Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 31 (1973)
Heft: 134

Heft

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

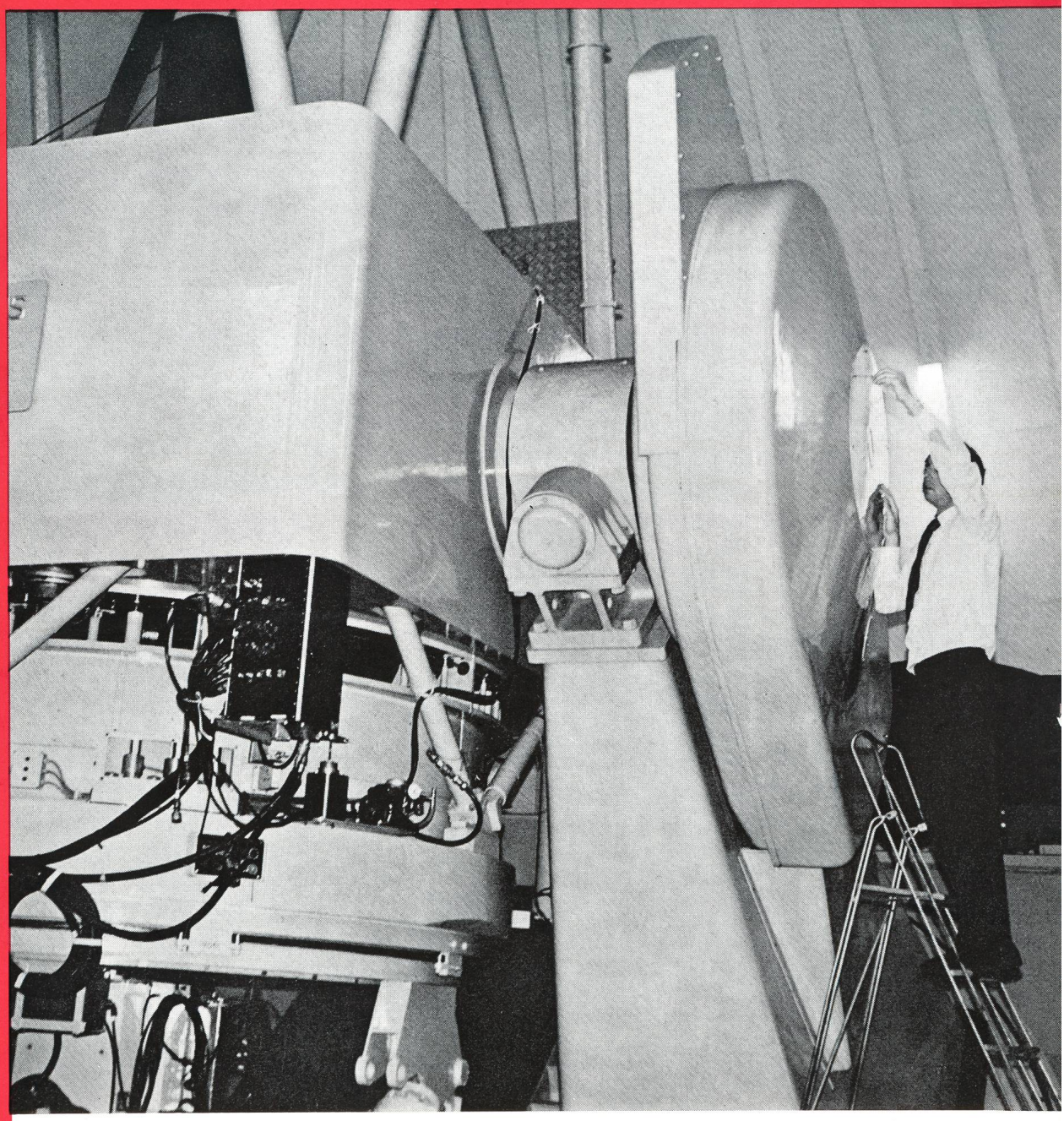
Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 31.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

ORION

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



Das ISAAK NEWTON-Teleskop in Herstmonceux. Blick auf das rechte Deklinationsachsen-Lager.
Aufnahme: M. Lammerer. Vergl. Text Seite 3.

31. Jahrgang
31e année

Februar
Février
1973

134

Ausserdem in diesem Heft:

P. Buser, Die Durchmesserbestimmung von Sternen mit interferometrischen Methoden — **D. Wyler,** wie stirbt ein Stern? (Nach dem Vortrag von **P. D. Dr. G. A. Tammann**) — Die neue Marskarte der NASA — **H. Treutner,** Stellarphotographie mit dem Refraktor — u. v. a.

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. 4

Administration: Generalsekretariat der SAG, Vordergasse 57, CH-8200 Schaffhausen

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. 6.—, Ausland SFr. 7.— 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: K. Roser, Zentralkassier SAG, PCh. 82-158 Schaffhausen, Winkelriedstrasse 13, CH-8200 Schaffhausen. Schweiz: Fr. 25.–, Ausland: SFr. 30.–.

Der ORION erscheint 6x 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. 4

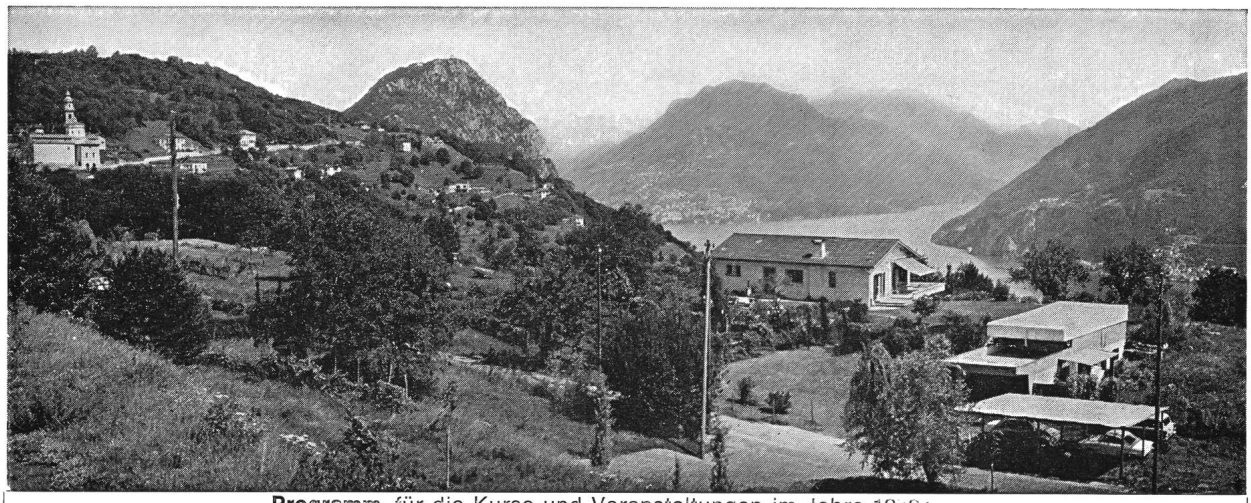
Administration: Secrétariat général SAS, Vordergasse 57, CH-8200 Schaffhouse

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. 6.–, Etranger FrS. 7.— (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 K. Roser, caissier central SAS PCh. 82-158 Schaffhouse, Winkelried-Strasse 13, CH-8200 Schaffhouse. Cotisation annuelle: Suisse Fr. 25.–, Etranger FrS. 30.–.

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

CALINA Ferienhaus und Sternwarte CARONA
idealer Ferientreffpunkt aller Amateur-Astronomen



Programm für die Kurse und Veranstaltungen im Jahre 1973:

9.-14. April	***Elementarer Einführungskurs** in die Astronomie für Lehrkräfte. Leitung: Herr Dr. M. Howald, naturwissenschaftliches Gymnasium Basel.
23.-24. Juni	**Wochenend-Kolloquium.** Leitung: Herr Prof. Dr. M. Schürer, Bern. Thema: Optische Systeme für die Amateur-Astronomie.
30. Juli-4. August	**Wochen-Kurs,** Berechnung und Konstruktion von Sonnenuhren, mit praktischen Übungen. Leitung: Herr Erwin Greuter, Herisau
8.-13. Oktober	***Elementarer Einführungskurs** in die Astronomie für Lehrkräfte. Leitung: Herr Dr. M. Howald, naturwissenschaftliches Gymnasium Basel
15.-20. Oktober	***Elementarer Einführungskurs** in die Astronomie für Lehrkräfte. Leitung: Herr Dr. M. Howald, naturwissenschaftliches Gymnasium Basel.

* Diese Kurse sind auch nicht im Lehramt tätigen Personen zugänglich.
Auskünfte und Anmeldungen: Frau Lina Senn, Spisertor, CH-9000 St. Gallen, Telefon: 071-23 32 52. Telex: 77685. 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

31. Jahrgang, Seiten 1—36, Nr. 134, Februar 1973 31e année, pages 1—36, No. 134, Février 1973

Das Royal Greenwich Observatory in Herstmonceux

Eindrücke von einer Besichtigung

von MAX LAMMERER, Lichtenfels

Im September des vergangenen Jahres besuchte der Verfasser dieses Berichts anlässlich einer Reise nach London das Royal Greenwich Observatory in Herstmonceux/Sussex. Die ORION-Redaktion hatte ihn gebeten, von dieser Sternwarte, einer der grössten in Europa, einen Bildbericht mitzubringen. Wir freuen uns, dieses Material unseren Lesern heute unterbreiten zu können.
Die Redaktion

Einleitung

Herstmonceux ist ein kleiner Ort zwischen London und der Kanalküste im hügeligen Land von Sussex, etwa 10 Kilometer vom Meer entfernt. Höchstwahrscheinlich wäre das Dorf genauso unbekannt geblieben wie viele andere Dörfer in England, hätte es nicht in seiner Geschichte zwei bedeutende Ereignisse gegeben, die seinen Namen weithin bekannt gemacht haben. Sir ROGER DE FIENNES, Schatzmeister des jungen König Heinrich VI., begann 1441 bei Herstmonceux sein grandioses Wasserschloss zu errichten, das heute noch gut erhalten ist. Das zweite Ereignis, das den Namen Herstmonceux weltbekannt machte, fand 1946 statt, als sich die Britische Regierung dazu entschloss, das *Royal Greenwich Observatory*, das fast 3 Jahrhunderte in dem gleichnamigen Ort östlich von London untergebracht war, nach Sussex zu verlegen und das Schloss von Herstmonceux als das Verwaltungszentrum und als die Wohnung des Direktors zu verwenden.

Die Verlegung des Observatoriums von London – wo die Lichtflut und die atmosphärischen Bedingungen der Großstadt eine ungestörte Beobachtertätigkeit fast unmöglich machten – nach Herstmonceux geschah schrittweise. Heute präsentiert sich das *Royal Greenwich Observatory* als eine moderne Forschungsstätte mit einem grossen Mitarbeiterstab und es besitzt neben einer ganzen Reihe mittelgrosser Instrumente das ISAAK NEWTON-Teleskop mit 2,50 m Spiegeldurchmesser.

Dem Verfasser war es vergönnt, anlässlich einer Reise nach London das Observatorium zu besuchen. Es sei an dieser Stelle den wissenschaftlichen Mitarbeitern der Sternwarte für ihr Entgegenkommen gedankt, besonders Mr. H. M. SMITH und Mr. FINCH.

Gebäude und Einrichtungen

Das *Royal Greenwich Observatory* besitzt in Herstmonceux ein ideales Gelände dessen wirkliche Grösse man kaum überschauen kann. Auf diesem Terrain sind die einzelnen Gebäude oder Gebäudegruppen der Sternwarte verteilt und durch Strassen und Wege miteinander verbunden.

Den Mittelpunkt der Sternwarte bildet das Schloss, das in einer Senke liegt und unter anderem auch die Bibliothek enthält. Nach Westen zu, auf einer Anhöhe, befindet sich ein grosses, modern gestaltetes Verwaltungsgebäude, in dem die Beobachtungsergebnisse ausgewertet werden, das die technischen Werkstätten beherbergt und in dessen Kellerräumen die komplizierten elektronischen Apparaturen des *Greenwich Time Service* untergebracht sind. Nicht weit von diesem Gebäude entfernt liegt das Sonnenobservatorium. Am Schloss vorbei gelangt man zur SPENCER JOHNES Group, wo sich das grosse Passage-Instrument der Sternwarte befindet.

Auf der östlichen Hälfte des Geländes sind die eigentlichen Beobachtungskuppeln zu finden und zwar nach Norden zu die sogenannte *Equatorial Telescope Group* und nach Süden zu die alles überragende Kuppel des ISAAK NEWTON Teleskops.

Forschungs- und Arbeitsbereiche

Die Anzahl und die Art der Gebäude lässt bereits den weitgespannten Bogen astronomischer Forschungstätigkeiten erkennen, mit denen man sich in Herstmonceux beschäftigt.

Der *Greenwich Time Service* versorgt die BBC-Radiostationen mit präzisen Zeitsignalen, die auf ein oder zwei Tausendstel-Sekunden genau sind. Diese Zeitsignale, die auf der ganzen Welt ausgesendet werden, werden auf der Sternwarte überprüft. Der Vergleich des Laufes der verwendeten Atomuhren mit der Rotation der Erde geschieht mit Hilfe eines photographischen Zenitteleskops. So wurde die bekannte Tatsache der Schwankung der Erdrotation und die damit verbundene Auswirkung auf die Defi-

nition der Zeit zum ersten Mal vom Greenwich Time Service erkannt und zwar bereits im Jahre 1950.

Ein weiterer Aufgabenbereich der Sternwarte bildet die *Beobachtung von Sternpositionen* und das Messen ihrer Veränderung. Man verwendet dazu hauptsächlich zwei Instrumententypen, den Meridiankreis der SPENCER JOHNES Group und zwei photographische Teleskope der Equatorial Telescope Group. Während der am Besuchstag des Verfassers durchgeführten Führung für die Astronomische Gesellschaft der BBC London wurde demonstriert, welche umfangreichen Checks am Meridiankreis jedesmal vor seiner Verwendung durchgeführt werden müssen, um Systemfehler soweit wie möglich zu vermeiden.

Abb. 1: Der Haupteingang des aus dem 15. Jahrhundert stammenden Schlosses Herstmonceux, in dem heute das Verwaltungszentrum des Royal Greenwich Observatoriums untergebracht ist.

Für die photographische Überwachung der Sternpositionen verwendet man 2 Teleskope – u. a. den 26-Zoll THOMPSON Refraktor –, die bereits seit der Jahrhundertwende in Greenwich eingesetzt wurden. Man besitzt deshalb eine grosse Anzahl von phot. Platten, deren Aufnahmedatum relativ weit zurückliegt und deren Vergleich mit den neuesten Aufnahmen gute Messergebnisse erwarten lässt.

Die Erstellung des *Nautical Almanac*, eine jährlich wiederkehrende Aufgabe der Sternwarte, wird bereits seit über 200 Jahren betrieben. Dieses Jahrbuch enthält wichtige Daten für die Seenavigation, für die Luftfahrtnavigation und astronomische Tabellen und erscheint heute entsprechend in einer dreifachen Ausführung als: «*The Nautical Almanac*», «*The Air Almanac*» und «*The Astronomical Ephemeris*».

Das Sonnenobservatorium, das gleich in der Nähe des Eingangs zur Sternwarte gelegen ist, führt eine ständige *Sonnenüberwachung* durch und erstellt Sonnenfleckenrelativzahlen, die den verschiedenen meteorologischen Institutionen und Radiostationen zur Verfügung gestellt werden. Ist der Himmel über Herstmonceux bedeckt, so stehen täglich Sonnenaufnahmen zur Verfügung, die am Kap der Guten Hoffnung oder in Indien gemacht werden.

Den breitesten Raum in der Aktivität der Sternwarte nehmen jedoch *astronomische und astrophysikalische Forschungsarbeiten* ein. Dabei hat sich das Royal Greenwich Observatory u. a. auf spektroskopische Untersuchungen spezialisiert. Die der Sternwarte angegliederte Werkstatt hat 3 Spektrographen gebaut, die zusammen mit einem 36-Zoll Reflektor, einem 30-Zoll Reflektor und mit dem 98-Zoll ISAAK NEWTON Teleskop eingesetzt werden.

In diesem Zusammenhang ist die Verbindung und wissenschaftliche Zusammenarbeit des *Royal Greenwich Observatory* mit dem *Royal Observatory am Kap der Guten Hoffnung* und mit dem *Radcliffe Observatory* in Pretoria bedeutsam, die einer gemeinsamen wissenschaftlichen Führung durch den *Science Research Council* unterstehen.

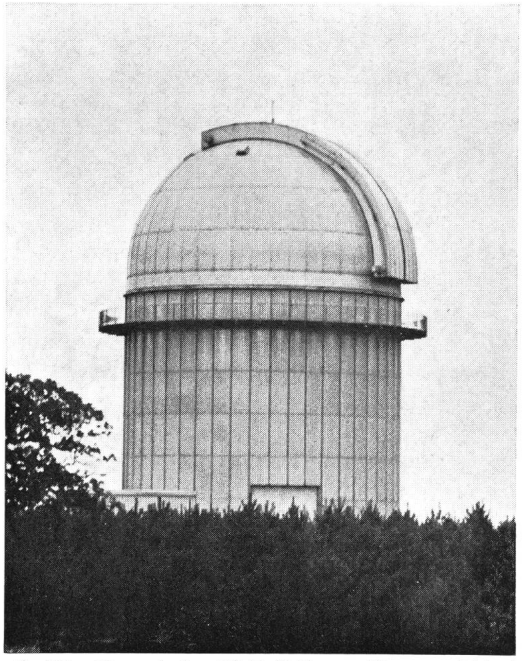


Abb. 2: Die Kuppel des 98-Zoll ISAAK NEWTON-Teleskops. Die Gesamthöhe dieses Gebäudes beträgt 28 m und die Kuppel allein wiegt 120 Tonnen.

Das 98-Zoll ISAAK NEWTON *Teleskop*

Die gewaltigen Ausmasse dieses über 100 t schweren Teleskops veranschaulicht am besten das Titelbild auf dem Umschlag dieser Ausgabe des ORION. Es zeigt das westliche Deklinationslager und den Antrieb in Deklination.

Wie die meisten Teleskope dieser Grössenordnung hatte das zu Ehren des grossen Englischen Physikers, Astronomen und Erfinders benannte ISAAK NEWTON Teleskop eine lange Entstehungsgeschichte. Mehr als 20 Jahre dauerte es, bis die Vorstellungen der Astronomen Wirklichkeit wurden, wobei neben der Fi-

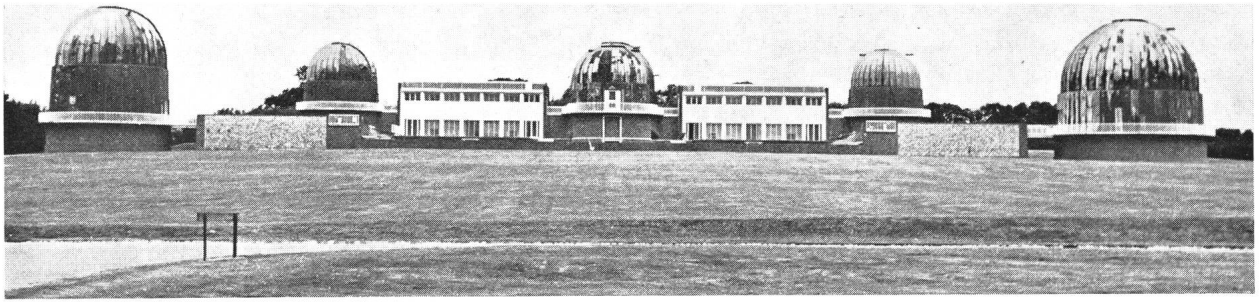


Abb. 3: Blick auf die «Equatorial Telescope Group». Die 6 Kuppeln – eine zweite in der Bildmitte ist verdeckt – enthalten von links nach rechts die folgenden Instrumente: 26-Zoll THOMPSON-Refraktor (photographisch), 30-Zoll GRUBB-Reflektor, 36-Zoll YAPP-CASSEGRAIN-Reflektor, 13-Zoll-Refraktor, ein neues grosses SCHMIDT-Teleskop und den 28-Zoll-GRUBB-Refraktor (visuell). Diese Aufnahme wurde in der Nähe des ISAAK NEWTON-Teleskops mit Blick nach Norden gemacht.

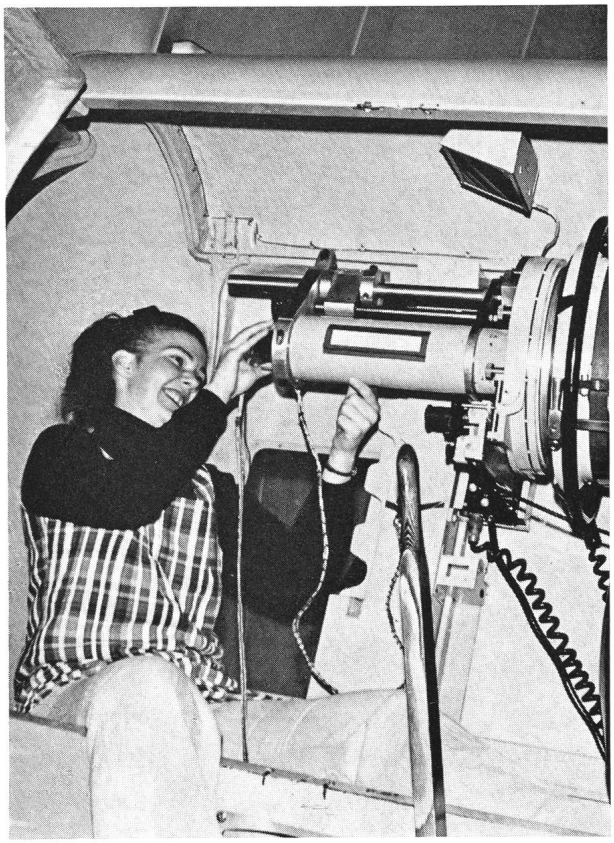


Abb. 4: Das Innere der Primärfokuskabine des 98-Zoll Teleskops. Eine Mitarbeiterin des Imperial College London inspiziert den elektronischen Bildverstärker.

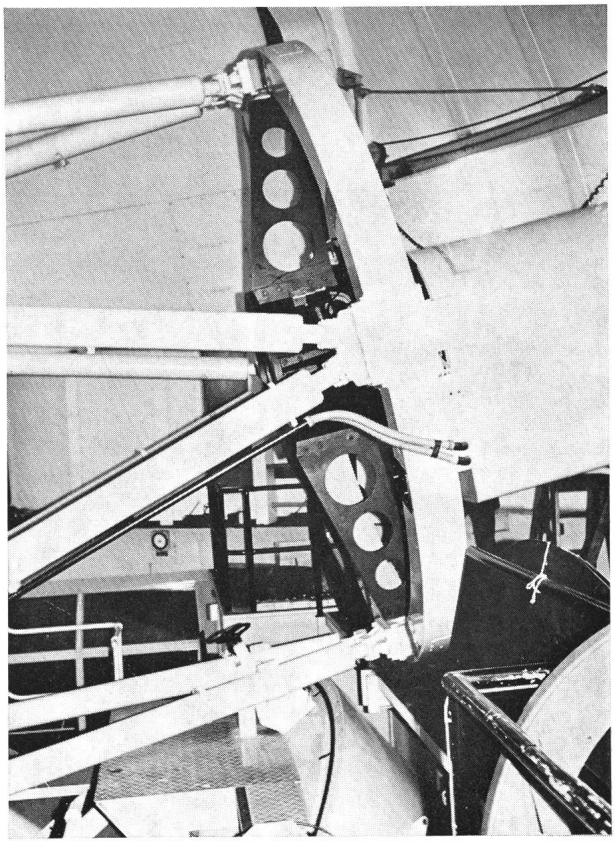


Abb. 5: Der vordere Abschlussring des Teleskops mit der Halterung für die photographische Einrichtung für Aufnahmen im Primärfokus. Rechts die Beobachterkabine.

nanzierung des Projekts die optische Konzeption des Geräts ein lang diskutiertes Problem darstellte. Alle Möglichkeiten – einschliesslich SCHMIDTkamera – hatte man ins Auge gefasst, und als der Bau des Teleskops begann, war man schliesslich doch zu einem konventionellen System zurückgekehrt, mit einem parabolischen Hauptspiegel, mit NEWTON-CASSEGRAIN- und Coudéfokus als wahlweise Alternativen.

Der Hauptspiegel des Teleskops, der bereits 1936 aus Pyrex gegossen wurde, hat einen Durchmesser

von 2,50 m und eine Brennweite von 7,50 m (F/3), im CASSEGRAIN-Fokus arbeitet das Teleskop mit einem Öffnungsverhältnis von F/14,1 und im Coudéfokus mit F/32,2.

Eine der Besonderheiten des Teleskops ist die moderne Lagerung des etwa 4 t schweren Hauptspiegels. So eigenartig es klingen mag, der Spiegel wird in seiner Gewichtskomponente parallel zur optischen Achse durch Luftdruck, der durch eine grosse Zahl von Abstandsstücken auf die Spiegelrückseite übertragen wird, gehalten. Je nach Fernrohrlage wird dieser Druck automatisch verändert und im Maximum der Belastung, also bei Beobachtungen im Zenit, genügt ein Überdruck von 0,09 kp/cm², um die schwere Glasscheibe zu tragen.

Auch bei der Montierung des Teleskops ist man neue Wege gegangen. Um ein stundenwinkelabhängiges Wandern des Instrumentenpols, wie es bei manchen Gabelmontierungen vorkommen kann, zu vermeiden, hat man die tragenden Arme des ISAAK NEWTON Teleskops extrem stark gemacht und sie auf einer 40 t schweren Scheibe von 6,70 m Durchmesser und 1 m Dicke befestigt. Diese Scheibe, die am Rand und in ihrer Unterlage entsprechend präzis bearbeitet ist, gleitet auf einem Ölfilm, der unter hohem Druck zwischen Scheibe und Lager gepresst wird.

Für Arbeiten im Primärfokus wird am vorderen Ring, ausserhalb des Teleskops, eine Beobachterkabine angebracht. Der Beobachter wird also, ähnlich wie dies beim 5-m-Spiegel am Mt. Palomar der Fall ist, sozusagen «mitgeführt». Auffallend dabei ist, dass zwei getrennte Halterungen verwendet werden – eine für die Kabine und eine für die optische Einrichtung –, um bei wechselnden Teleskoplagen die Justierung der Aufnahmeplatte durch das Gewicht des Beobachters nicht zu gefährden.

Am Besuchstag des Verfassers war eine Gruppe des *Imperial College London* gerade dabei, den elektronischen Bildverstärker «*Spectracon*», eine Entwicklung von Prof. J. D. MCGEE, am Primärfokus des Teleskops zu testen. Abb. 4 zeigt eine wissenschaftliche Mitarbeiterin dieses Teams.

Die Zugänglichkeit des CASSEGRAIN-Fokus des Teleskops für den Beobachter ist neuartig gelöst worden. In Verlängerung des Teleskops über den Hauptspiegel hinaus wurde ein abnehmbarer Beobachtersitz angebaut, der auch hier den Beobachter mit dem Teleskop mitbewegt. Damit ist der Zugang zum Instrument elegant gelöst und man kann auf Brücken und Hebebühnen u. ä. verzichten.

Gesteuert wird das Fernrohr von einem Hauptsteuerpult aus, das sich an der Nordseite des Kuppelraumes befindet. Der Deklinationsantrieb arbeitet mit einer Geschwindigkeit von entweder 22,5 Grad

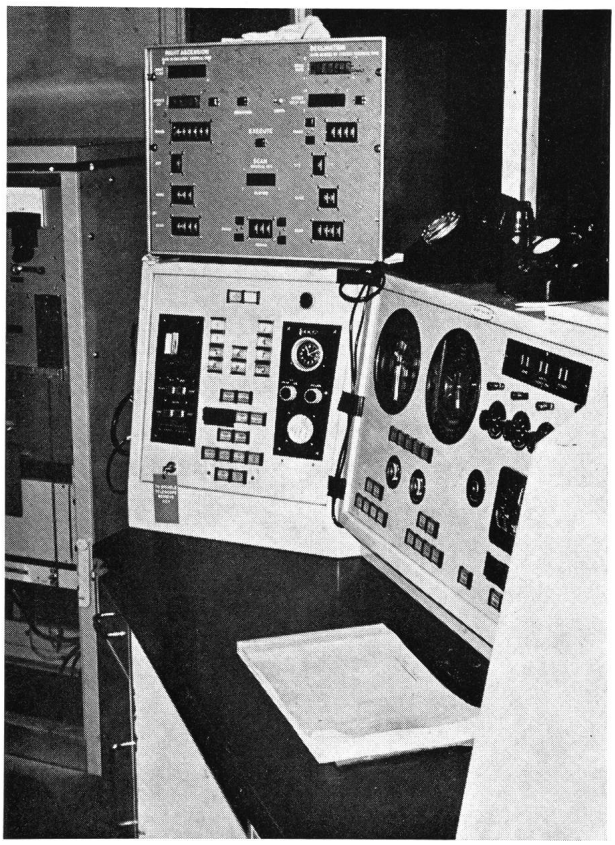


Abb. 6: Das Hauptsteuerpult des Teleskops auf der Nordseite des Kuppelinnenraumes. Ähnliche Anzeigeinstrumente befinden sich auch im Coudéraum.

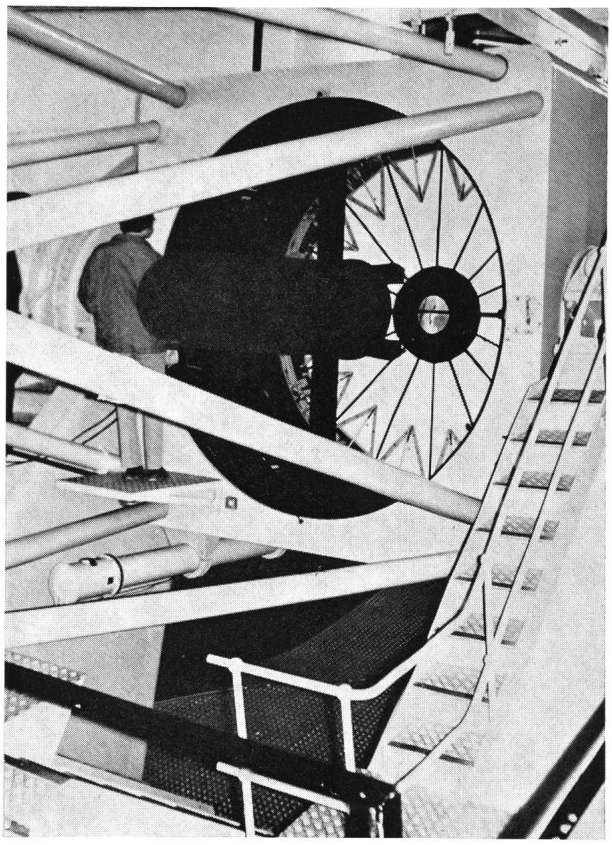


Abb. 7: Der (abgedeckte) Hauptspiegel des ISAAK NEWTON Teleskops. Davor die Halterung für den ersten Planspiegel des Coudé-Strahlengangs des Fernrohrs.

pro Minute oder 90 Grad pro Minute. Langsame Bewegungen werden durch Servomotoren ausgeführt. Das Fernrohr kann von allen drei Brennpunkten aus fein eingestellt werden. Die Nachführkontrolle bei Langzeitaufnahmen, bei denen eine Genauigkeit von $\pm$ 0,25 Bogensekunden gefordert ist, geschieht, wie bei grossen Teleskopen üblich, durch Offset Guiding von der Primärfokuskabine aus. In Bild 4 ist das Führungsokular (schwarz unter dem hellen Tubus) sichtbar. Bei Aufnahmen im Primärfokus des Teleskops wird zur Vergrösserung des nutzbaren Bildfeldes ein dreilinsiger Korrektor verwendet.

Das Isaak Newton Teleskop, das von der Firma Grubb Parsons and Co. Ltd. in Newcastle upon Tyne gebaut wurde, wurde am 1. 12. 1967 von Königin Elisabeth II. seiner Bestimmung übergeben. Es ist heute das grösste Teleskop Westeuropas.

Alle Abbildungen: Aufnahmen des Verfassers

Adresse des Verfassers: Max Lammerer, Langheimer Str. 34, D-862 Lichtenfels, BRD.

Die Durchmesserbestimmung von Sternen mit interferometrischen Methoden

von Peter Buser,
Astronomisches Institut der Universität Basel

Die Bestimmung von Sterndimensionen ist für den Astrophysiker von fundamentaler Bedeutung. Aber da der scheinbare Durchmesser, das heisst der Öffnungswinkel, unter dem ein Stern dem Beobachter erscheint, viel zu klein ist, um direkt in einem Fernrohr beobachtet zu werden, stellt die Ausdehnung eines Sternes eine ausserordentlich schwierige Beobachtungsgrösse dar. Bis vor einigen Jahren verdankte man das meiste, was man über Sterndurchmesser wusste, dem Interferometer von Michelson[1]); aber wegen der sehr hohen Präzisionsanforderungen konnte dieses nur auf ganz wenige, extreme Riesensterne angewandt werden. Dazu kamen die bei einigen Bedeckungsveränderlichen gemessenen Durchmesser und die bisher eher unbefriedigenden Durchmesserbestimmungen bei Mondokkultationen von Sternen.

Seit 1965 steht nun ein sogenanntes Intensitätsinterferometer (II) in Betrieb (Fig. 1), mit dem grundsätzlich die Durchmesser aller Sterne mit Spektraltypen B0 bis M0 und heller als 3^m gemessen werden können. Dieses ganz neuartige Instrument wurde von R. Hanbury Brown[8]) entwickelt und stellt eine raffinierte Weiterentwicklung des Michelsonschen Interferometers (MI) dar. Während ursprünglich gedacht war, dass das Instrument im Radiowellenlängenbereich arbeiten solle[5]), hat sich erwiesen, dass seine enorme Leistungsfähigkeit im optischen Bereich liegt. Es soll hier versucht werden, die Grund-

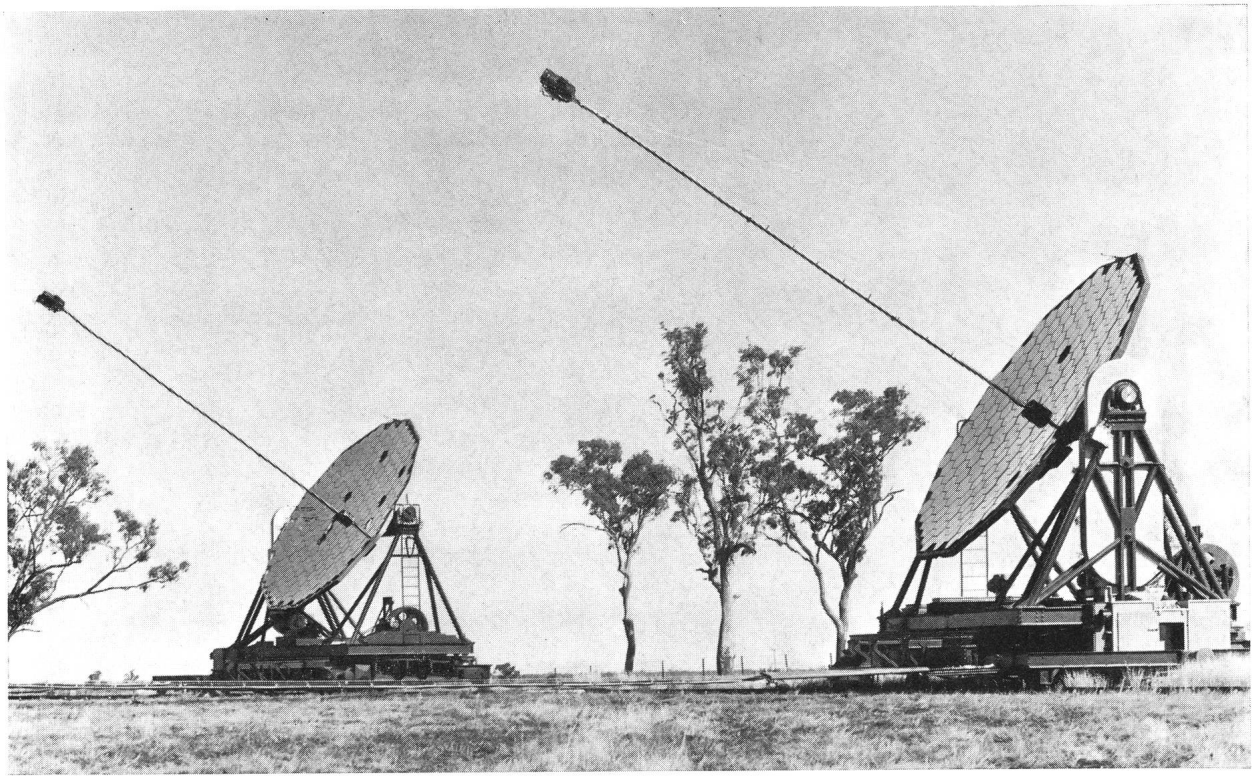


Fig. 1: Ansicht des Narrabri-Observatoriums.

idee des MI und des II an einem möglichst einfachen Beispiel zu erläutern. Eine sehr ausführliche Darstellung findet sich bei HANBURY BROWN (u. a.) in [5] bis [9]).

Interferenz und Schwebungen

Als Interferometer bezeichnet man alle diejenigen Geräte, die Interferenzen von Wellen ausnützen. Jedermann mag schon bemerkt haben, dass bei nicht genau aufeinander abgestimmten Musikinstrumenten ein Schwanken der Lautstärke auftritt. Dieser Effekt, der als *Schwebung* bekannt ist, tritt überall dort auf, wo zwei Wellen unterschiedlicher Frequenz einander überlagert sind. Sind die beiden am Beobachtungsort hervorgerufenen Schwingungen y_1 und y_2 durch

$$y_1(t) = \cos\{\omega_1 t\} \text{ und } y_2(t) = \cos\{\omega_2 t + \varphi\}$$

gegeben, wobei ω_1, ω_2 die Kreisfrequenzen, t die Zeit und φ eine gegebene Phasenverschiebung bedeuten, so erhält man für die Summe unter Verwendung des sogenannten Additionstheorems der Goniometrie:

$$(1) \qquad y(t) = y_1(t) + y_2(t) = \left[2\cos\left\{\frac{\omega_1-\omega_2}{2}t - \frac{\varphi}{2}\right\}\right]\cdot\cos\left\{\frac{\omega_1+\omega_2}{2}t + \frac{\varphi}{2}\right\}$$

was als Schwingung mit langsam wechselnder Intensität aufgefasst werden kann. (Als Intensität einer Schwingung bezeichnen wir das Quadrat der eckigen Klammer in Gleichung (1); im vorliegenden Fall ist die Frequenz klein wegen der auftretenden Differenz $\omega_1-\omega_2$).

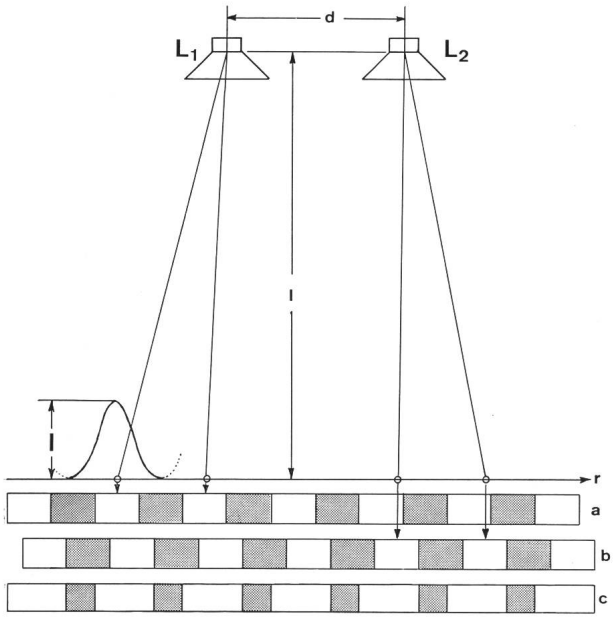


Fig. 2: Zwei Schallquellen gleicher Frequenz im Abstand d erzeugen Interferenzen längs einer Geraden, die um l von den Schallquellen entfernt ist. Die längs der Geraden gemessene Intensität ist eingezeichnet.

Ein Spezialfall tritt auf, wenn beide Frequenzen übereinstimmen, dann ist die Intensität zeitlich konstant und hängt nur noch von der Phasenverschiebung φ ab, die eine Funktion des Beobachtungsortes ist.

Dies lässt sich durch folgende Versuchsanordnung demonstrieren: Zwei Schallquellen im Abstand d erzeugen Interferenzen auf einer Geraden in der Entfernung l. Entlang der Geraden wird die resultierende Intensität vom Ort (gemessen in r) abhängen (vergleiche Fig. 2). Bedeutet λ die Wellenlänge, so ist die Intensität als Funktion von r annähernd durch

$$I(r) = 4\cos^2\left\{\frac{\pi\, d}{\lambda\cdot l}r + \frac{\triangle}{2}\right\}$$

gegeben, wie man leicht nachrechnet. Dabei ist $\triangle$ eine Phasenverschiebung der beiden Wellen, die davon herrührt, dass nicht beide Schallquellen zur selben Zeit zu schwingen begonnen haben; man beachte, dass der Intensitätsverlauf von dieser Phase $\triangle$ abhängig ist.

Interferenzen mit Licht

Führt man denselben Versuch mit Licht durch, lassen sich trotz der Wellennatur des Lichts keine solche Interferenzerscheinungen beobachten, da Lichtemissionen, anders als bei Schallquellen, normalerweise nicht durch lang fortdauernde Schwingungen entstehen. Vielmehr wird eine Serie sehr kurzer Wellenzüge ausgesendet. Dabei ändert $\triangle$ mit jedem neuen Wellenzug und somit auch das davon abhängige Interferenzbild, und zwar so schnell, dass die Gerade gleichmässig beleuchtet erscheint: Wegen der *Inkohärenz* der beiden Lichtquellen bleiben die Interferenzerscheinungen unbeobachtbar (inkohärent = nicht gleichlaufend).

Man kann aber Interferenzerscheinungen dadurch sichtbar machen, dass man aus einer einzigen Lichtquelle künstlich zwei getrennte Wellenfronten herstellt, wie das in Figur 3 schematisch dargestellt ist, wo das Licht über die beiden Löcher A und B auf die Gerade im Abstand l fällt. Jetzt bestrahlen A und B die Gerade wie zwei kohärente Lichtquellen und erzeugen auf ihr Interferenzen wie im obigen, akustischen Beispiel. Dadurch entsteht ein Muster von hellen und dunklen Streifen. Der Abstand S der Helligkeitsmaxima ist gegeben durch:

$$(2) \qquad S = \frac{\lambda}{d}\cdot l \; (\lambda = \text{Wellenlänge})$$

Das nullte Maximum liegt bei r_0:

$$(3) \qquad r_0 = l.\alpha,$$

da die Wege von L über A bzw. B nach r_0 bei weit entfernten Objekten als gleich lang angesehen werden dürfen und wegen der Kleinheit der Winkel für $\alpha = \alpha$ (im Bogenmass) gesetzt werden darf. Dies gilt auch für die nachfolgenden Überlegungen.

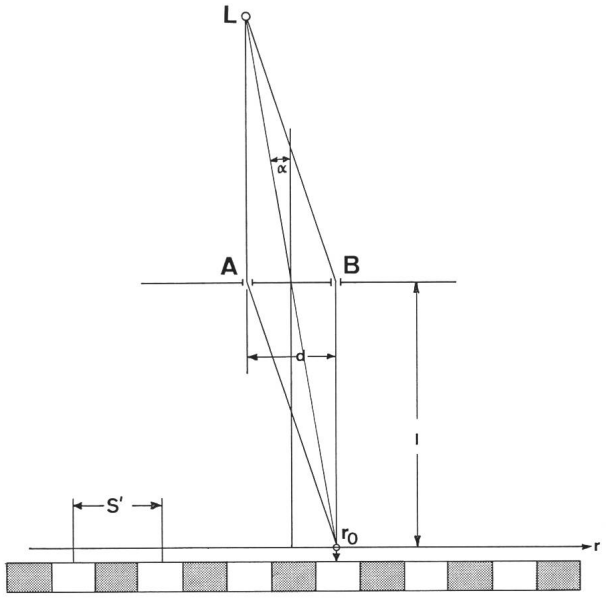


Fig. 3: Von der Lichtquelle L tritt Strahlung durch die Öffnungen A und B. Die von diesen Punkten ausgehende Strahlung kommt auf einer Geraden im Abstand l zur Interferenz. Das auf der Geraden entstehende Interferenzmuster ist schematisch wiedergegeben.

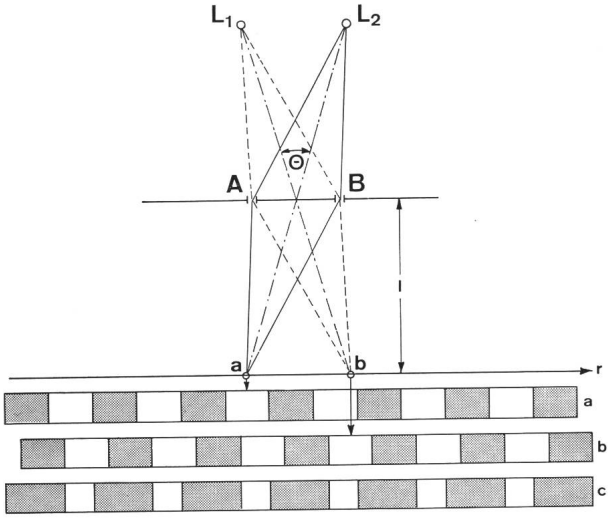


Fig. 4: Die Öffnungen A und B werden von zwei Lichtquellen L_1 und L_2 beschienen, die im Winkelabstand θ stehen. Die eine Lichtquelle erzeugt längs der Geraden im Abstand l ein Interferenzmuster (a), die andere Lichtquelle ein verschobenes Interferenzmuster (b); ein Beobachter wird die Summe beider Muster (c) wahrnehmen.

Das Interferometer von Michelson

Nach diesen einleitenden Bemerkungen wollen wir uns nun den Durchmesserbestimmungen zuwenden. Dem besseren Verständnis zuliebe wollen wir das bloss an einem Zweipunkte-Objekt mit Winkel θ demonstrieren. Die folgenden Ergebnisse sind aber auch im allgemeinen Fall gültig [8]) p. 384.

Obwohl im MI das Licht von zwei Hilfsspiegeln, die an die Stelle der Löcher A und B treten, in ein Fernrohr gespiegelt wird (Fig. 5), in dessen Brennebene die Interferenzstreifen beobachtet werden, entspricht dieses Gerät im wesentlichen der Anordnung von Figur 3. Jeder der beiden angenommenen Lichtpunkte des Objektes erzeugt für sich genommen ein Streifenmuster (Fig. 4a, b), wobei diese um den Betrag $l \cdot \theta$ gegeneinander verschoben sind (vergl. Gleichung (3)). Wegen der Inkohärenz der beiden Lichtquellen sind keine zusätzlichen Interferenzerscheinungen sichtbar, so dass man die einfache Summe c der beiden Bilder a, b sieht.

Die Messung des Winkels θ vollzieht sich nun folgendermassen: Zunächst beobachtet man das Objekt mit nahe beieinanderliegenden Hilfsspiegeln; hierbei werden die Streifen sehr breit, das Muster ist gut sichtbar. Mit zunehmendem Abstand d werden die Streifen schmaler (vgl. Gleichung (2)), so dass schliesslich jeder Kontrast verschwindet. Dies tritt ein, sobald

$$\frac{S}{2} = \theta \cdot l$$

wird. Man erhält also den gesuchten Winkel θ aus der folgenden Formel:

$$\theta = k \cdot \frac{\lambda}{d_0} \cdot \tag{4}$$

Hier ist d_0 diejenige Distanz, bei der das Muster verschwindet; k hat hier den Wert ½. Für Sterne (die natürlich nicht Zweipunkt-Objekte sind) mit gleichmässiger Oberflächenhelligkeit ist k = 1,22. Besitzt der Stern eine gewisse Mitte-Rand-Verdunkelung, wie wir sie zum Beispiel bei der Sonne sehr deutlich beobachten können, so wird k etwas grösser.

Nun kann man natürlich nicht bei einer scharf abgegrenzten Wellenlänge des Spektrums messen, son-

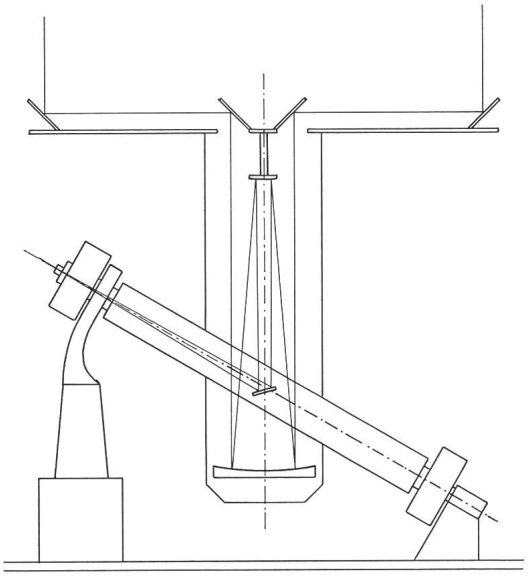


Fig. 5: Schematische Darstellung des 20-Foot-Interferometers von MICHELSON, hier am 2.5 m-Hooker-Spiegelteleskop auf Mt. Wilson. (Der Beobachter befindet sich am oberen Ende der Stundenachse).

dern nur in einem gewissen Intervall (von λ_1 bis λ_2). Das hat zur Folge, dass die beiden Wege von den Hilfsspiegeln bis zum Brennpunkt genau übereinstimmen müssen, und zwar darf der Unterschied nicht mehr als zwei bis drei Wellenlängen betragen ([9]) p. 19). Da nun bereits die grössten Sterne eine Hilfsspiegeldistanz von 3 bis 7 Metern verlangen, stellt dies ausserordentliche Anforderungen an die Präzision. Diese wurde in dem 1920 von MICHELSON und PEASE gebauten 20-Foot-Instrument, bei dem die Hilfsspiegel etwa 6 Meter Abstand hatten, erreicht, während das spätere 50-Foot-Interferometer keine zuverlässigen Resultate mehr lieferte[2]), [3]), [4]). Somit blieb die Anwendung dieses Instrumententyps auf ganz wenige Sterne beschränkt.

Das Intensitätsinterferometer

Das Hindernis im MI, nämlich das Auftreten von Wellen verschiedener Wellenlänge aus einem Intervall (λ_1, λ_2) bildet nun gerade die Grundlage für das II, in welchem nicht die Wellen selbst, sondern die zwischen ihnen auftretenden Schwebungen zur Interferenz benutzt werden. Betrachten wir dazu den Strahlengang in diesem Gerät (Fig. 6): Zunächst haben zwei Parabolspiegel A und B im Abstand d die Aufgabe, möglichst viel Licht einzufangen. Dieses gelangt durch je einen Filter auf zwei Photozellen, welche die momentane Intensität in Form einer elektrischen Spannung messen, die anschliessend über ein Kabel in einen sogenannten Korrelator geführt wird.

Treffen dann zum Beispiel in A zwei Wellen

$$y_1\ (t) = \cos\left\{\omega_1 t\right\},\ y_2\,(t) = \cos\left\{\omega_2 t + \varphi A\right\}$$

(φA ist eine vorhandene Phasenverschiebung) gleichzeitig auf, so entsteht eine Schwebung von der Form der Gleichung (1). Das Photometer erzeugt in diesem Fall eine Wechselspannung:

$$U_A\ (t) = \cos^2\left\{\frac{\omega_1-\omega_2}{2}t - \frac{\varphi A}{2}\right\} =$$

$$= \frac{1}{2} + \frac{1}{2}\cos\left\{(\omega_1-\omega_2)\,t - \varphi_A\right\}.$$

Anschliessend wird der zeitlich konstante Anteil dieser Wechselspannung durch einen Filter eliminiert, der Rest in den Korrelator geführt. Das Analoge gilt für zwei in B eintreffende Wellen. Im Korrelator werden die durch A und B erzeugten Spannungen überlagert. Das Messergebnis ist die Intensität γ der resultierenden Wechselspannung. Es addieren sich also die beiden Spannungen U_A und U_B und ergeben, wieder unter Verwendung des Additionstheorems, die Intensität

$$\gamma = \cos^2\frac{1}{2}\left\{\varphi_B - \varphi_A\right\}.$$

Die Spannungseinheit ist so gewählt, dass die Amplitude = 1 wird.

Dieser Wert hängt also vom *Unterschied* der Phasenverschiebungen φ_A und φ_B ab.

Wir wollen nun wieder den Durchmesser an unserem Zweipunkte-Objekt bestimmen, das diesmal in verschiedenen Wellenlängen aus dem Bereich (λ_1, λ_2) sendet. Der Einfachheit halber wollen wir annehmen, dass bloss *zwei* Wellenlängen auftreten, und zwar soll der erste Punkt mit λ_1, der zweite mit λ_2 senden. Aus Figur 7 ist sofort ersichtlich, dass der Wegunterschied der beiden Wellen in B um den Betrag $d \cdot \theta$ grösser ist als in A. Wenn also in A eine Phasenverschiebung $\varphi_A = \triangle$ vorhanden ist, beträgt φ_B jeweils $\triangle + \frac{2\pi}{\lambda} \cdot d \cdot \theta$, wo λ die mittlere Wellenlänge bedeutet, das heisst $\lambda = \frac{1}{2}(\lambda_1 + \lambda_2)$. Die im Korrelator gemessene Intensität beträgt also

$$\gamma = \cos^2\left\{\frac{\pi}{\lambda}\, d \cdot \theta\right\} \tag{5}$$

Das Prinzip des II lässt sich demnach kurz so charakterisieren: Die beiden Wellen λ_1 und λ_2 rufen in A wie in B dieselbe Schwebung (und somit dieselbe Wechselspannung) hervor. Da aber die Wellen einen Winkel θ gegeneinander aufweisen, ist die Schwebung in B um den Betrag $\frac{2\pi}{\lambda}\, d \cdot \theta$ phasenverschoben, was sich im Wert von γ ausdrückt.

Die Durchmesserbestimmung vollzieht sich nun folgendermassen: Man beobachtet zunächst mit nahe beieinanderliegenden Parabolspiegeln ($d \approx 0$). Sobald der Stern (in unserem Beispiel das Zwei-Punkte-Objekt) in den Beobachtungsbereich des Instruments gelangt, registriert der Korrelator den Wert $\gamma \approx 1$. Nun wird dieser Messvorgang für immer grössere Distanzen d wiederholt, bis für ein gewisses d_0 γ schliesslich Null wird. Das trifft zu, wenn

$$\frac{\pi}{\lambda}\,\theta \cdot d = \frac{\pi}{2}$$

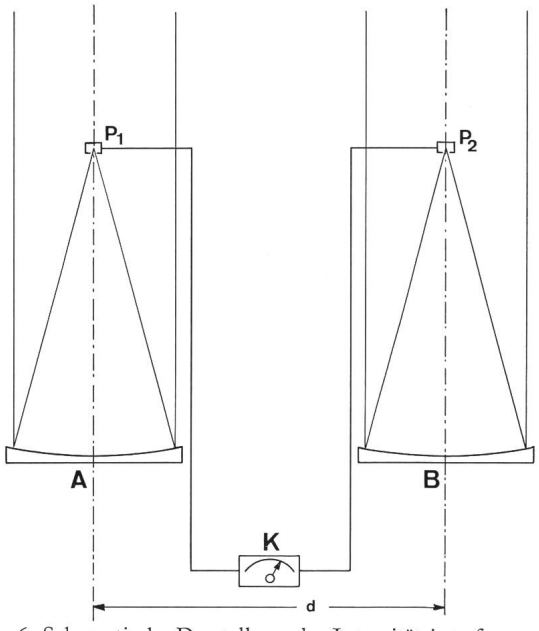


Fig. 6: Schematische Darstellung des Intensitätsinterferometers von HANBURY BROWN. Das Sternlicht fällt auf zwei fahrbare Parabolspiegel A und B im Abstand d. Von dort gelangt es in zwei Photozellen P_1 und P_2. Die in diesen erzeugten Wechselspannungen kommen im Korrelator K zur Interferenz.

wird (vergl. Gleichung (5)). Man erhält somit den Durchmesser θ wie beim MI nach der Formel

$$\theta = k\frac{\lambda}{d_0} \quad (\lambda = \text{mittlere Wellenlänge})$$

Man beachte, dass hier die Inkohärenz der beiden Lichtpunkte keine Rolle spielt, da $\triangle$ für den Wert von γ nicht verantwortlich ist.

Die spezielle Wahl unseres Beispiels kann zur Annahme führen, dass nur unsymmetrische Objekte wie rotierende Sterne oder Doppelsterne messbar seien. Setzen wir aber in den Punkt L_1 eine weitere Lichtquelle mit der Wellenlänge λ_2 und in L_2 eine solche mit der Wellenlänge λ_1, so erzeugen diese für sich genommen ebenfalls die aus Gleichung (5) folgende Intensität. Daran ändert sich nun beim Vorhandensein aller vier Quellen nichts, da alle zusätzlichen Interferenzerscheinungen wegen der Inkohärenz «ignoriert» werden. Das Verfahren funktioniert also auch für symmetrische Objekte. Der allgemeine Beweis ist sehr umfangreich; er ist zusammen mit der Diskussion verschiedener Störfaktoren in [5]) und [7]) zu finden.

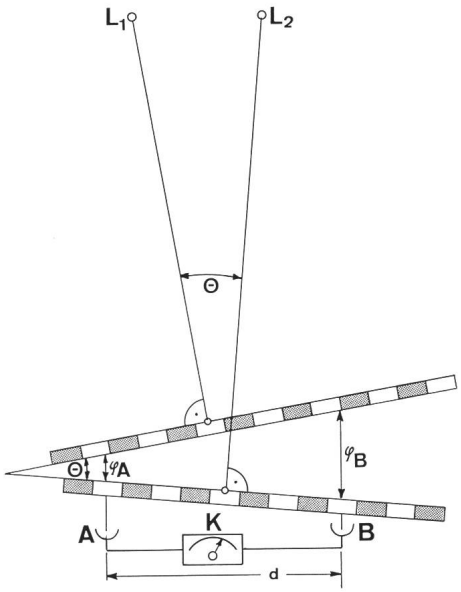


Fig. 7: Zwei praktisch unendlich entfernt angenommene Lichtquellen L_1 und L_2 im Winkelabstand θ werfen Lichtwellen auf den Parabolspiegel A, die mit einer gewissen Phasenverschiebung $\varphi_A = \triangle$ ankommen. Die Illustration zeigt, dass die in B ankommenden Lichtwellen eine andere Phasenverschiebung haben, $\varphi_B = \triangle + \frac{2\pi}{\lambda} \cdot d \cdot \theta$.

Ergebnisse

Die im II auftretenden Wechselspannungen haben eine Frequenz, die im Durchschnitt 10^6 mal kleiner ist als die des Lichts. Das bringt mit sich, dass die Differenz der Wege Photozelle-Korrelator um denselben Faktor grösser sein darf als beim MI [9]) p. 19, 22. Das heisst, die Differenz darf bis zu 30 cm betragen, was technisch kein Hindernis darstellt.

Ein Problem ergibt sich allerdings aus dem Umstand, dass der konstante Teil der Intensität, das heisst der bei weitem grösste Teil der Intensität, unberücksichtigt bleibt, und dass die verbleibenden, durch Schwebungen verursachten Intensitätsschwankungen gegenüber anderen Intensitätsveränderungen (Rauschen) sehr schwach sind. Dadurch unterliegt eine einzelne Messung von γ starken Störungen, und man muss über viele Messungen mitteln. Während bei einem hellen Stern der Spektralklasse B1 die reine Beobachtungszeit rund 50 Stunden beträgt, nimmt diese für kältere Sterne schnell zu. Es zeigt sich, dass dadurch die Beobachtungen auf Sterne beschränkt bleiben müssen, deren Oberflächentemperatur mehr als 4000 °K beträgt [9]) p. 24.

Das erste II (von einem Prototyp abgesehen) wurde 1965 in Narrabri (Ost-Australien) in Betrieb genommen. Die auf zwei Wagen montierten Parabolspiegel haben einen Durchmesser von 6,5 m. Sie sind horizontal schwenkbar. Die beiden Wagen sind auf einem Schienenkreis von 188 m Durchmesser frei beweglich und können elektronisch gesteuert werden. Eine genaue Beschreibung der Apparatur ist von Hanbury Brown in [8]) und [9]) gegeben worden.

Bisher wurden von Hanbury Brown und seinen Mitarbeitern etwa 15 Sterndurchmesser gemessen ([9]) p. 28). In der Tabelle I ist eine Auswahl dieser Werte gegeben. Diese Werte liegen der Grössenordnung nach zwischen 1/200 und 1/1400 einer Bogensekunde. Pease konnte nur wesentlich grössere Sterne erfassen; seine Durchmesser liegen bei einigen Hundertsteln einer Bogensekunde (grösster Wert von 0.047″ für *o* Cet; kleinster Wert von 0.020″ für α Boo und α Tau).

Tabelle I

Gemessene Sterndurchmesser
(Die Mitte-Rand-Verdunkelung ist vernachlässigt; die wahren Durchmesser sind einige Prozente grösser)

	Scheinbare Durchmesser (in Tausendstel Bogensek.)	Trigon. Entfernung (in parsec)	Lineare Durchmesser (Sonne = 1)
γ Ori	0.74	38	3.1
ε CMa	0.78	–	–
ε Ori	0.70	–	–
α Eri	1.86	43	8.7
α Leo	1.33	26	3.7
β Ori	2.57	–	–
α CMa	5.85	2.7	1.7
α Lyr	3.31	8.1	2.9
α Aql	2.79	5.1	1.5
α CMi	5.31	3.5	2.0

In neuester Zeit ist überraschend eine neue, ebenfalls äusserst raffinierte, interferometrische Methode zur Bestimmung von Sterndurchmessern entwikkelt worden. Das Prinzip dieser von Labeyrie[10]) als

«*Speckle-Interferometrie*» bezeichneten Methode ist grundsätzlich wiederum einfach. Die Methode ist aber keineswegs unmittelbar einleuchtend, und ihre Schilderung würde den Rahmen dieses Aufsatzes sprengen. Erste Resultate der Speckle-Interferometrie sind bereits veröffentlicht worden[11]); sie betreffen aber vorläufig nur Sterne mit Durchmessern, die grösser als eine Hundertstel Bogensekunde sind.

Literatur

1) MICHELSON, A. A., und PEASE, F. G. Ap. J. *53*, 249–259, 1921.
2) PEASE, F. G. Armour Engineer *16*, 125–128, 1925.
3) PEASE F. G. Scientific American *143*, 290–293, 1930.
4) PEASE, F. G. Ergebn. d. Exakten Naturwiss. *10*, 84–96, 1931.
5) HANBURY BROWN, R., und TWISS, R. Q. Phil. Mag. *45*, 663–682, 1954.
6) HANBURY BROWN, R. und TWISS, R. Q. Proc. Roy. Soc. A *242*, 300 ff. 1957.
7) HANBURY BROWN, R. und TWISS, R. Q, Proc. Roy. Soc. A *243*, 291 ff. 1957.
HANBURY BROWN, R., DAVIS, J., und ALLEN, L. R. Monthly Notices Roy. Astron. Soc. *137*, 375–417, 1967.
9) HANBURY BROWN, R. Ann. Rev. Astron. Astroph. *6*, 13–38, 1968.
10) LABEYRIE, A. Astron. Astroph. *6*, 85–87, 1970.
11) GEZARI, D. Y., LABEYRIE, A., und STACHNIK, R. V. Ap. J. Letters *173*, L1–L5, 1972.

Der Autor dankt Herrn Prof. Dr. R. H. BROWN für die Überlassung der Fig. 1.

Adresse des Autors: PETER BUSER, Astronomisches Institut der Universität Basel, Venusstrasse 7, CH-4201 Binningen.

Wie stirbt ein Stern?

Vortrag von P. D. Dr. G.A. TAMMANN in Aarau am 5. 12. 1972.
Zusammengefasst von DANIEL WYLER, Aarau

Die wichtigste gestaltende Kraft im Universum ist die Gravitation (= Massenanziehung); sie ist weitreichend und kennt im Gegensatz zu allen anderen Kräften keine Abschirmung. Ohne Gravitation gäbe es keine Sterne.

Ein Stern entsteht aus einer Wasserstoffwolke, die sich unter ihrer eigenen Gravitation zusammenzieht. Im Normalfall wird durch die Kontraktion die Temperatur im Sterninnern so hoch, dass Kernprozesse beginnen. Die wichtigste Rolle spielt hierbei die Umsetzung von Wasserstoff in Helium, bei welchem Prozess sehr viel Energie frei wird. Die freiwerdende Energie hält die Kontraktion auf (unter Umständen für viele Milliarden Jahre), – aber wenn die Vorräte an Kernenergie erschöpft sind, das heisst wenn der Stern «tot» ist, kollabiert er weiter. Die Frage erhebt sich: bis zu welchem Stadium? Während der 12 Milliarden Jahre alten Geschichte unserer Milchstrasse waren etwa 5 Prozent ihrer Masse in Sternen gebunden, die heute «tot» sind. Der Sterntod kann daher an sich nichts Seltenes sein. Die Art des Endstadiums wird im Wesentlichen durch die Masse des Sterns bestimmt. Die Natur scheint vier grundsätzlich verschiedene Möglichkeiten zu realisieren.

1) Hat ein Stern weniger als 0.07 $\mathfrak{M}_\odot$ (1 $\mathfrak{M}_\odot$ = Masse unserer Sonne), so genügt die erreichte Zentraltemperatur nicht, um Kernprozesse zu zünden. Wenn wir von der Möglichkeit absehen, dass er einige Zeit dank der Gravitationswärme leuchten kann, so ist sein Schicksal, dass er zu einem kalten Festkörper (*Schwarzen Zwerg*) erstarren muss. Die Coulombkräfte der sich abstossenden Elektronenhüllen genügen, um die Gravitationskraft zu balancieren. Solche Sterne sind sehr schwer zu beobachten; da trotzdem einige bekannt geworden sind, müssen sie sehr häufig sein. Natürlich gehören auch die Planeten in diese Klasse von Objekten.

2) Ist die Masse des Sternes grösser als die oben angegebene Grenze, aber kleiner als 1.4 $\mathfrak{M}_\odot$ (CHANDRASEKHAR-Grenze), so übertrifft die Gravitationskraft die Coulombkraft. Die Elektronenschalen werden zerquetscht, die Elektronen werden Kollektiveigentum der Atomkerne. Aber die Elektronen können nach einem fundamentalen, von W. PAULI gefundenen Prinzip nicht beliebig dicht gepackt werden. Nur widerstrebend beziehen sie auf den äusseren Druck hin ihre Plätze und bewirken so einen Gegendruck. Man sagt, die Elektronen seien «entartet», und in ihrer Entartung halten sie die weitere Kontraktion auf. Man hat jetzt einen *Weissen Zwerg* vor sich. Weisse Zwerge sind ausgebrannte, tote, sehr dichte Sterne, die wegen ihrer sehr hohen Temperatur nur langsam auskühlen und daher noch lange leuchten können. Wegen dieser Eigenschaft konnten bisher einige Hundert Weisse Zwerge entdeckt werden.

Überraschend vermögen auch Sterne oberhalb der CHANDRASEKHAR-Grenze zu Weissen Zwergen zu werden, und zwar bis etwa zu 3.5 $\mathfrak{M}_\odot$. Diesen an sich zu massereichen Sternen gelingt es nämlich, noch während in ihnen Kernprozesse ablaufen und speziell im Stadium der sogenannten Roten Riesen, Masse abzuwerfen. Diese abgestossene Masse umlagert den Stern dann schalenförmig und bildet, was wir als Planetarischen Nebel (z. B. den Ringnebel in der Leier) beobachten. Der Zentralstern eines Planetarischen Nebels schickt sich also gerade an, ein Weisser Zwerg zu werden (Nova-Ausbrüche sind eine «Krankheit» von engen Doppelsternsystemen und gehören nicht direkt hierhin).

3) Wird der Gravitationsdruck im Sterninnern noch grösser als bei den Weissen Zwergen, das heisst bei Sternen mit anfänglichen Massen zwischen 3.5 und 8 $\mathfrak{M}_\odot$, so kombinieren sich die Elektronen mit den Protonen in den Atomkernen zu Neutronen. Die

Folge ist ein katastrophaler Kollaps der Materie zu einem extrem dichten *Neutronenstern*, denn die bisher stabilisierenden entarteten Elektronen werden nun ja plötzlich aufgezehrt. Zwischen den elektrisch neutralen Neutronen wirken keine Coulombkräfte, und sie können daher unvorstellbar dicht gepackt werden, bis schliesslich die sehr grossen abstossenden Kernkräfte eine weitere Kontraktion aufhalten und den Stern auf diese Art stabilisieren.

Beim Kollaps wird sehr viel Energie frei und der Stern erhitzt sich auf mehrere Milliarden Grad. Hierdurch werden einerseits die exotischsten Kernprozesse in Gang gesetzt und die schweren Elemente gebildet (bei deren Bildung im Gegensatz zu den leichten Elementen Energie verbraucht wird), andererseits wird aber ein erheblicher Teil der Sternmasse in den interstellaren Raum geblasen. Diesen Prozess beobachten wir als *Supernova-Explosion;* eine solche ereignet sich etwa einmal in 25 Jahren in unserer Milchstrasse. Der zurückbleibende Neutronenstern hat eine Masse, die aus theoretischen Gründen kleiner als $2\,\mathfrak{M}_\odot$ sein muss. Wegen der Erhaltung des Drehimpulses muss ein neugebildeter Neutronenstern sehr schnell rotieren; wie ein Leuchtturm sendet er dabei Strahlungspulse in den Raum. Diese wurden vor einigen Jahren bei den sogenannten *Pulsars* tatsächlich entdeckt.

4) Gelingt es dem Stern nicht, vor dem Kollaps seine Masse auf weniger als $2\,\mathfrak{M}_\odot$ zu reduzieren, – und das scheint möglicherweise für Sterne mit Anfangsmassen von mehr als $8\,\mathfrak{M}_\odot$ zuzutreffen – so gibt es keinen Halt mehr für die Kontraktion. Nach dem Unterliegen der Kernkräfte kennt man keine weitere Kraft, die der Gravitation entgegenwirken könnte. Der Stern kontrahiert, bis sein Radius theoretisch null und seine Dichte unendlich wird. Man nennt solche Gebilde *Schwarze Löcher*. Ein Schwarzes Loch schnürt sich vom übrigen Universum völlig ab: keinerlei Strahlung und kein Signal kann sein Gravitationsfeld verlassen. Masse, die hineinfällt, kann niemals wieder herausgelangen. Nach aussen kann ein Schwarzes Loch sich einzig durch seine Gravitationswirkung bemerkbar machen. Da die Suche nach der Auswirkung eines solchen unsichtbaren Objekts in Doppelsternen bisher keine eindeutigen Ergebnisse geliefert hat, sind die wundersamen Schwarzen Löcher heute noch hypothetisch.

Für einige typische Parameter der «toten» Sterne, in denen keine Kernreaktionen (mehr) ablaufen, gab der Referent die folgende Tabelle:

	Schwarze Zwerge	Weisse Zwerge	Neutronensterne	Schwarze Löcher
Ursprüngliche Sternmasse (in)	< 0.07	0.07–3.5	3.5–8	> 8
Masse nach Bildung (in)	< 0.07	0.07–1.4	< 2	> 2
Dichte (in g/cm³)	1–10	10^5–10^8	10^{14}	∞
Durchmesser	Planetengrösse	— Erdgrösse	40 km	0
Stabilisiert durch	Coulombkräfte	entartete Elektronen	Kernkräfte	–
Die Erde hätte einen Durchmesser von	12700 km	~ 100 km	200 m	0
Beobachtet während Bildung als	–	Planetar. Nebel	Supernova	–
nach Bildung als	Kalter Körper	Weisser Zwerg	Pulsar	–
Gestorbene Sterne in der Milchstrasse:	Sternmasse:	Anzahl gestorbener Sterne:		
	< 1	keine (da lhre Lebenszeit länger als das Alter der Milchstrasse [12 Mia. Jahre] ist)		
	1 –1,4	$3 \cdot 10^8$		
	1,4–3,5	$1 \cdot 10^9$		
	3,5–8	$4 \cdot 10^8$		
	< –8	$4 \cdot 10^7$		

Gesamtmasse der gestorbenen Sterne: $5 \cdot 10^{10}\,\mathfrak{M}_\odot$, wovon ein Teil an den interstellaren Raum (Planetarische Nebel, Sternexplosionen) zurückgegeben wurde (Gesamtmasse der Milchstrasse: $20 \cdot 10^{10}\,\mathfrak{M}_\odot$)

Adresse des Referenten: DANIEL WYHLER, Vordere Vorstadt 14, CH-5000 Aarau

BBSAG Bulletin No. 6

ist am 6. Dezember 1972 erschienen. Es bringt auf 6 Seiten wiederum eine Fülle von Daten und Hinweisen, sowie zwei Graphiken. Interessenten können dieses Bulletin bei Herrn K. LOCHER, Rebrainstrasse, CH-8634 Grüt bei Wetzikon, anfordern.

BBSAG Bulletin Nr. 7

ist am 3. Februar 1973 erschienen. Es bringt auf 5 Seiten 179 Minima-Daten und Korrekturen für UV-ceti sowie Elemente für V 346 Aquilae. Interessenten können dieses Bulletin bei Herrn K. LOCHER, Rebrainstrasse, CH-8634 Grüt bei Wetzikon, anfordern.

Neuer Komet Heck-Sause (1973 a)

In ORION 132, Seite 138 berichtete ANDRÉ HECK vom astrophysikalischen Institut der Universität Liège über den «Grand Schmidt» des Observatoriums der Haute-Provence. Dort findet sich auch die mit zwei Aufnahmen belegte Angabe, dass dieses SCHMIDT-System mit einem Spiegel von 85 cm Durchmesser und einer Korrektionsplatte von 60 cm Durchmesser für die Auffindung von Kometen sehr geeignet sei und dafür benützt werde.

Am 23. 1. 1973 teile Herr HECK dem Unterzeichneten mit, dass ihm mit dem beschriebenen Instrument die Entdeckung eines neuen Kometen gelungen sei: «A l'aide de ce Grand Schmidt j'ai eu la chance de découvrir, le 11 janvier dernier, *la première comète trouvée à l'obsevatoire de Haute-Provence*. M. G. SAUSE est le technicien français attaché au télescope.»

Wir freuen uns mit Herrn HECK über seinen Fund und gratulieren ihm zu seinem Erfolg. Er wird uns für die nächste ORION-Nummer 135 ein Bild der Erstaufnahme des nach ihm benannten Kometen zur Verfügung stellen. E. WIEDEMANN

Transpluto (Transneptun II) noch nicht gefunden

Wie zu erwarten war, hat die Mitteilung von J. L. BRADY[1]), über die im ORION 132 berichtet wurde[2]), zur Suche nach einem 10. Planeten des Sonnensystems geführt. So haben nach einer Mitteilung in Nature 239 FOSS, SHAWE-TAYLOR und WHITWORTH[3]) mit dem 13 inch Astrophotographen des Royal Greenwich Observatory[4]) ein Gebiet von 7° um den von BRADY als wahrscheinlich angegebenen Ort des Transpluto aufgenommen, wobei die Grenzgrösse der abgebildeten Sterne 15.5^m bis 16.0^m betrug. Transpluto hätte auf diesen Platten eine Eigenbewegung von 0.7 mm/24 h zeigen sollen. Da ein solches Objekt nicht gefunden werden konnte, muss Transpluto entweder ein relativ kleines Objekt mit niedriger Albedo sein oder sich ausserhalb des untersuchten Gebietes befinden. Eine Nicht-Existenz von Transpluto ist weniger wahrscheinlich. E. WIEDEMANN

Literatur:
1) J. L. BRADY, Journ. of the Astronom. Soc. Pacific *84*, 314 (1972), No. 498
2) E. WIEDEMANN, ORION *30*, 136 (1972), No. 132.
3) FOSS, SHAWE-TAYLOR and WHITWORTH, Nature *239*, 266 (1972).
4) vergl. den Leitartikel dieses Heftes.

Vier neuartige Explosionen in der Milchstrasse

Im September 1972 sind in unserer Galaxis 4 neuartige Explosionen beobachtet worden. Bei diesen scheint es sich um einen nicht speziell seltenen, bisher aber nicht erkannten Vorgang zu handeln, dessen Aufklärung zu einem besseren Verständnis der Vorgänge bei Nova- und Supernova-Ausbrüchen beitragen könnte.

Die erste der 4 Explosionen wurde von den Astronomen der Universität Toronto am 2. September 1972 registriert, die daraufhin ihre Kollegen rund um die Welt darauf aufmerksam machten. Die weiteren Beobachtungen erfolgten mit Radioteleskopen, dem Hale-Teleskop und auch mit drei Erdsatelliten. Allen Explosionen ist eine starke Radiostrahlung gemeinsam, die von einer mit etwa halber Lichtgeschwindigkeit expandierenden Gaswolke ausgeht. Diese Strahlung wird durch Elektronen verursacht, die im magnetischen Feld einer expandierenden Gaswolke beschleunigt werden, so wie dies für die Gaswolken einer Supernova charakteristisch ist.

Die September-Emissionen scheinen indessen nicht von Supernovaes herzuführen, da sie nur im Radio-Bereich beobachtet wurden und sich mehrere Male wiederholten; beides ist für Supernovae *nicht* charakteristisch. Sie kamen allerdings aus einem Gebiet, das durch die Staubwolken eines Spiralarms verdeckt ist, so dass ein eventueller Lichtausbruch nicht sichtbar werden konnte.

Registriert wurde eine Röntgenstrahlung mit einer Periode von 288 Minuten, sowie eine Radiostrahlung mässiger und unregelmässiger Intensität, die am 2. September rasch auf etwa den 1000-fachen Wert anstieg.

Da die Prüfung der von den Satelliten registrierten Röntgenstrahlung bisher keine ähnliche Erscheinung hatte erkennen lassen, erhob sich die Frage, ob etwa die Röntgenstrahlungsquelle Cygnus X-3 mit der neuen Radiostrahlungsquelle identisch sein könnte. Cygnus X-1, in der Nachbarschaft von Cygnus X-3, wird bekanntlich mit einigem Vorbehalt als ein «schwarzes Loch», also ein Objekt grösster Dichte aufgefasst.

Auf Grund einer Diskussion der Astronomen der Hale-Observatorien wurde versucht, festzustellen, ob das erwähnte Objekt eine Infrarotstrahlung emittiert. Dies ist in der Tat der Fall. Die Frage bleibt aber offen, wieso im infraroten Bereich kaum sichtbare Objekte so grosse Energiemengen abstrahlen können.

E. WIEDEMANN

2. Weltzeit-Korrektur 1972

Die in ORION *30*, 141 (1972) No. 132 angekündigte 2. Weltzeit-Korrektur hat inzwischen stattgefunden. Am 31. Dezember 1972 wurde der letzte Tag des Jahres um eine Sekunde verlängert. Die Redaktion.

Milton L. Humason †

1892–1972

Am 18. Juni 1972 starb in Mendocino, Californien, Dr. MILTON L. HUMASON, dessen Name und Wirken zusammen mit jenem seines väterlichen Freundes, E. P. HUBBLE (1889–1953) in der Geschichte der Astronomie weiterleben werden. M. L. HUMASONS Karriere begann aussergewöhnlich: Nämlich ohne die Grundlage einer entsprechenden Ausbildung mit der Stelle eines Faktotums auf Mt. Wilson! Er war aber nicht der Typ, der es damit bewenden lassen sollte. Mit eiserner Energie eignete er sich zunächst das Wissen eines Astronomie-Assistenten an, half den Astronomen, wo er konnte und führte schliesslich Besucher besser, als es die Fachleute konnten, in die Geheimnisse des Observatoriums ein.

Seine Karriere als Astronom begann 1919, als er auf Grund einer Voraussage von W. H. PICKERING versuchte, an Hand von Reihenaufnahmen des fraglichen Gebiets den damals noch unbekannten Planeten Pluto aufzufinden. Das Unternehmen misslang, Pluto wurde erst 1930 von C. W. TOMBAUGH am LOWELL-Observatorium in Flagstaff gefunden. Erst später stellte man fest, dass auf den Platten von M. L. HUMASON Pluto doch am äussersten Rand zu finden war, man ihn aber übersehen hatte, wohl wegen der Randunschärfe der Aufnahmen.

M. L. HUMASONS grosses Werk ergab sich dann aus der Zusammenarbeit mit E. P. HUBBLE, als sie V. M. SLIPHERS Arbeit von 1912 am LOWELL-Observatorium in Flagstaff, nämlich die Aufnahme der Spektren ferner Galaxien, mit den Mitteln des Mount Wilson Observatoriums fortsetzen und erweitern konnten. Man wird diese schwierige Arbeit zur Grundlage unserer Kosmologie erst dann richtig einschätzen, wenn man weiss, dass M. L. HUMASON solche Aufnahmen bis zu 40 Stunden lang belichten musste, während man heute diese Spektren mit dem HALE Teleskop auf Palomar Mountains in erheblich besserer Auflösung mit viel besserem Negativmaterial in 4 Minuten erhält!

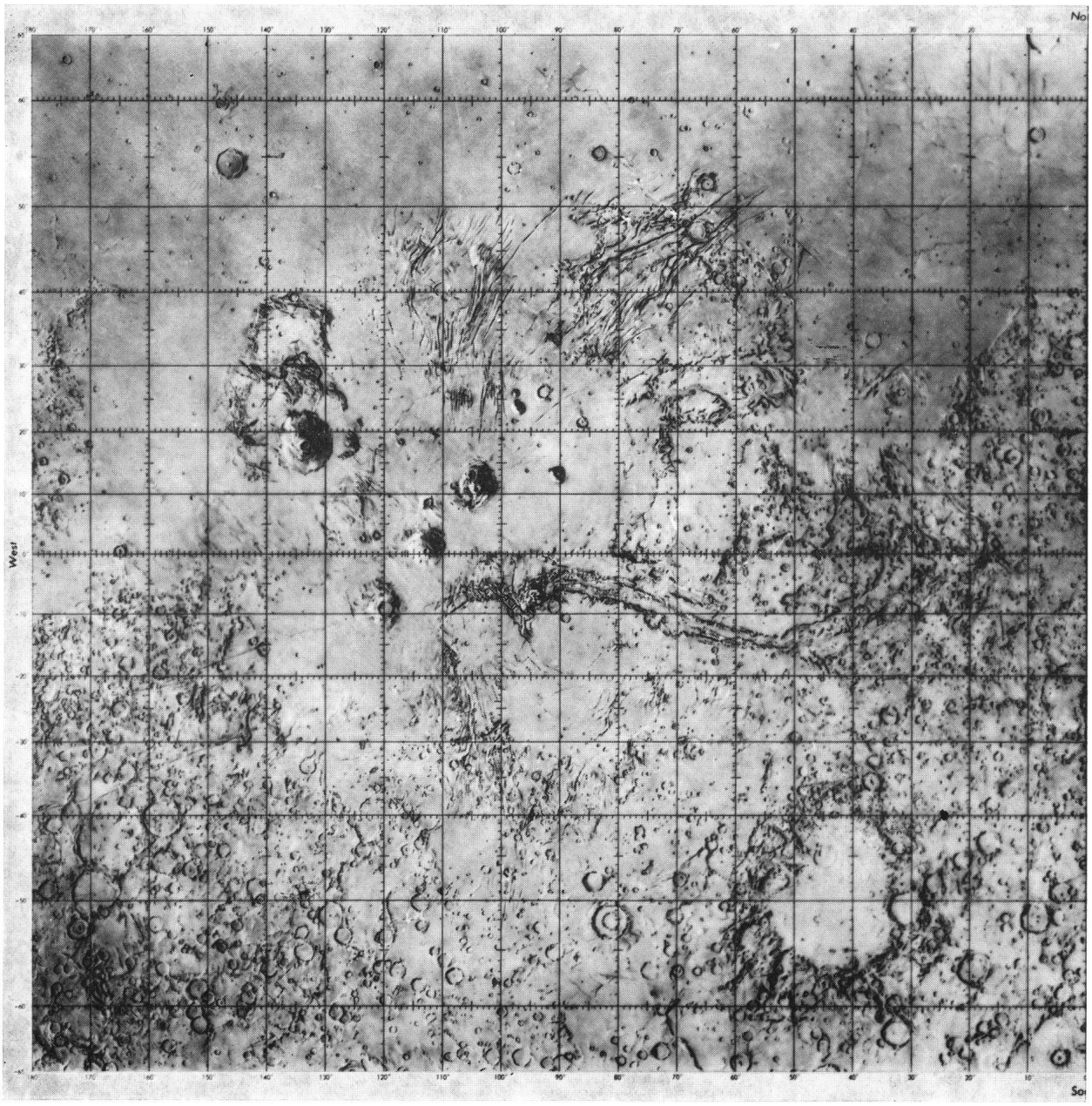
Um 1950 finden wir Dr. M. L. HUMASON als Sekretär der Mt. Wilson und Mt. Palomar Observatorien, bis er 1957 in den Ruhestand trat. Eine erstaunliche Karriere – vom Observatoriumsdiener bis zum Sekretär des grössten Observatoriums der Welt – zeigt uns einmal mehr, wie Fleiss, Gewissenhaftigkeit, Ausdauer und Hilfsbereitschaft neben entsprechendem Fachwissen zu einem ehrenvollen Platz in der astronomischen Wissenschaft führen können. Dr. M. L. HUMASON hat sich diesen Platz verdient und die astronomische Welt wird sein Andenken in Ehren halten.

E. WIEDEMANN

Sonnenfinsternis-Reise der SAG 1973 nach Mauretanien

DR. E. HERRMANN, Sonnenbergstrasse 6, CH-8212 Neuhausen am Rheinfall teilt als Organisator dieser Reise mit, dass Anmeldungen zur Teilnahme nur noch bis zum *28. Februar 1973* angenommen werden können. Dieser Anmeldeschluss ist aus organisatorischen Gründen *unwiderruflich*. Spätere Anmeldungen können nur unter der Voraussetzung berücksichtigt werden, dass entsprechende Rücktritte von bereits angemeldeten Teilnehmern erfolgen.

Die neue Marskarte der NASA

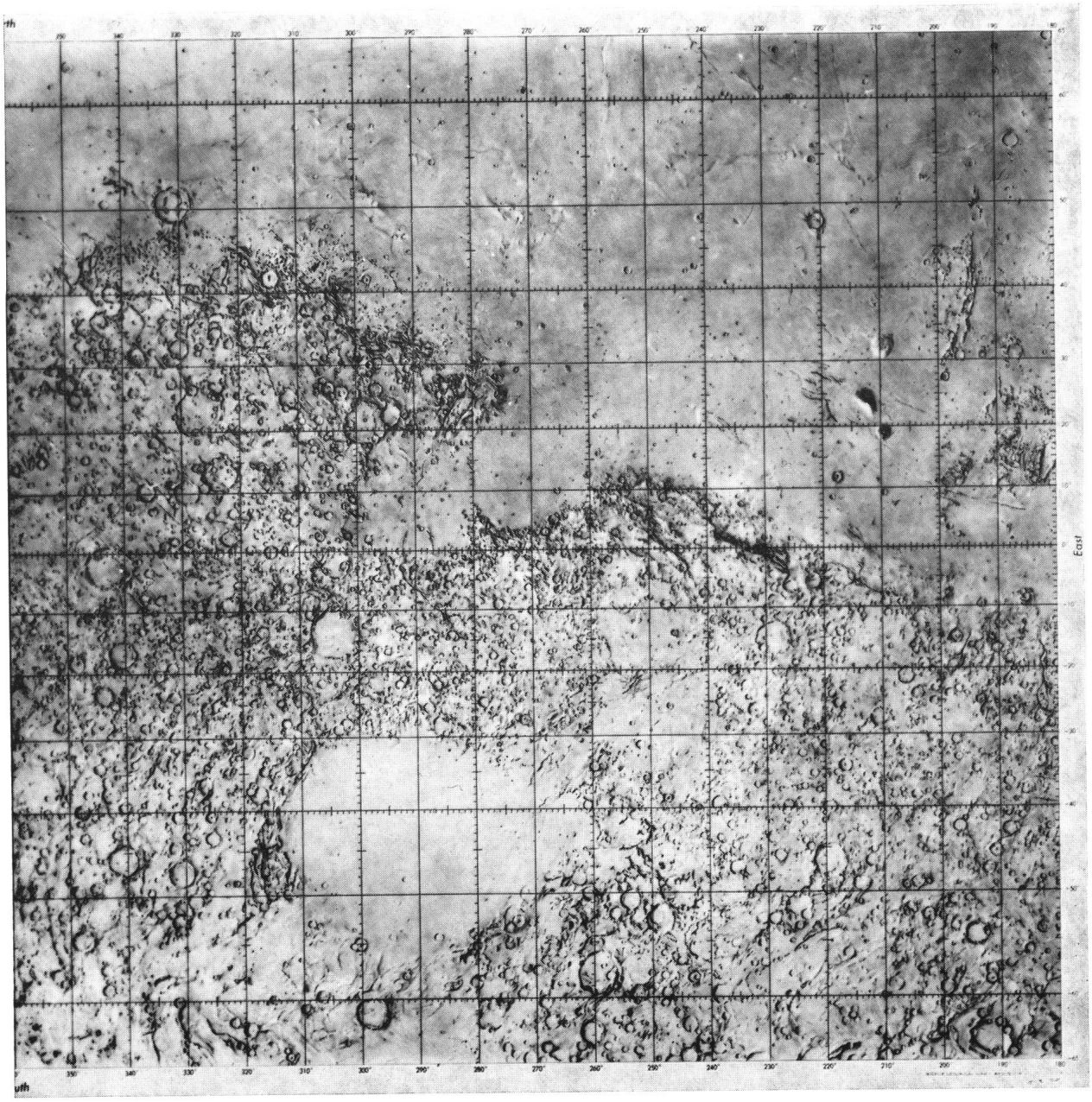


Wir stellen unseren Lesern hier die neueste Mars-Karte der NASA vor, die gegenüber der bisherigen Karte verbessert ist und nun *beide Kalotten* einschliesst. Sie zeigt eindrücklich, dass sich unsere heutigen Kenntnisse von der Oberfläche des roten Planeten unvergleichlich mehr auf die von den Mariner-Sonden übermittelten Daten, als auf Fernrohr-Beobachtungen stützen, wofür schon die in ORION 128, Seite 11 und ORION 132, Seite 127 reproduzierten Mariner-Bilder sprachen.

Einen Anlass, diese neue Marskarte in Gegenüberstellung zu Fernrohr-Beobachtungen zu reproduzieren, bilden die der Redaktion zum Abdruck eingereichten Rapporte No. 23 und No. 24 des «Groupement planétaire SAS» über Mars (Opposition 10. 8. 1971) und über Saturn 1971/72 (Opposition 26. 11. 1971), die im Anschluss daran wiedergegeben werden. Leider sind diese Rapporte der Redaktion erst um die Jahreswende 1971/72 zugekommen, lange nachdem im ORION 128 (Februar 1972) ausführlich über Mars und im ORION 129 (April 1972) über Saturn berichtet worden war. Die beiden Rapporte sind deshalb als Ergänzungen der früheren Mitteilungen über diese Planeten aufzufassen.

Wenn man die auf Grund der Mariner-Daten erstellte Marskarte mit den nachfolgend wiedergege-

Die neue Marskarte der NASA

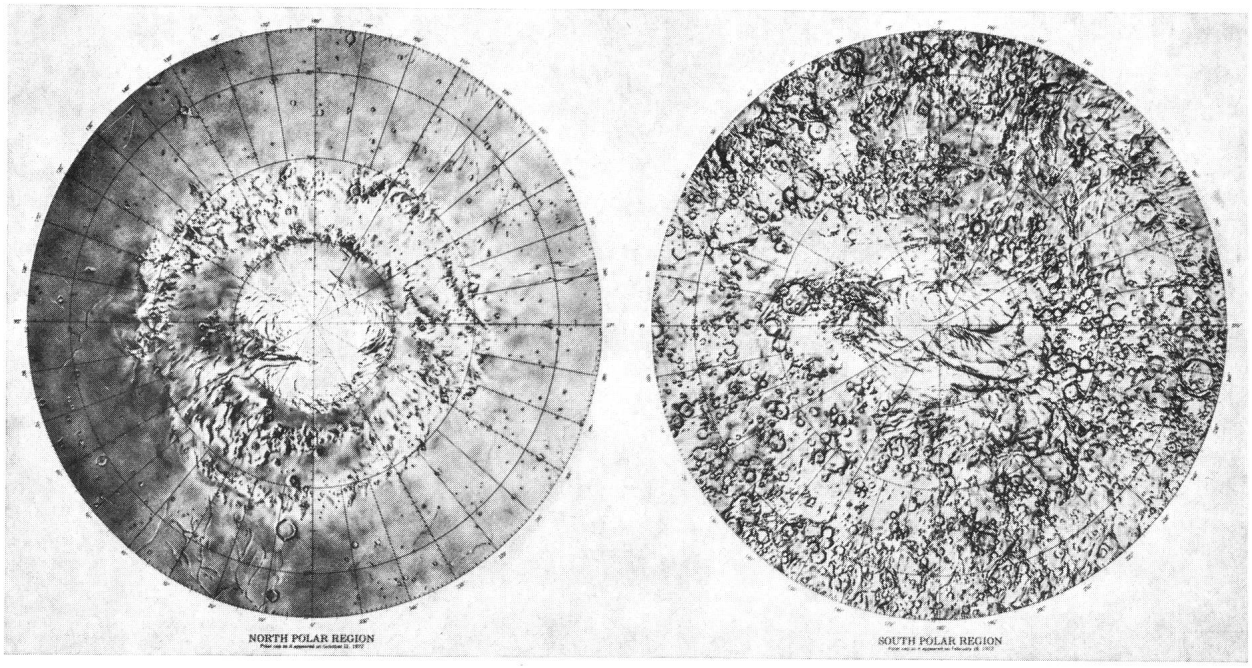


benen Mars-Zeichnungen, wie man sie am Fernrohr erhalten kann, und mit den teleskopischen Aufnahmen vergleicht, so kann man sich füglich fragen, ob eine teleskopische Beobachtung *dieses* Planeten heute noch als sinnvoll erscheint. Zudem ist zu erwarten, dass diese Frage in absehbarer Zeit auch für weitere Planeten zu stellen sein wird. Pioneer 10 ist auf dem Weg zu Jupiter, und Mariner 10 wird bald zu Venus und Merkur starten.

Damit drängt sich der Schluss auf, dass Mars-Beobachtungen, Mars-Zeichnungen und teleskopische Mars-Aufnahmen, und in absehbarer Zeit auch die Studien anderer Planeten am Teleskop im wesentlichen nur noch als Gradmesser der Genauigkeit des Beobachters und der Güte seiner Ausrüstung zu bewerten sein werden, wofür die teleskopisch erstellte Mars-Karte des Lowell-Observatoriums in Flagstaff (Arizona) bereits das Maximum des Möglichen darzustellen scheint.

Wir meinen aber, dass sich der Planeten-Beobachter, der nun hart mit den Ergebnissen der wissenschaftlichen Planeten-Forschung mittels Raumsonden konfrontiert wird, dadurch nicht entmutigen lassen sollte. Da Raumsonden im allgemeinen nicht über längere Zeiten bei einem Planeten verbleiben und diesen über Jahre umkreisen können, bleibt es bis auf

Die neue Marskarte der NASA



weiteres dem Planetenbeobachter vorbehalten, besondere, unvorhersehbare Ereignisse auf den Planeten-Oberflächen mit der grösstmöglichen Genauigkeit aufzuzeichnen, zu photographieren und zu beschreiben. Ein Beispiel dafür bildete der Staubsturm auf dem Mars vom 20. September 1971, dessen Erstaufnahme im ORION 128, Seite 14 wiedergegeben ist und der dann über längere Zeit hinweg Mars-Aufnahmen durch Mariner 9 verhindert hat. Dasselbe gilt für die Oberflächen-Veränderungen auf Jupiter und Saturn, über die beispielsweise in ORION 132, Seite 130 und in ORION 129, Seite 58 berichtet wurde.

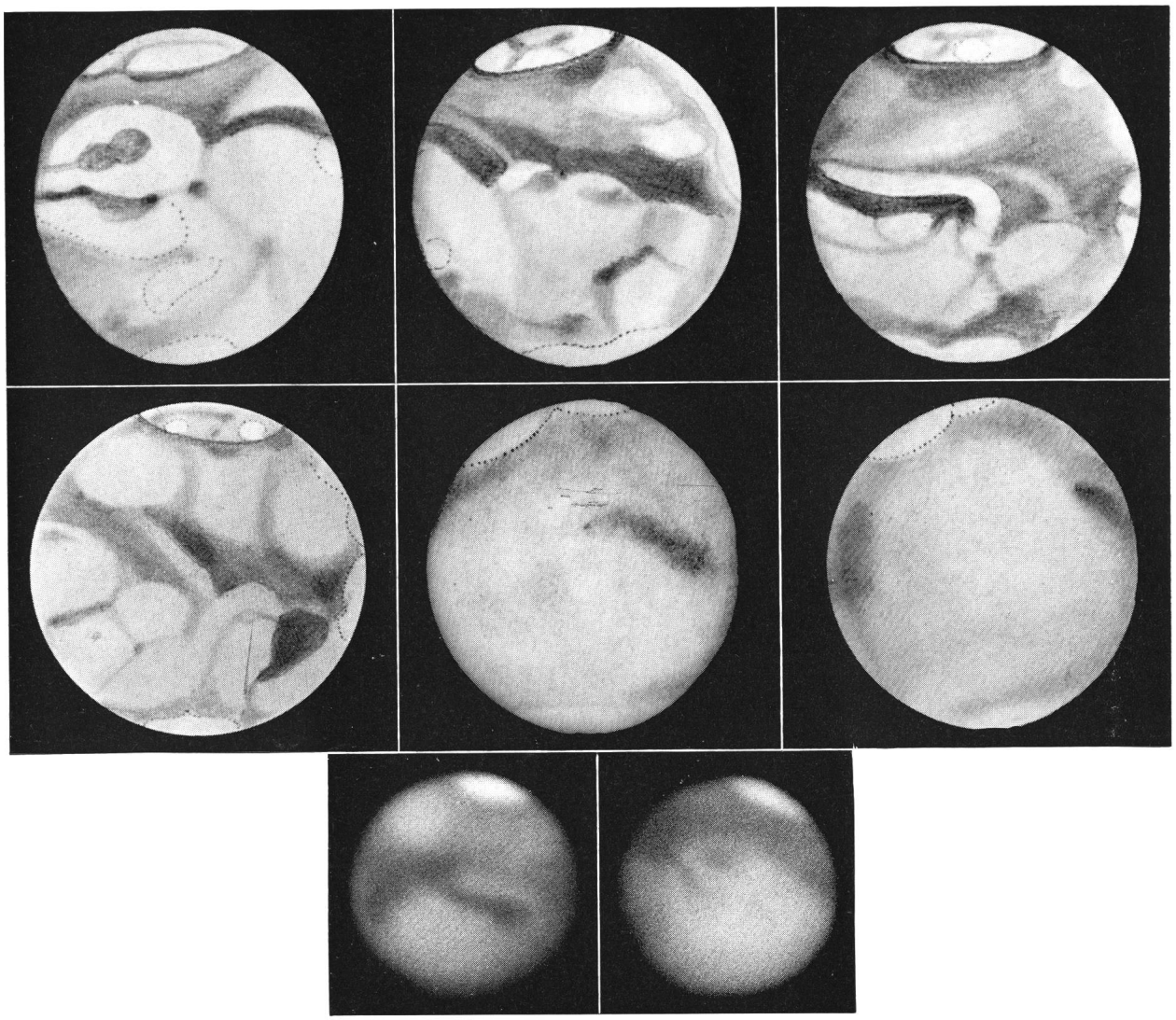
Die Domäne des Planeten-Beobachters kann und wird also nicht länger die Topographie der Planeten sein, sondern das *Studium veränderlicher Erscheinungen auf Planeten-Oberflächen*, wie sie mit Sonden nur ausnahmsweise erfasst werden können. Wenn solche Beobachtungen auch nicht mit der Genauigkeit topographischer Sonden-Aufnahmen verglichen werden können, so sind sie dennoch wissenschaftlich wertvoll und tragen zum Gesamtbild bei, das wir uns von den Planeten machen können.

In diesem Sinn sind die nachfolgenden Rapporte zu verstehen, die sich in erster Linie mit den Vorgängen auf den Oberflächen von Mars und Saturn befassen. Das Studium dieser Erscheinungen rechtfertigt vollauf die Tätigkeit des Planetenbeobachters und gibt ihm auch die Befriedigung, die mit jeder wissenschaftlichen Leistung verbunden ist. E. Wiedemann

Mars 1971 (Opposition 10 août 1971)

Rapport No. 23 du «Groupement planétaire SAS»
par S. Cortesi, Locarno-Monti

Observateur	Instrument	Dessins	Photos	Période d'observation
W. Brändli, Wald (ZH)	tél. 150 mm	9	–	4.7./22.9.1971
S. Cortesi, Locarno-Monti	tél. 250 mm	3	–	16.8./27.8.1971
J. Dragesco, Yaoundé	tél. 260 mm	41	9	24.5./18.10.1971
R. Germann ,Wald (ZH)	tél. 150 mm	9	–	20.5./18.9.1971
F. Jetzer, Bellinzona	tél. 200 mm	17	–	3.7./15.11.1971
F. Meyer, Lausanne	lun. 60 mm	11	–	29.8./18.12.1971
A. Pfenninger, Wald (ZH)	tél. 150 mm	2	–	7.7./9.8.1971
M. Rochat, Lausanne	lun. 110 mm tél. 200 mm	14	10	4.6./7.9.1971
G. Viscardy, Monte Carlo	tél. 310 mm	–	14	13.7./6.9.1971



	Dessins de J. Dragesco		(Télescope de 260 mm)	
1)	25. 5.1971	= 94°	Gr. 265 ×	Bonne image
2)	22. 6.1971	= 187°	Gr. 265 ×	Bonne image
3)	2. 7.1971	= 7°	Gr. 265 ×	Bonne image
4)	17. 7.1971	= 243°	Gr. 265 ×	Moyenne image
5)	6.10.1971	= 151°	Gr. 330 ×	Médiocre image
6)	12.10.1971	= 97°	Gr. 330 ×	Médiocre image
	Photos de G. Viscardi		(Télescope de 310 mm)	
7)	17. 8.1971	= 332°	Pan F Ilford, 3 sec., filtre jaune	
8)	6. 8.1971	= 91°	Pan F Ilford, 3 sec., filtre jaune	

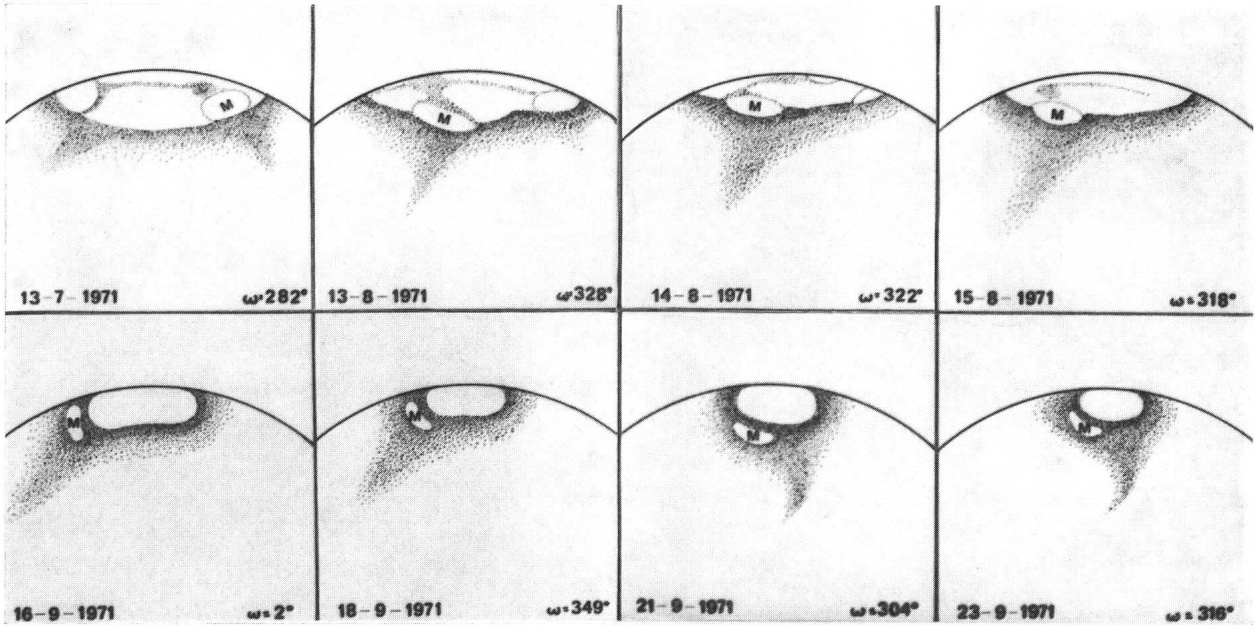
Considérations générales

De cette présentation nous avons pu assembler une documentation plus complète que celle des précédentes et, grâce surtout à M. Dragesco, de toute première qualité. Mis à part les dessins de cet observateur expérimenté et les quelques photos de Viscardy, les autres contributions ont été d'une utilité presque nulle quant à notre connaissance de la surface martienne, en partie à cause de la petitesse des instruments employés et de la mauvaise qualité des images, en partie aussi à cause du manque de pratique de certains de nos observateurs. En tout cas nous croyons que cet exercice sur un objet difficile comme Mars leur aura aiguisé l'œil pour de futures observations planétaires.

Notre rapport se borne cette fois simplement à porter à la connaissance des lecteurs d'ORION les faits principaux qu'on a pu déduire de l'observation de Mars en 1971 tels qu'ils résultent des articles très complets et étendus parus dans «Sky and Telescope» (42, 3; 42, 5; 43, 1; 43, 5) et l'Astronomie (juillet-août 1972).

Particularités intéressantes observées sur Mars en 1971

Du point de vue saisonnier, au moment de l'opposition, l'hémisphère nord de Mars se trouvait en plein automne (0,59 Aut. N) et naturellement l'hémisphère sud (celui qui était tourné vers nous: lat. du centre –14,6°) en plein printemps. On a pu donc aisément suivre le retrait de la calotte polaire australe qui a présenté d'intéressants détails: crevasses et trainées sombres à l'intérieur, taches claires sur le pourtour.



De ces dernières furent particulièrement en évidence les Monts Mitchell à partir de la moitié d'août (v. série de dessins spéciaux de J. Dragesco), complètement détachés de la calotte (elle-même très réduite) dès le commencement de septembre.

La deuxième particularité que nous devons citer ce sont les tempêtes de poussière jaune qui ont caractérisé la deuxième partie de cette présentation. Voici, en résumé, la chronologie des phénomènes:

1) depuis le commencement des observations (mai 1971) jusqu'en juillet l'atmosphère martienne était limpide avec bonne visibilité des taches sombres dont l'aspect, la coloration et le contraste étaient normaux, suivant la saison (v. dessins 1, 2 et 3).
2) entre le 9 et le 23 juillet on a noté la première petite tempête de poussière qui s'est développée sur Hellespontus-Mare Serpentis-Hellas et qui a disparu sans laisser de trace sensible.
3) retour des conditions normales de visibilité des détails pendant tout le mois d'août et la première moitié de septembre (v. photos 7 et 8).
4) le 20 septembre 1971 a commencé *la plus grande tempête de poussière jaune jamais observée sur Mars.* Elle a débuté par une petite tache claire sur Noachis et Yaonis R. (c'est-à-dire env. dans la même région que la première petite tempête de cette année) pour s'étendre ensuite, vers l'est et l'ouest, sur tout l'hémisphère austral de la planète. Au moment de son intensité maximum, vers la fin d'octobre, le voile jaune était si opaque qu'il cachait presque entièrement les grandes taches sombres des «mers» Cimmerium et Tyrrhenum (v. dessins 5 et 6), ainsi que la calotte polaire sud et s'étendait aussi sur les régions septentrionales de la planète!

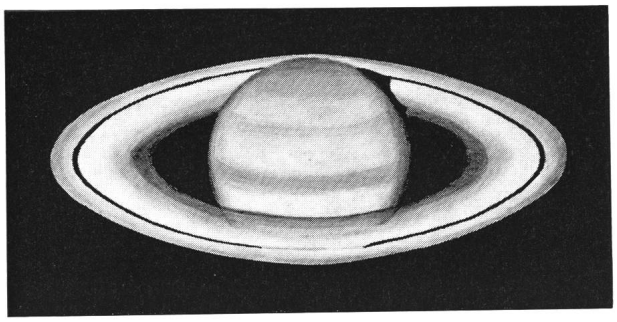
La tempête dura tout le mois de novembre, gênant notablement le programme photographique de Mariner 9 (qui dut être complètement remanié) et commença à faiblir seulement en décembre, trois mois après son début. C'est seulement après la moitié de décembreque la sonde automatique américaine put reprendre son programme normal et enregistra les sensationnelles photos des détails de la surface martienne que nous avons pu admirer. D'après ces documents on a pu déduire que l'important voile de poussière a graduellement disparu durant les premiers mois de 1972.

Litérature:
Voir le texte.

Adresse de l'auteur: S. Cortesi, Specola solare, CH-6605 Locarno-Monti.

Generalversammlung der SAG 1973

Die Generalversammlung der SAG 1973 wird nicht, wie ursprünglich geplant, in Lausanne, sondern vom 12.–13. Mai 1973 in *St. Gallen* stattfinden. Wir danken unseren dortigen Freunden für die Übernahme der Generalversammlung 1973, für die interessante Vorträge in Aussicht stehen, und hoffen auf eine zahlreiche Beteiligung der SAG-Mitglieder aus nah und fern. Da – entgegen den Angaben des Jahresregisters 1972 – die Amtsperiode des Zentralvorstands von 1971–1973 in diesem Jahr abläuft, wird im offiziellen Teil der Generalversammlung 1973 der Vorstand der SAG neu zu wählen sein, ein Grund mehr für die Teilnahme! Wir hoffen im übrigen auf schönes Wetter am Muttertag, St. Gallen und seine Umgebung werden sich dann den Sternfreunden von ihrer besten Seite zeigen. Das ausführliche Programm der Generalversammlung der SAG 1973 wird in ORION 135, der Mitte April erscheint, bekanntgegeben werden.



Saturne le 6.1.1972 17.00 h TU. Dessin de S. CORTESI. Imm. 5 Gr. 280 × (binoculaire).

Saturne: Présentation 1971/72 (Opposition 26 novembre 1971)

Rapport No. 24 du «Groupement planétaire SAS» par F. JETZER et A. MATERNI, Bellinzona

Observateur	Instrument	Dessins	Cotes d'int.	Période d'observation
S. CORTESI, Locarno-Monti	tél. 250 mm	1	–	6 janvier 1972
F. JETZER, Bellinzona	tél. 200 mm	30	302	18 octobre 1971 16 mars 1972
A. MATERNI, Bellinzona	tél. 200 mm	21	222	21 octobre 1971 15 février 1972
F. MEYER, Lausanne	lun. 60 mm	15	–	28 août 1971 17 décembre 1971

Considérations générales

Pendant cette opposition, l'anneau, presque à son ouverture maximum, nous présentait sa face australe et dépassait visiblement les bords du disque. En général, vu la grande hauteur de la planète sur l'horizon, les images étaient bonnes. Les documents reçus sont assez nombreux.

Description détaillée (Dénomination BAA)

Disque

S.P.R. La région polaire sud, la seule visible, était sombre.

S.T.Z. Plutôt sombre, on y voyait parfois des bandes plus ou moins claires, mais jamais bien définies. En septembre 1971 T. J. MOSELEY a découvert 4 taches blanches, 2 dans la STZ et 2 dans la SEB[1]). Ces taches n'ont pas été vues par nos observateurs.

S.E.B. Cette bande était sombre et très large. Bien définie au nord, elle l'était moins au sud (avec la STZ).

E.Z. D'un blanc brillant, elle était, comme d'habitude, la zone la plus claire de la planète.

Anneaux

Anneau A Plus sombre dans sa moitié extérieure, cette particularité était surtout visible dans les anses. La division d'ENCKE fut observée seulement par bonnes images et avec de forts grossissements (JETZER-MATERNI), elle était seulement visible dans les anses.

Division de Cassini Toujours bien visible, même avec de mauvaises images. On pouvait la suivre sur tout le pourtour visible de l'anneau.

Anneau B Le plus brillant. La région la plus claire était la partie extérieure. La partie intérieure était légèrement plus sombre.

Anneau C Bien visible et nettement distinct de l'anneau B, bien qu'on n'y voyait aucune

Mitteilung der Redaktion

Die Redaktion möchte die Leser des ORION um Entschuldigung dafür bitten, dass in den Berichten zur SAG-Generalversammlung 1972 und im Anschluss daran auch im Jahresregister 1972 vergessen wurde, auf ein wichtiges Ereignis Bezug zu nehmen, das nun gebührend vermerkt sei:

Für ihre grossen Verdienste als SAG-Vorstandsmitglieder und ORION-Redaktoren in den Jahren 1967–1971 (ORION No. 99–125) sind die Herren Prof. Dr. H. MÜLLER und Dr. N. HASLER-GLOOR auf Antrag des SAG-Vorstands von der Generalversammlung 1972 der SAG zu *Ehrenmitgliedern* der Gesellschaft ernannt worden. Diese Ehrung wurde gleichzeitig auch Herrn J. LIENHARD für seine Leistungen auf dem Gebiet der Astrophotographie zu Teil.

Die Redaktion benützt diesen Anlass gerne, um den Geehrten nochmals für ihre Tätigkeit für die Astronomie im allgemeinen und die SAG im besonderen herzlich zu danken. Sie freut sich, auch weiterhin auf ihre Mitarbeit zählen zu dürfen.

Für die Redaktion: E. WIEDEMANN

division. Devant le disque, en projection, il était plus clair, et par bonnes images on voyait, à travers l'anneau, la continuation de la EZ.

Ombre du globe sur les anneaux — L'ombre était très bien visible, avant l'opposition, elle se trouvait à gauche du disque (vision télescopique), et après à droite.

Cotes d'intensité (T).

Objet	Observateurs		
	JETZER	MATERNI	T moyenne
SPR	4.8	5.5	5.2
STZ	3.2	3.6	3.4
SEB	4.6	4.9	4.8
EZ	1.9	2.3	2.1
Anneau A extér.	3.8	4.1	4.0
Anneau A intér.	2.4	3.1	2.8
Anneau B extér.	1.0	1.6	1.3
Anneau B intér.	1.5	2.4	2.0
Anneau C	6.7	7.7	7.2
Division de CASSINI	8.1	8.2	8.2
Division d'ENCKE	6.9	6.8	6.8
Ombre du globe sur les anneaux	8.6	8.0	8.3
Anneau C en projection dev. le disque	5.6	5.7	5.6

Ces intensités T semblent assez normales et les différences entre les deux observateurs sont assez petites.

Satellites

Rhea e Titan ont toujours pû être observés. Tethys et Dione ont été observés maintes fois, avec images médiocres, au contraire Japetus fut observé seulement quand il était près de son élongation occidentale. Les autres satellites n'ont pas été observés. Un champ très intéressant d'observations serait l'évaluation des magnitudes de ces satellites, qui sont sujets à des variations assez fortes.

Conclusions

Mise à part la question des taches blanches, indice d'une forte activité, le reste est très normal. Nous espérons pouvoir faire encore des rapports sur Saturne pour les oppositions qui suivront. Pour cette raison nous prions tous les observateurs qui ont des dessins, des photos etc. de nous les envoyer. Nous recommandons de faire, en plus des dessins, des évaluations des cotes d'intensité et des mensurations de la latitude (soit avec le micromètre, soit visuellement). Nous prions aussi les observateurs qui voient des taches sur la planète, ou d'autres choses intéressantes, de nous le communiquer le plus tôt possible.

Litérature:
[1]) ORION *29*, 186 (1972) No. 127.
Adresse des auteurs: F. JETZER, via Lugano 11, CH-6500 Bellinzona; A. MATERNI, via Bertoni 15, CH-6500 Bellinzona.

Stellarphotographie mit dem Refraktor

von HEINRICH TREUTNER, Neustadt

1. Allgemeines

Für die Stellarphotographie werden zumeist lichtstarke und relativ kurzbrennweitige Spiegelteleskope verwendet[1]). Bei längeren Belichtungszeiten tritt bei diesem Instrumententyp jedoch leicht eine Verbreiterung der Sternbildchen ein, die das Trennvermögen für nahe beieinander stehende Sterne beeinträchtigt. Aus diesem Grund sind in der professionellen Astronomie zur Trennung enger Doppelsterne vorzugsweise *Refraktoren* eingesetzt worden[2]). Der Refraktor eignet sich also besonders dann gut für langbrennweitige Stellaraufnahmen, wenn ein hohes Trennvermögen verlangt wird.

Selbstverständlich stellt das Photographieren mit Instrumenten mit Brennweiten von mehreren Metern hohe Anforderungen an den mechanischen Aufbau und die Nachführeinrichtung, und es ist unerlässlich, darüber zuverlässige Kontrollen zu haben. Im speziellen sind die folgenden Punkte zu beachten:

1. Das optische System muss einwandfrei scharfe Bilder garantieren.
2. Der ganze Fernrohraufbau muss sehr stabil und die Tragkraft der Montierung genügend gross sein. Die Achsen der Montierung müssen spielfrei gelagert sein, um Verzugserscheinungen auszuschliessen.
3. Komplizierte Antriebsmechanismen sind zu vermeiden, weil bei diesen leicht unkontrollierbare Störungen auftreten.
4. Um ein entsprechend grosses Leitrohr zu umgehen, muss eine zuverlässige Steuerung des Stundenantriebs und eine genaue Nachführkontrolle eingerichtet werden.
5. Die Stundenachse muss in Polhöhe und Azimut genauestens ausgerichtet sein.

Nachfolgend soll beschrieben werden, wie diesen Bedingungen auf einfache Weise genügt werden kann. Dem Verfasser steht für Stellaraufnahmen ein Faltrefraktor 20/400 cm zur Verfügung[3]); dieser wird von einer deutschen Montierung getragen, deren Achsen in Kegelrollenlagern spielfrei beweglich sind. Die Schnecke des einfachen Untersetzungsgetriebes ist direkt mit einem 5 W/12 V-Synchronmotor mit angebautem Untersetzungsgetriebe gekoppelt. Diese Bauweise ist einfach und solid und hat sich auch bei hohen Ansprüchen bewährt.

2. Die Pendelbewegung

Bei Erfüllung aller vorgenannten Bedingungen sollte man erwarten, dass ein im Fadenkreuz des Okulars zentrierter Stern auch über längere Zeiten

dort verbleibt. Leider trifft dies im allgemeinen nicht zu. Als Ursache für periodische Abweichungen des Sterns vom Fadenkreuz wurde ein minimer Unrundlauf der Schnecke erkannt. Im folgenden soll gezeigt werden, wie dieser fast unvermeidbare Nachführfehler erkannt und eliminiert werden kann.

An der Schneckenwelle wurde eine Skalenscheibe befestigt, die unter einem Index spielt, so dass sich die Abweichungen des Leitsterns vom Fadenkreuz auf die Stellung der Schneckenwelle beziehen lassen. Die Skalenscheibe ist in Fig. 3, der Verlauf der Abweichungen des Leitsterns in Fig. 1 zu sehen. Es ergab sich, dass im Laufe einer Umdrehung der Schneckenwelle der Leitstern einmal «vorgeht» und einmal «zurückbleibt», während er dazwischen auf dem Fadenkreuz verbleibt. So war klarzustellen, dass diese Abweichungen auf einen Unrundlauf der Schnecke und damit auf eine Variation ihres Eingriffs ins Schneckenrad zurückzuführen sind und damit das «Pendeln» des Leitsterns verursachen.

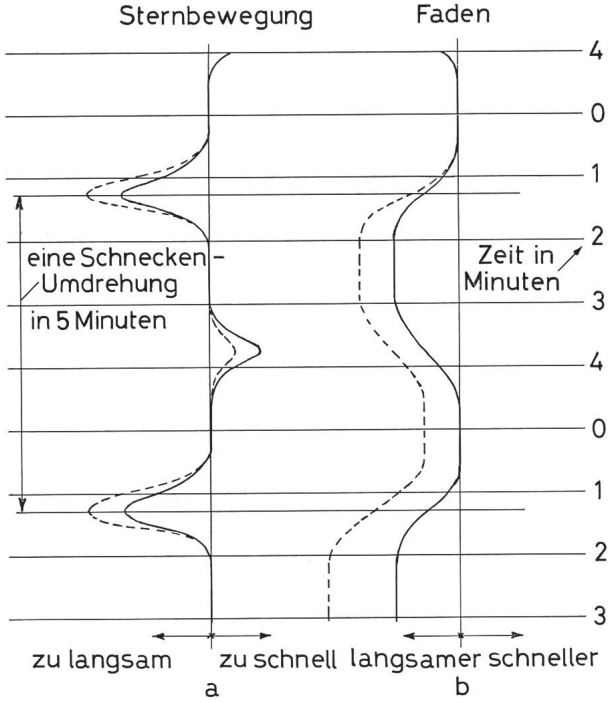


Fig. 1: Graphische Darstellung der Pendelbewegung
a) Abweichungen eines Sterns von seiner idealen Position im Fadenkreuz eines Fernrohrs bei Pendelung um die exakte Nachführgeschwindigkeit.
b) Unkorrigierte Abweichungen eines Sterns, bezogen auf seine ideale (Anfangs-) Position im Fadenkreuz.
α) bei idealer Nachführung (———)
β) bei Nachführung mit Netzfrequenz (– – – –)
Grundlage: Schnecke: 1 U/5 Min. Schneckenrad: 288 Zähne

Bei grossen professionellen Instrumenten, bei denen die Erscheinung des «Pendelns» ebenfalls bekannt ist, hat man sich mit doppelten, diametral gegenüberliegenden Schneckenantrieben zu helfen versucht[4]). Da solche ausgleichende Antriebe für Amateur-Instrumente aber kaum in Frage kommen, musste eine andere Lösung des Problems gefunden werden.

Zum Erkennen der Pendelausschläge nach Grösse, Richtung und Zeit betreibt man die motorische Nachführung *ohne Korrekturen an dieser* mit angenäherter Normalfrequenz (Netz), rückt aber alle 15–20 Sekunden den Leitstern an den Faden zurück, sofern er abgewichen sein sollte. Die manuellen Korrekturen trägt man nach Grösse und Richtung, sowie zeitlich koordiniert auf der Skalenscheibe ein. In der Folge kann man dann auf der Skalenscheibe der Fig. 3 direkt ablesen, ob und wann und in welcher Richtung der Leitstern abweicht. Auf diese Weise wird die Skalenscheibe eine *Pendelanzeigescheibe.*

3. Die Kontrolle und Eliminierung der Pendelbewegung

Da auch eine Rundlaufgenauigkeit von 0.001 mm der Schneckenwelle keine Gewähr dafür bietet, dass das «Pendeln» völlig verschwindet, und da daneben auch noch auf kleine Verzahnungsfehler zurückzuführende Unregelmässigkeiten auftreten, erwies es sich als notwendig, die Nachführung durch Frequenzvariation des Antriebs zu kontrollieren und zu steuern. Eine Kontrolle über längere Zeiten hatte nämlich eine strenge Periodizität der Pendelbewegungen erkennen lassen, womit Frequenz-Unregelmässigkeiten als mögliche Ursache auszuschliessen waren.

Auf Grund dieser Erkenntnisse wurde ein einfacher Frequenzgenerator gebaut, dessen Ausgangsspannung von 220 V auf 12 V transformiert wird und dessen Frequenz von 48–60 Hz stufenlos regelbar ist (vergl. Fig. 3, unten). Der vom Frequenzgenerator benötigte Gleichstrom wird einem Netzgerät entnommen. Die Normalfrequenz des Generators, die ja etwas temperaturabhängig ist, kann jeweils während der Gleichlaufperioden (vergl. Fig. 1) ermittelt und eingestellt werden. Wie Fig. 1b zeigt, entspricht die Netzfrequenz von 50 Hz nicht genau der Soll-Umdrehungszahl der Schnecke. Trotzdem kann der Antrieb prinzipiell mit Netzstrom erfolgen.

Die Korrektur der Pendelbewegung erfolgt durch entsprechende Frequenzänderungen: Mit einem Kippschalter wird nach Bedarf die Netzfrequenz von 50 Hz durch eine solche von 48 Hz oder 52 Hz des Frequenzgenerators ersetzt, die beide auf Abruf verfügbar sind. Ein Blick auf die Pendelanzeigescheibe zeigt, wann welche Frequenz zur Korrektur des Pendelns erforderlich ist. Da die Pendelbewegung streng periodisch ist, lernt man rasch nach entsprechenden Zeiten (im vorliegenden Fall sind es 5 Minuten) die richtigen Korrekturen vorzunehmen, auch ohne auf die Pendelanzeigescheibe zu blicken. Die Periodizität des Pendelns legt es nahe, einen automatischen Pendelausgleich zu entwickeln, doch müsste dann im Hinblick auf einzelne, nicht periodische kleine «Störungen» trotzdem auch eine manuelle Korrektur möglich sein.

Die Korrektur des Pendelns erlaubt neben einer sehr sicheren Nachführung bei langen Belichtungszeiten auch Kurzzeit-Aufnahmen mit längsten Brennweiten, beispielsweise von Planeten, *ohne* Nachführ-

kontrolle; man hat hierzu nur die Belichtung in den Bereich zwischen die Pendelungen zu verlegen. Für Mondaufnahmen ist dagegen im Hinblick auf die rasche und ungleichförmige Bewegung des Erdtrabanten die Benützung des Frequenzwandlers unerlässlich. Auch bei Mondaufnahmen benützt man den Bereich zwischen den Pendelungen, um Fehlbelichtungen zu vermeiden.

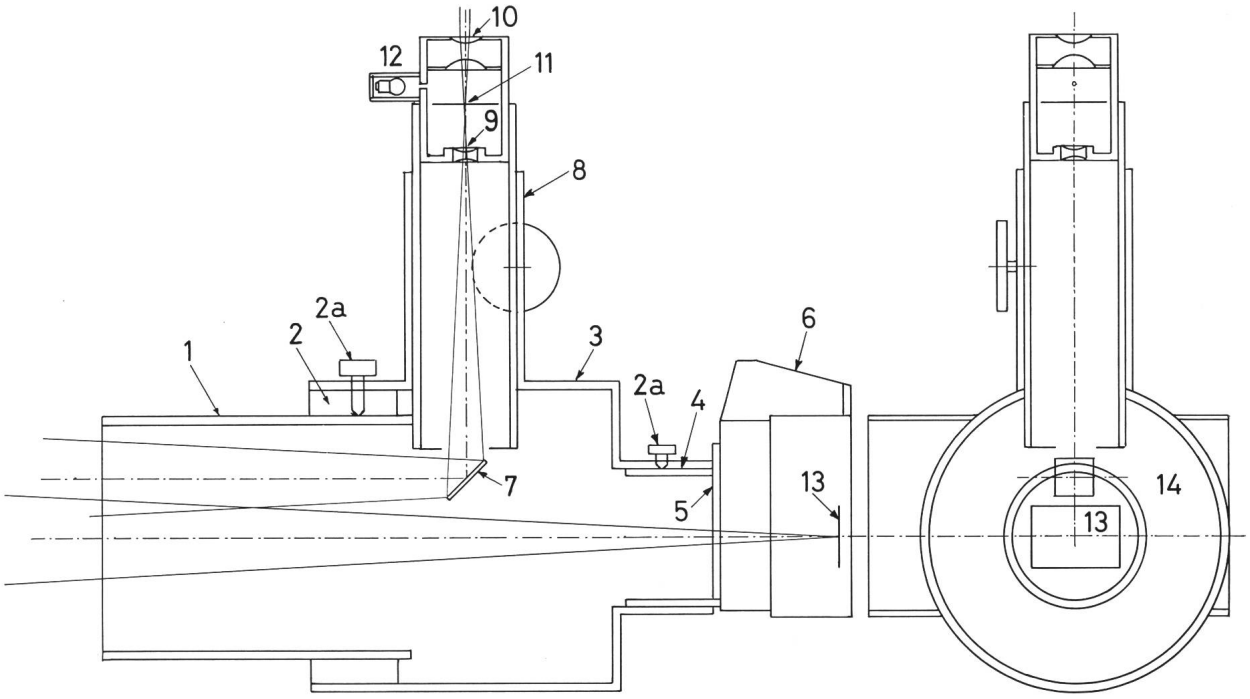


Fig. 2: Schematische Schnittzeichnung des beschriebenen Offset-Guiding-Ansatzes

1: Fernrohr-Ende
2: Ring, 2a: Klemmschrauben
3: Rohrstück
4: Gleitrohr (in Rohrstutzen)
5: Filtereinsatz
6: Kleinbild-Spiegelreflex-Kamera (24 × 36 mm)
7: Umlenkprisma oder abgeschirmter Spiegel
8: Okularstutzen, senkrecht zur Fernrohrachse verschiebbar
9: Negativ- oder BARLOW-Linse
10: Fadenkreuz-Okular
11: Eintrittspupille des Okulars (Ort des Fadenkreuzes)
12: Fadenkreuzbeleuchtung
13: Filmebene
14: Guiding-Ringzone

4. *Die Nachführeinrichtung*

Anstelle eines Leitrohrs findet ein neu konstruierter Offset-Guiding-Ansatz (Fig. 2 und Fig. 4) einfacher Bauart Verwendung[5]). Mit Hilfe eines 90°-Prismas oder eines kleinen, allseits abgeschirmten Planspiegels wird das Bild eines Sterns ausserhalb des Bildfeldes nach der Seite umgelenkt und so der Beobachtung zugänglich gemacht. Um für das Auffinden eines geeigneten Leitsterns ein möglichst grosses Feld zur Verfügung zu haben, ist das Guiding-System nicht nur um 360° um die Fernrohrachse drehbar, sondern auch noch senkrecht dazu verschiebbar angeordnet. Dadurch wird die Guiding-Ringzone nach Massgabe des freien Durchmessers des Fernrohrausgangs verbreitert, der mindestens 8 cm, besser aber noch mehr betragen sollte.

Die Fig. 2 zeigt schematisch den Aufbau der Nachführeinrichtung. An den Fernrohrausgang 1 wurde ein Ring 2 angeschraubt. Ein Rohrstück 3 ist am Ring 2 um 360° drehbar und mit 3 Klemmschrauben 2a feststellbar. Das Rohrstück 3 ist an seinem Ende mit einer Platte verschlossen, die einen offenen Rohrstutzen trägt. In diesem ist ein Gleitrohr 4 mit Klemmschraube 2a angeordnet, in das Filter eingesetzt werden können und eine Spiegelreflexkamera angesetzt werden kann. Am Rohrstück 3 ist ausserdem ein Okularstutzen mit Einstelltrieb für kurzbrennweitige Okulare befestigt, dessen Ende das Umlenkprisma (bzw. einen kleinen Planspiegel) trägt. Mit dem Einstelltrieb des Okularstutzens verändert man deren Lage zur Fernrohrachse in senkrechter Richtung, womit sich die Guiding-Ringzone beträchtlich vergrössern lässt. Da das Okular diese Bewegung mitmacht, bleibt die Bildschärfe erhalten. Damit sind alle wünschenswerten Einstellmöglichkeiten gegeben.

Als Okulare können solche des Ramsden-, Plössl- und Erfle-Typs verwendet werden. Ihre Brennweite soll 10–20 mm betragen und ihre Eintrittspupille genügend weit vor der Feldlinse liegen. Im Hinblick darauf, dass man mitunter auf schwache Leitsterne angewiesen ist, muss die Helligkeit der Fadenkreuzbeleuchtung variabel sein. Zwischen dem am Ort der Eintrittspupille angeordneten Fadenkreuz (aus feinstem Draht von 0.05 mm Durchmesser oder aus Mono-Nylon-Fäden) und der Feldlinse des Okulars

wird ein kleines Loch gebohrt und darüber ein kurzes Rohrstück befestigt, in das ein kleines Lämpchen mit Fassung passt. Das Lämpchen wird von einer Taschenlampenbatterie oder einem kleinen Klingeltransformator über einen Regulierwiderstand gespeist.

Da die Vergrösserung für die Nachführung etwa so gross wie die Fernrohrbrennweite in Zentimetern sein soll, müsste die Okularbrennweite für das Instrument des Verfassers eigentlich 10 mm betragen. Um die Unbequemlichkeiten so kurzbrennweitiger Okulare zu umgehen, kann man im Okulartubus an geeigneter Stelle (Fig. 2, 9) eine kurzbrennweitige negative Linse anordnen; man erhält so die passende Vergrösserung ohne wesentliche Änderung des Okularauszugs.

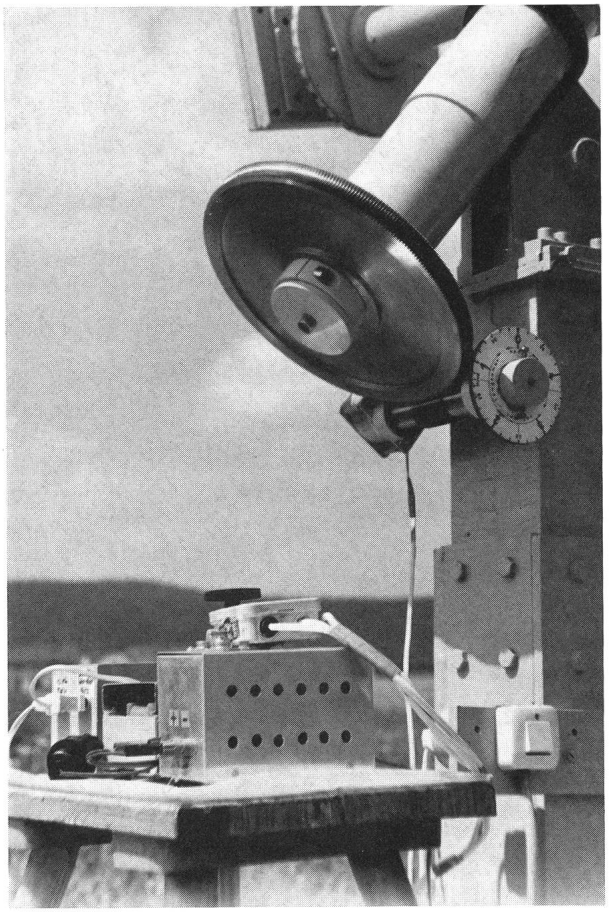


Fig. 3: Photo des Antriebs in Stunde mit Pendelanzeigescheibe auf der Schneckenwelle und Frequenz-Steuergerät

5. Bemerkungen zur Aufnahmetechnik

Für die Aufnahmen wird eine Spiegelreflex-Kleinbildkamera verwendet, die einen Lichtschacht und eine Mattscheibe mit Klarglasfleck aufweist. Man ermittelt die Position des Objekts auf dem Klarglasfleck, stellt aber die Schärfe mit Hilfe einer Lupe auf dem matten Teil der Scheibe ein. Dann sucht man durch Drehen und Verstellen der Nachführeinrichtung einen passenden Leitstern. Ist dieser gefunden, so werden die beweglichen Teile der Nachführeinrichtung fixiert und die Fadenkreuzbeleuchtung der Helligkeit des Leitsterns angepasst. Man wartet dann, bis die Pendelanzeigescheibe den Gleichlauf mit der Sternbewegung anzeigt und stellt dann den Leitstern auf das Fadenkreuz ein.

Dann kann man mit der Exposition beginnen, wobei man darauf zu achten hat, dass bei 4 m Brennweite der Leitstern innerhalb eines Feldes von 2 Bogensekunden bleibt. Dann ist eine punktförmige Abbildung der Sterne gesichert. Kennt man die Pendelzyklen des Instruments von entsprechenden Testversuchen her, so ist eine genaue Nachführung auch bei sehr langen Brennweiten nicht mehr schwierig.

Für schwarz/weiss-Aufnahmen kann der Kodak Tri X-Film dank seiner hohen Empfindlichkeit von 27 DIN = 400 ASA empfohlen werden; man entwickelt ihn relativ hart mit Agfa Rodinal 1:75, 15 Minuten. Das relativ grobe Korn kommt bei der Aufnahme von Sternfeldern nicht sehr zur Geltung. Bei der Aufnahme lichtschwacher Objekte mit entsprechend langen Belichtungszeiten, wie planetarischer Nebel oder von Galaxien, empfiehlt sich eine normale Entwicklung, um bei den Grauwerten das Korn weniger erscheinen zu lassen. Sehr lichtschwache Objekte nimmt man am besten mit Tiefkühlung auf. Die Empfindlichkeit des Kodak Tri X-Films kann dadurch bis auf das Vierfache gesteigert werden.

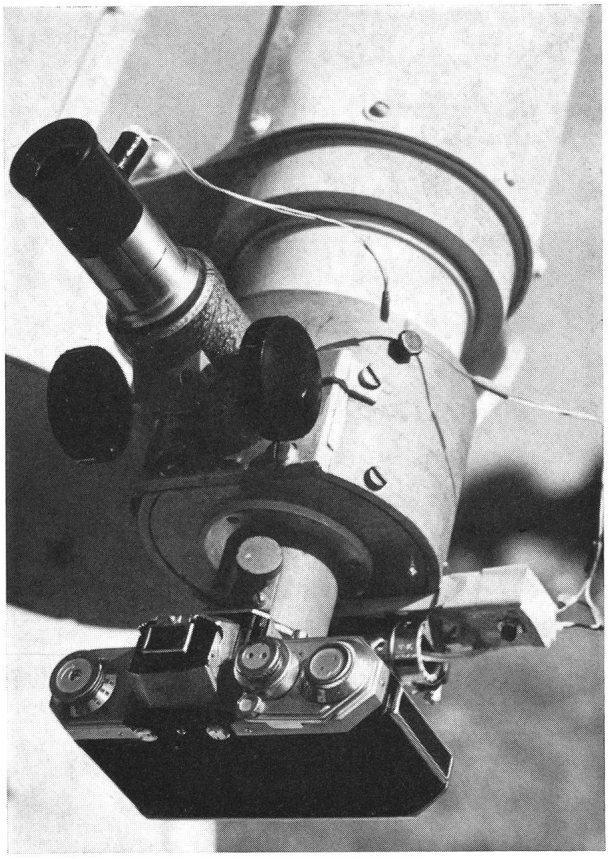
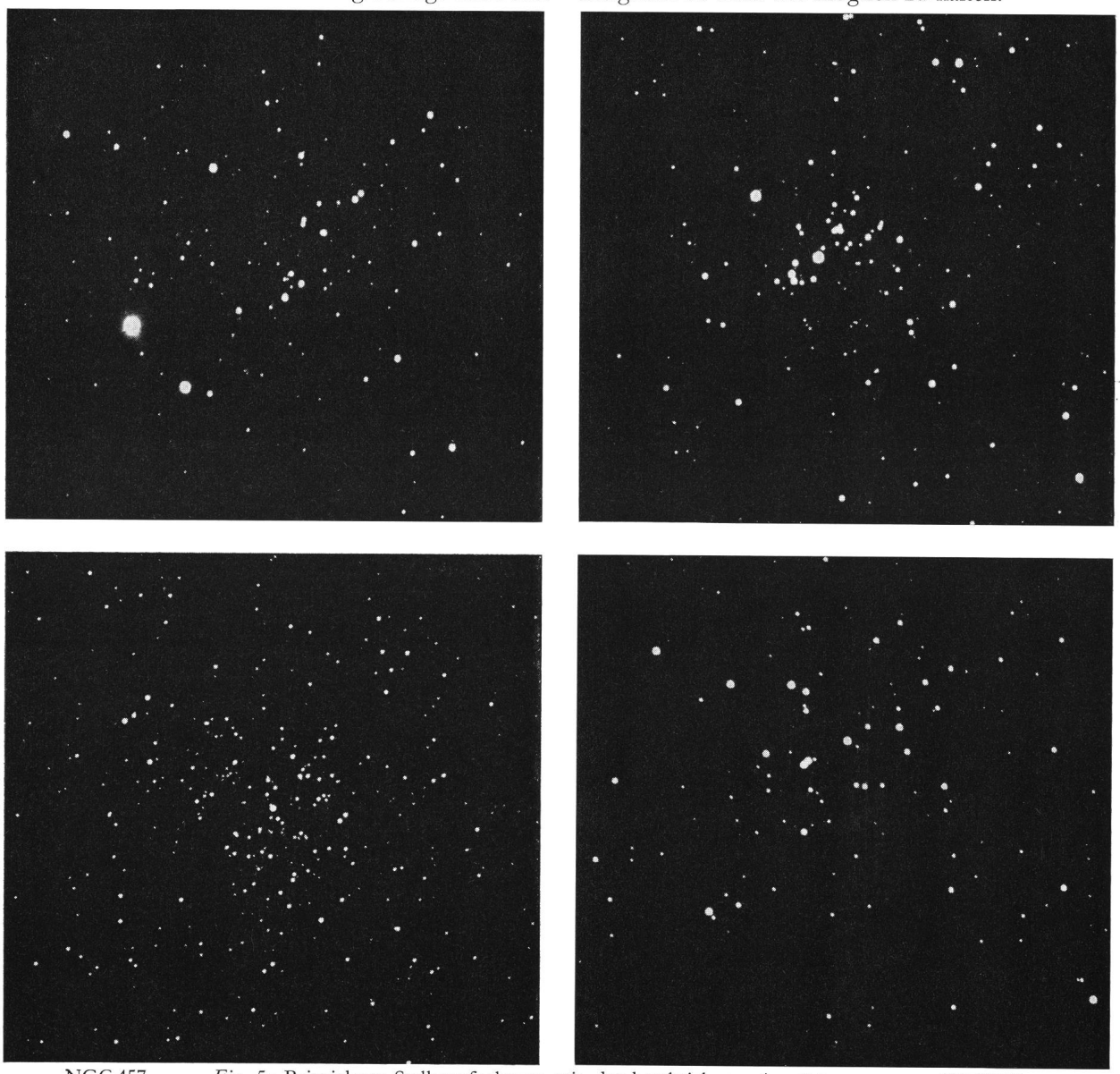


Fig. 4: Photo der Nachführeinrichtung (Offset-Guiding) mit Kamera im zentralen Fokus

6. Schlussbemerkung

Der normale Fall ist, dass vorhandene, visuellen Zwecken dienende Fernrohre nachträglich für Stellaraufnahmen eingerichtet und hierzu mit Nachführeinrichtungen versehen werden. Wird dann ein Leitrohr angebaut[6]), so ergibt sich oftmals, dass dann die ganze Einrichtung dafür zu schwach und zu wenig starr ist, so dass keine exakte Nachführung und damit keine punktförmigen Sternbilder erzielbar sind. Besonders in solchen Fällen ist der Anbau eines Offset-Guidings dem eines Leitrohres vorzuziehen: Die zusätzliche Gewichtsbelastung beträgt dann nur einen kleinen Bruchteil, und da dann die gleiche Optik das Bild auf dem Film und im Okular erzeugt, erfahren beide Bilder die gleichen Veränderungen durch Verzugserscheinungen, so dass auch dann sichere Korrekturen in Deklination und Stunde möglich sind. Bedingung ist nur, dass die Offset-Guiding-Einrichtung starr mit dem Hauptrohr verbunden und einwandfrei fixierbar ist. Der einzige Nachteil des Offset-Guidings ist sein relativ kleines Gesichtsfeld, weshalb man stets bestrebt sein sollte, die Guiding-Ringzone so breit wie möglich zu halten.



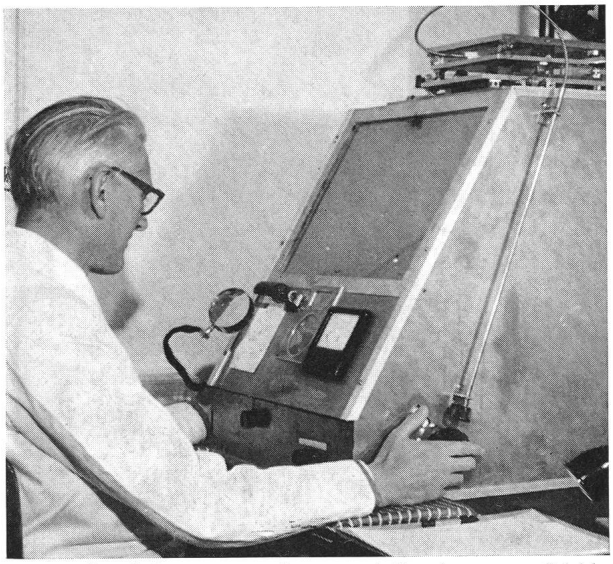
NGC 457 M 37 — NGC 869 M 36

Fig. 5: Beispiel von Stellaraufnahmen mit der beschriebenen Ausrüstung.

Literatur:

1) E. Alt und G. Klaus, ORION *30*, 83 (1972) No. 130/131.
2) vergl. z. B. A. R. Hinks, Einführung in die Astronomie, S. 24, Francke A.G., Bern 1946.
3) H. Treutner, ORION *30*, 146 (1972) No. 132.
4) Hierüber existiert ein Patent von Carl Zeiss (Anmerkung der Redaktion).
5) M Lammerer, ORION *30*, 93 (1972) No. 130/131.
6) K. Rihm, ORION *29*, 179 (1971) No. 127.

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



W. BECKER am Prototyp seines bekannt gewordenen, nach ihm benannten Irisblenden-Photometers

Ehrung eines Basler Astronomen

Professor Dr. WILHELM BECKER, Direktor des Astronomischen Institutes der Universität Basel, ist von der Universität Istanbul die Würde eines Doktor honoris causa verliehen worden.

Die Ehrung erfolgte in Anerkennung der grossen Verdienste Professor BECKERS auf dem Gebiete der Stellarastronomie. Im Jahre 1938 schenkte er ihr durch die Entdeckung der Methode der Dreifarbenphotometrie ein Instrument, das fundamentale Bedeutung erlangen sollte, und ohne das die moderne Astronomie nicht zu denken wäre. Er selber wandte die Dreifarbenphotometrie hauptsächlich zur Erforschung der Struktur unserer Milchstrasse an, und mit ihrer Hilfe gelang es ihm erstmals, deren Spiralstruktur nachzuweisen. Neben weiteren, bedeutenden Leistungen aus dem Bereich der Forschung, die in nahezu zweihundert Publikationen niedergelegt sind, wird auch BECKERS internationaler Einfluss als Lehrer gewürdigt.

Die Ehrung darf besonders hoch eingeschätzt werden, da die Universität Istanbul nur sehr sparsam Ehrendoktoren verleiht. Über die Verleihung hatte der Senat als oberste Instanz der Universität zu beschliessen, nachdem die naturwissenschaftliche Fakultät den Antrag einstimmig gestellt hatte. - Wir gratulieren herzlich! G. A. TAMMANN

Mariner 10 zu Venus und Merkur

Bekanntlich befindet sich Pioneer 10 auf dem Weg zu Jupiter (ORION 133, S. 189). Inzwischen hat das Jet propulsion laboratory gemeldet, dass im Oktober oder November 1973 von Cape Kennedy aus *Mariner 10 zu Venus und Merkur* gestartet werden soll, um wenigstens 8000 Bilder der beiden Planeten aufzunehmen und zur Erde zurückzusenden. Daneben sollen die Daten von 6 anderen wissenschaftlichen Experimenten aufgenommen und zur Erde übermittelt werden. Mariner 10 soll sich im Februar 1974 der Venus bis auf etwa 3300 Meilen und im März 1974 dem Merkur bis auf 635 Meilen nähern. Zur Ausrüstung von Mariner 10 gehören 2 Fernsehkameras, ein UV-Spektrometer, 2 Magnetometer, ein IR-Strahlungsmessgerät, ein Teleskop für geladene Teilchen, ein Sonnenschutzschild für die Apparaturen, mehrere Antennen für die Steuerung der Sonde und die Rückübertragung der aufgenommenen Daten, sowie natürlich die Stromversorgung mit Sonnenzellen.

ORION-Wettbewerb für aktive Sternfreunde

Der ORION-Wettbewerb für aktive Sternfreunde für Astro-Farbaufnahmen wurde am 15. Januar 1973 geschlossen. Es ist vorgesehen, dass das Preisgericht, bestehend aus SAG-Vorstands-Mitgliedern und Astro-Photographen von Rang, im Monat Februar zusammentreten und seine Entscheidung fällen wird. Wir möchten unsern Lesern verraten, dass Astro-Farbaufnahmen von hervorragender Qualität zur Beurteilung vorliegen und dass die ORION-Redaktion beabsichtigt, *in ORION 135 eine oder mehrere dieser Aufnahmen in Farbdruck zu bringen.* Die erheblichen Kosten für diese Vierfarbendrucke sind bereits zum Teil durch Spenden gedeckt. Es ist weiter vorgesehen, dass eine Auswahl dieser neuen Astro-Farbaufnahmen vom Bilderdienst der SAG übernommen und als neue Serie angeboten werden wird.

Liste der wissenschaftlichen Institutionen

die den ORION beziehen

Vorwort der Redaktion

Die Zeitschrift ORION, die sich in erster Linie an Astroamateure wendet, für die aber neben Amateur-Themen auch ausgewählte Beiträge aus der astronomischen Wissenschaft gebracht werden, hat mit ihrer Aufgabe neben der Förderung der Weiterbildung der Amateure auch eine Vermittler-Rolle zwischen den Sternfreunden und den Berufsastronomen übernommen, die sie einander näherbringen möchte. Diese Vermittlerrolle wird des öfteren kritisiert, wobei die kritisierenden Amateure offenbar übersehen, dass sie von den Beiträgen der Berufsastronomen im allgemeinen nur lernen können. Die Astronomie als «Königin der Wissenschaften» ist keine leichte Disziplin, und es bedarf von Seiten der Amateure schon gewisser Anstrengungen, um über das «Schauen am Himmel» hinauszukommen und mehr zu verstehen, als ein Blick durch das Fernrohr erkennen lässt.

Andererseits kann eine Fachzeitschrift wie der ORION nur dann bestehen und geachtet sein, wenn sie auch von Fachastronomen durch den Bezug anerkannt wird. Dies möchte der ORION an Hand der nachfolgenden Liste belegen, die jene Institutionen des Auslands aufzählt, die den ORION mit etwa 15 Ausnahmen ebenso kostenpflichtig wie weit über 2000 Sternfreunde abonniert haben. Die ORION-Redaktion meint, damit belegen zu können, dass sie auch unter dem Blickwinkel der Berufsastronomen, die ja präziser als der Amateur zu urteilen im Stande sind, einen geeigneten Weg gefunden zu haben scheint, um der Verbreitung seriösen Wissens auf dem Gebiet der Astronomie und verwandter Wissenschaften zu dienen.

(Unvollständige Liste)

Sternwarte Sonneberg
Hayden Planetarium, New York
Hale Observatories, Pasadena USA
Universitäts- Sternwarte Uppsala
U. S. Naval Observatory, Washington, USA
Deutsche Astronomische Gesellschaft, Berlin
American Var. Stars Obs. Cambridge, USA
Astronomisches Recheninstitut, Heidelberg
Astronomical Society of Victoria, Melbourne
Amerikanische Botschaft, Presseabteilung, Bern
Wilhelm Foerster Sternwarte, Berlin
Ceylon Astronomical Society, Colombo
Director, Alpo, University Las Cruces, USA
Planetarium Den Hague, Holland
Sternwarte Bochum-Reklinghausen
Urania Sternwarte Kopenhagen
Académie des Sciences de l' URSS. Moskau
Olbers Gesellschaft Bremen
Astro-Gesellschaft Australien, Sydney
Sternwarte Debrecen, Ungarn (Prof. L. Dezso)
Royal Astronomical Society of Canada, Toronto
Sternwarte Brünn (Prof. Oburka)
Observatorio Bologna, Italien
Sternwarte Aarhus, Dänemark
Griffith Observatory, Los Angeles, USA
Lick Observatory, University of California
Tokyo Observatory, Tokio
Landessternwarte Heidelberg
Service Echange Science International, Brüssel
Sternwarte Lund, Schweden
Société Astronomique de France
Société Astronomique de Toulouse
Astronomisches Institut, Sao Paolo, Brasilien
Universitätssternwarte Wien
Bayrische Volkssternwarte München
Archenhold-Sternwarte, Berlin
Observatoire de Paris
Sternwarte Göteborg
Ann Arbor Observatory, USA
Universitäts-Sternwarte Münster
Institut National des Sciences, Toulouse
Instituto Astro-et Géophysico, Sao Paolo, Brasilien
Sternwarte Frankfurt
Institut Astrofisik, Oslo
University of Texas
Astronomisches Institut, Ljubliana, Jugoslavien
Los Alamos Scientific Laboratory, Los Alamos, USA
Sternwarte Utrecht
Sternwarte Hamburg
Sternwarte Varna, Bulgarien
University of Wisconsin, USA
Sternwarte Peking, China
Sternwarte University Baton Rouge, USA
Amer. Instit. Astronautics Information, London
Universität Dresden
Astr. Institut Universität Missoula, Mon. USA
Sternwarte Jambol, Bulgarien
Education and Science National Lending Libr. Boston Spa, England
Universiät Ankara, Türkei
Americ. University, Beirut, Libanon
Observatorjio Beograd, Jugoslavien

Liste schweizerischer Privat-Sternwarten (vergl. ORION 132, Seite 153)

Berichtigung und Ergänzung

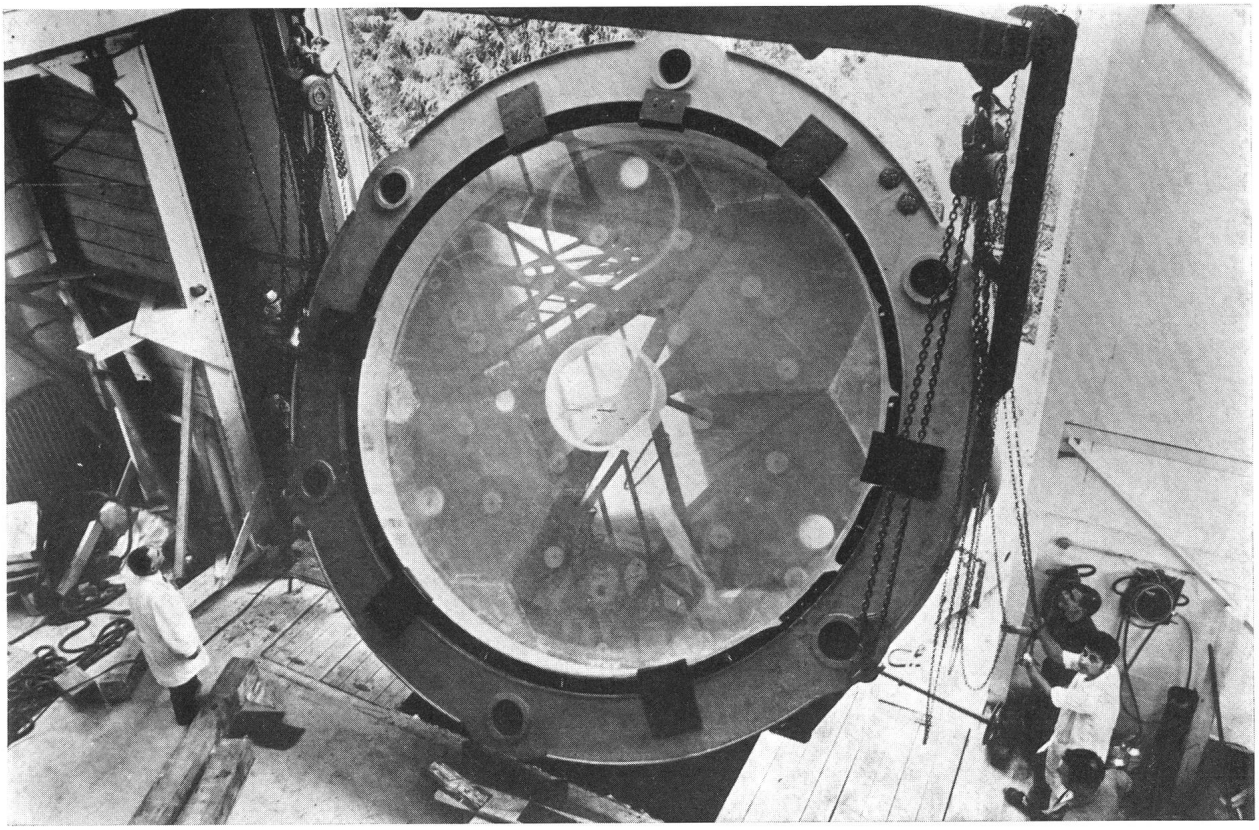
Franz Zehnder, Oberhardstrasse 292, Tel. 056/85 13 41
5413 Birmenstorf/AG

Maksutov-Teleskop 300 mm × 4800 mm
Refraktor 101 mm × 650 mm (1 : 6,5)
Vorführungen nach Vereinbarung

ORION-Nummern-Rückruf

Immer wieder suchen Mitglieder und Bibliotheken im In- und Ausland nach einzelnen ORION-Heften früherer Jahrgänge, die heute im Generalsekretariat fehlen. Es sind folgende Nummern, die teilweise verlangt werden: ORION 100 – 122. Ebenso fragt man nach der längst vergriffenen Sonderausgabe 1962 «Astro-Amateur». Der Generalsekretär ist dankbar für die freundliche Überlassung einzelner, tadellos erhaltener Exemplare der erwähnten Nummern.

Wie steht es um das grosse ESO-Teleskop?



Die Europäische Süd-Sternwarte (European Southern Observatory) in Chile soll bekanntlich mit einem Spiegel von 366 cm Durchmesser ausgestattet werden. Mit ihm werden dann Astronomen aus 5 Ländern, nämlich Belgien, der deutschen Bundesrepublik, Frankreich, den Niederlanden und Schweden arbeiten. Ein Beitritt weiterer Länder, auch der Schweiz, ist in Aussicht genommen.

Mit dem Bau des Observatoriums ist 1972 begonnen worden. Der Spiegel-Rohling wurde von den Corning Glass Works aus 78 Quarzstücken zu einer Scheibe verschmolzen, und Corning hat auch den Rohling weiterbearbeitet: Der Umfang wurde rund geschliffen, im Zentrum wurde ein Loch von 71 cm Durchmesser ausgeschnitten und schliesslich wurde die Oberseite mit dem annähernden Radius versehen und die Unterseite abgeflacht. So vorbereitet wurde der Spiegel von New York nach Paris gebracht, wo er (in der Nähe von Paris) von der Firma REOSC fertig bearbeitet, geprüft und schliesslich mit der reflektierenden Aluminiumschicht und einer oxydischen Schutzschicht versehen wird.

Das ganze Teleskop soll 1974 in Europa vormontiert und nach den entsprechenden Prüfungen nach Chile verschifft werden, um 1975 auf dem Berg La Silla in einer Höhe von 2400 m über Meer, in der Nähe von Vicuna, seiner Bestimmung übergeben zu werden.

Seine sichtmässig besonders bevorzugte Lage wird zusammen mit der Grösse des Instruments in hohem Masse dazu beitragen, die noch zahlreichen Rätsel des Südhimmels lösen zu helfen.

Der im Jahr 1967 erstellte Rohling des Spiegels des grossen ESO-Teleskops von 51 cm Dicke und 12 Tonnen Gewicht war damals der grösste Rohling aus Quarz überhaupt. Inzwischen hat Corning bereits einen noch grösseren Quarz-Rohling von 399 cm Durchmesser für das kanadische Observatorium auf dem Mount Kobau hergestellt.

Die Meisterung der sehr schwierigen Technologie der Herstellung grosser Quarzspiegel wird die Arbeiten der beobachtenden und messenden Astronomie sehr erleichtern, da der Ausdehnungskoeffizient von Quarz mehr als 10 × kleiner als jener der bisher verwendeten Gläser ist. Allerdings ist dem Quarzgut in jüngster Zeit in den Glaskeramiken, wie Zerodur, eine Konkurrenz erwachsen, da deren Ausdehnungskoeffizient praktisch Null ist. Die nahe Zukunft wird zeigen, ob Zerodur, das bereits in einem Rohling von 400 cm Durchmesser mit 27 Tonnen Gewicht für ein neues Teleskop der Max Planck-Gesellschaft hergestellt worden ist, dem Quarz als Spiegelmaterial den Rang ablaufen wird.

E. Wiedemann

Quellenangabe:
Mitteilung der Corning Glass Works vom 1. 3. 1972.
Schott-Information 2/1972.
Bild: Corning Glass Works

Strukturschema der Planeten im Sonnensystem

von Heinrich Kündig, Uster

Zu den Grundproblemen der Astronomie gehört noch immer das Auffinden einer <Ordnung der Planeten> im Sonnensystem, also ein Strukturschema, von dem aus die Kosmologie des Sonnensystems neu überprüft werden kann. In den gleichen Problemkreis gehört auch die Untersuchung über eine mögliche Gesetzmässigkeit der Planetenentfernungen von der Sonne.

Die bekannte Titius-Bodesche Regel kann nicht befriedigen, zumal sie bei Neptun und Pluto versagt und zwischen der Mars- und Jupiterbahn einen Planeten fordert der nicht existent ist. Der Physiker Arnold Sommerfeld, der die strukturellen Beziehungen zwischen dem solaren und atomaren System untersuchte und die Keplerschen Bahnellipsen auf das Atommodell übertrug, hat die Titius-Bodesche Reihe ebenfalls in diesen Zusammenhang gestellt.

Sommerfeld schreibt dazu in «Atombau und Spektrallinien» ... Es ist schwer bei dieser Gegenüberstellung (gemeint sind die quantentheoretischen Bedingungen des Elektrons, der Verf.) die Titius-Bodesche Regel nicht zu erwähnen. Diese behauptet bekanntlich, dass zwischen den Bahnradien der Planeten eine einfache arithmetische Beziehung angenähert gelte; wir lehnen es ab, hierin einen Ausfluss der Quantentheorie zu sehen und jene Regel mit unseren Gesetzen für die diskreten Atombahnen zu vergleichen».

Der Gedanke Sommerfeld's, die strukturellen Gegebenheiten im Atombau als <Mess- und Leitbild> für das solare System zu übernehmen, ist grundlegend für das neue Ordnungsschema des Verfassers. Es soll hier erstmals gezeigt werden, dass eine gemeinsame Strukturformel, das Wesentliche beider Systeme beschreibt.

Voraussetzung dazu ist die Einführung eines Bereichs k, der den Raum im Sonnensystem mit $k < 1AE$ und $k > 1AE$ aufteilt. Diesem Raum zugehörig sind die Planetengruppen m mit der Gruppenindexzahl n. Jede Gruppe m übernimmt 3 Planeten $n = 1, 2, 3$. Damit nimmt irgendein Bahnelement, es heisse ω, die nach Bereich, Gruppe und Planetenindex adressierte Stellung $w_{k.mn}$ ein.

Das nachfolgende <Ordnungsschema der Planeten> zeigt diesen Sachverhalt zusammengefasst.

k	1			2								
m	0			0			1			2		
n	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
S	☿	♀	⊕	♂	⚳	♄	♅	♆	♇	X	Y	Z

(1)

Aus dem Ordnungsschema entwickelt sich die nachfolgende Matrix:

$$a_{k.mn} = \begin{cases} a_{1.mn} = \\ \\ a_{2.mn} = \end{cases} \begin{vmatrix} 1.01 & 1.02 & 1.03 \\ 2.01 & 2.02 & 2.03 \\ 2.11 & 2.12 & 2.13 \end{vmatrix} \qquad (2)$$

Setzt man für $a_{k.mn}$ die wahren a-Werte ein, dann lassen sich 3 Funktionsgleichungen bilden von der Form:

$$a_{k.m2}\, x^2 + a_{k.m1}\, x - a_{k.m3} = 0 \qquad (3)$$

Die Parabelschar durchläuft gemeinsam den Lösungswert $x_2 = -1{,}5$. Dies zur Evidenz der Gruppentheorie. Für den allgemeinen Ausdruck der grossen Halbachsen aller uns bekannten Planeten folgt nach Einsetzen der numerischen Werte gemäss dem Ordnungsschema:

$$a_{k.mn} = AE \cdot 10^{(k-1)} \left(\frac{1+n}{4} - \frac{1}{(3n)^2} + m \right)^k \qquad (4)$$

(Für $k=1$ wird $m = o$, für $k = 2$ wird $m=0, 1, 2$; $n = 1, 2, 3$ durchläuft alle m in k. $AE = 1{,}496 \cdot 10^8$ km). Mit $m = 2$ folgen drei theoretische Tansplutonier.

Die ausführliche Beschreibung zu den Überlegungen behält sich der Verfasser vor.

Adresse des Verfassers: Heinrich Kündig, Wilstrasse 13, CH-8610 Uster/ZH.

L'astronomie dans l'enseignement secondaire

B. Hauck
Institut d'Astronomie de l'Université de
Lausanne et Observatoire de Genève

Une enquête a été réalisée en automne 1972 auprès des directions et de quelques professeurs de gymnases et de collèges suisses afin d'avoir une idée de la situation de l'astronomie dans l'enseignement secondaire. Il est évident que les résultats d'une telle enquête ne peuvent être que le reflet des réponses reçues (67). Nous tenons à remercier ici les directeurs et les professeurs qui ont bien voulu nous répondre. *42* écoles (collèges ou gymnases) signalent un enseignement de l'astronomie. Le tableau 1 résume dans quel cadre cet enseignement est donné.

Tableau 1.

Dans 21 cas l'astronomie est enseignée dans le cadre de la géographie.
Dans 15 cas l'astronomie est enseignée dans le cadre de la physique.
Dans 4 cas l'astronomie est enseignée dans le cadre de la mathématique.
Dans 11 cas l'astronomie est enseignée comme cours facultatif .
Dans 2 cas l'astronomie est enseignée comme cours obligatoire.
Dans 2 cas l'astronomie est enseignée comme cours à option.
Dans 15 cas l'astronomie est enseignée en groupes de travail.

Il est à remarquer que dans 8 écoles, l'astronomie ne figure que dans le programme de géographie. 25 écoles possèdent au moins un télescope ou lunette. La répartition suivant les cantons est donnée dans le tableau 2.

Tableau 2: Nombre d'écoles ayant au moins un télescope.

Canton	Nombre
Aarau	2
Bâle	3
Berne	4
Genève	4
Lucerne	1
St. Gall	2
Schwyz	1
Soleure	1
Thurgovie	1
Vaud	1
Zurich	5

La distribution en fonction du diamètre de l'instrument est donnée dans le tableau 3.

Tableau 3: Distribution en fonction du diamètre de l'instrument.

Diamètre	Nombre
pas indiqué	4
6–10 cm	10
11–15 cm	13
20–25 cm	6
30 cm	3

Il est à remarquer que les deux écoles dans lesquelles l'enseignement de l'astronomie constitue une discipline obligatoire ne possèdent pas d'instruments d'observation! Dans six cas seulement, le professeur peut disposer d'une aide technique (préparateur).

Un examen superficiel des chiffres donnés dans les trois tableaux peut nous conduire à une conclusion optimiste. En fait, de nombreux collègues ont indiqué que lorsque l'astronomie est enseignée dans le cadre de la physique, de la mathématique ou de la géographie, très peu d'heures sont consacrées à l'astronomie. Dans certains cas, l'astronomie figure au programme seulement... Par ailleurs, les maîtres de géographie indiquent très souvent qu'ils se limitent au système solaire.

En fait, il n'y a que quelques cantons dans lesquels les élèves de l'enseignement secondaire ont une possibilité de faire connaissance avec le monde physique qui les entoure. Il serait très important qu'un effort soit fait afin que nos gymnasiens aient des notions précises et correctes de l'Univers dans lequel ils vivent. Il ne s'agit pas de former un grand nombre d'astronomes, loin de là, mais plutôt de penser aux futurs ingénieurs, avocats, professeurs, etc.

Bibliographie

Paul Ahnert, Kalender für Sternfreunde 1973. Johann Ambrosius Barth, Leipzig, DDR. 215 Seiten, 42 Abbildungen, Preis ca. Fr. 8.–.

Dr. h. c. Paul Ahnert von der Sternwarte Sonneberg in Thüringen, der 1972 bei bester Gesundheit seinen 75. Geburtstag feiern konnte, legt mit seinem Kalender für Sternfreunde 1973 wiederum ein Jahrbuch vor, das, wie schon seine Vorgänger, keiner Empfehlung mehr bedarf. Auf ein sehr beachtenswertes Vorwort folgen allgemeine und dann spezielle Erläuterungen zu dem ausführlichen, etwa 100 Seiten umfassenden Tabellenwerk der Ephemeriden von Sonne, Mond und Planeten, dann Angaben über Kleinplaneten und Planeten-Monde, veränderliche Sterne, über die mittleren Örter aller Sterne gleich oder heller als $2^m.5$ vis und schliesslich eine Beschreibung instruktiver Objekte für Schulsternwarten. Weitere 12 Seiten sind neuen astronomischen Arbeiten und Entdeckungen gewidmet und 5 Seiten bringen einen Überblick über die jüngsten Ergebnisse der Raumfahrt. Nicht vergessen ist in diesem Jahrbuch der vor 500 Jahren geborene Entdecker unseres Sonnensystems, Nikolaus Kopernikus, den Paul Ahnert in ausgezeichneter Weise würdigt. Er benützt diese Gelegenheit, um in leicht verständlicher Weise einige Probleme der theoretischen Astronomie zu behandeln. Am Ende des Bändchens bringt der Autor 16 interessante Abbildungen, 15 davon vom Mond, wie sie mit der Raumfahrt erhalten wurden.

Der Kalender für Sternfreunde von Paul Ahnert bildet in einem gewissen Sinn ein Gegenstück zum Sternenhimmel von R. A. Naef. Der Rezensent, der beide Jahrbücher seit Jahren kennt und schätzt, möchte bemerken, dass ihm für den täglichen Gebrauch der Sternenhimmel als praktischer erscheint, dass aber der Kalender für Sternfreunde in einigen Hinsichten mehr bietet. In beiden Jahrbüchern spiegelt sich die Einstellung ihrer Autoren: R. A. Naef, begeisterter Amateur und Demonstrator der Zürcher Urania-Sternwarte, findet leichter und besser den Kontakt zum Sternfreund, Paul Ahnert, Berufsastronom von Rang, pflegt mehr die wissenschaftliche Darstellungsweise und kommt damit dem wissenschaftlich ausgebildeten Sternfreund näher, dem er auch Literaturhinweise gibt, die man bei R. A. Naef vermisst. Jeder begeisterte Sternfreund wird gerne zu den beiden kleinen Jahrbüchern greifen, denn sie bieten nicht nur viel, sondern ergänzen sich vortrefflich, nicht nur auf Grund ihrer unterschiedlichen Anlage.

Der Rezensent möchte wünschen, dass nicht nur im Westen, sondern bald auch einmal im Osten, wo das Büchlein von Paul Ahnert zu Hause ist, die Sternfreunde sich *beider* Jahrbücher zu ihrem eigenen Nutzen bedienen können und damit eine neue Brücke zwischen West und Ost geschlagen wird.

E. Wiedemann

The Moon, IAU-Symposium No. 47 held at the University of Newcastle-upon-Tyne, England, 22–26 March, 1971, edited by STANLEY KEITH RUNCORN and HAROLD C. UREY. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht-Holland, 1972. XVI + 471 Seiten, zahlreiche Abbildungen; 110.– Gulden.

Seit den erfolgreichen Fahrten zum Mond ist unser Erdtrabant in den Mittelpunkt des allgemeinen Interesses gerückt, während sich in den Jahrzehnten davor eigentlich nur sehr wenige um ihn gekümmert hatten. So ist es nicht verwunderlich, dass sich im März 1971 etwa 170 Wissenschaftler aus aller Welt, Astronomen, Physiker, Chemiker, Geophysiker, Geologen, in Newcastle trafen, um auf einem Symposium über den Mond zu diskutieren. Es lohnt sich, denn beim Mond existieren zahlreiche Probleme, und wenn auch inzwischen manche befriedigend gelöst werden konnten, so sind viele jetzt erst aufgetaucht, wie es überall in der Wissenschaft so ist, und hier divergieren die Ansichten oft recht beträchtlich.

40 Vorträge, nahezu alle, die auf dem Symposium gehalten wurden, sind im vorliegenden Buch publiziert, wobei die meisten dankenswerterweise noch mit kurzen Zusammenfassungen versehen sind. Man hat sie in neun Themenkreise eingeordnet, die sich freilich mehr oder weniger überschneiden, auch geben die Überschriften nur einen sehr ungefähren Begriff vom oft sehr vielseitigen Inhalt. Die Titel dieser Themen lauten: Mond-Mechanik, Mondoberfläche, Fortschritte der Apollo-Missionen, Petrographische Mondstudien, Tektonik des Mondes, Physikalische Eigenschaften der Mondproben, Mond-Inneres, Entwicklung der Mondbahn, Ursprung und Entwicklung des Mondes. Den breitesten Raum beanspruchen davon die Studien der Mondproben, nur ein Zehntel soviel die Mondbahn, während die andern Kapitel vergleichbaren Umfang haben.

Viele Referate behandeln recht spezielle Fragen, gehen detailliert auf Einzelheiten ein, andere sind wesentlich allgemeiner gehalten, doch überall wird Neues und Allerneustes geboten. Viel davon interessiert sicherlich den Amateur und kann auch gut verstanden werden. So geben die Berichte über Ziele, Ergebnisse, Planungen bei den Apollo-Missionen einen klaren, zusammenhängenden Überblick über diese Unternehmen, wonach man vielleicht schon manchmal gesucht hat. Anschaulich und überzeugend entwickelt H. C. UREY in einem Vortrag seine Ansichten über den Ursprung vom Mond und vom Sonnensystem. Faszinierend sind an anderer Stelle die Ideen von T. GOLD über die Natur der maria mit der daraus folgenden Erklärung für den Unterschied in der Oberflächenstruktur der beiden Mondhemisphären, um nur ein paar Beispiele zu nennen, doch je nach dem eigenen Interesse wird jeder überall etwas, ja sogar meist sehr viel finden.

Hervorzuheben wären schliesslich noch die zahlreichen und sehr guten Abbildungen von Apparaturen, von Experimenten, von speziellen Mondoberflächenformationen, vom Mondgestein, Mikrographien, Interferogramme, wie man sie sonst nicht ohne weiteres zu sehen bekommt. Es dünkt mich, dass sich nicht nur der Fachmann, sondern auch der Amateur gern in diese Lektüre vertiefen und reichen Gewinn daraus ziehen wird.

HELMUT MÜLLER

Theory and experiment in exobiology, Vol. 2, edited by ALAN W. SCHWARTZ, Wolters-Noordhoff Publishing, Groningen, The Netherlands, 1972. 146 Seiten, zahlreiche Abbildungen.

Exobiologie, das heisst: Die Lehre über Ursprung, Art, Verteilung des Lebens im Universum. Im ersten Band dieser neuartigen Buchserie sind einige chemische und physikalische Probleme bei der Bildung von solchen Bausteinen, die für lebende Systeme erforderlich sind, behandelt worden, ferner wurde erörtert, auf welche Weise man auf Himmelskörpern und allgemein im Weltraum organische Substanzen entdecken kann. Im vorliegenden Band wird zunächst in mehreren Aufsätzen gezeigt, welche denkbaren und möglichen Wege zur Bildung von immer komplizierteren und schliesslich sichselbstreproduzierenden Molekülen führen können, welche Voraussetzungen dafür zu erfüllen sind, welche Stoffe dabei wichtige Schlüsselstellungen einnehmen, was für Laboratoriumsexperimente hierzu vorliegen. In weiteren Artikeln werden Methoden und automatisch funktionierende Apparaturen besprochen, die den Nachweis von Mikroorganismen auf anderen Himmelskörpern ermöglichen und die beim geplanten Viking-Unternehmen der unbemannten Landung auf dem Mars zum Einsatz kommen sollen, und schliesslich wird auch über Fragen der Quarantäne der dann eventuell vom Mars mitgebrachten Proben ausführlich diskutiert. Vor allem wird hier eindringlich auf die durchaus möglichen und gar nicht absehbaren Gefahren aufmerksam gemacht, die fremde Mikroorganismen mit völlig unbekannten Eigenschaften auf die Erde bringen können.

Die in diesem Buch behandelten Probleme interessieren natürlich den Astronomen, dessen Betätigungsfeld der Weltraum ist, allerdings wird er selten über soviel biochemisches Rüstzeug verfügen, um die ersten vier Aufsätze in allen Einzelheiten kritisch durchstudieren zu können, doch wird er vieles davon verstehen und manches dabei lernen. Einleuchtender, aufschlussreicher und recht wichtig dürften hingegen für ihn die beiden letzten Kapitel über die in Aussicht genommenen Apparaturen beim Viking-Unternehmen und über die tiefgehenden Fragen der Quarantäne sein.

HELMUT MÜLLER

R. A. NAEF: *Sternenhimmel 1973*, 33. Jahrgang, 198 Seiten, reich illustriert. Verlag Sauerländer, Aarau.

Man darf sich mit Recht fragen, ob es wohl sinnvoll sei, den neuen «NAEF» 1973 im ORION vorzustellen. Jeder schweizerische Sternfreund kennt ja seit Jahren den berühmten Helfer am Sternenhimmel. Dennoch – jedes Jahr stossen hunderte und aberhunderte junger Menschen zu uns, die sich für den Sternhimmel interessieren und nach einem zuverlässigen Führer durch das tägliche Geschehen am Nachthimmel suchen.

Der Schreibende ist vom soeben erschienenen Jahrgang 1973 beeindruckt. Hier ist nun alles, aber auch alles zu finden, was der Sternfreund, Anfänger wie erfahrener Beobachter, wünscht und sucht. Am bewährten Hauptteil des «NAEF», der seit Jahren ausgebauten, zuverlässigen Übersicht für jeden einzelnen Tag, bzw. Nacht des Jahres, eine umfassende Übersicht, die ihresgleichen sucht, wurde nichts geändert. Aber was bietet das kleine Buch *neben* diesem Konzentrat nützlicher Angaben!

Hierzu nur ein Beispiel: der kommenden, totalen Sonnenfinsternis vom 30. Juni 1973, mit gegen 7 Minuten Dauer einmalig für Jahrhunderte, sind allein 10½ Seiten gewidmet. Kleine Karten vom Mondschatten-Lauf quer über Afrika, 10 Seiten gesteckt voll von nützlichen Informationen, die bis zu photographischen Ratschlägen gehen. Man hat den Eindruck, dass NAEF hier an alles gedacht hat, und staunt dann doch über ein weiteres Kärtchen: wer von uns interessierten Sternfreunden wusste, dass während der Finsternis östlich die Venus und der Merkur, darüber Castor und Pollux, westlich, nur 16 Grad entfernt, der Saturn leuchten wird?

Dieses Beispiel ist typisch für den Reichtum des Jahrbuches. Er bietet mehr, als man eigentlich erwartet, und so kommt sowohl der Laie, wie der erfahrene Beobachter auf seine Rechnung.

Nur auf eines soll hier wiederum hingewiesen werden: auf den umfangreichen Abschnitt «Empfehlenswerte Objekte». Hunderte von Sternfreunden, ob mit einem guten Feldstecher oder am raffiniert ausgebauten 30 cm-Spiegelteleskop, bedienen sich dieser «Schatzkammer», jahraus, jahrein. Allein dieser Abschnitt, so reich an interessanten Angaben, macht uns den «NAEF» unentbehrlich. Man sichere sich sein Exemplar, bevor es vergriffen ist!

HANS ROHR

R. A. NAEF: *Der Sternenhimmel 1973*. Sauerländer, éditeur, Aarau.

En décembre de chaque année, comme un véritable «Père Noël» astronomique, R. A. NAEF apporte aux astronomes amateurs leur lot de cadeaux, en l'occurence les phénomènes intéressants à observer durant l'année qui va venir, annoncés et commentés dans son petit annuaire, le Sternenhimmel.

Pour 1973, le fait saillant est évidemment l'éclipse totale de Soleil du 30 juin, éclipse dont la totalité durera jusqu'à 7 m 07,8 s en un lieu du Mali. Hélas, en Europe, nous n'aurons qu'une petite éclipse partielle qui, à Berne, sera de grandeur 0,111. En Suisse, c'est au Gornergrat qu'elle atteindra son maximum avec 0,139.

Pour ceux qui ont l'intention de se rendre en Afrique, le Sternenhimmel donne plusieurs cartes et un grand tableau des différentes heures et durées du phénomène pour tous les points importants du continent se trouvant sur la ligne de totalité.

Deux autres éclipses de Soleil seront encore visibles en 1973, mais elles seront annulaires. L'une d'elles sera observable en Suisse sous la forme d'une éclipse partielle de grandeur 0,18.

La Lune sera éclipsée aussi, trois fois pour l'Europe, mais ce ne sera pas très spectaculaire: une éclipse partielle et deux par la pénombre. On préférera le passage de Mercure devant le Soleil du 10 novembre: il faudra tâcher d'en profiter, car un tel phénomène ne se reproduira plus avant 1986.

Deux oppositions assez exceptionnelles de planètes se produiront encore l'année prochaine, celle de Mars le 25 octobre avec un diamètre dépassant les 20″, et celle de Saturne le 23 décembre, avec une ouverture remarquable des anneaux.

Le Sternenhimmel mentionne naturellement encore bien d'autres phénomènes astronomiques intéressants, je n'ai cité que les plus spectaculaires d'entre eux, mais les amateurs savent bien tout ce qu'un ciel en mouvement constant offre de passionnant à celui qui sait observer... en s'aidant bien sûr des données que lui fournit le Sternenhimmel, qui se présente pour 1973 sous la forme d'un petit livre de 198 pages avec plus de 50 illustrations.

E. Antonini

Astronomische Übungsaufgaben

Die Redaktion bittet um Verständnis dafür, dass wegen Arbeitsüberlastung die 5. astronomische Übungsaufgabe erst in diesem Heft wie folgt gestellt werden kann: Im Sternenhimmel 1973 von R. A. Naef sind auf den Seiten 163–166 die Ephemeriden der Planeten gegeben. Man beweise mit deren Hilfe die Keplerschen Gesetze. Hinweis: Man benütze hierzu die Ephemeriden von einem exzentrisch umlaufenden Planeten. Die beste Darstellung der richtigen Lösung wird wiederum mit einer Prämie von Fr. 20.– honoriert werden.

Die Redaktion

Inhaltsverzeichnis - Sommaire - Sommario

M. Lammerer,
Das Royal Greenwich Observatory in Herstmonceux ... 3

P. Buser,
Die Durchmesserbestimmung von Sternen mit interferometrischen Methoden ... 7

D. Wyler,
Wie stirbt ein Stern? Nach einem Vortrag von P. D. Dr. G. A. Tammann ... 12

E. Wiedemann,
Neuer Komet Heck-Sause (1973 a) ... 14

E. Wiedemann,
Milton L. Humason† ... 15

E. Wiedemann,
Die neue Marskarte der NASA ... 16

S. Cortesi,
Mars 1971 (Rapport No. 23 du Groupement planétaire SAS) ... 18

S. Cortesi,
Generalversammlung der SAG in St. Gallen 1973 ... 20

F. Jetzer und A. Materni,
Saturne, Présentation 1971/72 (Rapport No. 24 du Groupement planétaire SAS) ... 21

H. Treutner,
Stellarphotographie mit dem Refraktor ... 22

G. A. Tammann
Ehrung Prof. Dr. W. Becker ... 27

E. Wiedemann,
Wie steht es um das grosse ESO-Teleskop? ... 29

H. Kündig,
Strukturschema der Planeten im Sonnensystem ... 30

B. Hauck,
L'Astronomie dans l'enseignement secondaire ... 31

Bibliographie ... 31

Voranzeige

Für ORION 135 sind die folgenden Beiträge eingegangen bzw. vorgesehen:

H.-U. Keller,
Die Geburtsstunde des Universums

V. Fryder,
La surface polie d'un miroir de télescope vue au microscope électronique

E. Krug,
Nikolaus Kopernikus zur 500. Wiederkehr seines Geburtstages

E. Wiedemann,
Ergebnis des ORION-Wettbewerbs für Astro-Farbaufnahmen (*mit Vierfarbendrucken*)
Einladung zur Generalversammlung 1973 des SAG in St. Gallen
Bibliographie

Zu verkaufen:

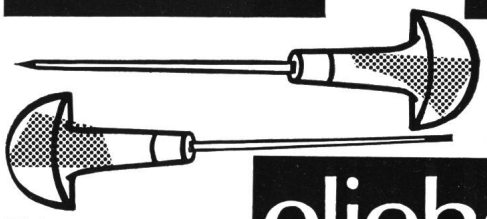
1 Spektroskop
eichbar, mit Einblendung eines zweiten Strahlenganges zum direkten Vergleich zweier Spektren Fr. 200.—

2 Materialsätze zu Fernrohrmontierungen
techn. Daten wie oben, jedoch für 10 cm-Teleskop, ohne Teilkreise, ohne Fuss. Steuerung der el. Antriebe nicht vorhanden. Preis: je 150.—

1 Fernrohrmontierung
für 20 cm-Teleskop
Deutsche Montierung
Nachführung resp. Feinbewegung in beiden Achsen, umschaltbar von Handbetätigung auf el. Antrieb mit Schrittmotoren (mit Drucktasten steuerbar).
Lagerung mit Kugellagern, Teilkreise. Montierung auf Rollen fahrbahr.
Zu verkaufen gegen Höchstangebot (Foto vorhanden!).

Anfrage an:
Otto Hedinger
Talheim 258
8217 **Wilchingen**

steiner + co



cliché s

Clichés/Photolithos
STEINER + CO.
Schützenmattstr. 31
4000 Basel 3
Telefon 061/25 61 11

Schudel
Druck
gut
beraten
gut
bedient

A. Schudel & Co., 4125 Riehen. Telephon 061/51 1011

Die längste Sonnenfinsternis des Jahrhunderts

findet am 30. Juni 1973 um 15.30 Uhr statt.

Im Norden Ostafrikas finden sich die idealsten Beobachtungspunkte.

Wir offerieren für astronomisch Interessierte eine einmalige Flugreise nach Kenya zur Sonnensafari.

10-Tages-Arrangement ab Basel alles inbegriffen ab Fr. 1990.—

1 Verlängerungswoche mit Badeurlaub am Indischen Ozean Fr. 340.—

Verlangen Sie Prospekte und Anmeldeformulare bei:

AFRICAN SAFARI TRAVELS

Postfach 182, CH 6000 Luzern

Tel. (Vorwahl aus D, 004141) 041/47 11 45

Achtung: Platzzahl beschränkt, frühzeitige Anmeldung ist erforderlich. Abflug am 25. Juni, Rückflug am 4. Juli 1973, bezw. 11. Juli 1973.

Spiegel-Teleskope

für astronomische und terrestrische Beobachtungen

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

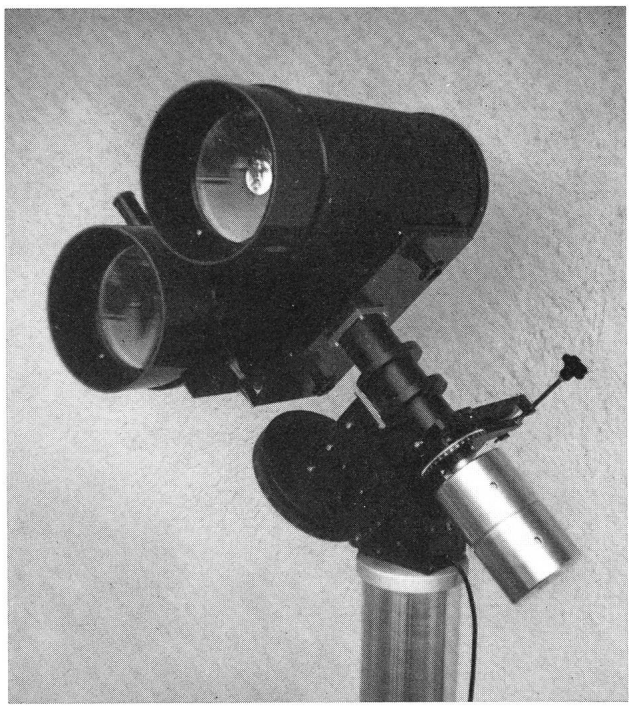
Spiegel- und Linsen-∅:
110/150/200/300/450/600 mm

Günstige Preise, da direkt vom Hersteller:

E. Popp
TELE-OPTIK * 8731 Ricken

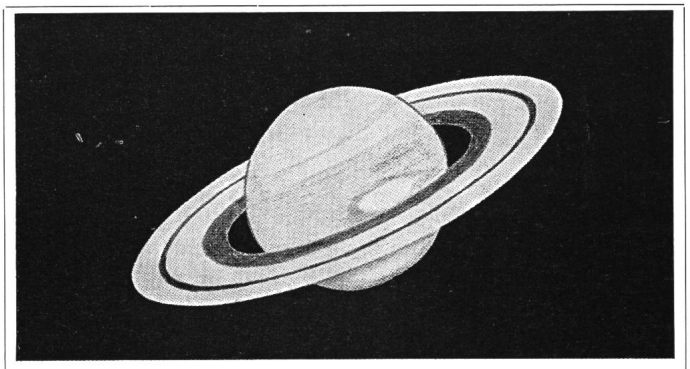
Haus Regula Tel. (055) 72 16 25

Beratung und Vorführung gerne und unverbindlich!



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

Das reich illustrierte Jahrbuch
veranschaulicht in praktischer und bewährter Weise, mit leichtfasslichen Erläuterungen, den Ablauf aller Himmelserscheinungen; es leistet sowohl angehenden Sternfreunden als auch erfahrenen Liebhaber-Astronomen und Lehrern das ganze Jahr wertvolle Dienste.
1973 ist aussergewöhnlich reich an seltenen Erscheinungen:
Totale Sonnenfinsternis maximaler Dauer von 7 Min. (diverse Kärtchen); in Europa zwei partielle Sonnen- und drei Mondfinsternisse (davon zwei Halbschattenfinsternisse); Merkurdurchgang vor der Sonne; sehr günstige Mars- und Saturn-Oppositionen; seltene gegenseitige Bedeckungen und Verfinsterungen der Jupiter-Trabanten. Hinweise auf Saturn-Bedeckungen in Nordeuropa und zahlreiche Sternbedeckungen (alle bis 7.5^m) u. a. m.
Der Astro-Kalender für jeden Tag vermittelt rasch greifbar und übersichtlich alle Beobachtungsdaten und -zeiten.
Zahlreiche Kärtchen für die Planeten und Planetoiden u. a. Erscheinungen, Sternkarten mit praktisch ausklappbarer Legende zur leichten Orientierung am Fixsternhimmel.
Die neue Auslese lohnender Objekte mit 550 Hauptsternen, Doppel- und Mehrfachsternen, Veränderlichen, Sternhaufen und Nebeln verschiedenster Art sowie Radioquellen wird laufend neuesten Forschungsergebnissen angepasst.
Erhältlich in jeder Buchhandlung
Verlag Sauerländer AG, 5001 Aarau



Der Sternenhimmel

1973

33. Jahrgang

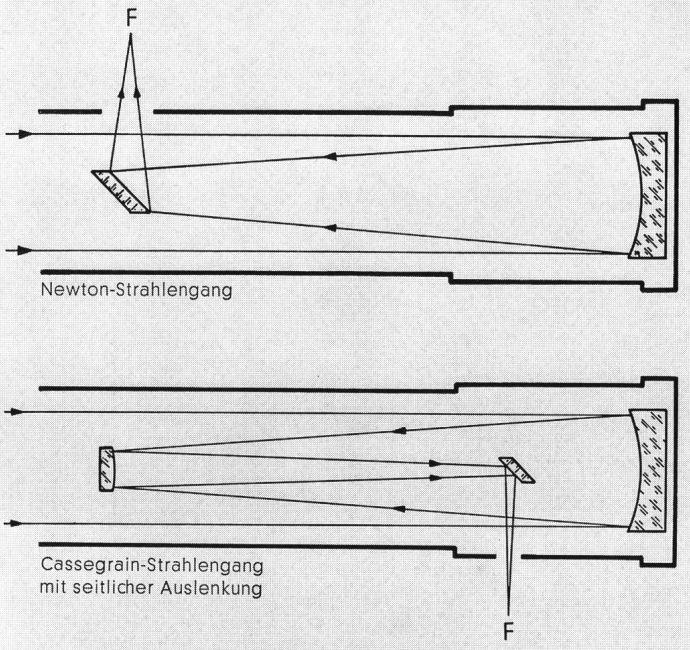
KLEINES ASTRONOMISCHES JAHRBUCH
FÜR STERNFREUNDE

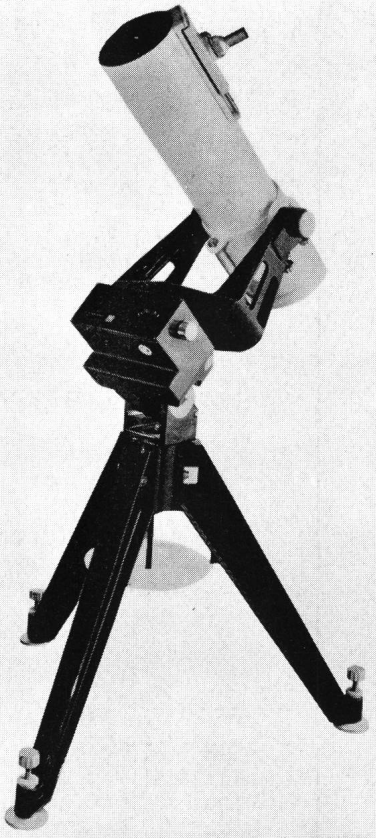
für alle Tage des Jahres zum Beobachten von bloßem Auge, mittels Feldstecher und Fernrohr, herausgegeben unter dem Patronat der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft von

ROBERT A. NAEF

Verlag Sauerländer Aarau

f = 3400 mm oder 1:5





Wenn Sie Astro-Fotograf mit schwierigen Aufgaben sind, werden Sie schon wissen, was diese Sprache bedeutet: f = 3400 oder 1 : 5. (Und wenn Sie visueller Himmelsbeobachter sind, natürlich auch.)

f = 3400 mm oder 1 : 5. Das sagt (beinahe) alles über das extrem langbrennweitige und extrem lichtstarke **Spiegelfernrohr 150/750/(3400)** von DR. JOHANNES HEIDENHAIN.
Und das heißt es in der Praxis: Die nützliche Vergrößerung ist 200 x, die theoretisch mögliche Auflösung von 0,9″ wird wirklich erreicht.
Das Spiegelfernrohr 150/750/(3400) ist ein besonders präzises Instrument.
Weniger als λ/10 Parabelabweichung für den 150 mm großen Hauptspiegel wird von HEIDENHAIN garantiert.
Und das Spiegelfernrohr 150/750/(3400) ist ein besonders stabiles Instrument.
Es hat **parallaktische Gabelmontierung** mit Synchronmotor-Nachführung und elektronische Feinstkorrektur (fernbedienbar).
Es hat einen Nemec-Teilkreis an der Rektaszensionsachse — Sie brauchen keine Sternzeituhr.

Aber das ist noch nicht alles. Denn Sie können das **Newton-Spiegelfernrohr 150/750/(3400)** erweitern und kombinieren.
Mit dem **Cassegrain-Ausbausatz** etwa erreichen Sie (ohne Zwischen-Optik) Ihre Traum-Brennweite 3,4 m — und die entsprechende visuelle Vergrößerung!
f = 3400 mm oder 1 : 5. DR. JOHANNES HEIDENHAIN

Präzision von Heidenhain
Fordern Sie ausführliche Unterlagen an.

DR. JOHANNES HEIDENHAIN

Feinmechanik Optik und Elektronik Präzisionsteilungen
D-8225 Traunreut, Postfach 1260, Telex 05 6 831, Telefon (08669) 40 11 ⟨31-1⟩

Werkvertretung für die Schweiz:
IGMA A.G.
CH 8037 Zürich
Dorfstrasse 4,
Tel . 01/44 50 77