenden Zweigen des U-Burst entsprechen, wird erklärt durch die Bewegung einer Elektronenwolke längs einer magnetischen Schleife (rechts).

Typ II-Bursts und von Flares erzeugte Stosswellen

Die Annahme gilt als gesichert, dass Typ II-Bursts, die im dynamischen Spektrum durch geringe Steilheit charakterisiert sind, meist in der explosiven Phase grosser oder mittlerer Flares entstehen. Gaswolken und Druckwellen bewegen sich in Bereichen nach aussen, in denen die ALFVENgeschwindigkeit v_A geringer als die Geschwindigkeit der Störung wird, so dass bei einigen 100 bis 1000 km/Sekunde Stosswellen der Elektronen im Plasma entstehen. Die Grösse v_A ist durch die Formel $v_A = 2 \cdot 10^4\ H/f_p$ (km/sec) gegeben, in welcher das Magnetfeld H in Gauss und die Elektronenplasmafrequenz f_p in MHz anzugeben ist. Ein Typ II-Burst entsteht in der Stossfront dieser Welle bei ihrer Wanderung durch die Korona im jeweiligen Plasma-Niveau. Die Radioheliographen-Beobachtungen zeigen, dass die Quellen der Typ II-Bursts im allgemeinen grosse Durchmesser (bis zu einem halben Sonnenradius) besitzen und dass die Verteilung der Strahlungstemperatur über die Quelle hinweg rasch, sogar innerhalb einer Sekunde, schwanken kann. Das Zentrum der Quelle wandert zudem gelegentlich über mehrere Minuten. Ein einzelner Flare kann einige diskrete, nicht unbedingt gleichzeitige Typ II-Quellen erzeugen, die über weite Teile einer Hemisphäre verteilt sind. Dabei kann eine Typ II-Quelle im gleichen Gebiet auftreten, wie eine vorhergegangene Typ III-Quelle. Die Bursts zeigen zu Beginn keine Polarisation, sie können jedoch in der Endphase eine komplexe Polarisationsverteilung aufweisen. Mit theoretischen Vorstellungen steht im Einklang, dass bereits von Flares geringer Importanz herrührende schwache Störungen Typ II-Bursts erzeugen können, die dann allerdings auf den mittleren Bereich von koronalen Streamern beschränkt sind, wenn nur das Verhältnis von Magnetfeld zu Plasmafrequenz und damit die ALFVENgeschwindigkeit gering ist. Grössere Störungen erzeugen dagegen Typ II-Bursts, die über weite Bereiche ausgedehnt sind, vergl. Abb. 5. In diesem Fall haben Störung und Flare ihren Ausgangsort hinter dem Sonnenrand. Das Momentanbild der Typ II-Quelle zeigt hier eine Ausdehnung über eine ganze Hemisphäre. Man kann dies als eine Stosswelle deuten, die bei ihrer Ausbreitung in der Sonnenatmosphäre eine Brechung erfährt. In einem anderen Fall war eine Ausbreitung in einer Vorzugsrichtung zu beobachten, wobei die Bereiche eines starken Magnetfeldes von der Stosswelle bzw. den Typ II-Bursts gemieden wurden, vergl. Abb. 6. Die Reichweite von Stosswellen, die von Flares hoher Importanzklasse erzeugt werden, ist sehr gross; sie können sich bis in den interplanetaren Raum ausbreiten und in der Erdumgebung geomagnetische Störungen hervorrufen. In schräger Richtung und quer zur Ausbreitungsrichtung können Protuberanzen angeregt und sekundäre Radiobursts erzeugt werden. Ein solches Phänomen wurde beobachtet, als ein Radioburst oberhalb einer eruptiven Protuberanz 10^6 km vom

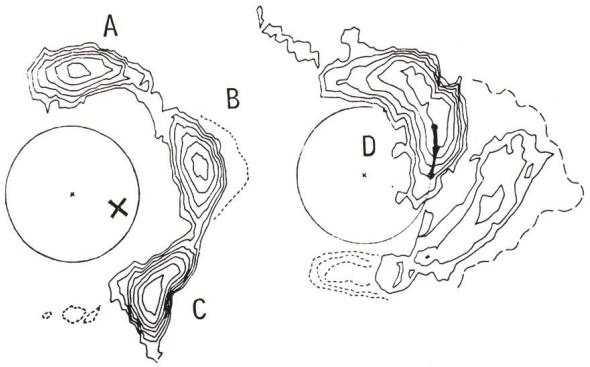


Abb. 5: Der grosse Radioburst am 30. März 1969. Der zugehörige Flare begann an der Stelle X um 02^h45^m UT hinter dem Sonnenrand, dabei wurden auch Wolken hochenergetischer Protonen in den interplanetaren Raum emittiert. Die Radioheliogramme wurden zur Zeit a) 02^h50^m und b) 03^h06^m registriert. Typ II-Bursts waren die Quellen A, C und D; B war dagegen die Quelle eines Kontinuumsburst (letzter Abschnitt).

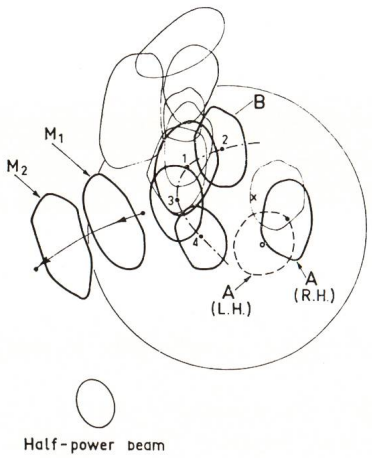


Abb. 6: Die Konturen einer Burstquelle vom 4. September 1968. Der Flare an der Stelle x erzeugte eine direktive Stosswelle, welche 4 Typ II-Quellen längs des Bogens B, 1 bis 4 und eine wandernde Typ IV-Quelle M_1 bzw. M_2 erzeugte. Die bipolaren Rauschsturmzentren A entwickelten sich später. Die zur Flash-Phase des Flares auftretenden Typ III-Bursts zeigen eine weiträumige Verteilung ihrer Quellen.

Ursprungsflare entfernt erzeugt wurde. Da bei Typ II-Bursts die erste und zweite Harmonische auftreten können, erhebt sich die Frage nach der relativen Position ihrer Burstquellen, wie sie bereits mit dem Interferometer von DAPTO der CSIRO untersucht wurde. Die frühere Vorstellung war, dass die Quelle der Harmonischen näher zur Photosphäre als die Grundwelle liegt, weil die Harmonische vorzugsweise nach unten abgestrahlt wird, um an den dichten Schichten der tieferen Korona reflektiert bzw. zurückgestreut zu werden, wo sie der Beobachter sieht. In Abb. 7 sind die Ergebnisse der Beobachtung von 4 derartigen Ereignissen mit dem Radioheliographen dargestellt. Es zeigt die relative Position der Grundwelle und einer Harmonischen zur Sonnenscheibe, wobei

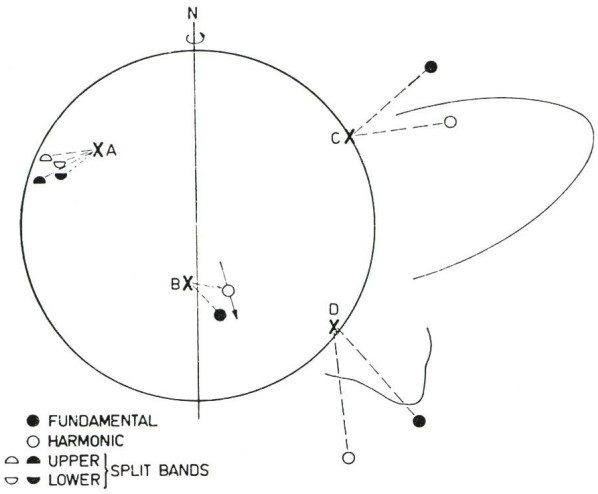


Abb. 7: Die relativen Positionen der Quellen der Emission im fundamentalen und harmonischen Band von 4 Typ II-Bursts zum Flare (X). Bei den Randereignissen C und D sind die koronalen Streamer eingezeichnet, die im optischen aus der Intensität der K-Korona bei 1,5 R_0 ermittelt wurden. Bei der Harmonischen der Quelle B bewegte sich diese über die Länge des Pfeils. Westen ist rechts, ausser für den Fall A.

der Positionsunterschied eher ein seitlicher als ein radialer ist. In allen Fällen wurde die Wellenausbreitung von der Quelle der Typ II-Emission mit der Annahme eines Modell-Korona-Streamers detailliert untersucht, um die Wirkung des von der Strahlung durchlaufenen Mediums zu berücksichtigen. Sie besteht z. B. in der Doppelbrechung des vom Magnetfeld durchsetzten Plasmas für Wellen verschiedener Polarisation. Nur in einem Fall war die Beobachtung so zu deuten, dass Grundwelle und Harmonische in Vorwärtsrichtung, also in die obere Korona abgestrahlt wurden; in den drei anderen Fällen war eine in tieferen Schichten reflektierte Strahlung der Harmonischen anzunehmen. Das dynamische Spektrum der Typ II-Bursts zeigt mitunter eine Aufspaltung der Emissionsbänder in zwei oder mehr Komponenten am Burstende. Dann scheinen diese Emissionen, wie Abb. 7 zeigt, aus etwas gegeneinander verschobenen Quellen zu kommen. Zur Erklärung dieser Befunde kann man annehmen, dass eine Bandaufspaltung dann eintritt, wenn eine sich ausbreitende Stosswelle eine beulenartige Magnetfeldstruktur in einem Korona-Streamer oder einer Kondensation passiert.

Wandernde Typ IV-Burstquellen und eruptive Protuberanzen

Die Beobachtungen wandernder Typ IV-Bursts mit dem Radioheliographen ergab dank der Möglichkeit, solche Phänomene mit hoher Auflösung zweidimensional zu verfolgen, erstmals Aufschlüsse über deren physikalische Hintergründe und entsprechende Beziehungen zu den optisch zu beobachtenden Erscheinungen. In den Abbildungen 8, 9 und 10 sind

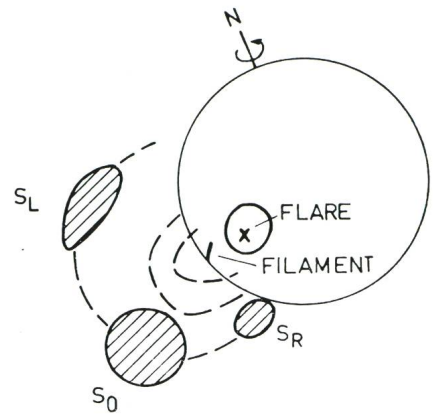


Abb. 8: Wandernder Typ IV-Burst vom 22. November 1968 verknüpft mit einem Flare und aktivierten Filament. Die 80 MHz Emission trat zuerst längs des inneren Bogens auf der sich dann ausdehnte bis zum mittleren Bogen. Später beschränkte sich die Emission auf die 3 Quellen S_0 (unpolarisiert) und S_L sowie S_R. Eine spätere Rauschsturmphase wurde dann in Umgebung des Flares X lokalisiert.

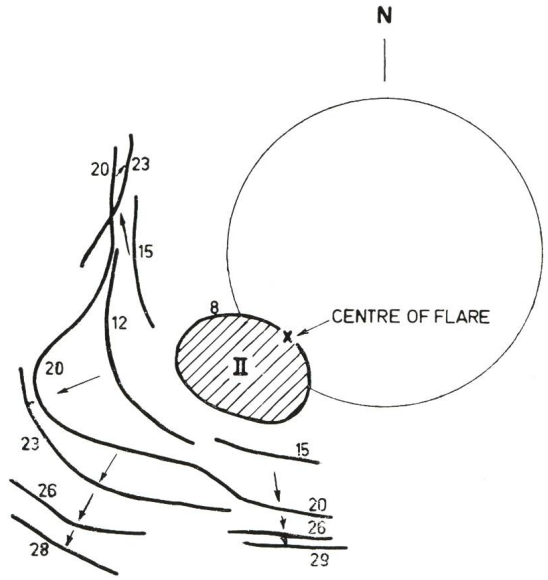


Abb. 9: Wandernder Typ IV-Burst vom 23./24. Oktober 1968. Der Flare produzierte 2 Stosswellen im angegebenen Bereich, die spätere formte die Quelle von Typ IV Emission um den grossen expandierenden Bogen. Die dicken Linien zeigen die Expansion dieser 80 MHz Strahlung zu den in Minuten angegebenen Zeiten nach Flarebeginn.

drei Varianten der wandernden Typ IV-Bursts dargestellt. Abb. 8 zeigt den Fall, dass die Radiostrahlung längs einer bogenartigen Struktur oberhalb einer Protuberanz verteilt ist, die durch einen Flare in etwa $3 \cdot 10^5$ km Entfernung aktiviert worden war. Die bogenförmige Struktur war zeitweise zirkular polarisiert, flächenmässig etwa zur Hälfte in den beiden entgegengesetzten Polarisationen. Mit der Ausdehnung des Bogens konzentrierte sich die Radioemis-

sion in zwei hochpolarisierten diskreten Quellen nahe an den Fusspunkten des Bogens; eine weitere, unpolarisierte Quelle fand sich ungefähr an der Bogenkappe. Die Expansionsgeschwindigkeit lag anfangs bei etwa 300 km/Sekunde und nahm im Laufe von 45 Minuten, als die Quelle S_O eine projizierte Höhe von 1 $R_\odot$ erreicht hatte, auf etwa 100 km/Sekunde ab. Dann verschwanden die drei Quellen. Das Polarisationsverhalten lässt einen magnetischen expandierenden Bogen über einer eruptiven Protuberanz, entsprechend der in Abb. 11 a dargestellten magnetischen Struktur vermuten. Die Quelle S_O, weit über dem Plasmaniveau von 80 MHz, emittiert eine Synchronstrahlung, die durch im oberen Teil des Bogens eingefangene schnelle Elektronen entsteht, während S_L und S_R eine von Elektronen herrührende Strahlung aussenden. Eine Sonnenrotation früher wurde in der gleichen aktiven Region die in Abb. 9 dargestellte Variante beobachtet. Die Burst-Aktivität war mit einem ausgedehnten Flare hoher Importanz und einer Aktivierung von dunklen Filamenten sowie mit zwei Paaren von Typ II anregenden Stosswellen verknüpft, die Geschwindigkeiten von 3000 bzw. 1400 km/Sekunde aufwiesen. Abb. 9 zeigt die Positionen von ausgedehnten Strahlungsfronten zu verschiedenen Zeitpunkten, die zusammenhängend bis in die Höhe von 2 $R_\odot$ über die Photosphäre in die Korona reichen. Die Burstquellen waren unpolarisiert. Das Bogensystem war als räumliche und zeitliche Fortsetzung der Typ II-Burst-Stosswellen von 1400 km/Sek. Geschwindigkeit zu deuten, die sich dann zur wandernden Typ IV-Quelle umbildete. Man hat hier das Bild einer Stosswelle, die beim Durchgang durch das Plasma-Niveau einen Typ II-Burst erzeugt und dann in grösserer koronaler Höhe eine Synchrotronstrahlungsquelle nach aussen schiebt, die als wandernder Typ IV-Burst in Erscheinung tritt. Die energetischen Elektronen werden in der Stossfront durch Beschleunigung erzeugt. Die dritten Variante der wandernden Typ IV-Bursts ist die isolierte Quelle, die grosse Höhen erreichen kann. Bei dem in Abb. 10 dargestellten Fall spaltet sich die anfangs unpolarisierte wandernde Quelle in zwei räumlich getrennte und entgegengesetzt zirkular polarisierte Quellen auf, die mit der konstanten Geschwindigkeit von 270 km/Sekunde nach aussen streben. Sie erreichen im Verlauf von 2 Stunden eine Höhe von 4 $R_\odot$. Die Burstquellen liegen dabei über einer aufsteigenden Protuberanz (optisch beobachtet vom Haleakala-Observatorium der Universität Hawaii). Das optische und das Radio-Phänomen wurden mit einen Zeitunterschied von einer Stunde beobachtet, die Quellengeschwindigkeit entsprach der lokalen ALFVENgeschwindigkeit. Man kann dieses Ereignis mit der Bildung eines toroiden magnetischen Ringes deuten, der gleich einem Rauchring durch den Flare erzeugt worden war. Eine andere mögliche Deutung zeigt Abb. 11 b. Bei der maximalen Energiefreisetzung eines Flares wird angenommen, dass Feldlinien, die das neutrale Niveau passieren, oberhalb einer Protuberanz wieder vereinigt werden. Die so gebildete Schleife bewegt sich mit ALFVENgeschwindigkeit aufwärts, wobei magnetische Energie zur Beschleunigung geladener Teilchen frei wird. In den beiden Gebieten maximaler Feldstärke (vergl. Abb. 11 b) kann sich aus teilweise eingefangenen Elektronen ein Paar von Synchrotronquellen mit gleich- oder gegensinniger zirkularer Polarisation entwickeln. Der hohe Polarisationsgrad deutet an, dass diese Elektronen eine Energie von weniger als 1 MeV aufweisen und das Magnetfeld einen hohen Grad von Richtungsordnung besitzt. Da sich die Quellen in der Endphase der Erscheinung rasch auflösen, ist unter Ausdehnung der Quelle eine Abnahme des Magnetfeldes anzunehmen, wobei die Elektronen durch eine Art Betatron-Mechanismus gebremst werden. Die bisherigen Beobachtungen zeigen, dass wandernde Typ IV-Bursts ein Teilphä-

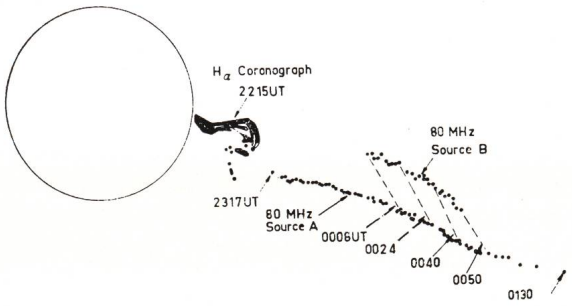


Abb. 10: Wandernde Typ IV-Bursts vom 1./2. März 1969. Eine Doppelquelle bewegte sich bis in 4,25 R Abstand von der Photosphäre. Das Radioereignis folgte einer grossen aufsteigenden Protuberanz die vom Haleakala Observatorium beobachtet wurde. In einer späteren Phase waren die Quellen A und B polarisiert im entgegengesetzten Sinn.

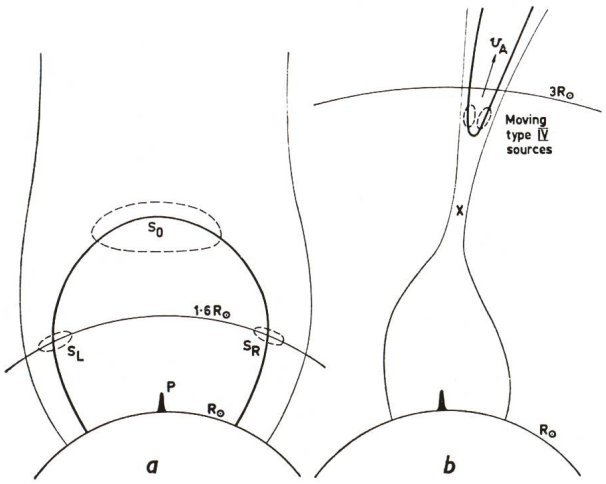


Abb. 11: Vermutete magnetische Konfigurationen oberhalb eruptiven Protuberanzen um zwei verschiedene Arten von wandernden Typ IV-Bursts zu erklären, a) bezieht sich auf das Ereignis in Bild 8, b) auf das in Bild 10.

nomen eines komplexen Vorgangs sind, bei dem Flares, Protuberanzen, Typ II-Bursts und wandernde Typ IV-Bursts beteiligt sind.

Das Flare-Kontinuum

Da die Vielfältigkeit der Erscheinungen bereits zu Verwirrungen in der Literatur geführt hat, sei bemerkt, dass im Bereich der m-Wellen (im Gegensatz zum Bereich der cm-Wellen) viele Bursts, die von Flares getriggert werden oder mit ihnen assoziiert sind, letzten Endes durch Elektronenwolken, Plasmawellen oder magnetisch zusammengehaltenen Plasmawolken, die energetische Elektronen eingefangen haben, wie bei Typ II-, Typ III- oder wandernden Typ IV-Bursts, verursacht werden. In diesen Fällen werden die Burstquellen in grösserer Entfernung vom Flare-Gebiet beobachtet. Nur bei hochenergetischen Ereignissen wird eine intensive, stationäre Kontinuumsquelle oberhalb der Flare-Region gefunden. Eine solche Quelle erscheint dann bereits zum Flare-Beginn als Aufhellung, erreicht ein Maximum in etwa 10 Minuten und verschwindet nach etwa einer Stunde. Solche Kontinuumsquellen sind jedoch nicht mit Rauschsturm-Kontinua zu verwechseln, die etwa eine Stunde nach den Flares entstehen. Ein charakteristisches Beispiel einer Flare-Kontinuums-Quelle ist die Quelle B in Abb. 5. Sie liegt in grösserem Abstand vom Sonnenrand radial über der Flare-Region nahe dem Plasma-Niveau und weitet sich später zu einer grösseren Quelle aus. Abb. 12 zeigt zwei Flare-Kontinuums-Quellen über der Sonnenscheibe, eine (A) direkt über dem Flare, die andere (B) über einem anderen aktiven Gebiet im Abstand von 0.5 $R_\odot$. Beide Quellen veränderten ihre Intensitäten in gleicher Weise und schliesslich entstand ein Rauschsturmzentrum am Ort von A. Beide Quellen zeigten eine bipolare Polarisationsstruktur. Eine halbe Stunde vor Flare-Beginn traten bis auf eine Sekunde genau bei A und B Aufhellungen auf, woraus zu folgern war, dass diese Gebiete durch magnetische Schleifen verbunden waren. Das Flare-Kontinuum wird, wie man heute mit grosser Sicherheit weiss, durch energiereiche Elektronen erzeugt, die in geschlossenen magnetischen Strukturen über dem Flare-Gebiet oder zwischen diesem und anderen aktiven Regionen eingefangen sind und zur Synchrotronstrahlung angeregt werden, die den typischen spektralen Verlauf zeigt.

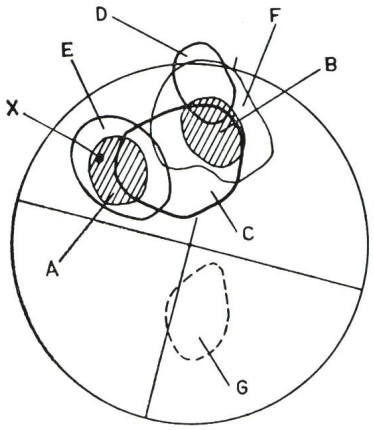


Abb. 12: Die Quellenpositionen in einem komplexem Burst nach dem Flare bei X am 9. Juni 1968 00^h25^m UT. A und B sind die Doppelquellen des Flarenkontinuums. Später wurde A zum Rauschsturm Kontinuum, C, D und E waren Type III-Quellen und F ist eine Typ II-Quelle.

Noch ungelöste Fragen des solaren Plasma-Wetters sollen in Zukunft mit Hilfe koordinierter Beobachtungen mit Radioheliographen und Radiospektrographen bearbeitet werden. Dazu wird das auf 40 MHz und 160 MHz erweiterte Culgoora-Instrument beitragen. Europäische Radioastronomen haben hierzu die *Commission of European Solar Radio Astronomers* (CESRA) gegründet, deren Ziel es auch ist, in ihrem Wirkungsbereich auch Radioheliographen zur Erforschung der Burst-Aktivitäten der Sonne zu erstellen. Die Planung eines Instrumentes im Bereich der cm- und mm-Wellen hat bereits Einzelheiten erbracht.

Adresse des Referenten: Dr. H. Urbarz, Astronomisches Institut der Universität Tübingen, Aussenstelle Weissenau, D-7980 Rasthalde/Ravensburg.

Galaxie

Von dieser neuen Zeitschrift unserer welschen Sternfreunde ist soeben No. 5 (Februar 1974) erschienen. Sie bringt auf nicht weniger als 30 Seiten Berichte über die partielle Mondfinsternis vom 10. Dezember 1973, den Merkurdurchgang vom 10. November 1973, über 10 Jahre Jupiter-Beobachtungen, über einen Besuch des Observatoriums in Strassburg und dazu viele Kurzberichte. Man kann den Herausgebern M. Dutoit, F. Meyer und J. Thurnherr für ihre bewundernswerten Aktivitäten nur dankbar sein, und sich darüber freuen, dass mit der *Galaxie* ein Publikationsorgan geschaffen wurde, das vor allem den jüngeren Sternfreunden welscher Zunge ein verlässlicher Begleiter ist.

Astronomische Ortsbestimmung bei Ortswechsel*)

von Martin Frick, Bremen

Für Astronomen und Geodäten ist es selbstverständlich, dass sich der Standort, für den die Koordinaten bestimmt werden sollen, während der Messungen nicht verlagert. Für die Navigatoren von Verkehrsmitteln wie Schiff und Flugzeug aber sieht die Sache anders aus: man kann das Fahrzeug nicht der Ortsbestimmung zuliebe anhalten. Der Navigator muss also, wenn er beispielsweise eine Ortsbestimmung nach der Standlinienmethode durchführt, berücksichtigen, dass sich sein Fahrzeug zwischen der ersten und der zweiten Gestirnsbeobachtung weiterbewegt hat. Bei der hohen Geschwindigkeit der Flugzeuge ist dieser Umstand auf jeden Fall zu berücksichtigen, bei den langsameren Schiffen kann man da jedoch ein Auge zudrücken, falls die Beobachtungen direkt hintereinander durchgeführt werden können. Das ist aber im allgemeinen nicht der Fall, denn aus Kostengründen verwendet man in der zivilen Seefahrt heute keine Libelleninstrumente, sondern den gewöhnlichen Sextanten, für den man die Kimm braucht, und diese sieht man nur bei Tag und in der Dämmerung. Dies wiederum hat zur Folge, dass die beiden Beobachtungen mehrere Stunden auseinanderliegen können, was andererseits den Vorteil mit sich bringt, dass man beide Male dasselbe Gestirn – zum Beispiel die Sonne – verwenden kann.

Führt man die Standlinienmethode, wie bisher üblich, durch eine Zeichnung auf der Karte aus, so berücksichtigt man die «Versegelung» (so bezeichnet der Seemann die Verschiebung des Orts zwischen der ersten und der zweiten Beobachtung) einfach durch eine Verschiebung einer der beiden Standlinien (beispielsweise der älteren) in Fahrtrichtung (Kurs) um die gefahrene Strecke (Distanz d).

Will man nun die Durchführung der Ortsbestimmung einer Rechenmaschine überlassen, die unter Verzicht auf jegliche Zeichenarbeit den Standort einfach ausrechnet, dann erhebt sich die Frage, auf welche Weise die Versegelung ins Rechenprogramm einzubauen sei. Eine hierfür brauchbare Formel soll im folgenden an Hand von Fig. 1 abgeleitet werden.

Bei der ersten Beobachtung, die zur Zeit t′ stattgefunden hat, sei Gestirn 1 beobachtet worden in der Zenitdistanz z'_1, was bedeutet, dass wir uns bei dieser Beobachtung auf der Höhengleiche h'_1 befunden haben müssen. Hätten wir gleichzeitig ein zweites Gestirn beobachtet, das jetzt zur Zeit t′ den selben Projektionsort gehabt hätte, wie das später beobachtete Gestirn 2, so hätte unser Standort auch auf dessen Höhengleiche h'_2 liegen müssen und der Schnitt von h'_1 und h'_2 hätte unseren Ort B ergeben. Anstatt dessen haben wir später, nämlich zur Zeit t, Gestirn 2 beobachtet und als Höhengleiche h_2 erhalten. Würden wir nun die den beiden Beobachtungen entsprechenden Höhengleichen h'_1 und h_2 miteinander schneiden, würden wir den falschen Ort A erhalten. Berücksichtigen wir aber nun, dass, wenn wir zur Zeit t′ schon in C gewesen wären (den Ort haben wir in Wirklichkeit erst zur Zeit t erreicht), wir das Gestirn 1 eben in der kleineren Zenitdistanz z_1 (Höhengleiche h_1) beobachtet hätten. Wollen wir C berechnen, so müssen wir h_2 mit h_1 schneiden. Die – gar nicht gemessene – Zenitdistanz z_1 müssen wir nun aus der gemessenen z'_1 berechnen, indem wir ein Korrekturstück k subtrahieren.

Dieses k taucht im sphärischen Dreieck BCD auf und kann leicht berechnet werden. Der Winkel BDC ist ein rechter, das Stück d = BC kann aus der Fahrtgeschwindigkeit und der Zeit t–t′ berechnet werden, der Winkel τ = DBC ist die Differenz zwischen Kurs und Azimut, wobei das Vorzeichen keine Rolle spielt, da wir den cos τ brauchen (Formel 2). Wird $\tau > 90°$, so wird aus dem selben Grund $\cos\tau < 0$, was, wie wir an Formel (2) sehen werden, $k < 0$ ergibt und damit eine Addition von lkl.

Noch ein Wort zum Azimut. Dieses kann in bekannter Weise errechnet werden aus der Breite des Beobachtungsorts φ_0, der Deklination des Gestirns δ und seinem Ortsstundenwinkel s gemäss:

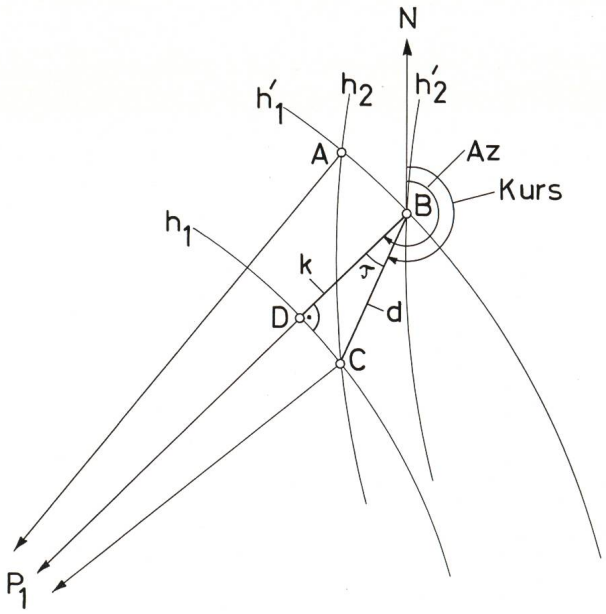


Fig. 1: Erläuterung (vergl. auch den Text): N: Nordrichtung; P_1: Richtung zum Projektionsort des Gestirns 1. Höhengleichen sind mit h bezeichnet, gestrichene Grössen beziehen sich auf die (frühere) Zeit t′, ungestrichene auf t. A ist der wegen Nichtberücksichtigung der Versegelung falsche Ort, B ist der Ort zur Zeit t′ und C ist der Ort zur Zeit t.

*) vergl. hierzu: ORION *32*, 12 (1974) No. 140.

$$\text{cotg Az} = \frac{\text{tg}\,\delta \cos\varphi_\circ}{\sin s} - \frac{\sin\varphi_\circ}{\text{tg}\, s} \qquad (1)$$

Wir brauchen also eigentlich die Koordinaten des Beobachtungsorts schon jetzt, dabei wollen wir sie ja erst bestimmen! Da wir das Azimut jedoch nicht mit höchster Genauigkeit für die weitere Rechnung brauchen, kann man zum Beispiel die Maschine erst den falschen Ort A ($\varphi_\circ/\lambda_\circ$) berechnen lassen, damit man φ° in obige Formel einsetzen und aus $\lambda_\circ$ und dem Greenwicher Stundenwinkel einen brauchbaren Wert für den Ortsstundenwinkel s berechnen kann.

Mit dem rechten Winkel bei D, der Distanz d und dem Winkel τ liefert die aus der sphärischen Trigonometrie bekannte Beziehung zwischen vier Stücken:

$$\sin\tau \,\text{cotg}\, 90^\circ = \text{cotg d} \sin k - \cos k \cos\tau.$$

Da $\text{cotg}\, 90^\circ = 0$ ist, erhält man hieraus:

$$\text{cotg d} \sin k = \cos k \cos\tau,$$

oder

$$\text{tg}\, k = \cos\tau\, \text{tg d}. \qquad (2)$$

Das Rechenprogramm wird also ein erstes Durchlaufen des Standlinienprogramms vorsehen, wobei die gemessenen Zenitdistanzen eingegeben werden. Mit dem so erhaltenen falschen Ort A (den man übrigens durch den aus der Koppelrechnung bekannten Loggeort ersetzen kann, der ja auch nur einen Näherungsort darstellt) sowie den bekannten Werten für Distanz und Kurs wird nach (1) das Azimut des zuerst beobachteten Gestirns berechnet und daraus nach (2) die Korrektur k berechnet. Nachdem diese an z'_1 angebracht worden ist, wird mit der korrigierten Zenitdistanz z_1 und dem unveränderten Wert z_2 das Standlinienprogramm nochmals durchgespielt (Iteration), was den Ort C (φ/λ) ergibt, dessen Genauigkeit im wesentlichen nur noch von den Beobachtungsfehlern abhängt.

Anschrift des Verfassers: Martin Frick, Hochschule für Nautik, Bremen, B.R.D.

Nicht-statische Weltmodelle

von Doris Wiedemann, Basel

Die Erforschung des Universums durch Physiker und Astronomen ist wohl eines der grössten intellektuellen Abenteuer unseres Jahrhunderts. Zur Zeit da Einstein seine Allgemeine Relativitätstheorie entwickelte, war der Glaube an die *Beständigkeit* des Universums noch ein fester Bestandteil der westlichen Philosophie. «Der Himmel dauert von Ewigkeit zu Ewigkeit» nahm man an, und es war zunächst auch kein Grund vorhanden, von dieser Vorstellung abzuweichen. Damals war nämlich die systematische Relativbewegung ferner Galaxien noch nicht entdeckt. Einstein soll daher auch unglücklich darüber gewesen sein, dass die Grundgleichungen der Allgemeinen Relativitätstheorie *kein* statisches Universum beschrieben. Sie machten vielmehr die phantastisch anmutende Voraussage einer *expandierenden* Welt. Die Situation änderte sich aber mit einem Schlag, als Hubble im Jahre 1929 die vorausgesagte Expansion des Alls nachwies. Diese Hubble'sche Entdeckung war zugleich eine erste Bestätigung der Allgemeinen Relativitätstheorie.

Wie lässt sich nun die Expansion des Universums beschreiben? Die Allgemeine Relativitätstheorie liefert hierfür die folgende einfache Differentialgleichung:

$$\dot{R}^2 - \frac{\mu}{R} = -k.$$

Fig. 1: E. P. Hubble 1889–1953

Hierin sind μ und k Konstante und unter R(t) wollen wir uns – zunächst noch etwas unpräzis – den «Weltradius» vorstellen. Die Theorie zeigt weiter, dass k nur die Werte

$$k = 0, \pm 1$$

annehmen kann. Entsprechend diesen drei k-Werten, die ein Mass für die Raumkrümmung sind, ergeben sich auch drei verschiedene Weltmodelle, die hier skizziert werden sollen.

Betrachtet man die obige Differentialgleichung, so fällt die Ähnlichkeit mit einem einfachen Problem aus

der NEWTON'schen Mechanik auf. Der erste Term links hat nämlich den qualitativen Charakter einer kinetischen Energie, der zweite den qualitativen Charakter einer potentiellen Energie, und rechts steht eine Konstante, die uns an die Gesamtenergie erinnert. Aufgrund dieser Analogie könnte man sich fragen, ob sich diese Gleichung nicht auch im Rahmen

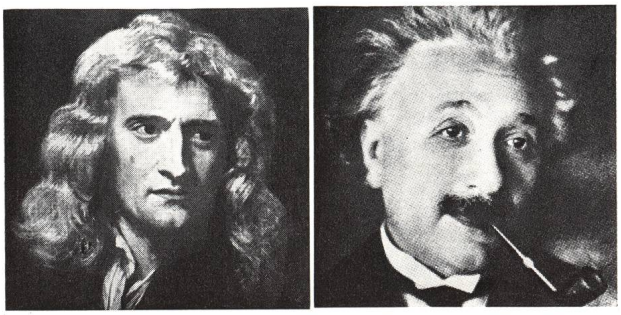


Fig. 2: I. NEWTON 1642–1726, A. EINSTEIN 1879–1955

der NEWTON'schen Mechanik verstehen lässt. In der Tat haben 1934 E. A. MILNE und W. H. MCCREA gezeigt, dass dies möglich ist. Sie gehen dabei von der NEWTON'schen Beschreibung einer homogenen Gaswolke aus, stecken aber noch die Annahme der Isotropie hinein, um dem kosmologischen Prinzip zu genügen. Diese NEWTON'sche Kosmologie ist mathematisch viel einfacher und führt in vielen Teilen zu im wesentlichen gleichen Ergebnissen wie die relativistische. Wir wollen daher *sie* zum Ausgangspunkt unserer Überlegungen machen.

Betrachten wir daher eine kugelförmige Gaswolke im euklidischen Raum, in der die Galaxien die Rolle der Massenpunkte spielen. Die Annahme der Isotropie bedeutet dann, dass ein im Zentrum sitzender Beobachter einen linearen Zusammenhang zwischen

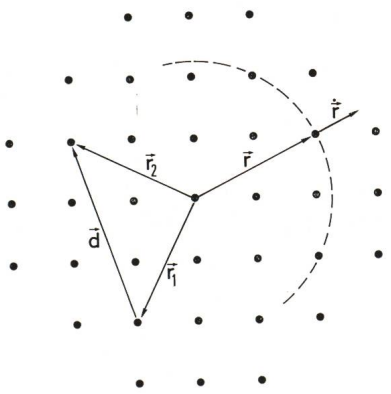


Fig. 3: NEWTON'sches Modell des Universums

Entfernung und Geschwindigkeit einer Galaxie, also ein HUBBLE-Gesetz, feststellt:

$$\dot{\mathbf{r}} = H(t)\,\mathbf{r}\ ^{*)}.$$

Die «HUBBLE-Konstante» H sei räumlich konstant, darf aber von der Zeit abhängen. Ebenso wird aber auch jeder andere nicht im Zentrum der Wolke sitzende Beobachter ein solches Gesetz finden. Es ist nämlich (vgl. Fig. 3):

$$\dot{\mathbf{d}} = \dot{\mathbf{r}}_2 - \dot{\mathbf{r}}_1 = H(\mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1) = H\,\mathbf{d}.$$

Wenn wir uns die Wolke viel grösser vorstellen, als irgend eine Distanz, die bis heute gemessen wurde, so bietet das Weltall von jeder uns bekannten Galaxie aus den gleichen Anblick, wenn man von lokalen Unregelmässigkeiten absieht. In diesem Sinne soll unser Modell das kosmologische Prinzip erfüllen.
Machen wir den Ansatz

$$\mathbf{r}(t) = R(t)\mathbf{r}_0 \text{ mit } \mathbf{r}(t_0) = \mathbf{r}_0,\ R(t_0) = 1,$$

so ist das HUBBLE-Gesetz erfüllt und es gilt

$$H = \frac{\dot{R}}{R}.$$

Das kann man durch Einsetzen sogleich verifizieren. Unter t_0 wollen wir uns den Zeitpunkt «heute» vorstellen.

Der Maßstabsfaktor R(t) ist offenbar proportional zum Radius der Gaswolke. Versuchen wir jetzt das Verhalten von R(t) aus dynamischen Überlegungen zu gewinnen! Zu diesem Zweck betrachten wir zunächst die Bewegungsgleichung eines Massenpunktes im Abstand r vom Zentrum der Wolke **). Die Kraft auf diesen Massenpunkt rührt dann von der Masse innerhalb der Kugel vom Radius r her und das NEWTON'sche Gravitationsgesetz lautet

$$\ddot{r} = -\gamma\,\frac{(4\pi/3)\,\varrho\, r^3}{r^2}. \qquad \text{(Bewegungsgleichung)}$$

γ bedeutet die Gravitationskonstante und ϱ die Dichte der Gaswolke zum betrachteten Zeitpunkt. Ausserdem gilt die Erhaltung der Masse. Wir können sie bis auf einen Faktor $4\pi/3$ in folgender Form schreiben:

$$\varrho r^3 = \varrho_0 r_0^3 = \text{const.} \qquad \text{(Kontinuitätsgleichung)}$$

Aus der Bewegungsgleichung, der Kontinuitätsgleichung und mit $r = R\,r_0$ finden wir die gesuchte Differentialgleichung für den Maßstabsfaktor R(t):

*) Fettgedruckte Buchstaben bedeuten Vektoren

**) Der Druck des Gases ist dabei vernachlässigt. Er spielt nur in der Geburtsphase des Universums eine gewisse Rolle.

$$\ddot{R} + \frac{(1/2)\mu}{R^2} = 0 \text{ mit } \mu = \gamma \frac{8\pi}{3} \varrho_0 .$$

Nach Multiplikation mit $2\dot{R}$ lässt sie sich leicht einmal integrieren. Man findet

$$\dot{R}^2 - \frac{\mu}{R} = -k . \qquad \text{(Energieintegral)}$$

k ist Integrationskonstante. Es besteht also so etwas wie ein Energieintegral für unseren Massenpunkt.

Unsere Überlegungen haben nun aber zu einer Gleichung geführt, wie sie auch in der Allgemeinen Relativitätstheorie auftritt. Dort hat k allerdings die unterschiedliche Bedeutung der Raumkrümmung und ist nur der Werte $0, \pm 1$ fähig. Bleiben wir noch bei diesem unrelativistischen Bild! Drei Fälle sind dann physikalisch zu unterscheiden: positive, negative und verschwindende Gesamtenergie, das heisst $k = 0$, $k \gtrless 0$. Wie verhält sich das Universum in diesen drei Fällen?

Beginnen wir mit
1) $k = 0$. Durch Trennung der Variablen lässt sich das Energieintegral leicht integrieren und man erhält:

$$R = \left(\frac{9\mu}{4}\right)^{1/3} t^{2/3} .$$

Die Anfangsbedingung ist dabei so gewählt, dass R und t gleichzeitig Null werden. In diesem Modell dehnt sich die Welt ewig aus, mit der Zeit jedoch immer langsamer, denn $\dot{R}$ ist proportional $1/t$. In der Relativitätstheorie ist dieses Modell unter dem Namen EINSTEIN-DE SITTER-Modell bekannt. $k = 0$ bedeutet dort verschwindende Raumkrümmung, also ein *euklidisches* Universum. Der zeitliche Verlauf von R(t) ist in Figur 4 skizziert.

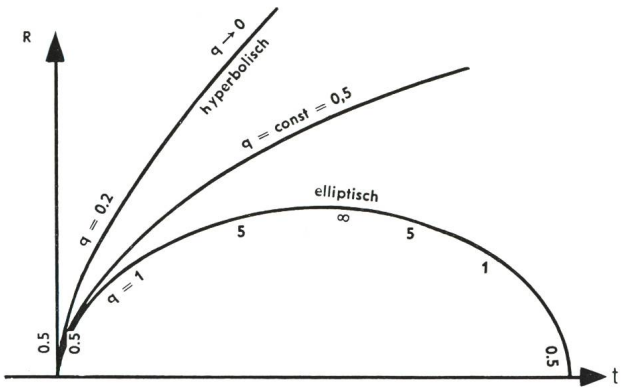


Fig. 4: Zeitlicher Verlauf von R und q für die Modelle $k = 0, \pm 1$

Gehen wir nun über zum zweiten Fall
2) $k > 0$. Eine qualitative Aussage über das Verhalten einer solchen Welt gewinnen wir, wenn wir das Energieintegral in der Form

$$\dot{R} = \sqrt{\frac{\mu}{R} - k}$$

schreiben. Da nur reelle Werte für $\dot{R}$ physikalisch sinnvoll sind, muss der Wurzelausdruck für alle Zeiten positiv sein, was bedeutet

$$R \leqslant \frac{\mu}{k} = R_{max} .$$

Der Radius dieser Welt wird also endlich bleiben. $k > 0$ bedeutet in die Sprache der Relativitätstheorie übersetzt, der Raum besitzt überall eine konstante positive Krümmung ($k = +1$). Man spricht von einem *elliptischen* Raum. Zur Bestimmung des zeitlichen Verlaufs von R(t) ist es hier nicht zweckmässig, die Integration nach Trennung der Variablen auszuführen. Man kommt eleganter durch Einführung eines Parameters τ zum Ziel, indem man setzt:

$$R = R(t(\tau)) \ , \ \frac{dt}{d\tau} = \frac{R}{\sqrt{k}} .$$

Bezeichnet man die Ableitung von R nach τ mit R', so ergibt sich damit für das Energieintegral die sogenannte FRIEDMANN'sche Differentialgleichung:

$$R'^2 - \frac{\mu}{k} R + R^2 = 0.$$

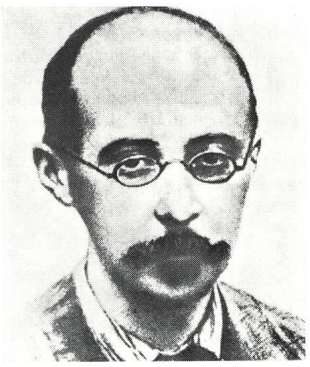


Fig. 5: A. A. FRIEDMANN 1888–1925

Sie ist nach dem russischen Mathematiker ALEXANDER ALEXANDROVITCH FRIEDMANN benannt. FRIEDMANN, der 1888 in Petersburg geboren wurde, hatte schon bevor HUBBLE seine Entdeckung gemacht hatte, eine ganze Reihe expandierender Weltmodelle aufgestellt, in denen jene von EINSTEIN und DE SITTER als Grenzfälle enthalten waren. Man kann leicht verifizieren, dass diese FRIEDMANN'sche Gleichung durch

$$R = \frac{\mu}{2k} (1 - \cos \tau)$$

gelöst wird. Setzt man dieses R in den Ausdruck für $dt/d\tau$ ein und integriert, so folgt

$$\sqrt{k}\, t = \frac{\mu}{2k} (\tau - \sin \tau).$$

Die Anfangsbedingung ist wiederum so gewählt, dass R, t und τ gleichzeitig verschwinden. Diese beiden letzten Beziehungen geben die Parameterdarstellung einer *Zykloide*. Sie ist die Bahnkurve eines Punktes auf einem Kreis, der auf einer Geraden rollt; ihr Bild ist in Figur 4 wiedergegeben. In unserem Fall besitzt der Kreis den Radius $\mu/2k$, und der Parameter τ hat die anschauliche Bedeutung des Rollwinkels. In der Kosmologie spricht man auch vom «Entwicklungswinkel» des Universums. Unser Modell liefert also ein oszillierendes Universum, dessen grösster Radius $R_{max} = \mu/k$ wird. Nach einer endlichen Zeit wird die Welt in einer katastrophalen Implosion in sich zusammenstürzen und es bleibt offen, ob sich dann ein weiterer Zyklus anschliessen wird.

Es bleibt nun noch der dritte Fall
3) $k < 0$. Auch hier ergibt sich sehr einfach eine Parameterdarstellung. Das obige Resultat lässt sich verwenden, wenn man $k = -|k|$ setzt. Dann geht τ in $i\tau$, k in $i\sqrt{|k|}$ über, und wenn man noch den Zusammenhang zwischen den hyperbolischen und den trigonometrischen Funktionen benützt, ergibt sich:

$$R = \frac{\mu}{2|k|}(\cosh \tau - 1),$$

$$\sqrt{|k|}\, t = \frac{\mu}{2|k|}(\sinh \tau - \tau).$$

Dadurch wird wiederum ein ewig sich ausdehnendes Weltall beschrieben. Der Verlauf von R(t) ist ebenfalls in Figur 4 dargestellt. Nach sehr langer Zeit wird die Expansionsgeschwindigkeit konstant werden, denn aus dem Verhalten der hyperbolischen Funktionen folgt, dass R für grosse Zeiten proportional t wird. Relativistisch bedeutet dieses Modell ein Universum, bei dem der Raum eine konstante negative Krümmung besitzt ($k = -1$). Man spricht auch von einem *hyperbolischen* Raum. Die hier auftretenden hyperbolischen Funktionen mögen diese Bezeichnung rechtfertigen.

Interessant ist, dass für die beiden Modelle $k \gtrless 0$ eine Reihenentwicklung

$$R = \left(\frac{9\,\mu}{4}\right)^{1/3} t^{2/3} + \ldots \qquad (t \text{ klein}, k \gtrless 0)$$

ergibt. Die beiden Modelle verhalten sich also für kleine Zeiten wie das Modell für $k = 0$, also wie ein euklidisches Universum. Man wird daher erwarten, dass es in einem frühen Stadium der Welt schwierig sein wird, das Vorzeichen der Raumkrümmung aus Beobachtungen zu ermitteln. Dies hat einen physikalischen Grund: Das Licht, welches uns ja die Information über die Struktur der Welt überbringt, ist dann zu kurze Distanzen unterwegs, um eine eventuell vorhandene Raumkrümmung genügend zu verspüren und uns mitteilen zu können. Damit werden wir fast automatisch auf die Frage gelenkt, ob es heute möglich ist, sich für eines der drei Modelle zu entscheiden und wie dieser Entscheid aufgrund von Beobachtungen gefällt werden könnte.

Die HUBBLE-Konstante allein reicht nicht aus zur Beantwortung dieser Frage. Neue Information erhalten wir, wenn wir berücksichtigen, dass die Expansion dieser drei Weltmodelle unterschiedlich stark gebremst ist. Das Vorhandensein einer Bremsung können wir im NEWTON'schen Modell einfach verstehen, da die Gravitationskräfte der Expansion dauernd entgegenwirken. Man sieht übrigens auch aus der Bewegungsgleichung, dass $\ddot{R}$ immer negativ ist. Diese Bremsung wird erfasst durch den sogenannten *Bremsparameter* q:

$$q = -\frac{R\ddot{R}}{\dot{R}^2} > 0\,.$$

q lässt sich auch in einer etwas anderen Form darstellen, wenn man μ/R aus dem Energieintegral und der Bewegungsgleichung eliminiert:

$$q = \frac{1}{2} + \frac{k}{2\dot{R}^2}.$$

Hieraus zeigt sich, dass sich unsere drei Modelle auch durch verschiedene q-Werte unterscheiden lassen. Es ist nämlich

$$q > \frac{1}{2} \text{ für } k > 0,$$
$$q = \frac{1}{2} \text{ für } k = 0,$$
$$q < \frac{1}{2} \text{ für } k < 0.$$

Auf den ersten Blick scheint dadurch für die Entscheidung über das tatsächlich realisierte Weltmodell nichts gewonnen zu sein. Umso überraschender klingt es, dass damit ein prinzipieller Weg gefunden ist, über die Dichte im Universum auf die Raumkrümmung zu schliessen. Man muss zu diesem Zweck q mit Hilfe der Bewegungsgleichung so darstellen, dass es die Massendichte enthält. Dann ist, wenn wir uns an die Bedeutung für μ erinnern,

$$q = \frac{(1/2)\mu}{R\dot{R}^2} = \frac{(4\pi/3)\gamma\varrho_0}{R\dot{R}^2}.$$

Beziehen wir alles auf den Zeitpunkt t_0 = «heute», so ist $R(t_0) = 1$ und $\dot{R}(t_0) = H_0$ und das Kriterium lautet

$$q_0 = \frac{(4\pi/3)\gamma\varrho_0}{H_0^2} \gtreqless \frac{1}{2}.$$

Es lässt sich nun noch nach der Dichte auflösen:

$$\varrho_0 \gtreqless \frac{3\,H_0^2}{8\pi\gamma}\,.$$

Durch unabhängige Messung der beiden Grössen ϱ_0 und H_0 sollte sich also entscheiden lassen, welches Vorzeichen gilt, mit anderen Worten, ob der Raum positiv oder negativ gekrümmt ist oder ob er euklidisch ist. Wenn wir als heutige Werte für $\varrho_0 = 10^{-30}\,g/cm^3$ und für $H_0 = 10^{-10}$ Jahre^{-1} nehmen, so würden diese Werte für das $<$ –Zeichen, also ein hyperbolisches Universum sprechen. Leider sind die Messungen aber noch zu ungenau, um hier mit einiger Sicherheit eine Entscheidung treffen zu können.

Es bietet sich aber noch ein anderer Weg. Er hängt mit einem Effekt zusammen, der sich erst bei den entferntesten Nebeln bemerkbar macht, nämlich mit der Laufzeit des Lichts. Wir sehen ja jeden Nebel in dem Zustand, den er bei der Aussendung des Lichts hatte, welches uns heute erreicht. Je weiter wir also in den Raum hinausblicken, umso weiter blicken wir in die Vergangenheit zurück. Ist die Expansion gebremst, so müssen die beobachteten Geschwindigkeiten der fernen Galaxien grösser sein als ihre heutigen. Das bedeutet, dass die beobachteten Geschwindigkeiten der fernsten Objekte etwas grösser sein sollten, als es dem HUBBLE-Gesetz entspricht. Eine relativistische Überlegung ergibt eine Korrektur des HUBBLE-Gesetzes, welche den Bremsparameter q enthält. Man findet für die Rotverschiebung in Abhängigkeit der Distanz d

$$c\,\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = H_0 d + \frac{1}{2}(1 + q_0)\,(H_0 d)^2 + \ldots$$

In Figur 6 ist $z = c\,(\Delta\lambda/\lambda)$ für ein festes H_0 und verschiedene q_0-Werte dargestellt. Die Punkte stellen Beobachtungen von SANDAGE dar; anstelle der Distanz ist in der Figur die scheinbare Helligkeit angegeben. Auch hier sprechen die Beobachtungen nicht eindeutig zugunsten des einen oder anderen Modells. Dass wir so in Entscheidungsschwierigkeiten stecken, deutet eben doch darauf hin, dass unsere Welt soweit wir sie kennen, noch zu jung ist, uns ihre Struktur zu verraten.

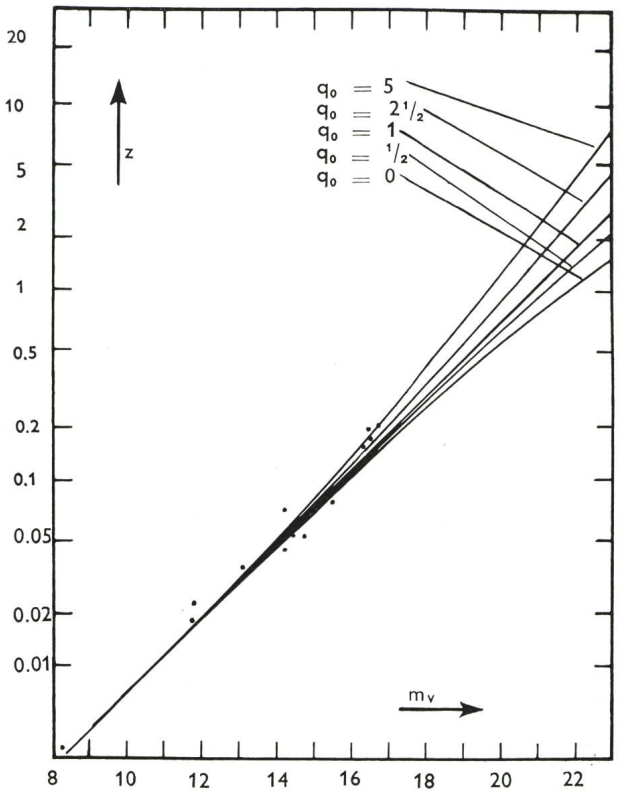


Fig. 6: Theoretische und beobachtete Rotverschiebung in Funktion der scheinbaren Helligkeit nach A. SANDAGE

Literatur:

HECKMANN, O. und SCHÜCKING, E. Newton'sche und Einstein'sche Kosmologie. Handbuch der Physik, Band: Astrophysik IV, S. 492–498, Berlin-Göttingen 1961.

MEYERS Handbuch über das Weltall, Mannheim 1972

C. W. MISNER, KIP S. THORNE und J. A. WHEELER, Gravitation, San Francisco 1973.

SCIAMA, D. W. Modern Cosmology, Cambridge 1971.

Adresse der Autorin: DORIS WIEDEMANN, Astronomisches Institut der Universität Basel, Venusstrasse 7, CH-4102 Binningen.

Nachtrag der Redaktion

Beim Titelbild von ORION 139, das Farbaufnahmen der Planeten Erde, Mars, Jupiter und Saturn zeigt, ist versehentlich der Copyright-Vermerk für die Aufnahmen der drei letztgenannten Planeten unterblieben, was hiermit nachgeholt sei. Er lautet:

«Copyright by the California Institute of Technology and Carnegie Institution of Washington».

war das Thema eines sehr gut besuchten Vortrags, den der Astronomische Verein Basel mit Herr PAUL WILD, Oberassistent des Astronomischen Instituts der Universität Bern als Referenten am 27. Februar 1974 veranstaltet hatte. Herr WILD, selbst Kometen- und Nova-Entdecker, war wie nur wenige dazu berufen, Informationen über das Thema «Kometen» zu vermitteln, die über das durch Bücher vermittelte Wissen hinausreichen. In seinem Überblick erwähnte er einleitend, dass von den 600 bekannten Kometenbahnen 296 als Parabeln, 144 als parabelnahe Ellipsen und nur 63 als Hyperbeln zu bestimmen waren, während der Rest von 97 Bahnen Kometen zukommt, deren Umlaufzeit kleiner als 200 Jahre ist und die als kurzperiodische Kometen (Halbachse $a > 0$) auf elliptischen Bahnen bezeichnet werden. Die Bestimmung von Kometenbahnen kann im Hinblick auf die begrenzte Sichtbarkeit dieser Objekte nur in der Form ihrer osculierenden Bahnen in der Nähe der Perihelien erfolgen, weshalb die oben angeführte Einteilung nach Kegelschnitten nur im Rahmen dieser Möglichkeit sicher ist. Zu genaueren Definitionen führen Rückwärtsrechnungen unter Einbezug der Störungen durch grosse Planeten (insbesondere Jupiter), wobei sich 196 elliptische und nur 11 hyperbolische Bahnen ergeben haben. Beim aktuellen Kometen KOHOUTEK (1973 f) war die ursprüngliche Bahn elliptisch mit $a = 27800$ AE, während nach dem Durchgang durchs Perihel a' zu 1800 AE berechnet worden ist. Diese Halbachsen entsprechen den Umlaufzeiten von $U_a =$ 4 600 000 Jahren und von $U_a' = 765\,000$ Jahren. Bei dieser Bahnveränderung hat der Komet KOHOUTEK einen Energieverlust $-1/a = e_a = 0.0005$ erlitten. Aus der Anzahl der Kometen-Erscheinungen und ihren Bahneigenschaften hat man berechnet, dass zu unserem Sonnensystem eine wahrscheinlich kugelschalenförmige Kometenwolke im Abstand von etwa 100 000 AE mit annähernd $2 \cdot 10^{12}$ Individuen «lagert», von denen ab und zu eines einen Impuls empfängt und damit «auf die Reise» geschickt wird. Die Kometen sind also alle Bestandteile unseres Sonnensystems. Von den «auf die Reise» geschickten Individuen erhält aber nur eines von 100 000 seinen Impuls so genau in Richtung Sonne, dass es schliesslich als Komet in Erscheinung treten kann. Dieses Erscheinen hängt zudem noch davon ab, ob ein relativ naher Vorübergang an einem grösseren Planeten die Bahn günstig (kleiner Sonnenabstand im Perihel) oder ungünstig (Hinauswurf aus dem Sonnensystem) verändert. Jupiter hat bis jetzt 54 Kometen «eingefangen», die dadurch kurzperiodisch geworden sind. Ihre Bahnen sind aber zufolge weiterer Vorübergänge an Planeten nicht stabil; diese Kometen werden i. A. dabei wieder «hinausgeworfen», andere dafür aber neu «eingefangen». Für die Helligkeit, die ein Komet erreicht, ist das photometrische Grundgesetz massgeblich. Seine Helligkeit nimmt mit der Abnahme seiner Entfernung von der Sonne im Quadrat zu, und dies gilt zusätzlich auch für die Abnahme seiner Entfernung von der Erde. Dazu kommt noch die Helligkeitszunahme durch die Gas- und Staubentwicklung, wobei als Regal gilt, dass Gas entwikkelnde Kometen viel heller als nur Staub entwickelnde Kometen werden. Daher war der hauptsächlich Gase entwickelnde Komet BENNET (1969 i) eine so glänzende Erscheinung, während der fast nur Staub entwickelnde Komet KOHOUTEK (1973 f) die in ihn bezüglich seiner Helligkeit gesetzten Erwartungen nicht erfüllte. Dies wird auch dadurch illustriert, dass der Kopf des Kometen BENNET zufolge dieser Gasentwicklung grösser als der Sonnendurchmesser wurde, obschon seine Dichte im Bereich von 10^{-10} mm Hg blieb. Man spricht bei solchen Kometen auch von «Wasser-Kometen», obschon natürlich auch andere Verbindungen als H_2O, wie NH_3, NH_3OH, CH_4, $CH_4 \cdot 6\ H_2O$ usw. wesentliche Bestandteile eines solchen Kometen-Kerns bilden. Man stellt sich einen solchen Kometen-Kern als aus diesen gefrorenen Verbindungen, vermischt mit Staub und kleinen Steinchen bestehend vor. Der Kern der sogenannten «Staub-Kometen», wozu ausser dem Kometen KOHOUTEK auch die Kometen SCHWASSMANN-WACHMANN und AREND-ROLAND zählen, enthalten selbstverständlich nur sehr wenig oder fast keine gefrorenen Gase. Kommt ein Komet in Sonnennähe, so verdampfen die gefrorenen Gase, die dann bei ihrer Entweichung ins Ultra-Hochvacuum des Weltraums zu Radikalen dissoziieren, die ihrerseits durch die spektroskopisch sehr breite Sonnenstrahlung angeregt werden und dann bei abnehmender Sonnenentfernung von etwa 3–2 AE an die bekannten Banden im Spektrum (CH, C_3, OH, NH_2, O, Na, Fe, Mg, Si, in dieser Reihenfolge) entstehen lassen. Am Ort starker FRAUNHOFERscher Linien werden sie allerdings unterdrückt (BUNSEN-Effekt). Man hat (insbesondere radioastronomisch) feststellen können, dass bei einem Gas-Kometen, wenn er sich innerhalb der Erdbahn befindet, etwa $7 \cdot 10^{29}$ O-Atome und etwa $4 \cdot 10^{30}$ H-Atome pro Sekunde aus dem Kern in den Kopf übertreten. Kometenkerne haben höchstens einige Kilometer im Durchmesser und sind deshalb praktisch unsichtbar. Bei der Ausbildung der Schweife ist bemerkenswert, dass nur Staubschweife genau von der Sonne weggerichtet sind. Gasschweife unterliegen auf Grund der Forttreibung durch den Sonnenwind (Protonen usw.) und der damit verbundenen Magnetfelder ausser der Anregung, die das Leuchten verursacht, auch einer Ablenkung («Regenschirm-Phänomen»), in der sich sogar Unregelmässigkeiten der Sonnenemission manifestieren, während Staubschweife nur durch Staubexplosionen, wie dies im Fall des Kometen SCHWASSMANN-WACHMANN beobachtet werden konnte, Unregelmässigkeiten zeigen können. Die bei diesen Kometen, wie z. B. beim Ko-

met AREND-ROLAND, gelegentlich beobachteten, auf die Sonne zu gerichteten Gegenschweife haben noch keine befriedigende Erklärung gefunden. Dagegen dürfte nach dem Vorstehenden klar sein, dass ein Gas-Staub-Komet zwei divergierend gerichtete Schweife entwickeln kann, nämlich einen Gas- und einen Staubschweif. Dies ist auch mehrfach beobachtet worden. Herr WILD berührte am Ende seines Vortrags auch die mit Hilfe der Radioastronomie erfolgreich angegangene Frage nach der Existenz organischer Moleküle im Weltraum und führte als Beispiel dafür den Nachweis von Methanol (CH_3OH) und Essigsäure (CH_3COOH) am Ort der Neubildung von Sternen im Orion-Nebel an. Wie weit damit die Bildung höherer Verbindungen und schliesslich die Entwicklung von Leben verbunden ist, kann vielleicht durch zukünftige Forschungsarbeiten geklärt werden.

E. W.

Komet KOHOUTEK (1973 f)

Diese wahrscheinlich schönste Aufnahme dieses Kometen, erhalten mit dem 48 inch-SCHMIDT-Spiegel von Palomar Mountains, ist der ORION-Redaktion von W. C. MILLER zur Verfügung gestellt worden. Die ORION-Redaktion dankt dafür. Aufnahmedaten: 48 inch SCHMIDT-Kamera, Expositionszeit 3 Minuten auf 103a-O-Film (kein Filter) am 12. 1. 1974 6 h 35 min p. m. Pacific Standard Time.

Copyright by the California Institute of Technology and Camegie Institution of Washington.

Neuer Komet Bradfield (1974 b)

Nach IAU-Zirkular 2633 wurde dieser Komet am 12. 2. 1974 von W. A. BRADFIELD in Dernancourt bei Adelaide in Australien entdeckt. Nach IAU-Zirkular 2636 erreichte er seine grösste Helligkeit von 4.5^{m}_{1} um den 24. 3. 1974. Seine Positionen werden wie folgt angegeben:

3. 3. 1974	$\alpha = 2^h29.23^m$	$\delta = +33°42.2'$
8. 3. 1974	$\alpha = 2^h35.39^m$	$\delta = +45°27.7'$
13. 3. 1974	$\alpha = 2^h40.26^m$	$\delta = +55°16.7'$

Prochain retour de la comète périodique Encke 1786 I

par A. Heck, Liège

Cette célèbre comète, dont la révolution autour du Soleil a une période de 3.3 ans, sera à nouveau à son périhélie le 28 avril 1974.

Découverte par P. Méchain dans la soirée du 17 janvier 1786, alors qu'elle était visible à l'œil nu, elle fut ensuite observée par C. Messier et P. Méchain le 19 janvier télescopiquement. Ces deux noms sont souvent associés à sa découverte. Elle présentait alors un noyau brillant et une faible queue (Vsekhsvyatskii 1958). L'orbite fut déterminée par Encke (1822), qui montra par la même occasion que les comètes observées en 1786, 1795, 1805 et 1819 n'étaient que les apparitions d'une seule et même comète. Elle fut ensuite retrouvée à chacun de ses passages, sauf à celui de 1944. Il s'agira donc cette année de sa cinquantième apparition.

Whipple et Hamid (1972) ont tenté d'identifier les passages de la comète périodique Encke antérieurs à sa découverte, à l'aide du catalogue de Ho Peng Yoke contenant la liste des anciennes observations chinoises de 581 phénomènes astronomiques passagers pour la période de —156 à + 1600. Mais, parmi la quarantaine d'objets résistant aux premières éliminations, aucun ne peut assurément être identifié, tant est grande l'incertitude dans les effets non-gravitationnels.

La comète périodique Encke n'a jamais été une comète spectaculaire, mais elle est le type même de la comète à courte période. Nébulosité peu brillante, accompagnée d'une faible queue, elle est rarement visible à l'œil nu. Certaines estimations lui ont donné une magnitude de 5 au périhélie, mais, à ce moment, elle est tellement proche du Soleil (.34U.A.) qu'elle est noyée dans la clarté crépusculaire.

Lors de son passage précédent, elle fut retrouvée par E. Roemer le 26. 9. 70 avec une magnitude photographique de 18. Elle atteint au plus 8.5 (le 5. 12. 70 – Seki) ou 8 (21. 12. 70 – Chernikh). Suivie pour la première fois tout au long de son orbite, elle a été photographiée à son aphélie par Roemer, McCrossky et Shao (1972) alors qu'elle était de magnitude 20.5 environ.

Son spectre est composé des émissions cométaires normales, avec cependant très peu de poussières. Il a été observé lors de plusieurs passages.

Les éléments de l'orbite prédits par Marsden (1973) sont les suivants:

T = 1974 Avr. 28,9943 T.E.		Epoque: 1974 Avr. 23,0 TE
ω = 185.9288°	1950.0	e = 0.847450
Ω = 334.2224°	1950.0	a = 2.216485 U.A.
i = 11.9820°	1950.0	n° = 0.2986805
q = 0.338125 U.A.	1950.0	P = 3.300 années

Nous donnons, dans la table I, pour la période du 29. 3. 74 au 12. 6. 74, encadrant le passage au périhélie, l'ascension droite, la déclinaison, les distances à la Terre et au Soleil et les magnitudes. Trois colonnes sont réservées à celles-ci. Elles donnent respectivement:

a) – la magnitude totale dérivée par la relation $m = 11.5 + 5 \log \Delta + 15 \log r$ (Hdbk. B.A.A., 1974, p. 73);

b) – la magnitude totale dérivée par Marsden (1973) et Sekanina (1970);

c) – la magnitude nucléaire obtenue par la relation $m = 16.0 + 5 \log \Delta + 5 \log r + .03$ (angle de phase)° (Marsden, 1973).

Les autres éléments de la table proviennent de Marsden (1973).

Table I, Comète P/Encke 1786 I

Date	α1950.0	δ1950.0	Δ	r	(a)	(b) Magnitudes	(c)
29. 3. 74	$1^h36^m6\ 0^s$	16°10′36.0″	1.649	0.787		10.7	17.4
3. 4. 74	$1^h53^m\ 0.6^s$	17°26′ 0.0″	1.559	0.787		10.2	17.1
8. 4. 74	$2^h11^m45.6^s$	18°38′30.0″	1.459	0.624		9.7	16.8
13. 4. 74	$2^h32^m31.8^s$	19°42′36.0″	1.346	0.532	8.0	9.0	16.5
18. 4. 74	$2^h55^m\ 6.0^s$	20°27′30.0″	1.227	0.444	6.7	8.5	16.1
23. 4. 74	$3^h18^m\ 0.6^s$	20°32′42.0″	1.070	0.375	5.3	8.0	16.1
28. 4. 74	$3^h36^m52.2^s$	19°26′48.0″	0.904	0.343	4.3	7.7	16.5
3. 5. 74	$3^h45^m\ 6.2^s$	16°45′ 0.0″	0.752	0.355	4.1	7.7	17.0
8. 5. 74	$3^h40^m13.8^s$	12°35′42.0″	0.627	0.410	4.6	7.9	17.5
13. 5. 74	$3^h25^m30.0^s$	7°27′42.0″	0.410	0.497	5.6	8.4	17.8
18. 5. 74	$3^h\ 5^m\ 5.4^s$	1°47′48.0″	0.472	0.596	6.7	9.0	17.7
23. 5. 74	$2^h41^m42.6^s$	– 4° 4′18.0″	0.429	0.679	7.1	9.7	17.2
28. 5. 74	$2^h16^m36.6^s$	– 9°56′24.0″	0.401	0.770	7.8	10.5	17.0
2. 6. 74	$1^h49^m59.4^s$	–15°42′48.0″	0.381	0.859	8.4	11.4	16.7
7. 6. 74	$1^h21^m24.0^s$	–20°39′36.0″	0.368	0.945	9.0	12.3	16.4
12. 6. 74	$0^h50^m\ 0.6^s$	–26°44′24.0″	0.363	1.028	9.5	13.3	16.2

TABLE II
Lieu d'observation: Observatoire de Berne
Coordonnées: 46°57′13″ LN, $0^h29^m43^s$ LE
Observabilité: avant le passage au périhélie, après le coucher du Soleil.

Date	Coucher du Soleil		Coucher de la comète		Hauteur 1 heure après le coucher du Soleil
	T.U.	Azimut	T.U.	Azimut	
29. 3. 74	17^h54^m	95°	19^h58^m	114°	10°
3. 4. 74	18^h01^m	98°	20^h02^m	116°	10°
8. 4. 74	18^h08^m	101°	20^h07^m	118°	9°
13. 4. 74	18^h14^m	103°	20^h15^m	120°	9°
18. 4. 74	18^h21^m	106°	20^h22^m	121°	9°
23. 4. 74	18^h28^m	109°	20^h24^m	121°	8°
28. 4. 74	18^h34^m	111°	20^h15^m	119°	6°
3. 5. 74	18^h41^m	113°	19^h46^m	114°	0°

Inobservable ensuite.

On peut remarquer des variations appréciables entre les colonnes des magnitudes (a) et (b) dues aux différences entre les lois utilisées.

C'est durant la période considérée ci-dessus que la comète sera la plus brillante, donc la plus facile à observer, du point de vue de la magnitude, notamment pour des amateurs. La table II reprend les conditions d'observation à Berne.

Avant le passage au périhélie, la comète sera observable après le coucher du Soleil, et après son passage au périhélie, elle le sera avant le lever du Soleil. Les conditions d'observation seront les meilleures dans l'hémisphère sud, et cela après le passage au périhélie.

Bibliographie:
ENCKE, 1822, Berl. Astr. Jahrbuch, p. 196.
MARSDEN B. G., 1973, I.A.U. Circ. No 2547.
ROEMER E., 1972, Mercury *1*, No 6, p. 18.
ROEMER E., MCCROSSKY R. E., SHAO C. Y., 1972, IAU Cir. No 2446.
SEKANINA Z., 1970, IAU Circ. No 2276.
VSEKHSVYATSKII S. K., 1958, Fizicheskie kharakterisiki komet, Moskva.
WHIPPLE F. L., HAMID S. E., 1972, Symp. IAU No 45, p. 152–154.

Adresse de l'auteur: ANDRÉ HECK, Institut d'Astrophysique de Liège, B-4200 Cointe-Ougrée.

Redaktionelle Anmerkung

Die ORION-Redaktion wurde von verschiedener Seite, darunter auch von Herrn Dr. B. STANEK, darauf aufmerksam gemacht, dass die zu den Jupiter-Titelbildern in ORION 140 gemachten Angaben von anderen Angaben, die den Vorbeiflug von Pioneer 10 am Grossplaneten unseres Sonnensystems betreffen, etwas abweichen. Hierzu möchte die ORION-Redaktion unseren Lesern mitteilen, dass die NASA zu diesen Bildern eben jene Angaben gemacht hat, die auf der Titelseite von ORION 140 wiedergegeben sind. Die hier bemerkte Diskrepanz soll mit der NASA abgeklärt werden. Dagegen kann ein Fehler im NASA-Bericht über die vorläufigen Ergebnisse der Jupiter-Erforschung durch Pioneer 10 (ORION 140, S. 15–16) richtiggestellt werden: Am Ende dieser Mitteilung ist anstelle Pol*durchmesser* und Äquator*durchmesser* Pol*radius* und Äquator*radius* zu lesen, deren Differenz zuletzt zu 4362 km angenommen worden war und nun zu 4600 km angenommen werden muss. Die Redaktion bittet um Kenntnisnahme.

Astronomisches Jugendlager 1974 im Allgäu

In ORION 140, Seite 30 wurde darauf hingewiesen, dass für das astronomische Jugendlager, das vom 20. Juli bis 10. August 1974 in Reichenbach bei Nesselwang im Allgäu stattfindet, noch Plätze frei sind. Schweizer Jugendliche, die daran teilnehmen wollen, können sich nun auch bei Frl. MARIE-LUISE MACCECCHINI, Brünnenstrasse 41, 3018 Bern, anmelden. Die Schweizerische Astronomische Gesellschaft wird gemäss Vorstandsbeschluss vom 9. Februar 1974 jedem Teilnehmer aus der Schweiz einen Kostenbeitrag von Fr. 50.— leisten.

R Coronae Borealis

von R. GERMANN, Wald

Der sogenannte «russende» Stern R CrB wird von R. KIPPENHAHN[1]) wie folgt beschrieben:

«Das ist das Bild, das wir von R CrB haben: Ein Stern von etwa einer Sonnenmasse, aussen nahezu völlig aus Helium bestehend, innen einen Kohlenstoffkern enthaltend, bläst von seiner Oberfläche aus mit Kohlenstoff angereicherte Materie in den Raum. Der Kohlenstoff kondensiert zu festen Russflocken, die das Sternlicht verschlucken, dabei auf etwa 1000° aufgeheizt werden und die verschluckte Energie als infrarote Wärmestrahlung wieder abgeben.»

R CrB mit den Koordinaten 1950.0: $\alpha = 15^h46.5^m$ und $\delta = +28°18'$ ist ein unregelmässig Veränderlicher, der zwischen 5.8^mvis. und 14.8^mvis schwankt. Er wurde 1795 von PIGOTT als Veränderlicher erkannt. Oft blieb dieser geheimnisvolle Stern über Jahre oder sogar länger nahezu auf seinem Maximum, es folgten kleinere, dann wieder grössere und ausgedehntere Lichtabstiege [2]). R CrB ist kurz vor Weihnachten 1973 wieder schwächer geworden. Der vorletzte Helligkeitsabstieg war im März 1972 erfolgt, worauf der Stern ab Juli 1972 wieder seine normale Helligkeit erreicht hatte. Der letzte Helligkeitsabstieg vor Weihnachten 1973 wurde von K. LOCHER und dem Verfasser überwacht. Dieser Lichtabstieg verlief unregelmässig und zögernd und führte bis Ende Februar 1974 zur Helligkeit von etwa + 11 ^{mv}, so dass der Stern zur Zeit nur mit guten Amateurfernrohren beobachtet werden kann. Inzwischen schwankte die Helligkeit unregelmässig zwischen +10.4 und +11.5^{mv} bis Mitte März 1974.

Fig. 1 zeigt das Verhalten von R CrB vom 2. 11. 1973 bis 17. 2. 1974.

Abschliessend sei bemerkt, dass bis heute über 30 Sterne dieses Typs bekannt geworden sind.

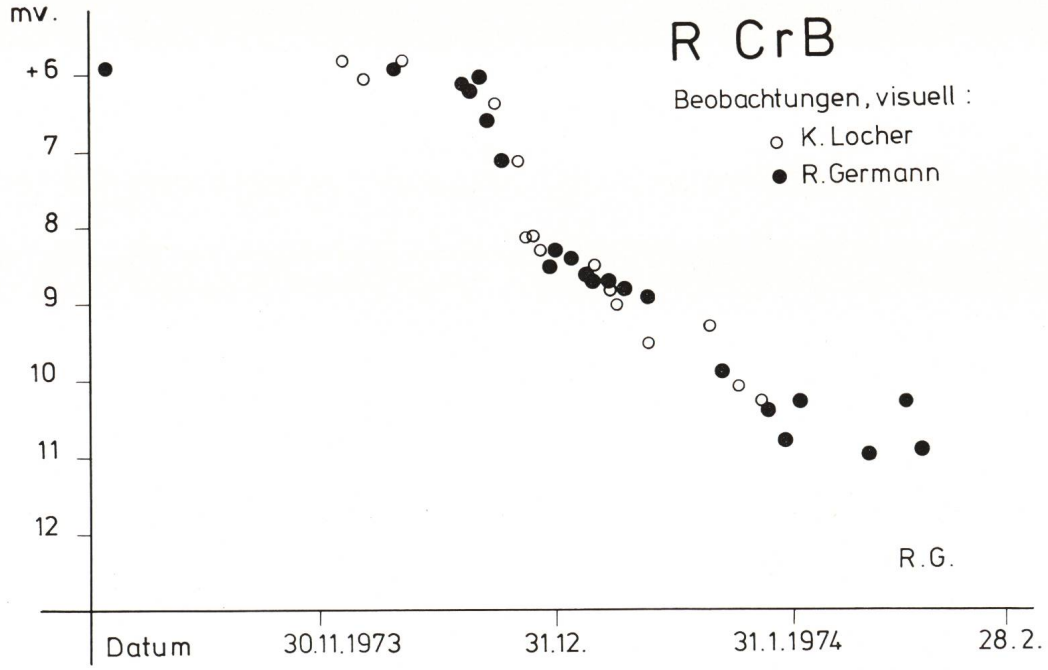


Fig. 1: Lichtkurve von R Cr B vom 2. 11. 1973 bis 17. 2. 1974.

Literatur:
1) R. KIPPENHAHN, Sterne und Weltraum *11*, 32 (1972).
2) Meyers Handbuch über das Weltall, 5. Aufl. 1972, Mannheim; C. HOFFMEISTER, Veränderliche Sterne, Berlin, 1949. M. WALDMEIER, Sterne und Weltall, 1967, Bern, S. 303 ff.

Adresse des Verfassers: ROBERT GERMANN, Im Nahren, CH-8636 Wald ZH.

Bibliographie

JEAN HEIDMANN, *Introduction à la Cosmologie*. Collection SUP, Presses universitaires de France.

Le but du livre est de tenter de faire la jonction entre la théorie et l'observation dans l'étude de la cosmologie.

Dans une première partie (la métagalaxie jusqu'à un gigaparsec), l'auteur décrit l'univers observé, les méthodes d'évaluation des distances, la répartition des galaxies dans l'espace (groupes, amas, superamas), l'expansion de l'univers, sa densité et son âge. Une deuxième partie nous initie à l'étude des espaces à courbure constante: c'est certainement la plus ardue de tout le livre, car elle nécessite des connaissances mathématiques assez avancées, mais elle prépare à la troisième partie, qui traite des modèles d'univers. On pourrait croire que devant l'immensité des modèles d'univers proposés, nos investigations ne portent guère assez loin pour être utiles, mais c'est une erreur: pour l'univers d'EINSTEIN par exemple, le rayon de courbure vaut 19 Gpc, et l'équateur est à 30 Gpc. Or, les radiotélescopes ont déjà une portée d'au moins 3 Gpc, et l'on peut espérer que de nouvelles techniques nous permettront de franchir le pas un jour.

Confrontant ensuite la théorie et les observations, l'auteur étudie le diagramme de HUBBLE pour les galaxies, la matière intergalactique lointaine, les radiogalaxies et les quasars. Le fond cosmique, à 3 degrés, découvert en 1965, paraît bien être un rayonnement résiduel de la phase condensée de l'univers. Cela tendrait à prouver que ce dernier a connu dans le passé un état de condensation extrême, émergeant ex-abrupto d'un état quasi ponctuel.

Si cette interprétation s'avère exacte, on peut alors établir un graphique donnant l'histoire presque complète de l'univers, et l'on en arrive à ce résultat absolument étonnant que chaque étape du développement du phénomène peut être décrite avec précision: Un centième de seconde après le début de l'expansion, la température vaut 10^{11} degrés, la densité des radiations est telle qu'elle consiste en un gaz opaque de photons, électrons et neutrinos en équilibre thermodynamique. Aucun noyau atomique ne peut exister.

Une seconde après, la température du mélange ayant baissé, les électrons positifs et négatifs commencent à s'annihile: par paires, et se transforment en rayonnement.

A 10 secondes, la température tombe en dessous de 10^{10} degrés, et par réaction nucléaire les protons et les neutrons commencent à donner naissance au deuterium.

Au bout d'un quart d'heure, la température a trop baissé et l'univers s'est trop dilué pour que les réactions se poursuivent. Le résultat de ce court laps de temps est essentiellement la transformation de la matière en 75% d'hydrogène et 25% d'hélium.

Nous ne suivrons pas l'auteur dans l'étude de toutes les transformations qui ont amené l'univers à son état actuel, mais nous avons voulu montrer quelles étonnantes révélations on peut trouver dans ce livre si l'on se donne la peine de le lire jusqu'au bout. E. ANTONINI

The Physics of Pulsars. Herausgegeben von ALLEN M. LENCHEK. Dep. of Physics, Univ. von Maryland, New York 1971. Gordon & Breach Science Pub. Co., ix + 173 S., gebunden. $ 14.50. Alten chinesischen und japanischen Schriften lässt sich entnehmen, dass im Juli 1054 v. Chr. ein ausserordentlich heller Stern entdeckt worden ist. Er soll damals mehrere Wochen lang sogar bei Tageslicht beobachtbar gewesen sein. Auch heute noch kennen wir dieses sonderliche Objekt. Es liegt im Crab-Nebel und ist der «erste» Vertreter einer Gruppe von recht ungewöhnlichen Sternen, der sogenannten *Pulsare*. Pulsare sind Radioquellen, die sich durch Strahlung von sehr kurzer und konstanter Periode auszeichnen.

Seit der Entdeckung dieses ersten Pulsars (NP 0532) im Jahre 1967 durch Cambridger Radioastronomen hat man inzwischen zirka 40 weitere dieser Objekte gefunden. Heute weiss man auch, dass sie in engem Zusammenhang mit Überresten von Supernovae stehen. Sie sind daher nicht nur an sich interessant, sondern auch für die Erforschung der Supernovae wichtig. Im weiteren spielen sie eine gewisse Rolle im Zusammenhang mit der Physik der interstellaren Materie. Die Quelle CP 1133 wurde auch als *Gamma*strahlungsquelle entdeckt. Man hat versucht, Modelle für die Pulsare zu finden. Bis heute liefert die Theorie jedoch noch keine zufriedenstellende Erklärung. Über diese recht aktuelle Forschungsrichtung und ihre erzielten Ergebnisse hat man bis anhin nur in Fachzeitschriften lesen können. Das Erscheinen eines Buches, das über den Stand der Pulsarforschung berichtet, ist daher von der Fachwelt freudig aufgenommen worden. «Physics of Pulsars» fasst das bisherige Wissen zusammen und weist auf die vielen noch ungelösten Probleme hin. Die im vorliegenden Buch enthaltenen Texte sind grundlegend für das Verständnis der Pulsare. Es sei aber darauf hingewiesen, dass das Buch nicht einfach zu verstehen ist. Das liegt in erster Linie am Gebiet, das an sich recht kompliziert ist und Kenntnisse auf vielen Teilgebieten der Physik und Astronomie voraussetzt. Das hier besprochene Buch ist eine Ausarbeitung verschiedener Vorlesungen, die im Winter 1969/70 an der Universität von Maryland in Zusammenarbeit mit dem Goddard Space Flight Center in Maryland gehalten wurden. Es ist im Offsetverfahren gedruckt; die Reproduktion ist klar und ansprechend. D. WIEDEMANN

C. W. ALLEN, Astrophysical Quantities. Third edition. University of London, The Athlone Press, 1973. X + 310 Seiten; 6.25 £.

Das vorliegende Werk von C. W. ALLEN über astrophysikalische Daten wurde erstmals 1955 publiziert. Es erscheint nun in der dritten Auflage, die sich gegen die früheren dadurch unterscheidet, dass alle Zahlenwerte auf den augenblicklichen Stand gebracht sind und dass zusätzlich neue Teilbereiche aufgenommen wurden, wie Angaben über Quasare, SEYFERT-Galaxien, Pulsare, kosmische Röntgen-Strahlung und anderes. Zu erwähnen wäre hierzu, dass bei allen Werten das CGS-System beibehalten wurde, weil dies den Astronomen vertrauter und sympathischer ist als das System der neuen Internationalen Einheiten.

Die Überschrift des Buches sagt noch wenig darüber aus, was man auf diesen 300 Seiten alles finden kann, es ist aber wohl das Wesentlichste von dem, was Astronomen und Astrophysiker brauchen, der Fachmann vor allem, aber auch der Amateur. Man sucht nach irgendeinem Zahlenwert, nach einem Begriff, nach einer Definition, hier ist alles wohlgeordnet zusammengestellt, sodass man bequem und rasch nachschlagen kann. Wichtig ist dabei auch gerade, dass nicht nur nackte Zahlenwerte präsentiert werden, sondern dass stets klare Definitionen, Erklärungen, Formeln, Informationsquellen mitgeliefert sind. Mancher hätte vielleicht gern noch häufiger Angaben über den mittleren Fehler von Messwerten gehabt, um sich ein besseres Urteil über deren Zuverlässigkeit zu bilden, aber irgendwo muss man sich halt beschränken.

Es sollen kurz die Überschriften der 15 Kapitel genannt werden, damit man einen Begriff vom Gebotenen erhält: Einführende Bemerkungen. Allgemeine Konstanten und Einheiten. Atome. Spektren. Strahlung. Erde. Planeten und Satelliten. Interplanetare Materie. Sonne. Normale Sterne. Spezielle Sterne. Populationen und Nachbarschaft der Sonne. Nebel und interstellarer Raum. Sternhaufen und Galaxien. Einige Tabellen. Die Länge der einzelnen Kapitel variiert nur wenig, im Durchschnitt umfassen sie 20 Seiten; bei Spektren und bei der Sonne braucht es 38 bzw. 35, bei der interplanetaren Materie und den speziellen Tabellen nur 8 Seiten.

Welche Daten man in einem solchen Werk bringt, und wie ausführlich man die einzelnen Gebiete behandelt, wird ein jeder anders entscheiden, darüber gibt es kein objektives Urteil. Sehr häufig wird man im 2. Kapitel nachschlagen, wo man physikalische und astronomische Konstanten und Definitionen der Einheiten findet. Der physikalisch Interessierte wird oft die

Kapitel 3–5 befragen. Umfangreiche Daten über die Mitglieder unseres Sonnensystems liefern die Kapitel 6–9, über Sterne, Sternhaufen, Nebel und Galaxien erfährt man viel aus den Kapiteln 10–14. Mir scheint, dass dieses Buch für den Fachastronomen unentbehrlich und für den ernsthaften Amateur zumindestens sehr wünschenswert ist. Da der Preis für ein derart umfassendes Werk ausserordentlich bescheiden ist, lohnt sich diese Anschaffung sicherlich. HELMUT MÜLLER

The Motion, Evolution of Orbits, and Origin of Comets. IAU Symposium No. 45. Ed. G. A. CHEBOTAREV, E. I. KAZIMIRCHAK-POLONSKAYA, B. G. MARSDEN. Dordrecht-Holland 1972, D. Reidel Publishing Company. XXIII + 531 S., illustriert. Dfl. 120.—. Im Zusammenhang mit dem Erscheinen des Kometen KOHOUTEK ist das allgemeine Interesse für diese Himmelskörper wieder gestiegen. Viele Fragen sind aufgetaucht: Was sind überhaupt Kometen und woraus bestehen sie? Wie ändert sich ihre Helligkeit und welche Bewandtnis hat es mit ihrem Schweif? Wie bestimmt man ihre Bahn?

Eine Fundgrube solcher Probleme und deren Behandlung bietet sich der Fachwelt im vorliegenden Buch. Es enthält die Sitzungsberichte des 45. IAU Symposiums. Vom 4.–11. August 1970 hatten sich in Leningrad über 160 Spezialisten auf dem Gebiet der Kometenforschung aus 12 Ländern versammelt. Insgesamt wurden 85 Vorträge gehalten, die mit wenigen Ausnahmen hier vollständig wiedergegeben sind. Der Band ist tadellos gedruckt und reichhaltig illustriert. Leider fehlt ein Namen- und Sachverzeichnis, so dass sich der Leser nur anhand des Inhaltsverzeichnisses orientieren kann. Dieses ist allerdings sehr übersichtlich zusammengestellt. Die Herausgeber des Buches waren bemüht, die sehr verschiedenartigen Beiträge nach bestimmten Gesichtspunkten zu ordnen und das Generalthema in Hauptkapitel zu unterteilen. Die sechs Hauptabschnitte behandeln der Reihe nach die folgenden Themen:

I. Beobachtungen und Ephemeriden. II. Allgemeine Methoden der Theorie der Bahnen. III. Bewegungen der kurzperiodischen Kometen. IV. Physikalische Prozesse in Kometen. V. Ursprung und Entwicklung der Kometen. VI. Beziehung zwischen den Kometen und den Meteoren und Planetoiden. Im ersten Abschnitt geht es vor allem um Helligkeitsbestimmungen und um allgemeine Probleme der Beobachtungstechnik. Im zweiten Teil werden die Fragen der Bahnen und ihrer Störungen behandelt. Sechs Vorträge befassen sich mit der genauen Bestimmung der Bahnelemente. Daran anschliessend (drittes Hauptkapitel) werden die Bahnen der kurzperiodischen Kometen untersucht. Auch hier spielen in erster Linie Störungen durch die Planeten eine wichtige Rolle. Ausserdem wird in diesem Zusammenhang auch die Möglichkeit von Effekten diskutiert, die nicht durch die Gravitationskräfte bedingt sind. Im vierten Abschnitt liegt das Hauptgewicht auf der Physik des Kometenkerns. Zugrunde liegt im wesentlichen ein Modell von WHIPPLE. Das WHIPPLEsche Modell haben KASMAKOV und SHARKOV zum ersten Mal im Experiment realisieren können und sein Verhalten unter simulierten interplanetarischen Verhältnissen studiert. Daran anschliessend folgen Beiträge zur Entstehung und Entwicklung der Kometen. Der letzte Abschnitt geht teilweise etwas über den eigentlichen Rahmen des Symposiums hinaus. Viele der Vorträge in diesem Abschnitt sind auf Planetoiden spezialisiert. Das Problem der Entstehung der Meteorströme ist ausführlich behandelt. Interessant ist insbesondere einer der letzten Beiträge des Buches, in dem auch die Möglichkeit in Betracht gezogen wird, dass bei der Kollision innerhalb der Meteorströme wieder eine Kondensation zu neuen Kometenkernen führen könnte. D. WIEDEMANN

V. KOURGANOFF: Introduction to the Physics of Stellar Interiors. Astrophysics and Space Science Library, Band 34. D. Reidel Pub. Co., Dordrecht-Holland/Boston USA, 115 $., Dfl. 50.—. Die bekanntesten Werke, die den inneren Aufbau des Sterns behandeln, sind wohl jene von S. CHANDRASHEKAR und M. SCHWARZSCHILD. Sie sind jedoch für viele Physiker und Astronomen und insbesondere auch für Studenten, die sich zum ersten Mal mit diesem Gebiet befassen möchten, nicht leicht zu lesen. Umso erfreulicher ist es, dass der Autor des hier zu besprechenden Werkes dies erkannt hat und versucht, eine allgemein verständlichere und trotzdem exakte Einführung in die Physik der Sterne zu geben. KOURGANOFF setzt sich dabei zum Ziel, sowohl den mathematisch sauberen Aufbau von CHANDRASHEKAR als auch das Bemühen von SCHWARZSCHILD, die physikalischen Zusammenhänge und Gesetzmässigkeiten aufzudecken, gleichzeitig zu verwirklichen. Nach Ansicht der Rezensentin ist es dem Autor auch gelungen, diese Grundgedanken auf geschickte Art zu kombinieren. Mit dem vorliegenden Werk wird, das sei wohlverstanden, nur bezweckt, eine Einführung in die Theorie der Sternstruktur und thermonuklearen Reaktionen zu geben. Viele Fragen können daher nicht oder nur kurz gestreift werden. Kein Leser darf erwarten, nach Lektüre des Buches, Experte auf diesem Gebiet zu sein (was wohl mit ca. 100 Seiten Text kaum erreicht werden kann).

KOURGANOFF schreibt aber sehr klar, so dass der interessierte Leser nicht nur einen ersten Überblick gewinnt, sondern auch das Rüstzeug erhält, sich schwierigeren und ausführlicheren Werken zuzuwenden. Ein sorgfältig zusammengestelltes Literaturverzeichnis hilft hier weiter. Es wird dabei sowohl auf die Standardwerke, als auch auf Veröffentlichungen bis Ende 1971 verwiesen.

Insbesondere kann jeder Einzelne anhand des Buches gleichzeitig auch sein Wissen prüfen und vervollständigen, indem er die Übungen zu den einzelnen Problemen löst, wozu die am Ende eines jeden Kapitels gestellten Fragen dienen. Zur Kontrolle sind dazu die Lösungen im Anhang angegeben. Zu den behandelten Themen dieses Buches wäre das Folgende auszumerken: Nach einer kurzen Zusammenfassung der klassischen Resultate wird die Frage des mechanischen Gleichgewichts zwischen Druck und Gravitationskraft behandelt. In einem nächsten Kapitel wird auf die Sternstruktur in Abhängigkeit einer Dichteverteilung eingegangen. Zugrunde liegt das SCHWARZSCHILD-Modell für die Sonne.

Interessant ist insbesondere auch das folgende Kapitel über das Energiegleichgewicht und die Kernreaktionen. Die fundamentalen Reaktionen wie PP-Ketten und CN-Zyklus werden zum besseren Verständnis auch mit Hilfe einer schematischen Darstellung behandelt. Im weiteren wird auf die Temperaturabhängigkeit und das Energieproblem eingegangen.

Das Buch behandelt ausschliesslich statische Sternmodelle, erwähnt aber gleichzeitig, dass es zum Verständnis dieser Modelle unbedingt notwendig ist, die *Entwicklung der Sterne* zu berücksichtigen. D. WIEDEMANN

Tables of Minor Planets (Planetoiden-Tafeln) von FREDERICK PILCHER und JEAN MEEUS, 104 Seiten, Format 28 × 21 cm. Geoffrey Falworth, 11, Wimbledon Avenue, Blackpool FY5 1SA, England, Preis £ 1.90, inkl. Porto. Diese neuen, vorzüglichen Planetoiden-Tafeln dürfen wohl als die grösste Datensammlung bezeichnet werden, die auf diesem Gebiet bisher erschienen ist. Das vortreffliche Werk bringt vorerst, nach dem neuesten Stand, die Bahnelemente der bis 1. März 1973 mit definitiven Nummern versehenen 1813 Planetoiden, denen grösstenteils bereits Namen zugeteilt worden sind. Diese 23 Seiten umfassenden Tafeln sind gefolgt von Bahnelementen von sieben, bisher nicht numerierten Planetoiden, die zeitweise der Erde sehr nahe kommen können. Alsdann folgt für alle diese Kleinplaneten ein Entdeckungsverzeichnis mit Angaben über das Datum der Auffindung, Name und Ort des Entdeckers sowie eine alphabetische Zusammenstellung und eine Tabelle über sehr ähnliche Planetoidennamen. Höchst wertvoll und besonders aktuell sind die Tafeln von Kleinplaneten mit aussergewöhnlichen Bahnen, darunter die Trojaner, die Mitglieder der Hilda-, Hungaria- und anderer Gruppen, z. B. mit kleinen bzw. grossen Bahnexzentrizitäten und Bahnneigungen, ferner ein Verzeichnis von 64 Planetoiden, deren Durchmesser 80 km oder grösser ist. Sodann folgt eine Zusammenstellung von 42 Planetoidenfamilien, deren Mitglieder sehr ähnliche Bahnelemente aufweisen. Den Abschluss dieses sehr zu empfehlenden, in jede astronomische Bibliothek gehörenden Werkes, bilden Tabellen über Planetoiden, die in einer Periheloppposition heller als 12. Grösse sind, ferner über die Oppositionsdaten 1950–2000 der Planetoiden Ceres, Pallas, Juno und Vesta und über Kleinplaneten mit bekannten Rotationszeiten. R. A. NAEF

PAUL AHNERT, Kalender für Sternfreunde 1974. Johann Ambrosius Barth, Leipzig DDR. Kartoniert M. 4.80. Pünktlich wie stets brachte der Leipziger Verlag das kleine astronomische Jahrbuch von Dr. h. c. PAUL AHNERT heraus, das dem Sternfreund zufolge seiner gewissenhaften Beschreibung der besonderen Ereignisse des Jahres und der zahlreichen ausführlich gehaltenen Ephemeriden schon längst ein wichtiger Begleiter geworden ist. Darüber hinaus versteht es der Verfasser, diese zahlreichen Daten jeweils durch interessante Studien historischer und aktueller Art auf gefällige Weise einzurahmen. So berichtet er in diesem Jahrbuch im Vorwort über berühmte Amateur-Astronomen von WILHELM HERSCHEL bis zu MARGARETHE HEVELS-KOOPMANN und auf nicht weniger als 51 Seiten nach dem Datenteil über Befunde und Ereignisse der jüngsten Zeit, die sich um die folgenden Stichworte gruppieren: Sonnentätigkeit – Raumsonde Venus 8 – Neue Planetoiden der Amor-Gruppe – Raumflüge von Pioneer 10 und seinen Nachfolgern – Kometen des Jahres 1972 – Neubestimmung von Fixsterndurchmessern und den Zustandsgrössen von Sirius B – Novae, U-Geminorum-Sterne und langperiodische Cepheiden – Neue Moleküle im interstellaren Gas – Zwerggalaxien in der lokalen Gruppe – Helle Supernova in NGC 5253 – Neues über die intergalaktische Materie – Neubestimmung der HUBBLE-Konstante. Natürlich sind die hier zusammengetragenen Befunde bereits in den Fachzeitschriften, auch in jenen für die Amateure, publiziert; wer diese aber nicht verfolgt hat, wird sich über die hier gebotenen Zusammenfassungen freuen und sein diesbezügliches Wissen rasch à jour bringen können. Weitere Abschnitte sind der sowjetischen und amerikanischen Raumfahrt gewidmet, wobei jedoch geflissentlich vermieden wird, darauf hinzuweisen, dass hier die Amerikaner erheblich im Vorsprung sind. Im speziellen wird dann noch auf die jüngsten Ergebnisse der Mond- und der Marserforschung Bezug genommen. Es folgt dann eine Liste der grössten Planetoiden (die eigentlich in den Tabellenteil gehörte), sowie eine lesenswerte Bemerkung über die Kommensurabilitäten im Sonnensystem. Dieser Teil des Buches schliesst mit Hinweisen für die Veränderlichen-Beobachtung und die Astrophotographie für Amateure. Die lose Aneinanderreihung aller dieser Kapitel, die der Rezensent lieber etwas logischer geordnet gesehen hätte, ist nicht nur eine Sammlung von Literaturauszügen; sie verrät vielmehr überall den Meister des Fachs und der Darstellung. 21 Astrophotos und eine Graphik der Sonnenflecken-Relativzahlen beschliessen wie üblich das Werk. Zu den Astrophotos wäre zu bemerken, dass diese allerdings nicht neu und anderswo schon besser reproduziert worden sind. Vielleicht wird aber mit ihrer etwas willkürlichen Auswahl teilwiese der Zweck verfolgt, dem Amateur aufzuzeigen, was ihm im Durschnitt erreichbar ist. Der Rezensent meint indessen, Amateur-Spitzenleistungen wäre anregender gewesen, doch sind solche der westlichen Welt dem Autor vielleicht nicht ohne weiteres zugänglich. Es bleibt nach wie vor unverständlich, dass staatliche Reglementierungen die Verbreitung westlicher Zeitschriften, wie beispielsweise des ORION, im Lande des Autors verbieten und damit den Fortschritt der Amateurastronomie ernstlich behindern, der doch angeblich von Staates wegen gefördert wird. So bleibt leider die ausgezeichnete Arbeit des Verfassers, wie dieses Beispiel zeigt, doch etwas gehemmt, was sich natürlich auf die an sich wünschenswerte Verbreitung seines Kalenders auswirken wird.

E. WIEDEMANN

Sternkalender Ostern 1974–1975, herausgegeben vom philosophisch-anthroposophischen Verlag am Goetheanum Dornach (Schweiz). Kartoniert Fr. 12.—. In einem gewissen Gegensatz zu den kleinen astronomischen Jahrbüchern, wie dem Sternenhimmel von R. A. NAEF und dem Kalender von P. AHNERT beschränkt sich dieser Kalender nicht auf eine auszugsweise Wiedergabe von Ephemeriden und Monatsübersichten der wichtigsten Ereignisse des Jahres, sondern versucht, darüber hinaus dem Anthroposophen neben einem Ganzheitsbild der Welt auch Beziehungen zwischen kosmischen Erscheinungen und Wachstumsrhythmen und vielen weiteren Erscheinungen des Lebens als Geist-Erkenntnis zu vermitteln. Wie der Rezensent des öfteren mit einem Freund und Anthroposophen in Diskussionen bemerkte, handelt es sich dabei um einen Versuch, mit geistigen Mitteln in das noch weitgehend unerschlossene Gebiet von rein naturwissenschaftlich kaum fassbaren Zusammenhängen vorzustossen. Ein schwieriger und vor Irrtümern nicht gefeiter Weg, der dort zu Klarheiten führen soll, wo dies nach unserer Schulweisheit nicht als möglich erscheint. Schöne Literatur-Auszüge und allegorische Zeichnungen werden als Hilfsmittel dazu herangezogen, die aber weitgehend eine anthroposophische Geistesschulung zu ihrem Verständnis voraussetzen. Wer nicht darüber verfügt, wird sich bei der Lektüre dieses Sternkalenders auf den Daten- und Tabellenteil beschränken müssen, der im übrigen ausgezeichnet zusammengestellt und bei seiner relativen Knappheit von herrvoragender Reichhaltigkeit ist. Wer aber über eine anthroposophische Geistesschulung verfügt, wird über diesen Teil des Sternkalenders hinaus viel Freude, Anregung und Erkenntnis für seine ganze Lebensführung des Jahres in den weiteren Beiträgen finden, für die G. HARTMANN, H. KRÜGER, D. BAKER, W. ROGGENKAMP, S. VETTER, G. UNGER und L. LOCHER-ERNST zeichnen. Der Sternkalender 1974–1975 des philosophisch-anthroposophischen Verlags in Dornach ist also nicht nur ein kleines astronomisches Jahrbuch im engeren Sinn, sondern darüber hinaus ein Begleiter für den Geisteswissenschaften aufgeschlossene Menschen, an die er sich in erster Linie wendet. Ihnen wird er, wie schon in früheren Jahren, ein geschätzter Begleiter sein.

E. WIEDEMANN

Wichtige Mitteilung des Vorstandes der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft

Wir bitten alle Sternfreunde, davon Kenntnis zu nehmen, dass das Generalsekretariat der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft am 1. Januar 1974 in neue Hände übergegangen ist.

Nach 25 Jahren seiner Tätigkeit übergab HANS ROHR, der bisherige Generalsekretär, seine Aufgabe in jüngere Hände, nämlich an die Herren WALTER STAUB und WERNER LÜTHI, beide Mitglieder der Sektion Burgdorf.

Da die Betreuung der 2400 SAG-Mitglieder in der Schweiz und im Ausland zusammen mit den wachsenden Aufgaben des Bilderdienstes die Arbeitskraft eines Einzelnen übersteigt, wurde das Sekretariat in zwei Teile getrennt. Die eigentliche *Sekretariatsarbeit* hat Herr W. LÜTHI übernommen; diese betrifft die allgemeine Korrespondenz, die Mitglieder-Anmeldungen und -Austritte (letztere wie bekannt nur auf Jahresende), die Berichte der Sektionen u.s.w.

Der *Bilderdienst*, der die bezüglichen Anfragen, Aufträge und die damit zusammenhängenden Photo- und andere Arbeiten umfasst, wird von Herrn W. STAUB weitergeführt.

Wir bitten dringend darum, die Post, je nach Inhalt, entweder an Herrn W. Lüthi (Sekretariat) oder an Herrn W. Staub (Bilderdienst) zu adressieren (Adressen in ORION 139, S. 188).

Der Übergang des Sekretariats, das wie bisher rein ehrenamtlich arbeitet, dürfte besonders was den Bilderdienst betrifft, eine gewisse Zeit erfordern. Wir bitten daher um Verständnis, für den Fall, dass anfänglich Verzögerungen eintreten sollten.

Schweizerische Astronomische Gesellschaft

Protokoll der ordentlichen Generalversammlung vom 12. Mai 1973

im Restaurant Schützengarten in St. Gallen

Vorsitz: WALTER STUDER, Präsident der SAG. Entschuldigt haben sich: Vizepräsident E. ANTONINI, A. BLAUE und die Astronomische Gesellschaft Luzern.
Beginn: 15.15 Uhr. Anwesend sind 78 SAG-Mitglieder und Gäste.

Traktandum 1:
Begrüssung. W. STUDER begrüsst die Versammlung, insbesondere Dr. F. FREVERT, Präsident der Vereinigung der Sternfreunde Deutschlands und Dr. H.-U. KELLER, Leiter des Planetariums Bochum. F. EGGER verlangt:
1. die Anfügung eines Traktandums 13, Verschiedenes und
2. Jeder soll und darf in seiner Muttersprache sprechen.

Traktandum 2:
Genehmigung des Protokolls der GV vom 6. Juni 1972. Das Protokoll wird verlesen und anschliessend einstimmig genehmigt. W. STUDER dankt dem Verfasser P. JAKOBER.

Traktandum 3:
Jahresbericht des Präsidenten. W. STUDER verliest seinen Jahresbericht (erschienen in ORION 136, S. 88–89). Der Präsident gedenkt des Todes von E. BAZZI, unserem Gründungs- und Ehrenmitglied. Vizepräsident E. WIEDEMANN verdankt den Bericht. Die Versammlung genehmigt ihn einstimmig.

Traktandum 4:
Jahresbericht des Generalsekretärs. H. ROHR verliest seinen Bericht (erschienen in ORION 136, S. 89–90). Er wird einstimmig genehmigt. Der Präsident verdankt ihn.

Traktandum 5:
Bericht des Kassiers über das Geschäftsjahr 1972 und das Budget 1973. K. ROSER erläutert die Betriebsrechnung 1972 und das Budget 1973. E. WIEDEMANN und H. ROHR stellen in Aussicht, dass der Abschluss der Betriebsrechnung 1973 besser sein wird als das Budget 1973!

Traktandum 6:
Revisorenbericht. Er wird von R. HENZI verlesen. Die Revisoren danken dem Kassier für seine Arbeit und beantragen, die Rechnung zu genehmigen.

Traktandum 7:
Beschlussfassung über die Anträge der Rechnungsrevisoren, über die Entlastung des Vorstandes und über das Budget 1973. Dem Antrag der Rechnungsrevisoren wird ohne Gegenstimme zugestimmt. Die Entlastung des Vorstandes erfolgt ebenfalls einstimmig. Auch dem Budget 1973 wird ohne Gegenstimme zugestimmt.

Traktandum 8:
Anträge des Vorstandes zum Budget 1974, dem Jahresbeitrag 1974 und der Neuwahl des Vorstandes für die Amtsperiode 1973–1976. E. WIEDEMANN beantragt unveränderte Beiträge für 1974, aber eine eventuelle Nachforderung von Fr. 2.— bis Fr. 5.— je nach Erhöhung der ORION-Druckkosten. Nach einer heftigen Diskussion kristallisieren sich zwei Anträge heraus:

1. Die Jahresbeiträge der Einzel-Mitglieder sind um Fr. 5.— zu erhöhen. Die Beiträge der übrigen Mitgliedskategorien sind entsprechend zu erhöhen.
2. Die Beiträge sind für 1974 unverändert zu lassen, die GV 1974 wird neu beschliessen.

In der Abstimmung entfallen auf den ersten Antrag 36 Stimmen, auf den zweiten 28 Stimmen. Somit wird der Mitgliederbeitrag für 1974 gemäss dem 1. Antrag erhöht.

M. ROUD hatte in der Diskussion die Schaffung der Kategorie Gönnermitglieder angeregt. Der Vorstand will den Vorschlag prüfen.

Die folgenden Vorstandsmitglieder werden zur Wiederwahl vorgeschlagen:

Präsident: WALTER STUDER
Vizepräsidenten: E. ANTONINI und E. WIEDEMANN
Generalsekretär: H. ROHR
Kassier: K. ROSER
Archivar: R. A. NAEF
Beisitzer: F. MENNINGEN
Protokollführer: W. STAUB

Nicht besetzt werden konnte der Posten des französischsprachigen ORION-Redaktors. Die ORION-Redaktion besorgt weiterhin E. WIEDEMANN unter Mithilfe von H. ROHR und R. A. NAEF.

Traktandum 9:
Neuwahl des gesamten Vorstandes und der Rechnungsrevisoren. Die Versammlung wählt die vorgeschlagenen Vorstandsmitglieder mit Akklamation. Da Herr BEGUELIN aus gesundheitlichen Gründen als Rechnungsrevisor zurücktreten will, werden vorgeschlagen und gewählt: M. BORNHAUSER, H. BAUMANN und als Ersatzmann R. HOLZGANG sen.

Traktandum 10:
Bekanntgabe von allfälligen weiteren Anträgen des Vorstandes der Sektionen und der Mitgliedern. Ein Antrag der Sektion Winterthur wird von R. DIETHELM verlesen und begründet. Im Antrag wird verlangt, einen Fragebogen über den ORION zusammenzustellen und den Mitgliedern zuzustellen. W. STUDER erklärt, der Vorstand habe bisher mit einem solchen Fragebogen zugewartet, weil man den Redaktionswechsel abwarten und nicht dem Redaktor die Hände binden wollte. Die Diskussion führte zu zwei Anträgen:

1. Mit den Fragebogen wird bis zum Redaktionswechsel zugewartet.
2. Der Fragebogen wird noch 1973 verschickt.
   Auf jeden Fall sollen auch die Einzelmitglieder um ihre Meinung befragt werden.

Traktandum 11:
Beschlussfassung über die vorgenannten Anträge. Mit 38 zu 26 Stimmen wird dem 1. Antrag zugestimmt. Damit wird mit der Umfrage bis zum Redaktorenwechsel zugewartet.

Traktandum 12:
Bestimmung von Ort und Zeit der nächsten Generalversammlung. W. STUDER schlägt Genf als Tagungsort vor. A. KÜNG als einziges anwesendes Mitglied der Sektion Genf nimmt den Wunsch zur Kenntnis, kann aber noch keine Zusage machen.

Traktandum 13:
Verschiedenes. W. STUDER orientiert über die Arbeitsgruppe «Astronomie und Mittelschule». Diese organisiert zusammen mit der Weiterbildungszentrale für Mittelschullehrer Weiterbildungskurse für Lehrer. Unser Ehrenmitglied FRITZ EGGER ist Ditektor der Weiterbildungszentrale und Mitglied der Arbeitsgruppe. Der Präsident dankt ihm für seine die Astronomie fördernde Arbeit. Nachdem weitere Mitglieder über aktuelle Anlässe orientierten, sprach Dr. F. FREVERT, der Präsident der Vereinigung der Sternfreunde Deutschlands. Er freute sich über den gegenseitigen Kontakt und lud die SAG-Mitglieder ein, an die VdS-Versammlung nach Stuttgart zu kommen. K. ROSER dankte offiziell den Herren, die sich in zuvorkommender Weise als Referenten für das internationale Jugendlager zur Verfügung stellten. R. DIETHELM freute sich über die Anerkennung des internationalen Jugendlagers, insbesondere durch die SAG-Mitglieder. F. EGGER dankte dem Vorstand für die im abgelaufenen Jahr geleistete Arbeit. Mit dem Dank an die Organisatoren aus St. Gallen schloss W. STUDER um 18.00 Uhr die Generalversammlung.

Burgdorf, den 6. Februar 1974

Der Protokollführer:
gez. W. STAUB

Betriebsrechnung SAG 1973 vom 1. Januar bis 31. Dezember

	Rechnung 1973		Budget 1973
3.0 *Aufwand*			
3.1 ORION 134–139	69 295.90		72 000.—
3.2 Drucksachen	1 571.80		3 000.—
3.3 Generalversammlung	791.—		1 100.—
3.4 Vorstand, Sekretariat	3 487.50		3 500.—
3.5 Gebühren, Steuern	249.10		200.—
3.6 JAAU	112.50		150.—
3.7 Jugendlager	200.—		600.—
4.0 *Ertrag*			
4.1 Einzelmitglieder		34 073.88	33 000.—
4.2 Kollektivmitglieder		32 672.—	33 000.—
4.3 Inserate		3 600.—	2 000.—
4.4 Spenden			300.—
4.5 Mitglieder auf Leben			
4.7 Spende Bilderdienst, Redaktion		5 059.60	
4.8 Zinsertrag		908.95	700.—
Vorschlag	606.63		
Total	76 314.43	76 314.43	

Bilanz SAG 1973

1.0 *Aktiven*		
1.1 Kassa		36.95
1.2 Postcheck		898.98
1.3 Bank		15 239.50
1.4 Trans. Aktiven		8 406.30
2.0 *Passiven*		
2.1 Trans. Passiven	8 000.—	
Vermögen 31. 12. 72	15 966.10	
Vorschlag	606.63	
Total	24 572.73	24 572.73
Reinvermögen 31. 12. 73	16 572.73	

ORION-Fonds, Betriebsrechnung 1973

3.0 *Aufwand*		
3.1 Gebühren, Spesen	145.85	
4.0 *Ertrag*		
4.1 Zinsertrag		1 243.65
Vorschlag	1 097.80	
Total	1 243.65	1 243.65

ORION-Fonds, Bilanz 1973

Aktivia		
1.1 Wertschriften	20 000.—	
1.2 Privatkonto		31.70
1.3 Trans. Akt.	8 373.10	
Passivia		
Vermögen 31. 12. 72		27 243.60
Vorschlag		1 097.80
Total	28 373.10	28 373.10

SAG Budget 1974

3.0 *Aufwand*		
3.1 ORION	76 000.—	
3.2 Drucksachen	3 000.—	
3.3 Generalversammlung	1 200.—	
3.4 Vorstand, Sekretariat	4 000.—	
3.5 Gebühren, Steuern	500.—	
3.6 JAAU	200.—	
3.7 Jugendlager	600.—	
4.0 *Ertrag*		
4.1 Einzelmitglieder		40 000.—
4.2 Kollektivmitglieder		35 000.—
4.3 Inserate		3 000.—
4.4 Spenden		
4.5 Mitglieder auf Leben		
4.6 Zinsertrag		700.—
4.7 Spende Bilderdienst Rückschlag		6 800.—
	85 500.—	85 500.—

Schaffhausen, den 14. Februar 1974
K. Roser, Zentralkassier SAG

Aus der SAG

Im Hinblick auf die SAG-Generalversammlung vom 4./5. Mai in Genf fand am 9. Februar 1974 eine vorbereitende Sitzung des Zentralvorstands der SAG in Burgdorf statt. Auf Grund eines Berichts des Kassiers, Herrn K. Roser, konnte festgestellt werden, dass die Betriebsrechnung der SAG für 1973 ohne Verlust abschliesst (Details sind der voranstehenden Betriebsrechnung und Bilanz zu entnehmen). Der Zentralvorstand der SAG hofft, für das Jahr 1974 ein ähnliches Ergebnis zu erzielen. Wenn aber die SAG und insbesondere ihre Zeitschrift ORION in der bestehenden Form erhalten bleiben sollen, wird im Hinblick auf die leider immer noch weiter schleichende Inflation für das Jahr 1975 eine weitere Anpassung der Mitgliedsbeiträge erforderlich sein. Der SAG-Zentralvorstand hat deshalb beschliessen müssen, der Generalversammlung der SAG vom 4./5. Mai 1974 in Genf vorsorglich eine abermalige geringfügige Erhöhung der Beiträge wie folgt vorzuschlagen:

Jahresbeiträge 1975:	
Kollektivmitglieder	Fr. 41.—
Einzelmitglieder Inland	Fr. 47.—
Einzelmitglieder Ausland	Fr. 53.—
Kollektiv-Jugendmitglieder	Fr. 22.—
Einzel-Jugendmitglieder	Fr. 25.—

Dieser Vorschlag des SAG-Zentralvorstandes, der auf sorgfältigen Berechnungen und Erwägungen beruht, wird der SAG-Generalversammlung vom 4./5. Mai 1974 in Genf zur Abstimmung unterbreitet werden.

ORION

Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft

Weisungen für die Autoren

1. Manuskripte sind in Maschinenschrift mit 1½ Zeilen Abstand auf weisses, unbedrucktes Papier im Format A 4 geschrieben einzureichen.
2. Dem Manuskript ist ein Durchschlag auf gleichem Papier beizufügen.
3. Unter dem Titel der Arbeit ist der Name des Autors, gegebenenfalls des Instituts, an welchem die Arbeit ausgeführt wurde, sowie der Ort anzugeben.
4. Literaturzitate sind im Text mit Fussnoten ([1]), [2]) ...) zu markieren.
5. Nach dem Ende des Textes soll an Hand der Fussnoten die Literatur zitiert werden.
6. Anschliessend sollen Name, Titel und genaue Adresse des Autors angegeben werden.
7. Alle Eigennamen sind zu unterstreichen, damit sie in Kapitälen gesetzt werden. Hervorhebungen in Kursiv sind unterbrochen zu unterstreichen. Fett zu Druckendes (z.B. Vektoren) ist doppelt zu unterstreichen.
8. Kleindruck ist durch einen Vertikalstrich (mit Bleistift) am linken Textrand zu kennzeichnen.
9. Bildlegenden sind auf einem separaten Blatt, ebenfalls mit Durchschlag, aufzuführen. Bildlegenden werden in Kleindruck gesetzt.
10. Bildvorlagen: *Strichzeichnungen* sind den DIN-Normen gemäss auszuführen. Es sind die Originalzeichnungen einzureichen. Photokopien davon sind *nicht* zulässig, Xeroxkopien nur bedingt. Falls der Autor nicht in der Lage ist, Zeichnungen nach DIN-Normen zu erstellen, *kann* die Redaktion diese Zeichnungen nach guten Handskizzen erstellen. Ein diesbezüglicher Antrag ist an die Redaktion zu richten. Die Mitarbeit der Redaktion ist unentgeltlich, bedingt aber eine Verzögerung des Erscheinens des betreffenden Beitrags. *Photographien* sind als Hochglanz-Abzüge bzw. -Vergrösserungen, und, wenn es sich nicht um Bildkompositionen handelt, *unaufgezogen* einzureichen. Sie sollen rückseitig den Namen des Autors und die Bildnummer (in Bleistift) tragen, um Verwechslungen vorzubeugen.
11. *Einreichefristen:* Für druckfertig und mit Bildvorlagen eingereichte Beiträge gilt der in jeder ORION-Nummer auf der 2. Umschlagseite angegebene Redaktionsschluss (6 Wochen vor Erscheinen der betr. Nummer). Von der Redaktion zu überarbeitende Beiträge und Bildvorlagen bedingen längere Fristen, i. A. 2 Monate.
12. *Aktuelle Kurzmitteilungen* ohne und mit Bildvorlagen können noch 4 Wochen vor Erscheinen des betr. Heftes angenommen werden. Der Text darf ½ Schreibmaschinenseite nicht überschreiten und die Zahl der Bildvorlagen ist auf 2 begrenzt.

Die Redaktion behält sich das Recht vor, den obigen Weisungen nicht oder nur teilweise entsprechende Beiträge den Autoren zur Verbesserung zurückzusenden. Dies kann sowohl das Text-, als auch das Bildmaterial betreffen. Sonderwünsche für Bildkombinationen, Retouchen etc. sind *kostenpflichtig*. Entsprechende Arbeiten der Clichieranstalt werden den Autoren zum Selbstkostenpreis in Rechnung gestellt.

Separata

Der Bezug von Separata ist ab 1. 1. 1974 wie folgt geregelt:

a) Autoren, die von der Redaktion angeforderte Leitartikel veröffentlichen, erhalten auf Wunsch bis zu 50 Separata gratis.
b) Autoren, die Artikel von besonderem Interesse veröffentlichen, können auf entsprechende Weisung der Redaktion ebenfalls bis zu 50 Separata gratis erhalten.
c) Separata aller übrigen Publikation können nur zu den Selbstkosten der Druckerei geliefert werden.

Separata müssen *in allen Fällen spätestens* mit der Rückgabe des korrigierten Fahnenabzugs angefordert werden, da sie üblicherweise im Vorausdruck erstellt werden. Falls sie kostenpflichtig sind, stellt die Druckerei direkt Rechnung. Da der Satz nicht aufbewahrt wird, kann auf spätere Ansuchen nach Separata *nicht* eingegangen werden. Es ist dann nur noch möglich, ganze ORION-Hefte beim Generalsekretariat käuflich zu erwerben.

Pflichten der Redaktion

Die Redaktion ist verpflichtet, eingehende Manuskripte auf ihre Eignung für einen Abdruck im ORION zu prüfen oder von wissenschaftlichen Institutionen prüfen zu lassen. Sie hat den Entscheid über Annahme oder Ablehnung von Beiträgen, sowie über den Zeitpunkt des Erscheinens angenommener Beiträge. Die Redaktion ist ferner verpflichtet, Beiträge zu kürzen, wenn ihr dies als geraten erscheint, und Auswahlen aus dem Bildmaterial zu treffen, falls dies zu umfangreich sein sollte. Sie wird hiervon Gebrauch machen, wenn es die finanziellen Verhältnisse der Gesellschaft erfordern, wofür sie mit verantwortlich ist. Da der Redaktion auch die Annoncenverwaltung untersteht, wird sie jedoch bemüht sein, aus dem Annoncenkonto Zuschüsse an die Kosten des ORION zu leisten und von Sparmassnahmen nur im Notfall Gebrauch machen. Die Redaktion

Generalversammlung der SAG vom 4./5. Mai in Genf Anmeldung von Kurzvorträgen

SAG-Mitglieder und Gäste, die einen Kurzvortrag zu halten wünschen, sind gebeten, ihre Anmeldung dazu unter Angabe der dazu benötigten Hilfsmittel (Kleinbildprojektor etc.) *möglichst umgehend* zu richten an: M. Michel Keller, Rue du Contrat-Social 7, CH-1203 Genève.

ORION

Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Bulletin de la Société Astronomique de Suisse

Allgemeine Angaben

Die Zeitschrift ORION erscheint 1974 im 32. Jahrgang in 6 zweimonatlichen Ausgaben jeweils um die Mitte der Monate Februar, April, Juni, August, Oktober und Dezember. Umfang der Hefte ca. 40 Seiten, Auflage im Durchschnitt 3000 Exemplare.

Der ORION berichtet in allgemein verständlicher und wissenschaftlich exakter Form über die Gebiete der Astronomie und Astrophysik, sowie der ihnen verwandten Wissenschaften und berücksichtigt dabei im besonderen auch die Bedürfnisse der Astroamateure. Als offizielles Organ der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft erreicht der ORION die grosse Mehrzahl ihrer Mitglieder, sowie ausländische astronomische Gesellschaften, astronomische Institute, Sternwarten, Bibliotheken und an der Astronomie interessierte Einzelpersonen in über 30 Ländern der Welt. Die Auflagen des ORION verteilen sich etwa zur Hälfte auf die Schweiz und das Ausland. Als Sprachen sind in Artikeln und in Inseraten Deutsch, Französisch, Englisch und Italienisch zugelassen.

Redaktion:
Die Redaktion wird zur Zeit von Dr.-Ing. E. Wiedemann, Garbenstrasse 5, CH-4125 Riehen unter der Mitwirkung von Dr. h. c. H. Rohr, Vordergasse 57, CH-8200 Schaffhausen und R. A. Naef, «Orion» Auf der Platte, CH-8706 Meilen, geleitet.

Clichés und Druck:
Clichés: Steiner und Co., Schützenmattstrasse 31, CH-4003 Basel.
Druck: A. Schudel und Co. A. G., Schopfgässchen 8, CH-4125 Riehen.

Bank:
Schweizerischer Bankverein, CH-4002 Basel, Postfach, Konto «ORION».

Insertionstarif Nr. 5,

gültig ab 1. 1. 1974

Brutto-Insertionspreise:

1/1 Seite Breite 158 mm, Höhe 221 mm, Fr. 600.—
1/2 Seite Breite 158 mm, Höhe 108 mm, Fr. 350.—
oder: Breite 76 mm, Höhe 221 mm, Fr. 350.—
1/4 Seite Breite 158 mm, Höhe 52 mm, Fr. 200.—
oder: Breite 76 mm, Höhe 108 mm, Fr. 200.—
1/8 Seite Breite 76 mm, Höhe 52 mm, Fr. 120.—
Andere Formate nur nach Vereinbarung.
2. und 3. Umschlagseite: nur 1/1 oder 1/2 Seite quer, Preiszuschlag 10 %. 4. Umschlagseite: nur 1/1 Seite (Maximal-Spiegel zulässig) Fr. 800.—

Inserat-Satz:
Dieser ist in jedem Fall kostenpflichtig und wird zu den jeweils geltenden Sätzen der Druckerei in Rechnung gestellt.

Platz- und Terminvorschriften:
Nur nach Vereinbarung mit der Redaktion. *Redaktionsschluss* für Inserate in Schwarz/Weiss ist jeweils 2 Wochen vor Erscheinen der betr. ORION-Ausgabe, also jeweils der 1. Tag des Erscheinungsmonats, wenn keine Probeabzüge verlangt werden. Für Vierfarben-Inserate und Schwarz/Weiss-Inserate, für welche Probeabzüge verlangt werden, ist der Redaktionsschluss 4 Wochen vor Erscheinen der betr. ORION-Ausgabe.

Belegexemplare:
Jeder Inserent erhält für jedes Inserat 2 Belegexemplare der betr. ORION-Nummer von der Druckerei zugestellt. Sie sind gratis. Weitere Belegexemplare können von der Druckerei zum normalen Preis bezogen werden.

Rabatte:
Bei mehrfachem Erscheinen desselben Inserats werden die folgenden Rabatte gewährt: bei 3 maligem Erscheinen: 5%
bei 4 maligem Erscheinen: 10%
bei 5 maligem Erscheinen: 12%
bei 6 maligem Erscheinen: 15%
Diese Rabatte werden nur für das Erscheinen innerhalb eines Kalenderjahres gewährt.

Kleine Anzeigen:
Kleine Anzeigen in petit-Satz von Privatpersonen (*nicht* von Firmen) können stets aufgenommen werden. Grundgebühr für 1/16 Seite: Fr. 30.—, Zuschlag für Chiffre-Anzeigen: Fr. 10.—

Agentur-Provisionen:

Agenturen, die Inserate vermitteln, erhalten Provisionen von 20% auf die Brutto-Insertionspreise. Weitergehende Abzüge können *nicht* gewährt werden.

Satzspiegel: 158 mm breit = 35 Cicero, 221 mm hoch = 49 Cicero. Spalten: 2 Spalten à 76 mm = 17 Cicero. Maximal-Spiegel (nur für Inserate auf der 4. Umschlagseite): 200 mm breit, 265 mm hoch.

Inserate in Vierfarbendruck:

Inserate in Vierfarbendruck sind nur in den Formaten 1/1 und 1/2 Seite quer auf der 3. und 4. Umschlagseite möglich. Zu den Netto-Format-Preisen werden die Vorlagenbearbeitung, die Filme und die Druckkosten in Rechnung gestellt. Anfragen erbeten.

Rechnungsstellung:

Die Rechnungsstellung für Inserate erfolgt halbjährlich am 1. Juni und 1. Januar *netto, Ziel 30 Tage*. Die Zahlung hat mit beiliegendem Einzahlungsschein oder spesenfrei per Bankgiro oder Bankcheck an den Schweizerischen Bankverein, CH-4002 Basel, Postfach auf das Konto «ORION» zu erfolgen. Bei Nichteinhaltung des Zahlungstermins erfolgt spesenpflichtige Mahnung und Erhebung eines Verzugszinses von 12% p.a. Gerichtsstand ist Basel.

Aufbewahrung von Clichés:

Clichés werden 3 Jahre, von der Erledigung des Auftrags an gerechnet, aufbewahrt. Matern und Satz werden nicht aufbewahrt.

Beilagen:

Auf Anfrage unter Vorlage eines Musters, das von der Redaktion zu genehmigen ist. Bei Genehmigung ist die von der Redaktion mitgeteilte Stückzahl 2 Wochen vor Erscheinen des betr. Heftes der Druckerei anzuliefern. Die Grundgebühr für Beilagen beträgt je nach Art und Grösse Fr. 500.— bis 700.— zusätzlich Einlegearbeit und zusätzlichen Portokosten.

Aus der SAG

Jahresbericht der Astronomischen Gesellschaft Biel

Als vor zwei Jahren die AGB gegründet wurde, dachte wohl niemand, dass sie sich in dieser relativ kurzen Zeit so gut entwickeln würde. Die Mitgliederzahl hat sich von 18 auf 54 erhöht. Der Vorstand ist über diese Entwicklung sehr erfreut und bemüht sich, den Mitgliedern jedes Jahr ein reichhaltiges Programm vorzusetzen.

So wurde im Februar 1973 die Handhabung der drehbaren Sternkarte geübt, um vor allem den Neueingetretenen das Zurechtfinden am nächtlichen Himmel in der bevorstehenden Saison zu erleichtern.

Im darauffolgenden Monat hörten unsere Hobby-Astronomen ein Referat von Dr. P. Jakober, Sternwarte Burgdorf, über Kometen. Ein Mitglied vermittelte im April mit Hilfe vorzüglicher Diapositive der NASA nochmals die prickelnde Spannung der ersten Mondfahrten.

Einen Höhepunkt bedeutete zweifellos eine Exkursion auf die Eidgenössische Sternwarte Zürich. Dort erläuterte der bekannte Sonnenforscher Prof. Dr. M. Waldmeier die vielfältigen Resultate und Probleme der heutigen Sonnenforschung.

Zum Herbstbeginn fand ein gemeinsamer Besuch des «Planeten-Parcours» bei Burgdorf statt. Die Burgdorfer Sternfreunde errichteten im dortigen Gelände ein «Sonnensystem» im Maßstab 1:1 Milliarde. Am Startpunkt steht auf einem schlanken Sockel das Sonnenmodell, eine gelbe Kugel von knapp 1,4 m Durchmesser. In den entsprechenden Abständen sind die Planeten Merkur bis Pluto auf eine Strecke von ca. 6 km im Gelände verteilt und mit informativen Beschriftungen versehen.

Im Winterprogramm stand endlich ein Vortrag des Astronomen Paul Wild, Bern. Sein Thema behandelte hauptsächlich den Kometen Kohoutek (1973 f).

Als abschliessende Veranstaltung wurde noch ein astronomischer Tonfilmabend durchgeführt.

Um auch ein breiteres Publikum mit unserer Tätigkeit bekannt zu machen, wurden einige Aktionen öffentlich durchgeführt. So wurde am 30. Juni die partielle Sonnenfinsternis zahlreichen Besuchern auf dem Dach des Farelhauses bei schönstem Wetter gezeigt. Die zwei gleichen Spiegelteleskope wurden im Oktober wiederum für 14 Abende eingesetzt, um öffentliche Sternschauen durchzuführen. Am 10. November standen die Instrumente auf der Terrasse der Sportschule Magglingen. Das ausgezeichnete Wetter gestattete uns den Merkurdurchgang vom 10. 11. 1973 zu beobachten.

Um seinen Mitgliedern den Selbstbau eines Spiegelteleskops zu ermöglichen, organisiert die AGB einen Spiegelschleifkurs, dessen Beginn unmittelbar bevorsteht.

Wie man sieht, hat sich unsere Sektion gut entwickelt und wir hoffen alle, dass es so weitergehen wird. A. Gerster

Hans Rohr am Schweizer Fernsehen

Am 9. März 1974, 20h20 bot das Schweizer Fernsehen in der Sendung «Glas» unserem verdienten ehemaligen Generalsekretär und Vorstands- und Ehrenmitglied Dr. h. c. Hans Rohr Gelegenheit, über den Werkstoff Glas als Material für Teleskopspiegel aus seiner reichen Erfahrung zu berichten. Wir freuen uns darüber, dass damit das Interesse an der Amateur-Astronomie einmal mehr in die breitere Öffentlichkeit getragen werden konnte und danken unserem Freund Hans Rohr dafür, dass er sich ein weiteres Mal dafür verwendet hat.

Inhaltsverzeichnis – Sommaire – Sommario

M. Waldmeier:
Sonnenbeobachtungen für den Amateur 43
H. Tteutner:
Sonnenphotographie 44
J. Schaedler und G. Klaus:
Neue Möglichkeiten der Sonnenbeobachtung für den Amateur 50
G. Klaus:
Der Protuberanzenaufstieg vom 25. März 1967 52
H. Brägger und E. Moser:
Das Filmen von Sonnenprotuberanzen 54
F. Dorst:
Die ringförmige Sonnenfinsternis vom 24. Dezember 1973 59
Skylab-Aufnahme einer Sonneneruption im Helium-Licht 61
F. Veio:
Ein extrem kurz gebautes Spektrohelioskop 62

Aus der Forschung:

H. Urbarz:
Ergebnisse von zwei Jahren Korona-Forschung mit dem Radio-Heliographen von Culgoora 63
M. Frick:
Astronomische Ortsbestimmung bei Ortswechsel 70
D. Wiedemann:
Nicht-statische Weltmodelle 71

Vortragsbericht:

P. Wild:
Kometen 76
Palomar-Schmidt-Aufnahme des Kometen Kohoutek (1973f) 77
A. Heck:
Prochain Retour de la Comète périodique Encke 1786 I . 78
R. Germann:
R Coronae borealis 80
Bibliographien (E. Antonini, D. Wiedemann, H. Müller, E. Wiedemann) 81
Schweizerische Astronomische Gesellschaft:
Protokoll der GV vom 12. Mai 1973 84
Geschäftsbericht 1973 85
Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Weisungen für die Autoren 86
Insertionstarif No. 5 87
A. Gerster:
Jahresbericht der Astronomischen Gesellschaft Biel 88

Zu kaufen gesucht:
1 Badener Montierung für 20 cm-Instrument, komplett, mit Stativ und motorischer Nachführung in Stunde.
Offerten erbeten an:
Roland Schneider,
St. Johannesstrasse 23,
6300 Zug, Tel. 042-31 38 14

Zu verkaufen:
1 Theodolit Wild T 16 mit Nivelliereinrichtung, fabrikrevidiert, Genauigkeit 6", Zenitokulare
1 Heuer Präzisionschronometer, fabrikrevidiert,
1 Schleifeinrichtung für Spiegel 20 cm ⌀
1 Vacuumgefäss für Korrektionsplatte 15 cm ⌀
1 Präzisions-Sphärometer (für Schmidtkamerabau)
1 Super 8-Filmausrüstung mit Dual-Projektor.
Anfragen an: E. Reusser,
Trottenstr. 15,
5400 Ennetbaden,
Tel. 056-22 33 62

Schweizerische Astronomische Gesellschaft

Materialzentrale

Materiallager: **Max Bührer-Deola, Hegaustr. 4, 8212 Neuhausen a. Rhf. Tel. (053) 2 55 32**

Briefadresse: **Fredy Deola, Engestrasse 24, 8212 Neuhausen a. Rhf. Tel. (053) 2 40 66**

Wir führen sämtliches Material für den Schliff von Teleskopspiegeln, sowie alle nötigen Bestandteile für den Fernrohrbau.

Bitte verlangen Sie unverbindlich unsere Preisliste.

SYNASTRONE®

Die Weltzeit-Sternzeit-Uhr des Astroamateurs (✠ Patent 459.896 Dr. E. Wiedemann), beschrieben in ORION 115, Seite 157, zeigt die Sternzeit auf 0.2 Sekunden/Jahr genau. Sie ist jetzt prompt lieferbar vom **Treugesell-Verlag Dr. H. Vehrenberg,** D 4000 Düsseldorf 4, Schillerstrasse 17, Postfach 4065. Sie kostet weniger als Fr. 300.—.

Royal

Präzisions-Teleskope

Sehr gepflegte japanische Fabrikation

Refraktoren mit Objektiven von 60—112 mm Öffnung

Reflektoren mit Spiegeln von 84—250 mm Öffnung

Grosse Auswahl von Einzel- **und Zubehörteilen**

Verkauf bei allen Optikern

Generalvertretung, **GERN,** Optique, Neuchâtel

Spiegel-Teleskope

für astronomische und terrestrische Beobachtungen

Typen:
- **Maksutow**
- **Newton**
- **Cassegrain**
- **Spezialausführungen**

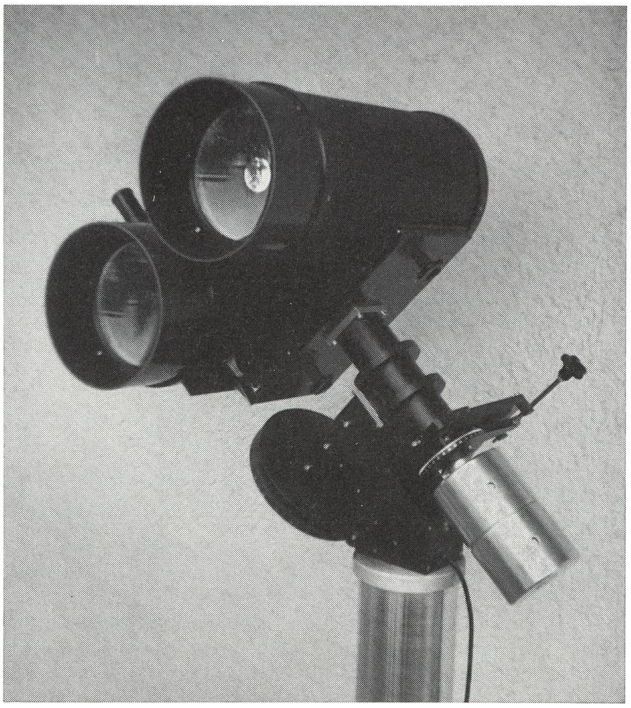
Spiegel- und Linsen-∅: 110/150/200/300/450/600 mm

Günstige Preise, da direkt vom Hersteller:

E. Popp
TELE-OPTIK * 8731 Ricken

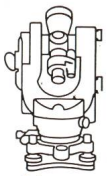
Haus Regula Tel. (055) 72 16 25

Beratung und Vorführung gerne und unverbindlich!

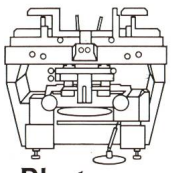


MAKSUTOW-Doppel-Teleskop 200/500 mm und 3200 mm

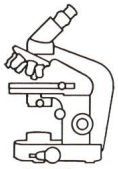
Wild Präzisions-Instrumente



für die Vermessung



für die Photogrammetrie



für die Mikroskopie

sind auf der ganzen Welt verbreitet und geniessen das Vertrauen internationaler Fachkreise.

Wild Heerbrugg AG, CH-9435 Heerbrugg/Schweiz

WILD HEERBRUGG

Astro-Bilderdienst der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft

Farb-Dia Serie 15 BRA
von Dr. E. Brodkorb, K. Rihm und E. Alt.
6 Dias (glasgefasst, 5x5 cm, mit Legenden) in neuem Drei-Farben-Verfahren, siehe «ORION» Nr. 135 (1973). M 8; M 16; M 17; NGC 253 (Galaxie); NGC 2070 (Tarantelnebel in der Grossen Magellanschen Wolke); Ausschnitt aus Schütze mit M 8, 16, 17, 18, 20, 21, 23, 24, 24, 25 und Jupiter.
Preis: Schweiz: Fr. 21.50 + Nachnahme, Ausland: sFr. 25.—.

Durch die Sahara zur Sonnenfinsternis 1973
Bericht über die Expedition der URANIA-Sternwarte Burgdorf nach Agadez (Niger) von U. Thomet und W. Staub, 88 Seiten, 25 Bilder auf Kunstdruckpapier, 44 Zeichnungen.
Preis: Schweiz: Fr. 10.— + Nachnahme, Ausland: sFr. 12.—.

Farb-Postkarte Komet Bennett
aufgenommen von C. Nicollier im April 1970 auf dem Gornergrat (Titelbild von «ORION» 138).
Preise: Schweiz: 20 Stück Fr. 7.50, 50 Stück Fr. 18., 100 Stück Fr. 35.— je + Nachnahme. Ausland: 20 Stück sFr. 9.—, 50 Stück sFr. 20.—, 100 Stück sFr. 38.—.

Planetarium, Modell des Sonnensystems
Blatt im Format 150x62 cm mit den Projektionen der Planetenbahnen auf die Ekliptik. Die Planeten und Raumsonden können entsprechend ihrer heliozentrischen Länge (z. B. nach «Der Sternenhimmel» von R. A. Naef) mit Nadeln gesteckt werden. Auf dem Blatt sind 3 Modelle für Merkur-Mars, Merkur-Saturn und Mars-Pluto je mit Gradnetzen von 10 zu 10 Grad.
Hersteller: Astronomische Gesellschaft Burgdorf.
Preis für 1 Blatt, inkl. Nadeln und Versand in Rolle, Schweiz: Fr. 12.— + Nachnahme, Ausland: sFr. 15.—.

Gesamkatalog
Er wird Interessenten gerne zugestellt.

Lieferung
— in der Schweiz nur per Nachnahme.
— ins Ausland nur gegen Vorauszahlung durch internationale Postanweisung an:

NEUE ADRESSE:
ASTRO-BILDERDIENST SAG,
Walter Staub, Meieriedstrasse 28 B
CH-3400 Burgdorf (Schweiz)

Service de photographies de la Société Astronomique de Suisse

Abb.: Spiralnebel M 51
im Sternbild der Jagdhunde
Copyright by Schweizerische
Astronomische Gesellschaft
Schaffhausen

OP 001 A

SCHOTT MAINZ

Um ferne Nebel zu beobachten, brauchen Sie SCHOTT

ZERODUR®
die transparente Glaskeramik ohne Wärmedehnung.
Das neue Material für astronomische Teleskopspiegel.
Bitte verlangen Sie Druckschrift 3063.

DURAN®
das Spezialglas mit der niedrigen Ausdehnung
von $\alpha = 32 \times 10^{-7}/°C$ als preisgünstige Spiegelträger.
Kennen Sie das Standardrundscheiben-Programm aus DURAN?

Filtergläser
in allen Abmessungen und Absorptionseigenschaften.
Bitte geben Sie bei Anfragen Ihre Wünsche
zu den Transmissionseigenschaften bekannt.
Neuentwicklung: Schwächungsfilter zur Sonnenbeobachtung.
Merkblatt 3722

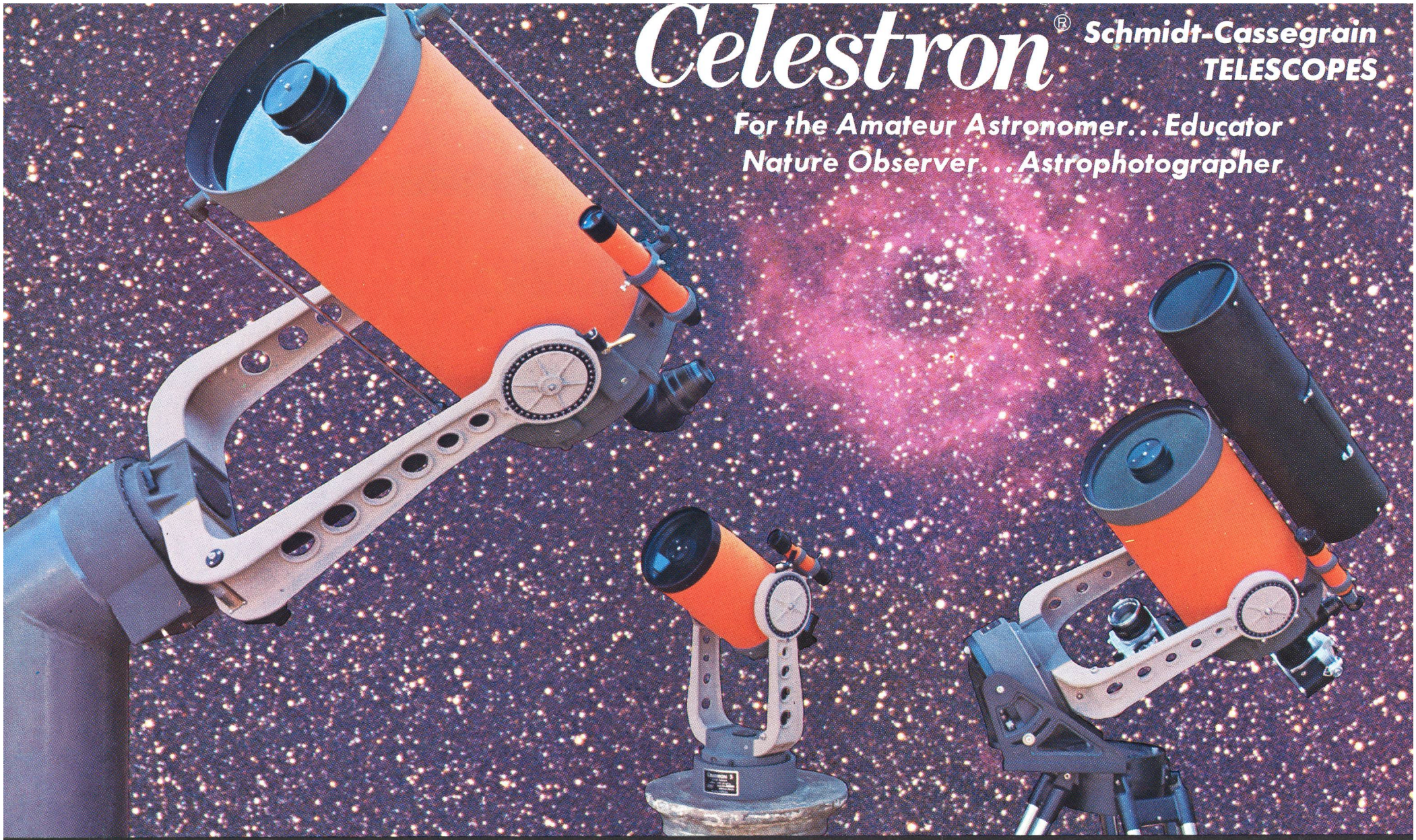
Interferenzfilter
für den Spektralbereich von 2000-20000 Å. Merkblatt 3711.
Neuentwicklung: Filter zur Beobachtung von Protuberanzen.
Merkblatt 3721.

SCHOTT | JENAER GLASWERK SCHOTT & GEN., MAINZ
Geschäftsbereich Optik · D-65 Mainz/Rh. · Postfach 2480 · Tel. (06131) 6061

Vertretung für die Schweiz: Louis Schleiffer AG, CH-8714 Feldbach (Zürich), Tel. 055/42 22 12

Celestron® Schmidt-Cassegrain TELESCOPES

For the Amateur Astronomer... Educator
Nature Observer... Astrophotographer



Celestron 14 | **Celestron 5** | **Celestron 8 (Astrophoto Lab)**

EINE INTERESSANTE NEUIGKEIT!
CELESTRON, der in der Welt führende Hersteller von **Schmidt-Caissegrain**-Teleskopen, bringt seine hervorragende Reihe dieser Instrumente nun auf den europäischen Markt. Diese Instrumente machen durch optische Faltung des Strahlengangs aus grossen Fernrohren kleine, portable Teleskope. Computer-Durchrechnungen beweisen, dass damit schärfere Bilder über ein grösseres flaches Feld als mit irgendwelchen anderen derzeit angebotenen Teleskopen erhalten werden.

Zudem war der Kauf eines **Celestrons** noch nie so interessant wie jetzt — der Preis beträgt nur noch etwa ⅔ des Preises von vor 2 Jahren, wozu auch die Währungsverhältnisse beigetragen haben. **Celestron**-Schmidt-Cassegrain-Teleskope (made in U.S.A.) sind jetzt in Europa erhältlich. Der Repräsentant für Europa hält ausführliche Unterlagen bereit.

Im Hintergrund: Rosetten-Nebel, aufgenommen mit CELESTRON 14 cm f/1.65 Schmidt-Kamera

CELESTRON	5	8	14
Freie Öffnung:	12.7 cm	20 cm	35.5 cm
Lichtstärke:	f/10	f/10	f/11
Gewicht:	5.5 kg	10 kg	50 kg
Richtpreise in sFrs.:	2306.—	3321.—	12 910.—

Diese Preise verstehen sich für Lieferung frei Zürich, können aber den Wechselkursen entsprechend schwanken.

Repräsentant für Europa: Treugesell-Verlag, Schillerstrasse 17, D 4000 Düsseldorf 4, Postfach 4065 (Dr. H. Vehrenberg)