Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 33 (1975)
Heft: 149

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: 10.07.2025

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

ORION

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

Das Titelbild dieser Nummer zeigt die Kuppel des **Mayall** 4 m-Teleskops auf dem etwa 2000 m hohen Kitt Peak im südlichen Arizona/U.S.A. Dieses Teleskop, das zweitgrösste der Welt, wenn man von dem noch in der Fertigstellung befindlichen 6 m-Teleskop der U.d.S.S.R. im Kaukasus absieht, hat 1973 seinen Betrieb aufgenommen und seitdem eine Fülle von Beobachtungsdaten geliefert. Zuletzt gelang mit ihm die erste interferometrische Oberflächenaufnahme eines Fixsterns, nämlich von α Orionis (vergl. ORION **33**, 42 (1975), No. 147).

M. Lammerer und **H. Treutner** haben im Sommer des vergangenen Jahres das Kitt Peak National Observatory besucht. Im Leitartikel dieses Heftes berichten sie auf S. 99 ff. in Wort und Bild über dieses neue Teleskop. – Rechts im Bild: der eigentliche Gipfel des im Reservat der Papago-Indianer liegenden Kitt Peak, links im Vordergrund die Kuppel des 90-Zöllers des **Steward**-Observatoriums der Universität Arizona. Aufnahme: **M. Lammerer.**

33. Jahrgang
33e année

August
Août
1975

149

Ferner in dieser Nummer: **H. Müller**: Das amerikanische Projekt «Viking». **E. I. Robson**: Quelle est l'origine de l'Univers? **R. Fehrenbach**: Das Planetarium Freiburg i. Br. **H.-U. Fuchs**: Nachtrag zur Mitteilung: Messung der Lichtgeschwindigkeit nach **Ole Roemer.** *** Erinnerungen an **Robert A. Naef.** Diverse Kurzmitteilungen und Bibliographien.

Für die nächsten Nummern liegen die folgenden Beiträge vor: **W. Wöllner**: Galaktische Brücken und Schwänze. **F.R. Stephenson**: Les Supernovae. **H.-U. Fuchs**: Über die Wirkung der Schwerkraft auf das Licht. **P. Campiche**: La photographie des planètes. **L. Janin**: Un cadran solaire oublié. **M. Lammerer**: Faltrefraktor in Leichtbauweise (ein Reiseinstrument). **D. Bissiri**: Ein kleines Amateur-Instrument. **M. Griesser**: Der neue Stern von 1572.

ORION

Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft (SAG)

Die *wissenschaftliche* und *technische Redaktion* wird z. Zt. besorgt von Dr.-Ing. **E. Wiedemann,** Garbenstrasse 5, CH 4125 Riehen. Manuskripte, Illustrationen und Berichte sind an diese Adresse zu senden. Die Verantwortung für in dieser Zeitschrift publizierte Artikel tragen die Autoren. Die Redaktion behält sich vor, Artikel zu überarbeiten, zu kürzen oder abzulehnen. Sie wird bei ihrer Arbeit unterstützt von Herrn Dr. h. c. **Hans Rohr,** Vordergasse 57, CH 8200 Schaffhausen. Gegebenenfalls steht der Redaktion auch die Mitwirkung der schweizerischen Astronomie-Dozenten zur Verfügung. Redaktionsschluss: 6 Wochen vor Erscheinen der betr. Nummer.

Inseratauftrage sind ebenfalls an die Redaktion zu richten. Zur Zeit gilt Insertionstarif No. 6. Agenturprovision: 20%.

Copyright: SAG – SAS. Alle Rechte vorbehalten.

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

Clichés: Steiner & Co., 4003 Basel.

Generalsekretariat der SAG: **Werner Lüthi,** Hohengasse 23, CH 3400 Burgdorf. Das Generalsekretariat ist für Anmeldungen zur Mitgliedschaft bei der SAG und für Adressänderungen zuständig, sofern diese Meldungen nicht an eine der gegenwärtig 22 Sektionen der SAG erfolgen.

Leistungen der SAG: Die Mitglieder der SAG erhalten deren Zeitschrift **ORION, die 6 x im Jahr im Umfang von durchschnittlich 32 Seiten in den Monaten: Februar, April, Juni, August, Oktober und Dezember** erscheint.

Die Mitgliederbeiträge sind bis 31. März des laufenden Jahres zahlbar und zwar: von *Kollektiv*mitgliedern an den Sektionskassier, von *Einzel*mitgliedern auf das Postcheckkonto der Astronomischen Gesellschaft No. 82–158 in Schaffhausen oder über Bank (Zuschlag Fr. 1.– für Bankspesen) oder (Ausland) per internationaler Postanweisung an: **J. Kofmel,** Eierbrechtstrasse 39, CH 8053 Zürich, den Zentralkassier der SAG.

Die Jahresbeiträge betragen pro 1974: Schweiz: Fr. 42.–, Ausland SFr. 48.–. Auf Grund eines Beschlusses der Generalversammlung der SAG sind die Jahresbeiträge pro 1975 der allgemeinen Teuerung anzupassen. Sie betragen dann: Schweiz: Fr. 47.–, Ausland SFr. 53.– Neu eintretende Mitglieder erhalten alle Hefte des laufenden Jahres nachgeliefert.

ORION

Bulletin de la Société Astronomique de Suisse (SAS)

Rédaction scientifique et technique: à présent aux bons soins de: Dr.-Ing. **E. Wiedemann,** Garbenstrasse 5, CH 4125 Riehen. Manuscrits, illustrations et rapports sont à adresser à la rédaction. La responsabilité pour les articles publiés dans ce bulletin est à charge des auteurs. La rédaction se réserve le droit de remanier, écourter ou renvoyer les articles qui ne conviennent pas. La rédaction dispose de l'assistance de M.: Dr. h. c. **Hans Rohr,** Vordergasse 57, CH 8200 Schaffhouse. En outre, la rédaction dispose de l'assistance consultative de MM. les professeurs d'astronomie de Suisse. Dernier délai pour l'envoi des articles: 6 semaines avant la parition du numéro du mois suivant.

Publicité: S'adresser à la rédaction. Tarif valable: No 6. Agences: provision de 20%.

Copyright: SAG – SAS. Tous droits réservés.

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

Clichés: Steiner & Co., 4003 Bâle.

Secrétariat général de la SAS: **Werner Lüthi,** Hohengasse 23, CH 3400 Berthoud. Prière d'adresser les demandes d'inscription et les changements d'adresses soit au secrétariat général ou à une des 22 sections de la SAS.

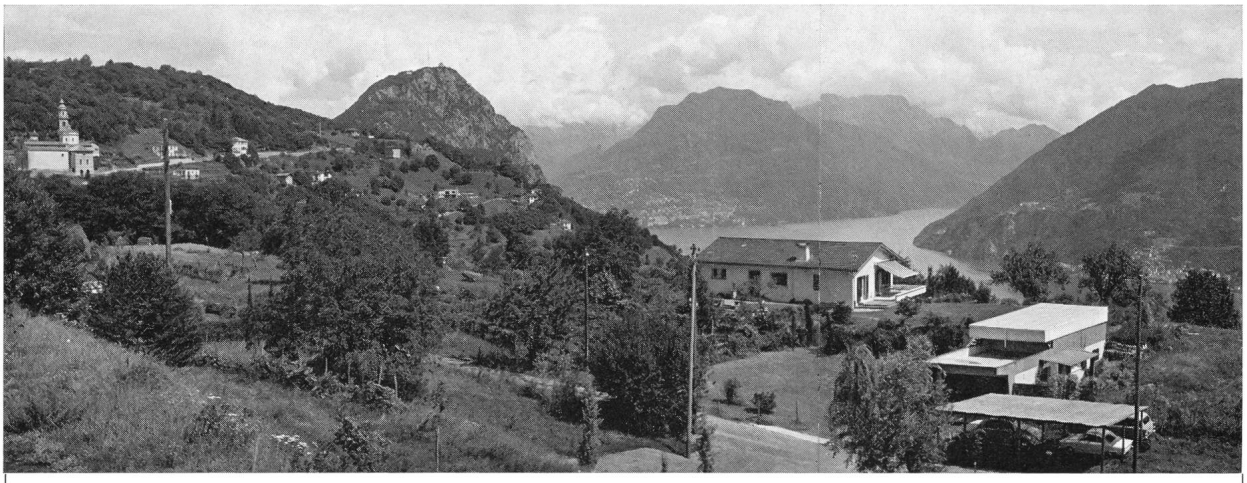
Service de la SAS: Les membres de la SAS reçoivent le bulletin **ORION, qui paraît 6 fois par an (en moyenne 32 pages par édition) dans les mois de février, avril, juin, août, octobre et décembre.**

Cotisation: payable jusqu'au 31 mars de l'année courante. Pour les *membres des sections:* au caissier de la section; pour les *membres individuels:* au compte de chèques postaux de la Société Astronomique de Suisse No 82–158 Schaffhouse ou par banque (Fr. 1.– en plus pour frais). De l'étranger, par mandat de poste international à M. **J. Kofmel,** caissier central de la SAS, Eierbrechtstrasse 39, CH 8063 Zurich.

Cotisation annuelle: 1974: Suisse: Fr. 42.–, Etranger FrS. 48.–. Selon une résolution de l'assemblée générale de la SAS, il fut indispensable d'adapter la cotisation à l'augmentation du coût de la vie. En 1975, elle se montera à Fr. 47.– pour la Suisse et à FrS. 53 – pour l'étranger. Les nouveaux membres reçoivent automatiquement toutes les éditions de l'année en cours.

CALINA Ferienhaus und Sternwarte CARONA

idealer Ferientreffpunkt aller Amateur-Astronomen



Programm 1975

6.—11. und 13.—18. Oktober
Elementare Einführungskurse
in die Astronomie für Lehrkräfte
Leitung: Herr Dr. M. Howald, naturwissenschaftliches Gymnasium, Basel

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

33. Jahrgang, Seiten 97-132, Nr. 149, August 1975 33e année, pages 97-132, No. 149, Août 1975

Das Mayall 4-m-Teleskop auf Kitt Peak

von M. Lammerer und H. Treutner

Eines der modernsten Teleskope der Welt, das zweitgrösste seiner Art und in seinen Leistungen höchstwahrscheinlich dem 5-m Spiegel auf Palomar Mountains ebenbürtig, ist gegenwärtig das Nicolas U. Mayall 4-m-Teleskop auf dem Kitt Peak in Arizona/USA.

Dieses Teleskop, von dem vor kurzer Zeit ein genaues Gegenstück am Inter-amerikanischen Observatorium auf dem Cerro Tololo in Chile seinen Betrieb aufgenommen hat, ist nach dem früheren Direktor der Sternwarte auf dem Kitt Peak benannt. Nicolas U. Mayall, der mehr als ein Jahrzehnt die Sternwarte leitete und im Jahre 1971 in den Ruhestand getreten ist, hat, unterstützt durch seine Mitarbeiter, weitgehend das Projekt des 4-m-Teleskops vorangetrieben.

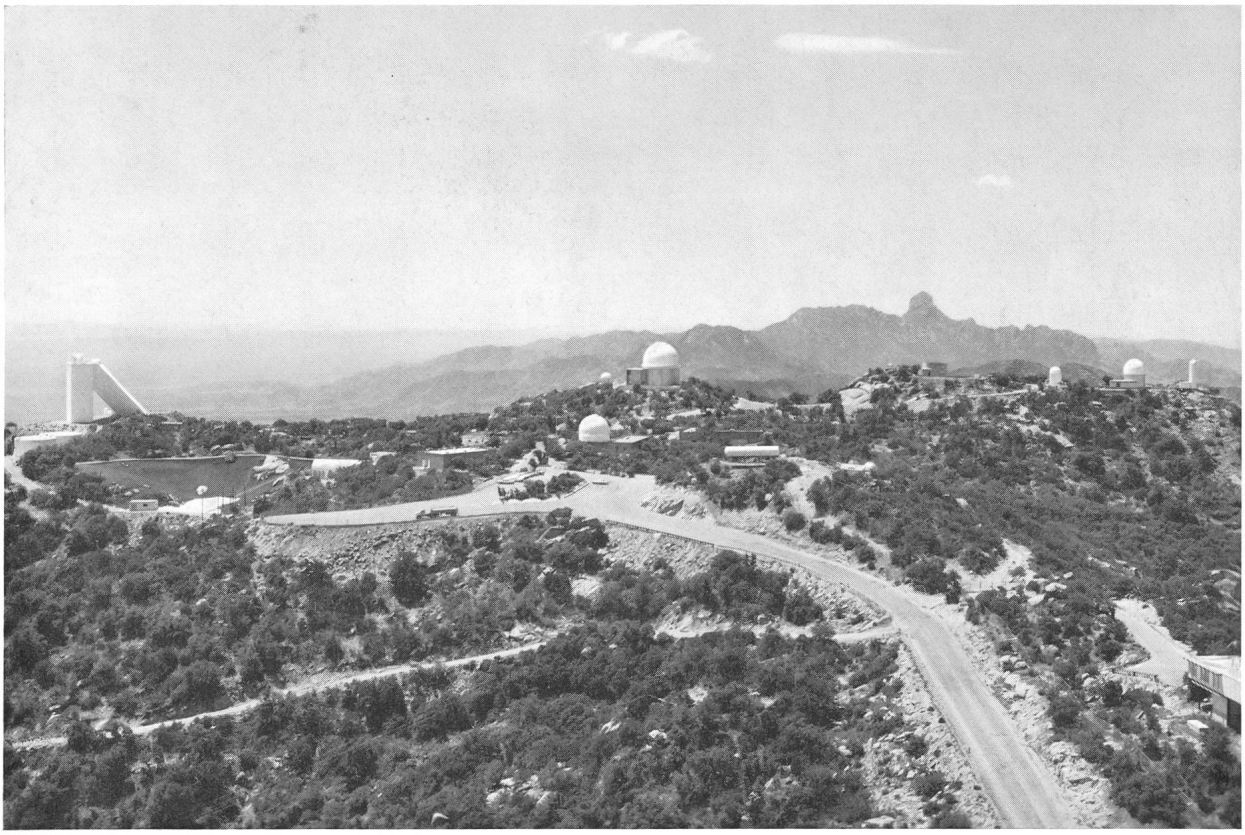


Abb. 1: Ein Überblick über die Anlagen auf Kitt Peak. In der Mitte im Vordergrund: Das Gebäude des 90-Zöllers vor jenem des 158-Zoll-Mayall-Teleskops. Die verschiedenen Kuppeln im Hintergrund beherbergen von rechts nach links: einen 36-Zöller, einen 16-Zöller, einen 36-Zöller, einen 84-Zöller, einen 16-Zöller und einen 50-Zöller. Links am Bildrand ist das McMath-Sonnenteleskop zu sehen; die helle Fläche davor ist ein Wassersammelbecken. Die flachen Gebäude zwischen den Kuppeln sind Verwaltungsgebäude, Aufenthalts- und Schlafräume für die Astronomen, eine Wetterstation und ein astronomisches Museum. Kitt Peak Photograph 4081.

Das Kitt Peak National Observatory

Diese – der Anzahl der installierten Instrumente nach sicher grösste Sternwarte der USA – liegt auf einem knapp 2000 m hohen Berg im südlichen Arizona, inmitten eines Reservats der Papago-Indianer. Zwölf Universitäten der USA betreiben hier gemeinsam astronomische Forschung. Es sind dies: die Universität von Arizona, das California Institute of Technology, die Universität von Kalifornien, die Universität von Chicago, die Havard Universität, die Indiana Universität, die Universität von Michigan, die Ohio Staats Universität, die Princeton Universität, die Universität von Texas, die Universität von Wisconsin und die Yale Universität. Der Zusammenschluss dieser Universitäten (AURA) hat im Dezember 1957 mit der National Science Foundation (NSF) einen Vertrag abgeschlossen, der die Nutzung der Einrichtungen auf Kitt Peak für die Forschung und für die Ausbildung von Astronomen ermöglicht.

Gegenwärtig sind auf dem Kitt Peak neben dem grössten Sonnenteleskop der Welt[1]) ein 12-Zoll SCHMIDT-Teleskop, zwei 16-Zöller, ein 20-Zöller, drei 36-Zöller, ein 50-Zöller, ein 84-Zöller, ein 90-Zöller, ein 36-Fuss Radioteleskop und das MAYALL 4-m-Teleskop installiert.

Das Astronomiezentrum Tucson

Für die beiden Verfasser dieses Berichts war auf der langen Reise zum Kitt Peak der Flug von Los Angeles nach Tucson besonders beeindruckend. Schon bald nach dem Start war das Mt. Palomar Observatorium mit seinen 3 silberglänzenden Kuppeln von

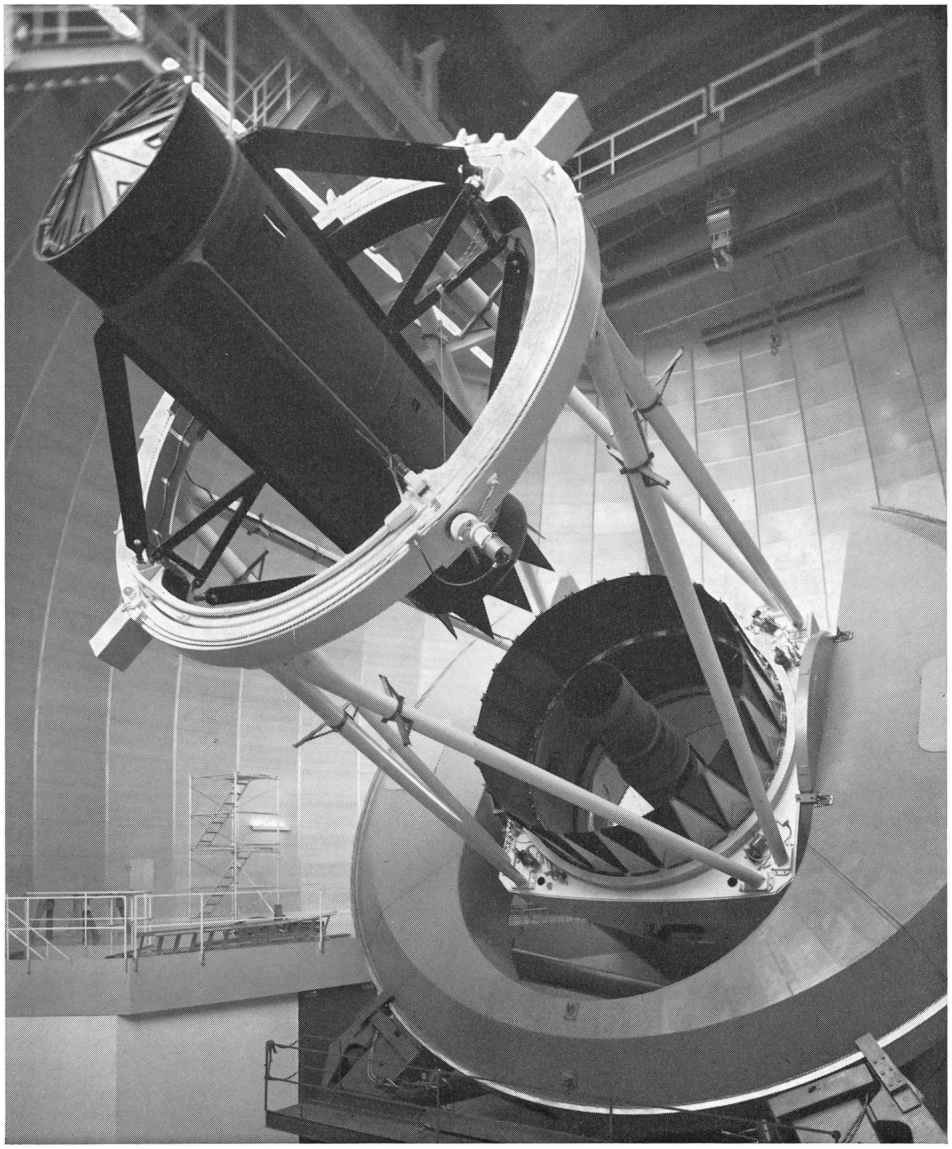


Abb. 2: Das 4-m-MAYALL-Teleskop von Kitt Peak. Die neuartige Aufhängung der Primärfokus-Kabine und des Sekundärspiegels in einem um 180° schwenkbaren Ring ist deutlich erkennbar. Kitt Peak Photograph 9639.

oben zu sehen, das die Verfasser 2 Tage vorher besucht hatten. Nach etwa 1½ Stunden Flug quer über die Gila Wüste landete die Maschine in Tucson, einer Stadt von knapp 500000 Einwohnern im Süden Arizonas, nahe der mexikanischen Grenze.

Tucson, selbst mitten in der Wüste liegend, wurde 800 n. Chr. von Indianern gegründet, war im 18. Jahrhundert lange Garnisonsstadt der spanischen Armee, woran viele schöne barocke Bauwerke erinnern, und ist heute Sitz der Universität von Arizona und ist damit eines der führenden Zentren der Astronomie.

Hier befinden sich das Lunar und Planetary Laboratory, ausserdem der Verwaltungssitz des STEWARD Observatory der Universität Arizona, schliesslich das Verwaltungszentrum des Kitt Peak National Observatory und ein grosses Optik-Zentrum, in dem die Spiegel der 4-m-Teleskope auf dem Kitt Peak und auf dem Cerro Tololo gefertigt wurden. – Auf dem Campus der Universität in Tucson wird z. Zt., anschliessend an das Space Sciences Building, das GRACE H. FLANDRAU Planetarium errichtet, das breiten Schichten der Bevölkerung einen Zugang zur Astronomie ermöglichen soll.

Der Dom des 4-m-Teleskops

Von Tucson aus führt die Stasse 86 in Richtung Südwesten, quer durch die Wüste zum etwa 90 km entfernten Kitt Peak. Auf der Suche nach einem geeigneten Standort für eine Sternwarte und damit auch für die Kuppel des 4-m-Teleskops wurde dieser Berg aus mehr als 150 Möglichkeiten ausgesucht. Entscheidende Punkte, die schliesslich zu seiner Wahl führten, waren die guten Wetterbedingungen, die geringe Luftturbulenz, das Fehlen störender Lichtquellen, die Tatsache, dass der Berg zum grössten Teil bewachsen ist und nicht zuletzt die Nähe der Universitätsstadt Tucson.

Das beherrschende Gebäude auf Kitt Peak ist heute die Kuppel des 4-m-Teleskops mit ihrer ungewöhnlichen Stahl-Fachwerkbauweise und mit ihren 54 m Höhe. Vom Rundgang in etwa 30 m Höhe aus hat man einen weiten Blick über sämtliche Einrichtungen der Sternwarte, über die Wüste Arizonas bis hinüber zu den Bergen Mexikos.

Der Dom beherbergt mit dem 4-m-Teleskop ein Instrument, bei dem die neuesten Erkenntnisse der Mechanik, Optik und Elektronik ihren Niederschlag gefunden haben. Zusammen mit dem 4-m-Teleskop auf dem Cerro Tololo dürfte das MAYALL 4-m-Teleskop den gegenwärtigen Höchststand des astronomischen Instrumentenbaus darstellen.

Die Mechanik des Teleskops

Ähnlich wie für das Teleskop auf dem Mt. Palomar hat man für das MAYALL 4-m-Teleskop eine modifizierte Split-Ring-Montierung gewählt, wobei ein öldruckgelagertes Hufeisen die Hauptlast der Stundenachse aufnimmt. Die Deklinationsachse wurde jedoch abweichend vom Palomar-Teleskop nicht zwischen die beiden Lager der Stundenachse gelegt, sondern direkt in das Hufeisen. Das ermöglicht eine günstige Lage des Schwerpunktes des Instruments und gibt dem Teleskop ein sehr gedrungenes, kompaktes Aussehen.

Neuartig für ein Grossinstrument ist die Anordnung der Primärfokuskabine und des Sekundärspiegels. Diese ist an einem um 180 Grad drehbaren Ring von 4,60 m Durchmesser aufgehängt. Auf diese Weise kann ohne Zuhilfenahme eines Krans in der Kuppel und ohne weiteres Bedienungspersonal in wenigen Minuten vom Arbeiten im Primärfokus auf den CASSEGRAINfokus übergegangen werden, was eine optimale Ausnutzung des Teleskops bei veränderten Bedingungen innerhalb einer Nacht ermöglicht.

Eine weitere Neuerung im Teleskopbau, die beim MAYALL 4-m-Teleskop verwirklicht wurde, ist die Verwendung von Stirnrädern an Stelle von Schnekkenrad und Schnecke beim Antrieb des Teleskops in Stunde. Zwei gegeneinander gestellte und gegenläufige Antriebe greifen in das Hauptstirnrad an der Stundenachse ein und ermöglichen somit einen präzisen Antrieb ohne jegliches Spiel in den Achsen.

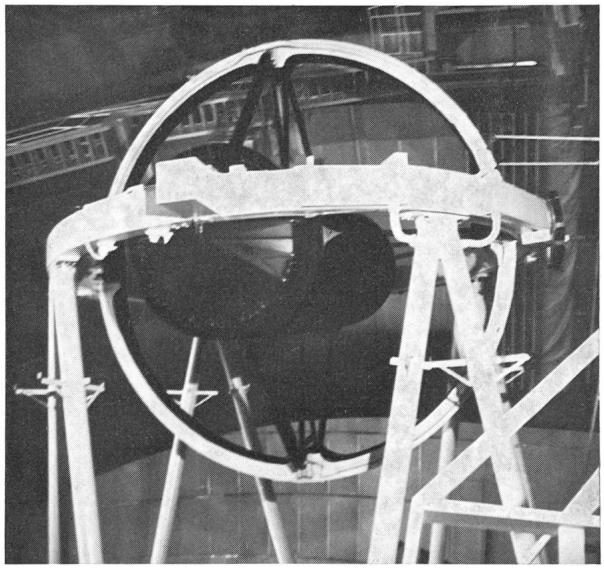


Abb. 3: Der Ring am oberen Ende des 4-m-MAYALL-Teleskops wird um 180° geschwenkt (Übergang vom Primärzum Sekundärfokus oder umgekehrt). Aufnahme M. LAMMERER.

Die Optik des Teleskops

Das MAYALL-Teleskop besitzt ein RITCHEY-CHRÉTIEN-System mit einem Hauptspiegel von 4 m (158 Inch) Durchmesser, der ein Öffnungsverhältnis von f/2,6 im Primärfokus und eines von f/8 im Sekundärfokus aufweist. Ein COUDÉ-Fokus ist vorgesehen. Das heute bei modernen Instrumenten allgemein übliche RITCHEY-CHRÉTIEN-System geht auf GEORGE WILLES RITCHEY, dem Schöpfer der Optiken für den 60-Zöller und den 100-Zöller auf dem Mt. Wilson, und Prof. HENRY CHRÉTIEN aus Paris, zurück.

«Beide hatten erkannt, dass es bei einem CASSEGRAIN-System an und für sich überflüssig sei, achsenparallele Strahlen schon im Primärfokus des Hauptspiegels streng richtig zum Schnitt kommen zu lassen. Es genüge vollauf, wenn dies im CASSEGRAIN-Fokus der Fall sei. So gibt es beliebig viele Spiegelkombinationen von Haupt- und Sekundärspiegel, die bei gegebener Brennweite eine einwandfreie Abbildung auf der Achse leisten. Da man bei zwei Spiegeln in dieser Beziehung zwei Freiheitsgrade hat, kann man den einen zweckmässigerweise dazu benutzen, auch die Abbildung ausseraxialer Bildfehler zu bessern.»[2]).

So ist das RITCHEY-CHRÉTIEN-System ein modifiziertes CASSEGRAIN-System mit hyperbolisch deformierten Haupt- und Fang-Spiegeln, bei dem auch die Koma korrigiert ist. Vom Spiegelhersteller verlangt das System jedoch die genaue Einhaltung sehr enger Toleranzen.

Der hyperbolisch deformierte Hauptspiegel erzeugt aus den oben genannten Gründen im Primärfokus kein einwandfreies Bild. Um jedoch das sehr günstige Öffnungsverhältnis von f/2,6 ausnützen zu können, verwendet man am 4-m-Teleskop einen Korrektor, der eine ausgezeichnete Abbildung liefert, wie viele in der Zwischenzeit gewonnene Aufnahmen zeigen. Bei der enormen Lichtstärke des Instruments ist es möglich, Nebel und Sternhaufen in nur wenigen Minuten Belichtungszeit auf der photographischen Platte abzubilden.

Man verwendet dabei heute sowohl für Aufnahmen im Brennpunkt des Teleskops wie auch für Aufnahmen von Spektren vielfach die Kodak-Platte IIIa-J, die durch Erhitzen in trockenem Stickstoff auf 50–65 °C (Baking) hypersensibilisiert wird[3]). Der Sensibilisierungseffekt beruht dabei hauptsächlich auf dem Austreiben von Wasser und Gasen aus der Fotoemulsion.

Im Sekundärfokus des Teleskops, dem eigentlichen RITCHEY-CHRÉTIEN-Fokus, ist es möglich, ein verhältnismässig grosses Feld auch ohne Korrektor in einem grossen Abbildungsmaßstab aufzunehmen. Auch können hier schwere Zusatzinstrumente wie Spektrographen, Photometer, elektronische Bildverstärker usw. in Verbindung mit dem Teleskop angewendet werden.

Der Einsatz des Teleskops

Ein derartig aufwendiges Grossinstrument wie das MAYALL 4-m-Teleskop wird seiner Aufgabe nur dann gerecht, wenn es ausschliesslich bei astronomischen Problemstellungen eingesetzt wird, die mit kleineren Instrumenten nicht bewältigt werden können. So kennt man hier den Begriff «Limit Research», Forschung an den Grenzen des Universums oder vielleicht auch in den Grenzen des heute technisch Möglichen.

In der Nacht vom 11. 8. 74 auf 12. 8. 74, also in der Nacht vor unserem Besuch auf Kitt Peak wurden mit dem MAYALL 4-m-Teleskop hochaufgelöste Spektren aus dem Galaxienhaufen im Herkules gewonnen. Ausserdem wurden Feldaufnahmen zur optischen Identifikation eines Quasars gemacht. Zuletzt gelang mit diesem Instrument die erste interferometrische Oberflächenaufnahme eines Fixsterns, nämlich von α Orionis[4]).

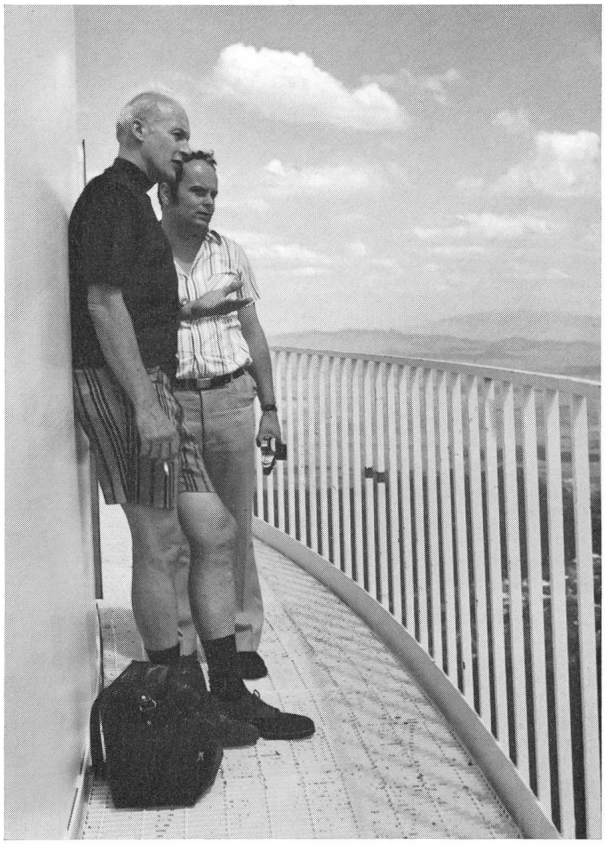


Abb. 4: Einer der Verfasser (M. LAMMERER) im Gespräch mit Dr. A. A. HOAG auf der Rundgalerie des 4-m-MAYALL-Teleskops. Aufnahme H. TREUTNER.

Unser besonderer Dank für das gezeigte Entgegenkommen beim Besuch der Sternwarte und für die Führungen durch die Einrichtungen auf Kitt Peak gilt Dr. ELIZABETH ROEMER, Professor für Astronomie an der Universität Arizona und Dr. ARTHUR A. HOAG, Stellar Program Director auf Kitt Peak.

Literatur:
1) ORION *33*, 35 (1975), No. 147.
2) R. RIEKHER, Fernrohre und ihre Meister, 1957.
3) Über die Hypersensibilisierung von Astro-Emulsionen soll demnächst in dieser Zeitschrift berichtet werden.
4) ORION *33*, 42 (1975), No. 147.

Adressen der Verfasser:
MAX LAMMERER, Langheimer Strasse 34, D-862 Lichtenfels (BRD).
HEINRICH TREUTNER, Thanner Weg, D-8632 Neustadt (BRD).

Quelle est l'origine de l'Univers?

par E. I. Robson

Au cours des vingt dernières années, deux principales théories ont essayé d'expliquer l'origine et l'histoire de l'Univers, à savoir la théorie du «Steady State» ou de l'Univers stationnaire et la théorie du «Big Bang».

La théorie de l'Univers stationnaire maintient que l'Univers n'a pas eu de commencement et qu'il n'aura jamais de fin mais qu'il existera toujours et qu'il sera toujours le même.

La théorie du «Big Bang» suppose que l'Univers s'est formé il y a environ dix milliards d'années, époque à laquelle les étoiles et les galaxies qui existent aujourd'hui étaient comprimées pour former une boule gazeuse.

La naissance et la mort de l'Univers

A l'origine de l'Univers, cette boule gazeuse a explosé et a projeté la matière dont elle était composée dans toutes les directions. Cette matière s'est refroidie et a formé éventuellement les galaxies, les étoiles et sans doute les planètes et tout ce qui existe dans l'Univers de nos jours.

L'on ne sait pas encore ce qui arrivera à notre Univers dans l'avenir, mais la théorie du «Big Bang» propose deux explications possibles: ou bien l'Univers continuera à s'étendre indéfiniment, ou bien à une époque très éloignée dans l'avenir, son expansion s'arrêtera et il commencera à se contracter irréversiblement pour retourner à l'état de la boule gazeuse qui sera la mort de l'Univers tel que nous le connaissons.

En 1966, une découverte très intéressante faite accidentellement sembla tourner une nouvelle page des observations cosmologiques et permettre de résoudre le conflit entre les deux théories rivales.

Des signaux en provenance de l'espace interplanétaire

Cette découverte a été faite par deux astronomes américains qui utilisaient un nouveau type de radiotélescope aux Bell Telephone Laboratories. Ils essayaient d'améliorer leurs récepteurs radio déjà très perfectionnés, en orientant l'antenne collectrice du télescope vers certaines régions du ciel et en analysant le «bruit» produit sur une longueur d'onde de 7,4 cm.

Lorsque les deux astronomes vérifièrent leurs résultats, ils constatèrent qu'ils pouvaient expliquer presque tous les signaux produits, mais pas tous cependant. En supposant que les théories sur le bruit étaient correctes, ils se rendirent compte que les radiations supplémentaires reçues devaient provenir non pas du ciel mais de *l'espace interplanétaire*. Ils se rendirent immédiatement compte que ces radiations pouvaient provenir des restes refroidis de la boule gazeuse initiale de l'Univers du «Big Bang». S'il en était ainsi, le spectre des radiations devait posséder une forme très spéciale, connu sous le nom de courbe de Planck.

Vérification de la courbe

La découverte fit boule de neige. D'autres équipes de radioastronomes prirent des mesures des signaux à différentes longueurs d'ondes de 74 cm à 3,5 mm et lorsqu'ils constatèrent que les radiations semblaient en effet se conformer à un spectre de Planck, les observations parurent confirmer la théorie du «Big Bang».

Les radiations mesurées étaient désormais désignées par l'appellation de fond parasite à hyperfréquences, mais pour que l'expérience soit vraiment concluante, il fallait mesurer le spectre à des longueurs d'onde encore plus courtes, pour déterminer si les signaux suivaient la forme d'une courbe de Planck, puis s'incurvaient vers le bas (comme le montre le graphique ci-dessous).

Il est très difficile de faire ces observations parce qu'à ces très petites longueurs d'onde, de l'ordre du millimètre et même moins, la vapeur d'eau des couches inférieures de l'atmosphère de la Terre absorbe complètement les signaux provenant de l'espace interplanétaire. Il faut trouver un moyen permettant de placer l'appareil au-dessus des couches absorbantes, le plus courant constituant à faire porter l'équipement par des ballons et des fusées.

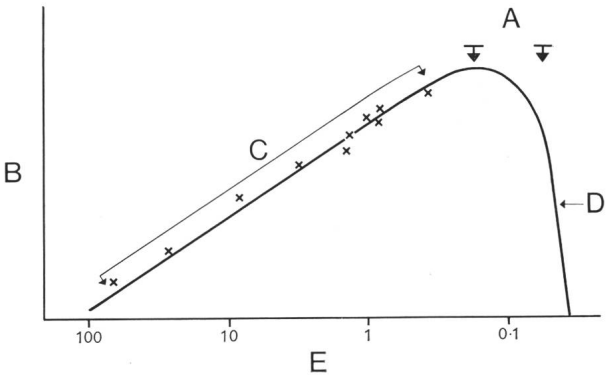


Fig. 1: Un graphique paraissant bien ordinaire, mais sa forme a permis à des astronomes de confirmer que l'Univers matériel a eu pour origine une formidable explosion. Le radiotélescope a révélé la présence de radiations inconnues en provenance de l'espace interplanétaire. Si, comme les astronomes le pensaient, c'était là un indice de la boule gazeuse originelle, le spectre des signaux aurait une forme très spéciale, connue sous le nom de courbe de Planck. L'expérience confirmant cette hypothèse permit de relever ce graphique. B indique une énergie relative et E les longueurs d'onde en centimètres. Les observations de radioastronomie sont indiquées en C. Dans la région de renversement (A), le graphique commence soudainement à s'incurver vers le bas (D), ce qui révèle une courbe de Planck à la temperature de 2,7 Kelvins.

Un nouvel appareil

Entre-temps, une équipe de chercheurs du Queen Mary College, de l'université de Londres, se préparait à faire une expérience d'une très grande exactitude pour mesurer le spectre des radiations du fond parasite aux longueurs d'onde où l'on s'attendait à ce que la courbe se renverse.

L'appareil consistait en un dispositif très nouveau, appelé interféromètre polariseur de MICHELSON. Il avait été mis au point par le professeur D. H. MARTIN du Queen Mary College et c'était un instrument extrêmement puissant pour le travail en question, instrument que les autres équipes de chercheurs ne possédaient pas. L'appareil pouvait «tracer» le spectre des radiations du fond parasite et présenter une courbe que l'on pouvait comparer à la courbe de PLANCK.

Comme les radiations sont très froides (2,7 KELVINS), elles produisent un très faible signal dans l'interféromètre et comme il faut donc des détecteurs très spéciaux pour mesurer ce signal, tout l'appareil est extrêmement complexe. Il a fallu refroidir l'interféromètre tout entier à une température de 1,5 KELVIN, grâce à un cryostat contenant de l'hélium liquide.

Nous avons commencé les études en 1969 et après quatre années d'efforts intensifs, nous avons pu soumettre à des essais l'appareil terminé dans nos laboratoires. Puis nous l'avons expédié aux Etats-Unis pour qu'il puisse être emmené par ballon à des altitudes dépassant 40 kilomètres.

Un désastre évité

Le premier vol a eu lieu en mai 1973, mais il ne réussit pas. Mais au cours d'un second vol au-dessus du Texas, en mars 1974, le ballon et la capsule technologique flottèrent tranquillement pendant trois heures à une altitude de 40 kilomètres, temps pendant lequel l'interféromètre recueillit des données et les transmit automatiquement par radio aux chercheurs se trouvant dans la salle de contrôle. Les résultats parurent bons.

L'analyse par ordinateur de ces résultats a montré par la suite que les radiations du fond parasite possèdent en effet un spectre de la forme représentée sur le graphique. Cette expérience, très complexe du point de vue scientifique, mais peu coûteuse, a donc permis d'effectuer une importante observation d'astronomie. Elle a démontré qu'il semble bien que nous vivions dans un Univers provenant d'une explosion initiale et a anéanti à jamais la théorie de l'Univers stationnaire, que l'on peut maintenant laisser de côté.

Que nous réserve l'avenir? L'on continuera à avancer des théories et à recueillir des observations en astronomie, ce qui aboutira peut-être éventuellement à nous révéler l'ultime destinée de l'Univers.

Adresse de l'auteur:
E. J. ROBSON, Queen Mary College, Dept. de Physique, London.

Das amerikanische Projekt «Viking»

von HELMUT MÜLLER, Zürich

Die Fahrten der Raumsonden haben die Astronomie in ungeahnter Weise gefördert. Mit den Kapseln der *Apollo*-Serie sind erstmals Menschen auf einem andern Himmelskörper, auf unserm nächsten Nachbarn, dem Mond, gelandet, haben ihn betreten und untersucht und haben Gesteinsproben von ihm zur Erde mitbringen können. Die Raumfahrzeuge der *Mariner*-Serie haben die inneren Planeten Mars, Venus, Merkur nah umflogen und uns detailreiche Bilder ihrer Oberflächenformationen geliefert, die alles Bisherige bei weitem übertrafen. Durch die «Fernfahrer» der *Pioneer*-Serie gewinnen wir Aufschlüsse über den Aufbau der äusseren Planeten, worüber man vorher nur vage Vermutungen hegte. Unsere Kenntnisse über das Aussehen und das Wesen der Mitglieder unseres Planetensystems wurden dadurch ungemein bereichert. Ideen über ihr Entstehen konnten begründet und entwickelt werden. Ganz unabhängig davon haben wir durch Beobachtungen im Bereich der Radioastronomie erfahren, dass im interstellaren Raum organische Moleküle mannigfacher Art vorkommen. Wir sind ferner fest davon überzeugt, dass es im Weltall unzählige Planetensysteme und auf vielen von ihnen Leben gibt, primitives oder auch hochentwickeltes, mit Lebewesen, die uns vielleicht weit übertreffen. Doch wie sollen wir das nachweisen, wo der Raum so weit ist und die Entfernungen so gross sind, wo die Sterne im All so unvorstellbar dünn verteilt sind, dass selbst Reisen im Tempo der Lichtgeschwindigkeit bis zum nächsten Stern Jahre dauern? Unvergleichlich kürzer sind die Wege innerhalb unseres Sonnensystems, dafür sind aber auf diesen Planeten ausser auf unserer Erde Möglichkeiten für hochentwickeltes Leben nicht vorhanden. Das schliesst indes nicht aus, dass vielleicht einmal dort Leben existierte oder sich sogar erst bilden wird, dass ganz einfache Formen des Lebens, Mikroorganismen, noch oder schon vorhanden sind oder vielleicht auch nur Spuren einstigen Lebens, und für all dies scheinen die Chancen beim Mars besonders günstig zu sein. Manche Bilder der Mariner-Sonden zwingen direkt zur Annahme, dass einstmals Wasser in grösserer Menge auf dem Mars vorhanden gewesen sein muss, und unter diesen Bedingungen hätten sich zumindestens Mikroorganismen bilden können. War das der Fall? Können wir noch Spuren davon nachweisen? Haben sich gar welche davon den jetzigen Bedingungen angepasst und leben diese noch? Das sind

durchaus berechtigte Fragen, deren Beantwortung für das Verstehen der Entwicklung des Lebens überhaupt, nicht nur auf dem Mars, sondern auch auf der Erde, wichtig ist.

Die Suche nach Leben ist eins der Hauptziele des Projektes «Viking». Das Projekt besteht darin, dass eine unbemannte weiche Landung auf dem Mars bewerkstelligt wird, dass daselbst neben der Durchführung vieler anderer Messungen vor allem Bodenproben auf eventuelle Mikroorganismen hin untersucht werden und dass alle Ergebnisse und Bilder zur Erde gefunkt werden, da die Fahrzeuge selber nicht zurückkehren. Nach diesen Gesichtspunkten werden die Sonden vom Typ Viking ausgerüstet und dafür zweckmässige Experimente ersonnen. Wie es sich allgemein als nützlich erwiesen hat, wird man kurz hintereinander zwei Sonden genau gleicher Art ausschicken, und jede besteht aus zwei Hauptteilen, die später beide völlig unabhängig voneinander existieren und arbeiten können, dem eigentlichen Raumfahrzeug und der Landefähre. Der Einfachheit halber wollen wir im folgenden für diese beiden Teile die amerikanischen Bezeichnungen: *orbiter* und *lander* beibehalten. Diese Ausdrücke sind bequem und verständlicher als irgendeine andere Abkürzung, *orbiter* kreist um den Mars, *lander* landet auf ihm, unter *Viking* verstehen wir beide vereint. Der Start ist für die Zeit zwischen Mitte August und Mitte September 1975 geplant, wobei Viking A und Viking B im Abstand von mindestens 10 Tagen, aber beide innerhalb von 30 Tagen, dem Intervall des Startfensters, abfliegen werden. Viking befindet sich in einer konusförmigen Schutzhülle an der Spitze einer Titan III-Centaur-Rakete, wird zuerst auf eine Parkbahn um die Erde in der Höhe von etwa 184 km gebracht und, wenn die gewünschte Flugrichtung erreicht ist, spätestens nach einer halben Stunde durch die zweite Zündung der Centaur-Rakete zum Mars geschickt. Darauf löst sich Viking von der Centaur-Raketenhülle, deren Bahn ein wenig abgelenkt wird, damit sie nicht auch auf den Mars auftrifft. Die Schutzhülle von Viking und der obere Teil des sogenannten Bio-Schildes, einer speziellen für die Sterilisierung nötigen Schutzhaut um den *lander*, sind inzwischen auch abgeworfen worden. Die Begrenzung der Startzeiten auf die Zeit und das Intervall des erwähnten Startfensters ist dadurch bedingt, dass Viking in eine Bahn gelangen soll, für die man möglichst wenig Energie, also Treibstoff, braucht. In dieser Hinsicht ist im Gegensatz zu früheren Flügen der *mariner*-Sonden diesmal eine Bahn von rund 700 Millionen Kilometern Länge am günstigsten. Viking wird nach 10 bis 12 Monaten, abhängig von der genauen Startzeit, bei Mars ankommen, der sich dann von der Erde aus gesehen jenseits der Sonne in rund 330 Millionen Kilometern Abstand befinden wird. Das bedeutet, dass dann ein Signal vom Mars bis zur Erde eine Laufzeit von mehr als 18 Minuten hat.

Nachdem Viking auf den Weg zum Mars eingeschwenkt ist, entfaltet nun der *orbiter* seine 4 Paddel mit den Sonnenzellen, die ihm von jetzt an die nötige Energie liefern, orientiert sich nach der Sonne und nach dem Stern Canopus und richtet sich aus. Canopus ist für dieses Manöver deshalb geeignet, weil er sehr hell ist (Canopus ist der zweithellste Fixstern) und fast rechtwinklig zur Ekliptik steht, in der sich die

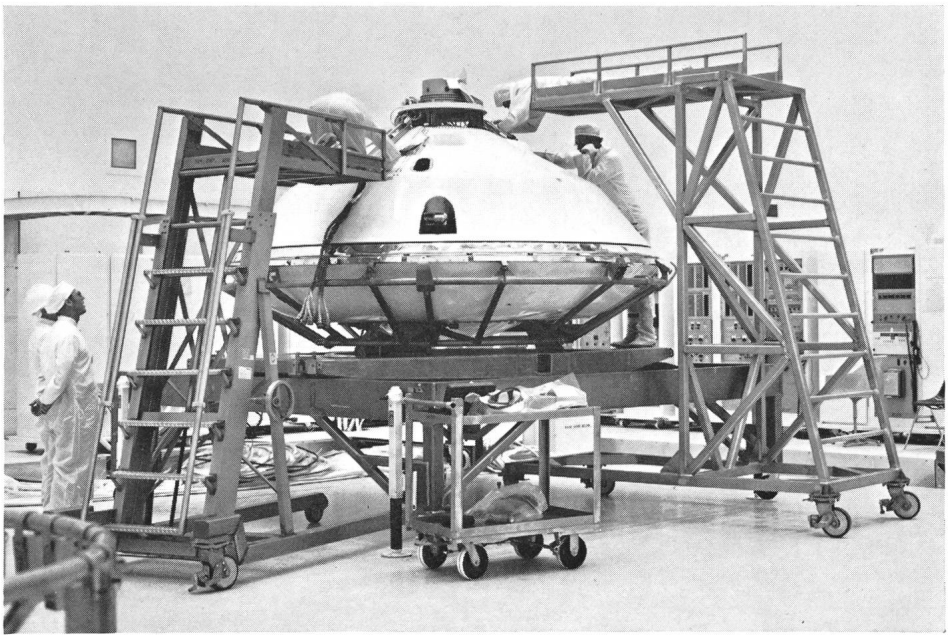


Abb. 1: Der *Viking-lander* bei seiner Ankunft am Ort seines Zusammenbaus mit dem *orbiter*. NASA-Photo 75-HC-52.

Sonne befindet; seine ekliptikale Breite beträgt etwa –75°. Inzwischen hat der *orbiter* auch Funkverbindung mit der Erde aufgenommen und sein Flug wird von dort aus überwacht und geleitet. Es sind dafür 9 Bodenstationen vorgesehen, die über die ganze Erde verteilt sind. 6 von ihnen verfügen über Paraboloid-Antennen von 26 m Durchmesser, 3 über solche von 64 m Durchmesser; letztere liegen in Kalifornien, in Australien und in Spanien und eine von ihnen hat stets Verbindung mit dem Raumschiff. Je nach Bedarf wird dann von ihnen aus dem *orbiter* befohlen, durch Inbetriebnahme seiner Triebwerke eine Kurskorrektur vorzunehmen, damit seine Bahn genau nach Vorschrift verläuft.

Auf der langen Reise zum Mars befindet sich der *lander* vorn in der Flugrichtung, der *orbiter* dahinter. Ist Viking genügend nah an Mars herangekommen, wird die Sonde gedreht, dass nun die Düsen vom *orbiter* in der Flugrichtung liegen. Auf Befehl von der Erde werden im rechten Moment die Düsen des *orbiter* in Betrieb gesetzt, die nach etwa einer Stunde Viking allmählich so weit abgebremst haben, dass er nun eine stark elliptische Bahn um Mars beschreibt. Der nächste Abstand von der Planetenoberfläche beträgt dann 1500 km, der weiteste 33000 km bei einer Umlaufszeit von 24.6 Stunden entsprechend der Rotationsdauer des Mars. Mindestens 10 Tage wird dann Viking Mars umfliegen und die beiden vorgesehenen Landeplätze genau prüfen. Man hat sich diese nach Aufnahmen vom *mariner* 9 ausgesucht. Es soll relativ flaches, tiefliegendes, warmes, feuchtes Gelände sein, das einerseits eine sichere Landung und gute Wirksamkeit des Fallschirms gewährleistet, aber auch gleichzeitig für lebende Organismen, in früheren Zeiten oder gar heute noch, günstig zu sein scheint, z. B. Gegenden an der Mündung von einstigen Flussläufen, also vielleicht Chryse oder Tithonius Lacus. Auf der Erde werden die Meldungen des *orbiter* über seine Untersuchungen der Landeplätze eingehend studiert und spätestens 50 Tage nach der Ankunft vom Viking beim Mars wird der Entscheid getroffen, worauf *Viking* dann so gesteuert wird, dass der tiefste Punkt seiner Bahn über dem ausgewählten Landeplatz liegt. Nun wird der bisher völlig «schlafende» und vom *orbiter* umsorgte *lander* von diesem nochmals eingehend überprüft und dann «geweckt». Seine Apparaturen werden eingeschaltet, die mechanischen und elektrischen Verbindungen zu *orbiter* werden gelöst, der bisher noch verbliebene, dem *orbiter* zugekehrte Teil des Bio-Schildes wird abgelegt. Der *lander* ist nun selbständig.

Wird von der Erde das Signal zur Landung gegeben, dann verläuft von nun an zunächst alles automatisch gemäss dem dafür auf dem *lander* vorhandenen Programm, das bis zu maximal 22 Tagen vorgesehen ist. *Orbiter* und *lander* trennen sich. Die Triebwerke am Rand des Aero-Schildes, der sich an der dem *orbiter* abgewandten Seite des *lander* befindet, beginnen zu arbeiten. Sie halten den *lander* in der richtigen Lage, dass der Aero-Schild in Flugrichtung liegt, mindern seine Geschwindigkeit, die bei der Trennung noch vielleicht 16000 Stundenkilometer betrug, dass er die Bahn des *orbiter* verlässt und vom Gravitationsfeld des Mars herabgezogen wird. Ein Radargerät sendet in der Folgezeit auf 1000 MHz Pulse zur Marsoberfläche und dient als Höhenmesser, damit weitere Operationen zur rechten Zeit angeordnet werden. Zwei bis fünf Stunden später gelangt der *lander* bei etwa 250 km Höhe in die wirksame Marsatmosphäre. Von hier an ist der Aero-Schild als Schutzschild wichtig, er bewahrt den *lander* vor Erwärmung und vor Druckschäden. Die Triebwerke bremsen ihrerseits nun den Fall, besonders stark zwischen 30 und 24 km Höhe, so dass in 6400 m Höhe die Fallgeschwindigkeit nur noch 375 m/s beträgt. Jetzt öffnet sich der Fallschirm von 16 m Durchmesser, der durch 30 m lange Kabel mit dem *lander* verbunden ist, und gleich darauf wird der Aero-Schild abgesprengt und der *lander* sinkt am Fallschirm abwärts. Nach etwa einer Minute dürfte er bei 1600 m Höhe eine Fallgeschwindigkeit von 60 m/s haben. Nun wird der Fallschirm abgeworfen und drei kleine Triebwerke mit je 18 Düsen, die sich an den drei langen Seiten des im Querschnitt hexagonalen *lander* befinden, treten in Funktion und bremsen, so dass der *lander* mit 2.44 m/s auf der Marsoberfläche aufsetzen sollte. Die drei mit Stossdämpfern versehenen Landebeine haben sich schon gleich nach dem Abwerfen des Aero-Schildes ausgestreckt. Zu bemerken wäre noch, dass die Vielzahl der kleinen Düsen gewählt wurde, um die Gase in einem weiten Kegel ausströmen zu lassen, um beim Landen eine Verseuchung des Landeplatzes und Aufwirbeln von Staub auf ein Minimum zu beschränken. Schon während des Abstieges bestand Funkverbindung zwischen dem *lander* und dem *orbiter*; nach der Landung, die etwa 6 bis 13 Minuten nach dem Eintritt in die Atmosphäre erfolgt sein dürfte, nimmt der *lander* auch die Verbindung mit der Erde auf. Beide Verbindungen sind nicht kontinuierlich möglich, die nach der Erde nicht, weil Mars rotiert, die nach dem *orbiter* nicht, weil dessen Ort vom Landeplatz aus gesehen sich wegen der elliptischen Bahn des *orbiter* stark verschiebt, er geht für den *lander* auf und unter, wie man es sich im einzelnen überlegen kann. Im übrigen wird der *lander* nun sogleich mit seinem vorgeschriebenen Arbeitsprogramm beginnen.

Bevor wir noch im einzelnen auf einige dieser Aufgaben eingehen, wollen wir zunächst noch einige wichtige Instrumente und Hilfsmittel von *orbiter* und *lander* betrachten. Den *orbiter* kann man als eine Weiterentwicklung der bekannten *mariner*-Sonden ansehen, er ist aber grösser, misst im Querschnitt 9.8 m und von oben bis unten 3.3 m. Das ist nötig, weil er mehr Treibstoff mitnehmen muss; er braucht ihn, weil er stark bremsen muss, um ein Satellit des Mars zu werden, sodann muss er den *lander* abstossen. Ausserdem hat er noch weitere Funktionen. Deshalb sind seine

Tanks dreimal grösser als beim *mariner*. Auch an den Computer, das «Gehirn» des Roboters, werden höhere Anforderungen gestellt, weshalb auch dieser grösser und schwerer ist. Ferner muss auch mehr Energie verfügbar sein, weshalb auch die 4 Paddel mit den Sonnenzellen grösser sind. Diese Sonnenzellen bedecken über 15 m^2 und liefern im Marsabstand von der Sonne 620 Watt elektrische Energie, womit auch die Nickel-Cadmium-Batterien aufgeladen werden, die dann je nach Bedarf noch zusätzliche Energie liefern können. Eine Rundstrahlantenne für den Empfang und eine steuerbare, sehr leistungsfähige Paraboloid-Antenne von 147 cm Durchmesser für die Sendung mit 20 Watt Sendestärke sorgen für die Verbindung mit der Erde, eine weitere kleine Antenne am Ende einer der Sonnenpaddel ist für die Verbindung mit dem *lander* auf dem Mars vorgesehen. Photoelektrische Sensoren zur Orientierung nach der Sonne und nach Canopus, sowie Steuerdüsen an den Paddelenden sind ganz ähnlich wie bei *mariner* ausgeführt. Auf einer drehbaren Plattform, die am oktogonalen Hauptkörper angebracht ist, befinden sich einige Beobachtungs- und Messinstrumente. Am meisten interessieren davon die beiden Televisions-Kameras, zwei CASSEGRAIN-Teleskope von 1 m Brennweite. Das Bild auf dem Vidicon-Schirm wird elektronisch in 1056 Zeilen mit je 1182 Punkten abgetastet; die Intensität jedes Punktes wird als ein Siebenbit-Wort gemeldet; dies gibt 8.7 Millionen bit pro Bild, wobei das Abtasten 4.48 Sekunden dauert. Die Achsen der beiden Kameras sind ein wenig gegeneinander geneigt, so dass ein Bildpaar einen Raumwinkel von $3.1° \times 1.51°$ überdeckt. Bei einem Abstand des *orbiter* von 1500 km von der Marsoberfläche entspricht dies einem Ausschnitt von 80×40 km mit einem Auflösungsvermögen von weniger als 40 m. Auf Wunsch können 7 verschiedene Filter eingeschaltet werden, die Strahlungen kleinerer Spektralbereiche zwischen 3600 und 6500 Å durchlassen. Die Kameras dienen in erster Linie zu sorgfältigen Untersuchungen der ausgewählten Landeplätze, nach der Landung können auch noch andere Gegenden geprüft werden. Andere wichtige Instrumente auf dem *orbiter* sind ein Infrarot-Wasserdampf-Detektor und ein Infrarot-Radiometer. Beim Wasserdampfdetektor wird die Infrarot-Strahlung eines Stücks der Marsoberfläche auf ein Beugungsgitter mit 1200 Linien pro mm geleitet und in ein Spektrum zerlegt. Fünf Bleisulfid-Zellen untersuchen den Spektralbereich um 1.38 μm, wo sich eine Absorptionsbande vom Wasserdampf befindet; drei Zellen sind auf die Bande abgestimmt, zwei daneben dienen zur Festlegung des Kontinuums. Man kann auf diese Weise einen ziemlichen Bereich auf der Marsoberfläche stückweise abtasten und sehr geringe Mengen von Wasserdampf in der Marsatmosphäre darüber lassen sich noch nachweisen. Ganz analog misst das Infrarot-Radiometer in solchen Bereichen mit Thermoelementen die Infrarothelligkeit, wobei unter Benutzung verschiedener Filter schmale Abschnitte des Spektrums ausgeblendet werden. Daraus kann man dann die Oberflächentemperatur des Mars ableiten und registrieren; dies geschieht unter Berücksichtigung gewisser Korrekturen wegen reflektierter Sonnenstrahlung, welche man, wie auch die Atmosphärentemperatur, aus ähnlichen Messungen in wieder anderen Spektralabschnitten erhält. Diese Temperaturmessungen sind wichtig für die Auswahl eines Landeplatzes, der für organisches Leben relativ günstig sein sollte, aber sie sind auch ganz allgemein von klimatologischem und geologischem Interesse.

Während das Gewicht vom *orbiter* 2360 kg beträgt, wovon etwa 1450 kg auf Treibstoff und 65 kg auf die Instrumente entfallen, sind die entsprechenden Zahlen für den *lander* 1050 kg, 140 kg und 60 kg. Der *lander* befindet sich beim Start oberhalb vom *orbiter*, also ganz an der Spitze, und ist vom schon erwähnten Bio-Schild, das ist eine ganz dünne Haut aus Glasfasern und hitzebeständigem Kunststoff, vollständig umgeben und hermetisch abgeschlossen. Diese Hülle ist notwendig, um jede Verunreinigung durch irdische Mikroorganismen zu vermeiden, und darum wird in ihr der ganze *lander* vor dem Start zwei Tage bei 113 °C sterilisiert. Auf Bild 1 sieht man, dass der *lander* wie eine Muschel zwischen zwei linsenförmigen, miteinander verbundenen Schalen ruht, die einen Durchmesser von 3.66 m haben, während die Gesamthöhe 1.94 m beträgt. Die Beine und die Instrumente sind alle eingezogen, damit der *lander* in diesem Bereich Platz hat. Die obere Schale enthält den Fallschirm, die untere ist der Aero-Schild, der nicht nur als Schutzschild dient, sondern auch eigene Triebwerke, Treibstoff und einige Instrumente enthält, die beim Abstieg zum Mars in Funktion treten. Beide Schalen werden vor Erreichen der Marsoberfläche abgeworfen und gleich danach streckt der so befreite *lander* seine drei Beine und seine Instrumente aus.

Der *lander* ist nach dem Vorbild der *surveyor* konstruiert, die man mehrfach auf dem Mond abgesetzt hat. Gegenüber dem *surveyor* bestanden zusätzliche Schwierigkeiten darin, dass alle Apparaturen die hohen Temperaturen während des Sterilisierungsprozesses vertragen müssen, dass der *lander* einen höheren Selbständigkeitsgrad haben muss, da Befehle von der Erde zu lange Zeit brauchen und er auch von der Erde aus immer einen halben Tag lang nicht erreichbar ist, und schliesslich, dass der *lander* auf der langen Reise fast ein Jahr zur Untätigkeit verurteilt ist und nach dieser Pause dann alles funktionieren muss. Zwei sehr leistungsfähige Computer mit hohem Speichervermögen sind im *lander* eingebaut, der eine ist in Aktion, der andere in Reserve. Dieser schaltet sich aber sofort ein, wenn der erste sein regelmässiges Erkennungswort nicht mehr sendet, also offenbar nicht mehr wohlauf ist. 70 Watt elektrische Energie liefern zwei thermoelektrische Isotopen-Generatoren. Die beim Zerfall von Plutonium-238

entstehende Hitze wird in elektrische Energie umgewandelt, die Batterien auflädt, wobei überschüssige Hitze noch zur Erwärmung von Apparaturen dient, was bei den tiefen Nachttemperaturen auf dem Mars auch erwünscht ist. So ist die Energieversorgung unabhängig von der Sonne, die ja sowieso immer für einen halben Tag ausfällt. Die Übermittlung der Daten und Meldungen kann auf zwei Wegen erfolgen, in erster Linie über den *orbiter* mit Ultrakurzwellen, oder auch direkt zur Erde über eine steuerbare Paraboloid-Antenne von 76 cm Durchmesser auf dem sogenannten S-Band, auf dem auch der *orbiter* sendet, das sind Mikrowellen von etwa 14 cm. Ein sehr wichtiges Hilfsinstrument ist noch ein 3 m-langer Greifarm mit einer Klaue zum Einsammeln von Bodenproben. Er kann aus- und eingefahren und hin- und hergedreht werden.

Wir kommen auf die eigentlichen Messinstrumente und Apparaturen zu sprechen, wenn wir uns nur einigen der geplanten Aufgaben zuwenden, die dem *lander* gestellt sind. Schon beim Abstieg durch die Marsatmosphäre soll eine Anzahl direkter Messungen zur Gewinnung von Daten durchgeführt werden, die man bisher nur mehr oder weniger indirekt erschliessen konnte. Diese Messungen verteilen sich auf zwei Phasen. In der ersten Phase, die vom Eintritt in die Atmosphäre bis zur Entfaltung des Fallschirms reicht, werden Temperatur, Druck, Zusammensetzung und Dichte bestimmt. Zu diesem Zweck sind am Aero-Schild Sensoren für Temperatur und Druck, ein Beschleunigungsmesser, ein Massenspektrometer und ein Verzögerungs-Potential-Analysator angebracht. Das Massenspektrometer ermöglicht es, die relativen Beiträge der einzelnen atmosphärischen Bestandteile im Bereich von 1 bis 50 Atomeinheiten zu ermitteln. Der Potential-Analysator misst die Konzentration und die Energie der Ionen und Elektronen in der höheren Atmosphäre und ist wirksam bei Konzentrationen zwischen 10 und 10^6 Teilchen pro cm^3. Nach unsern bisherigen Kenntnissen existiert eine relativ dichte Ionosphäre um etwa 130 km Höhe herum. Die Dichte schliesslich wird aus dem Druck, aus der Zusammensetzung und aus dem aerodynamischen Widerstand, den man aus den Beschleunigungsmessungen erhält, abgeleitet. In der zweiten Phase, wenn der Aero-Schild abgeworfen ist, werden Temperatur und Druck durch entsprechende Sensoren am *lander* selbst gemessen. Es ist hervorzuheben, dass alle diese Messungen in kurzen Intervallen wiederholt werden, so dass man auf diese Weise ein gutes Profil der ganzen Atmosphäre bekommt, und dass die Funkverbindung zwischen dem *lander* und dem *orbiter* in Betrieb ist, seit sich die beiden getrennt haben.

Für die eingangs erwähnte Suche nach Leben, das

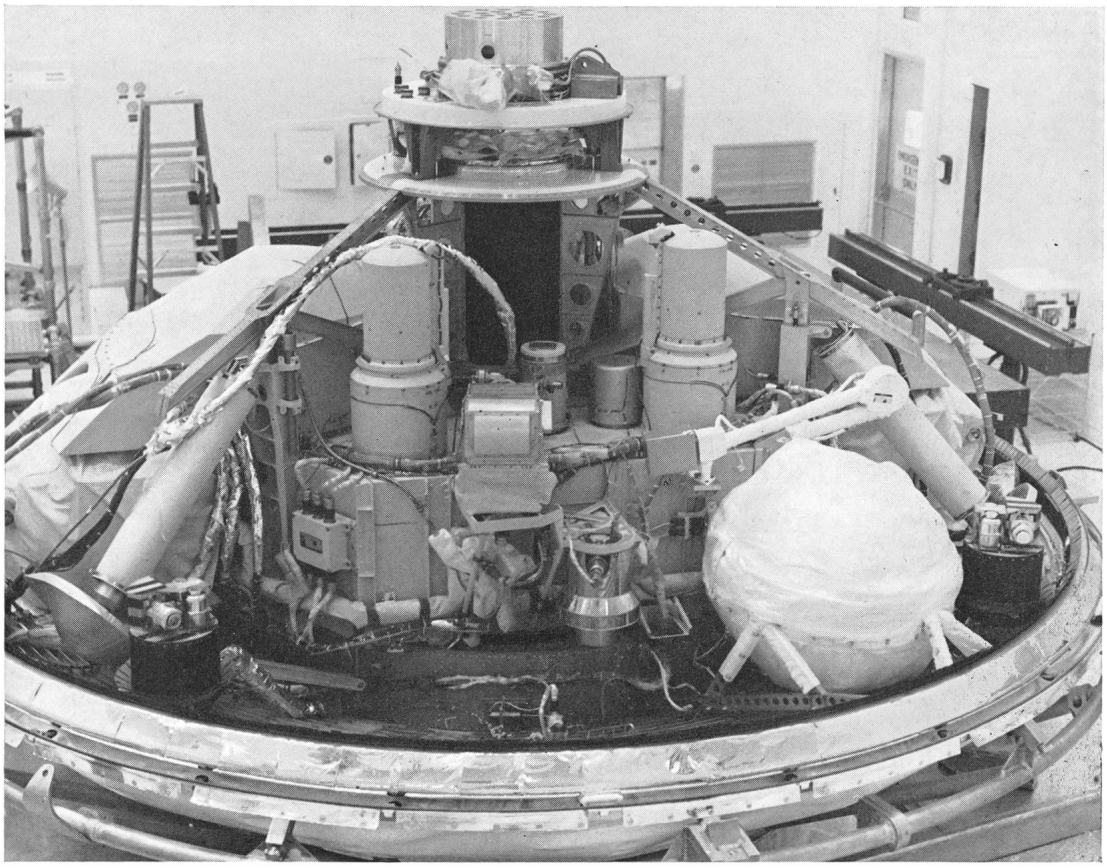


Abb. 2: Ein Blick in das Innere des *lander*. NASA-Photo 75-HC-17.

wichtigste Ziel dieses ganzen Unternehmens, sind in Anlehnung an Vorgänge, die man von irdischen Organismen her kennt, drei Experimente erdacht worden. Im ersten Fall handelt es sich um eine photosynthetische Analyse. Einer Bodenprobe wird an Stelle eines Teils der Kohlensäure der Marsatmosphäre Kohlensäure mit dem radioaktiven Isotop C-14 beigegeben, also «markierte» Kohlensäure. Nach dem Prinzip der Photosynthese sollten Mikroorganismen unter dem Einfluss von Sonnenlicht, das durch eine Xenon-Lampe simuliert wird, Kohlensäure assimilieren. Nach einigen Tagen wird alles Gas entfernt und dann die Bodenprobe auf 600 °C erhitzt, wodurch organischer Dampf daraus herausgetrieben wird, den man nun auf das radioaktive Kohlenstoff-Isotop hin prüft. Ist solcher Kohlenstoff vorhanden, dann hat tatsächlich ein synthetischer Prozess stattgefunden, was ein zwingender Hinweis auf organisches Leben ist. Wichtig ist, dass hier alles unter Bedingungen abläuft, wie sie auf dem Mars herrschen, und dass auch vor dem Prozess nichts an etwaigem Leben zerstört worden ist.

Beim zweiten Experiment wird die Bodenprobe mit einer markierten Nährflüssigkeit befeuchtet, z. B. mit Zucker, der C-14 enthält. Finden sich im Laufe der Zeit im Gas darüber zunehmend C-14 Gase, so ist das ein Zeichen dafür, dass Mikroorganismen die Nährflüssigkeit aufgenommen und verarbeitet haben. Das wäre ein überzeugender Beweis für Stoffwechsel, also für Leben.

Beim dritten Versuch wird ähnlich wie eben die Bodenprobe reichlich mit einer Nährflüssigkeit befeuchtet und ganz normale Marsatmosphäre vom Standort in die Kammer gepumpt. Nach einiger Zeit untersucht man in periodischen Abständen die Zusammensetzung des Gases darüber in einem Gas-Chromatographen, um festzustellen, ob irgendwelche Änderungen eingetreten sind. Nach unsern Kenntnissen werden z. B. von Mikroorganismen in einer dunklen und sauerstoffarmen Umwelt Methan und Kohlendioxyde produziert. Ändert sich also die Konzentration solcher Gase, so wäre das ein Zeichen dafür, dass Mikroorganismen existieren und «geatmet» haben.

Ergibt sich bei einem dieser Experimente ein positives Resultat, so wird zur Kontrolle eine Bodenprobe von der gleichen Stelle durch Erhitzen sterilisiert und dann das Experiment mit dieser «toten» Materie noch einmal durchgeführt, und nun darf sich natürlich kein Lebenszeichen zeigen. Es ist klar, dass der praktische Aufbau aller dieser Experimente, die völlig automatisch ablaufen müssen, nicht ganz einfach ist. Die Proben müssen gesammelt und transportiert werden, es müssen die nötigen Substanzen dazugegeben werden, nach einer gewissen Zeit setzen die Analysen ein, kurzum man braucht drei völlig selbstständig arbeitende Laboratorien. Die Ergebnisse werden lehren, ob man wirklich an alles gedacht hat.

Eine andere Aufgabe ist die rein chemische Analyse der Atmosphäre und von Bodenproben. Die atmosphärische ist dabei noch relativ unkompliziert, man braucht nur ein Massen-Spektrometer, wie man schon eins vor der Landung auf dem Aero-Schild hatte. Die Moleküle der Marsatmosphäre werden von einem Elektronenstrom, der vom Instrument ausgeschickt wird, bombardiert und dadurch ionisiert, worauf sie sich mit elektromagnetischen Mitteln nach ihrer Masse sortieren lassen. Praktisch besteht die Hauptschwierigkeit darin, einen möglichst breiten Massenbereich zu erfassen. So wurde bei diesem Massen-Spektrographen zu gunsten der schweren auf die ganz leichten Teilchen verzichtet, so dass der messbare Massenbereich von 12 bis zu 200 Atommasseneinheiten geht. Es besteht aber auch noch die Möglichkeit, zuerst alle Kohlenstoffoxyde, die mehr als 90% der «Marsluft» ausmachen, herauszufiltern, um die restlichen Bestandteile dann mit grösserer Genauigkeit zu erfassen. Den Zustand der Marsatmosphäre wird man im übrigen häufiger untersuchen, jahreszeitliche Variationen könnten sich zeigen und diese könnten vielleicht auch durch Organismen verursacht sein. Die Empfindlichkeit der Messungen sollte mit 10^{-7} sehr hoch sein. Bei Bodenuntersuchungen geht man schrittweise vor. Die Proben werden zunächst auf 200 °C erhitzt. Sind reichlich organische Substanzen darin enthalten, so wird das meiste davon verdampfen, und man schickt diese Gase zum Gas-Chromatographen, das ist im wesentlichen eine lange Röhre, die mit verschiedenen Filterstoffen gefüllt ist. Diese bewirken, dass verschiedene Gase je nach ihren Eigenschaften verschieden rasch durchdringen. So hat man schon eine Vorsortierung erreicht. Dann leitet man diese Gase zur weiteren Analyse zum Massen-Spektrographen. Bei 200 °C ist man noch ziemlich sicher, dass wenige oder keine der komplizierteren organischen Moleküle zerstört sind. Sind hingegen nur wenig organische Moleküle in der Bodenprobe enthalten, so wird sich auch bei 200 °C nur wenig Gas entwickeln. In diesem Fall erhitzt man dann weiter auf 350 °C und bis auf 500 °C, auch im ersten Fall wird man das tun, wenn die erste Analyse abgeschlossen ist. Bei diesen hohen Temperaturen werden sehr viele Stoffe verdampfen und somit analysiert werden können. Bei einem hohen Grad von organischen Substanzen könnte man übrigens auch aktives oder einst vorhandenes organisches Leben vermuten.

Während diese Methoden dem Nachweis von organischen Substanzen dienen, benützt man für die Untersuchung der Bodenproben nach ihrer anorganischen Zusammensetzung ein Röntgenfluoreszenz-Spektrometer. Gamma-Strahlen radioaktiver Elemente, von Eisen-55 und Cadmium-109, bombardieren die Substanzen, welche dadurch zur Aussendung von Röntgenstrahlen angeregt werden, die für das betreffende Element charakteristisch sind. Man misst die Verteilung und die Energie der Röntgenstrahlung in diesem Fluoreszenzspektrum und kann dar-

aus die Häufigkeit der Elemente der Atomzahl grösser als 12 berechnen, wobei man allerdings nicht erfährt, wie diese auf die einzelnen Stoffe verteilt sind. Es gelingt aber auf diese Weise, häufige, weniger häufige und oft auch ganz seltene Elemente nachzuweisen, wenn 0.02% bis 2% davon vorhanden sind. Die Empfindlichkeit der Methode hängt vom jeweiligen Element ab.

Ein weiteres wichtiges Instrument oben auf dem *lander* ist eine Doppel-Kamera. Sie kann im Azimut um 360° geschwenkt und in Höhe auf den Untergrund neben dem *lander* bis herauf zu +40° gerichtet werden. Das Bild wird Punkt für Punkt abgetastet, erst eine vertikale Linie durch sukzessives Drehen eines Spiegels, dann eine benachtbarte Linie in der gleichen Weise nach Drehung der Kamera um 0.1° und so fort. Jedes Punktbild fällt auf eine Photozelle und wird registriert. Das ganze Bild wird schliesslich auf der Erde in genau der gleichen Weise wieder zusammengesetzt. Durch geeignete Filter sind auch Farbaufnahmen möglich, und da es zwei Kameras sind, kann man auch Stereoskopbilder erhalten. Diese Kamera liefert Informationen über den geologischen Charakter der ganzen Umgebung, auch z. B. über das Nahen von Staubstürmen. Man wird auch die Eindrücke der Beine des *lander* in den Boden abbilden, hier beträgt das Auflösungsvermögen einige Millimeter, ebenso die Spuren des Greifers im Untergrund, und auch die Wirkungen von verschiedenen Magneten, die an der Greiferklaue angebracht sind. Aus allen Bildern kann man dann wichtige Schlüsse ziehen.

Eine Wetterstation auf dem *lander* kann ähnlich wie der Greifer ausgefahren und wieder hereingeholt werden. Druck, Temperatur, Windrichtung und -geschwindigkeit werden mehrmals am Tage gemessen. Eine Druckkammer mit empfindlichen Fühlern, Thermoelemente und ein raffiniert konstruiertes Anemometer sind dafür vorhanden. Ein dreiachsiges Seismometer ist ebenfalls auf dem *lander* montiert, das Meteoriteneinschläge und Marsbeben im Frequenzbereich von 0.4 bis 4 Hz erfasst. Bei stärkeren Erschütterungen schaltet es sich selbständig auf ein rascheres Sammeln der Daten um. Die aktive Lebensdauer vom *lander* ist für mindestens 90 Tage, die vom *orbiter* für mindestens 140 Tage vorgesehen, aber gewisse Informationen werden auch noch über diese Zeitspanne hinaus geliefert werden. Es besteht sodann auch noch die Möglichkeit, dass Viking B gewisse Erfahrungen von Viking A verwertet, und dass beide Systeme sich gegenseitig helfen.

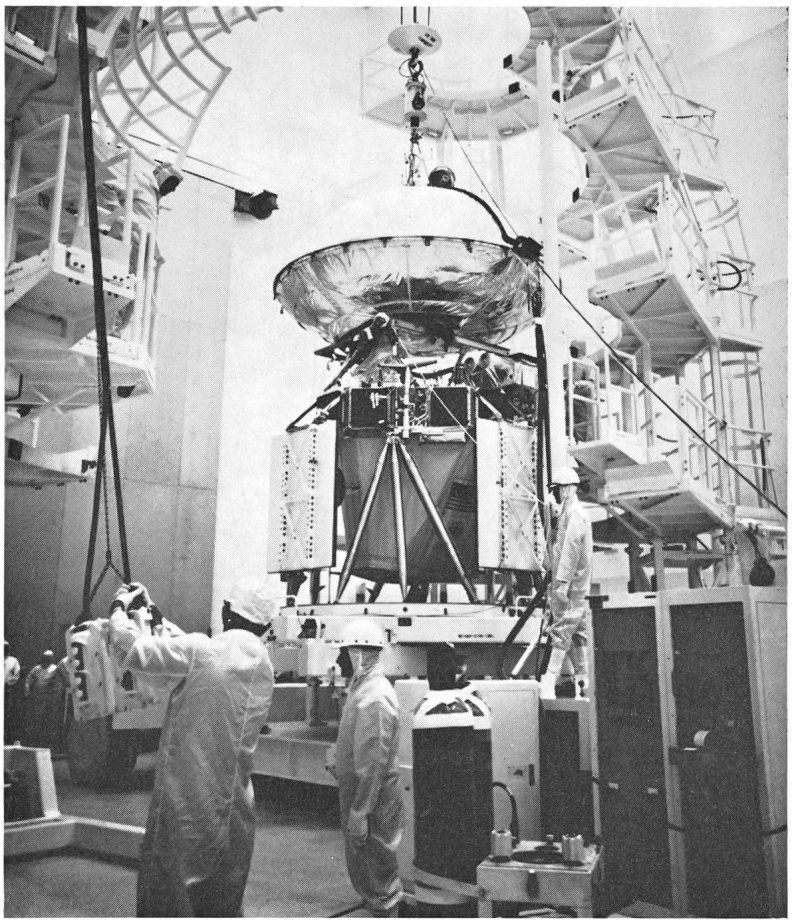


Abb. 3: Der Zusammenbau von *orbiter* und *lander*. NASA-Photo 75-HC-111.

Das Projekt Viking ist sehr vielseitig; es ist sehr sorgfältig durchdacht. Hier konnte nur ein kurzer Überblick über das Wichtigste gegeben werden, aber man sollte daraus doch einen Begriff von den angestrebten Zielen bekommen. Man erkennt aber auch, dass sehr vieles gleichzeitig funktionieren muss, und wir wollen hoffen, dass der Erfolg nicht ausbleibt.

Wir danken der NASA für die Überlassung der Abbildungen und der Vorberichte über das Projekt Viking.

Zusammenfassung

Das Projekt *Viking* ist der Plan einer unbemannten, weichen Landung auf dem Mars, bei der neben vielen anderen Messungen vor allem Untersuchungen von Bodenproben im Hinblick auf etwa vorhandene Mikroorganismen durchgeführt werden sollen. Die Raumsonde *Viking* besteht aus zwei Hauptteilen, die sich in der Nähe des Mars trennen sollen: *orbiter* umkreist den Mars als Satellit, *lander* landet und bleibt auf der Marsoberfläche. Der vorgesehene Verlauf von Start, Flug und Landung wird im einzelnen beschrieben, auf den Aufbau und die Instrumentierung von *orbiter* und *lander* wird ausführlich eingegangen und im besonderen wird erörtert, welche Aufgaben den beiden Sonden-Komponenten gestellt sind und wie sie gelöst werden sollen. Von speziellem Interesse sind dabei drei sorgsam überlegte Experimente, die es ermöglichen sollen, Existenz oder Nichtexistenz von Mikroorganismen auf dem Mars mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit nachzuweisen. Die praktische Durchführung dieser Experimente erfordert, dass dafür auf dem *lander* drei getrennte Laboratorien eingerichtet werden. Der Start zweier *Viking*-Sonden ist innerhalb desselben Startfensters zwischen Mitte August und Mitte September 1975 vorgesehen und es ist zu hoffen, dass das Unternehmen erfolgreich verlaufen wird.

Résumé

Le projet *Viking* prévoit l'atterrissage en douceur d'un engin non habité sur Mars. A part de nombreuses autres expériences, on procédera spécialement à l'examen d'échantillons du sol martien afin de déceler d'éventuels micro-organismes. La sonde spatiale *Viking* se compose de deux parties qui doivent se séparer à proximité de la planète rouge: l'*Orbiter* qui se mettra en orbite autour de Mars et le *Lander* qui atterrira sur la surface martienne et y restera. Le déroulement prévu du lancement, du vol et de l'atterrissage est décrit en détail, de même que la conception et les instruments de l'*orbiter* et du *lander* et on y relate en particulier les tâches à accomplir par les deux composantes de la sonde et la manière de les résoudre. Trois expériences bien conçues sont d'un intérêt particulier et doivent permettre de démontrer avec une grande probabilité l'existence ou la non-existence de micro-organismes sur Mars. L'exécution pratique de ces expériences exige que trois laboratoires différents soient installés sur le *lander*. Le lancement de deux sondes *Viking* est prévu pendant la même «fenêtre» entre mi-août et mi-septembre 1975 et il faut espérer qu'il sera couronné de succès.

Adresse des Verfassers:
Prof. Dr. Helmut Müller, Herzogenmühlestrasse 4, CH-8051 Zürich.

Professor Dr. Hans Kienle †

Am 15. Februar 1975 starb in Heidelberg Prof. Dr. Hans Kienle nach kurzer Krankheit im 80. Lebensjahr. Er war einer der profiliertesten deutschen Astronomen vornehmlich astrophysikalischer Richtung, der als Ordinarius in Göttingen, Potsdam und Heidelberg tätig war und der nach seiner Emeritierung neue Wirkungskreise in Heluan (Ägypten) und Izmir (Türkei) fand. Auch als Initiator neuer Grossinstrumente für die Forschung wird sein Name bleiben: Das 2-m-Teleskop in Tautenburg und das 1.75-m-Teleskop in Heluan sind seiner Initiative zu verdanken. Hans Kienle hat wie kaum ein anderer deutscher Astronom eine grosse Zahl junger Fachkollegen ausgebildet und in ihren Beruf eingeführt. Zwei seiner Schüler, Prof. Dr. H. Haffner und Prof. Dr. A. Kizilirmak haben ihm denn auch in SuW 6/75 Nachrufe gewidmet, die über seinen Lebenslauf des näheren berichten.

BBSAG-Bulletin No. 22

ist am 10. Juni 1975 herausgegeben worden und bringt auf 5 Seiten 282 im April und Mai 1975 beobachtete Minima von Bedeckungsveränderlichen. Ausserdem wird eine verbesserte Periode von SZ Librae mitgeteilt. Neue Totalitätsangaben für SX Hya und TY Lib, sowie eine Bemerkung zum letzten Minimum von UV Lyn und eine Berichtigung bezüglich AU Ser werden ebenfalls gegeben. Auch dieses Bulletin kann, wie die vorhergehenden, von K. Locher, Rebrainstrasse, CH-8624 Grüt bei Wetzikon, bezogen werden.

Das Planetarium Freiburg i. Br.

von R. Fehrenbach, Freiburg i. Br.

Das Freiburger Planetarium wurde am 14. März 1975 erstmals der Öffentlichkeit vorgestellt.

Entgegen anderer Projektionsplanetarien wurden die gesamten Geräte von dem Verfasser dieser Abhandlung völlig selbst berechnet, entwickelt und konstruiert. Mit einem qualifizierten Mitarbeiterstab von technischen Lehrern und einigen talentierten Schülern der Berufsfachschulen der Gewerbeschule II Freiburg und der Staatl. Berufsfachschule Furtwangen, sowie den Werkstätten des Physikalischen Instituts der Universität Freiburg, wurde die gesamte Anlage in mehrjähriger freiwilliger und ideeller Arbeit gebaut.

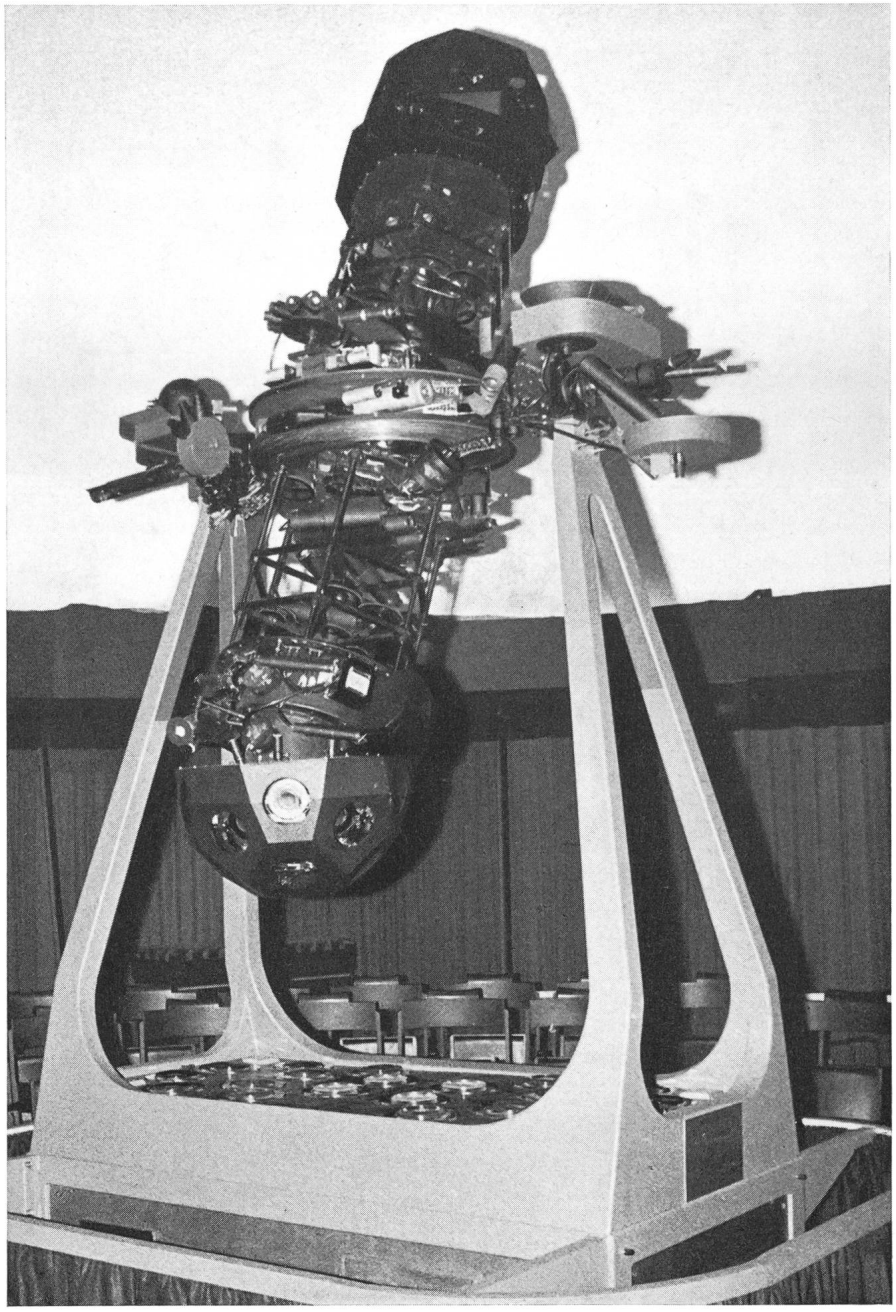


Abb. 1: Die unter der Leitung des Verfassers konstruierte und erbaute Projektionseinrichtung des Freiburger Planetariums.

Die ersten Anfänge der Entwicklung, Berechnung und Koordination reichen in das Jahr 1959 zurück. Nach der Lösung vieler Einzelprobleme, entstand schliesslich die Gesamtkonstruktion des Planetarischen Projektors, der Horizontanlage und der Steuerungs- und Regelanlage.

Ende 1962 wurde mit der Herstellung einzelner Teile in den Schulwerkstätten begonnen.

Das Projektionsplanetarium erlaubt folgende Projektionen und Bewegungsabläufe:

1. Naturgetreue Darstellung des nördlichen und südlichen Sternhimmels mit Sternen bis zur 6,5 ten Grössenklasse. Es werden mit 32 Projektoren etwa 8.800 Lichtpunkte projiziert.
2. Einstellungsmöglichkeit in allen Breitengraden von + 90° über 0° bis — 90° durch Polhöhenverstellung.
3. Projektion der nördl. und südl. Milchstrasse als feines diffuses Lichtband, einschl. der beiden Magellan'schen Wolken.
4. Durch Einschalten des Tagesgangs wird die scheinbare Drehung des Sternhimmels sichtbar.
5. Darstellung der Sonne, der Aureole und des Gegenscheins.
6. Projektion des Mondes mit seinen Phasen. Durch ein besonderes Getriebe kann man die gesamte SAROS-Periode ablaufen lassen.
7. Projektion der Planeten:
   Merkur, Venus und Mars, Jupiter, Saturn mit naturgetreuer Nachahmung der Schleifenbildung.
8. Durch Einschalten des Jahresgangs kann in Zeitraffung die ganze Dynamik des Planetensystems naturgetreu dargestellt werden. Ferner kann die tägliche Wanderung der Sonne durch die Tierkreisbilder beobachtet werden.
9. Zwei veränderliche Sterne – Algol und Mira – zeigen ihre periodischen Lichtschwankungen.
10. Mit Hilfe von Einzelprojektoren wird der Meridian – beliebig einschaltbar – projiziert.
11. Zwei Kleinprojektoren entwerfen das Koordinatensystem Äquator und Ekliptik mit Stundenkreisen.
12. Drei Einzelprojektoren zeigen die Bewegungen und Lichtschwankungen vorbeiziehender Satelliten.

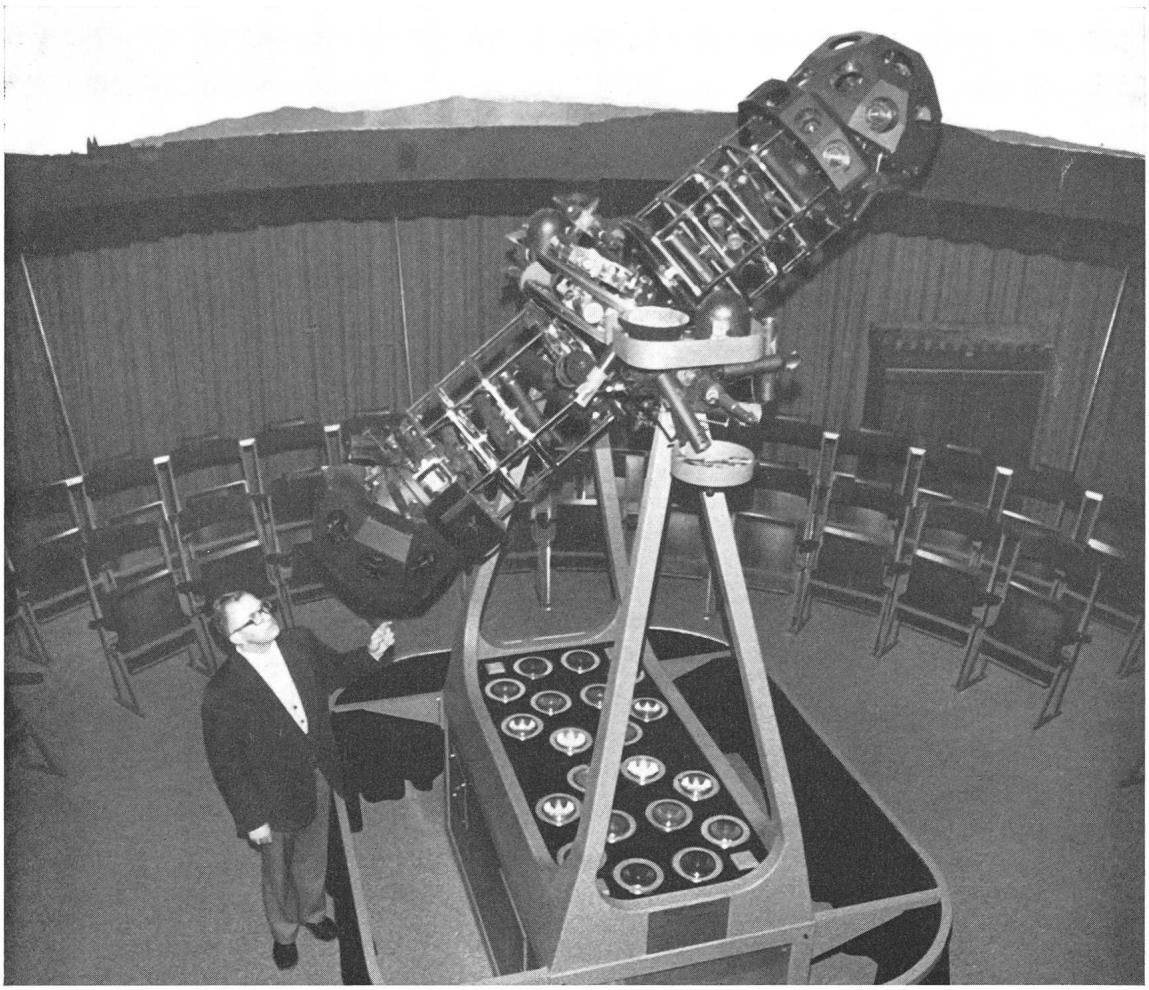


Abb. 2: Blick in den Vorführraum des Planetariums. Am Instrument der Projektionseinrichtung: Der Verfasser. Im Hintergrund: ein Teil des Freiburger Horizonts.

13. Zwei Einzelprojektoren lassen in farbiger Projektion Polarlichter erscheinen.
14. Das planetarische Gerät zeigt auch die Erscheinung der Präzession durch konstruktive Berücksichtigung des ganzen platonischen Jahres, ablesbar am Präzessionszifferblatt.
15. Darstellung einer Supernovae.
16. Ein Sternschnuppenprojektor zeigt in unterschiedlicher Art die Erscheinung von Sternschnuppen.
17. Erweiterungsmöglichkeiten:
    a) Projektion des nautischen Dreiecks;
    b) Projektion der Sternbildnamen;
    c) Projektion der mittleren Sonne zur Erklärung der Zeitgleichung.
    d) Finsternisereignisse von Sonne und Mond
    e) Die Erscheinung eines Kometen.

Am Umfang der Kuppel ist der Freiburger Horizont zu erkennen.

Dahinter befinden sich verschiedene Lampenreihen – in einer Sonderkonstruktion angeordnet –, die beliebig einzeln geschaltet, die farbigen Dämmerungserscheinungen während des Sonnenauf- und -untergangs aufleuchten lassen; dazu die komplette Blaulichtausleuchtung.

Sämtliche Einzelfunktionen werden vom Schaltpult aus durch den Vorführenden gesteuert. Deshalb ist auch eine völlig individuelle Gestaltung einer Vorführung gewährleistet. Von dort werden auch Dia-Projektoren bedient, um verschiedene Bilder einzuzublenden. Die gesamte Darbietung läuft zugleich mit einem besprochenen Tonband ab.

Der Vortrag ist methodisch so aufgebaut, dass er alle Möglichkeiten des Planetariums erfasst und dadurch eine lebendige Verbundenheit des Menschen mit dem gestirnten Himmel herstellt. Es ist daher in unserer modernen technisierten Welt ein nicht zu unterschätzendes Mittel zu wahrer Bildungsvertiefung. Für die Jugend- und Erwachsenenbildung eröffnen sich neue Perspektiven. Interessenten für eine Besichtigung und Vorführung mögen sich bitte an den Verfasser wenden.

Adresse des Verfassers: RICHARD FEHRENBACH, D-78 Freiburg i. Br. Brahmsstrasse 1.

300 Jahre Sternwarte Greenwich

von J. G. GROWTHER

In diesem Jahr feiert die Königliche Sternwarte von Greenwich ihr 300jähriges Bestehen; sie ist die älteste wissenschaftliche Einrichtung Grossbritanniens, da sie im Jahr 1675 von König CHARLES II. zur Förderung der Schiffahrtskunde gegründet wurde.

Die Entdeckung Amerikas weckte vielerorts den starken Wunsch nach Expansion in den Bereichen Forschung, Handel und Seefahrt, und Grossbritannien lag genau auf der Hauptschiffahrtsroute zwischen der Alten und der Neuen Welt. Doch nun ergab sich eine fundamentale Schwierigkeit – die Schiffahrt hatte sich bis dahin fast ausschliesslich in Sichtweite von Küsten bewegt; das Überqueren des Atlantiks mit seinem stürmischen und nebligen Wetter jedoch bedeutete den Vorstoss in eine neue Dimension. Schon nach wenigen Tagen auf hoher See hatten die Schiffskapitäne zumeist die Orientierung verloren, und das Ende solcher Unternehmungen war häufig eine grosse Katastrophe.

Jeder Punkt der Erdoberfläche ist durch die Schnittlinie seines Längen- und Breitengrads zu definieren. Die genaue und sichere Navigation auf hoher See hängt in erster Linie von der exakten Bestimmung dieser Grössen ab, und die könnten, so lautete eine Überlegung der damaligen Zeit, anhand von astronomischen Beobachtungen auf der Grundlage der schnellen Bewegung des Monds zwischen den Sternen ermittelt werden. Ein französischer Abenteurer, dem diese Idee zu Ohren gekommen war, liess sie CHARLES II. durch eine von dessen französischen Mätressen zuspielen – in der Hoffnung auf eine lukrative Belohnung.

Daraufhin beauftragte CHARLES II., der seit 1660 die Schirmherrschaft über die neu gegründete Royal Society of London innehatte, Lord BROUNCKER, Sir CHRISTOPHER WREN, einen erfahrenen Astronomen und Grossbritanniens berühmtesten Architekten, sowie andere befreundete Wissenschaftler, ihre Meinung zu diesem Vorschlag abzugeben, die ihn wiederum dem befähigten Sternforscher JOHN FLAMSTEED (1646–1719) zur Prüfung vorlegten.

FLAMSTEED wies darauf hin, dass noch nicht ausreichend exakte Kenntnisse über die Position der Fixsterne und die Bewegung des Monds vorlägen, um diese Methode praktikabel zu machen. Als der König dies hörte, erwiderte er mit «einiger Heftigkeit», dass «er sie erneut beobachten und prüfen und die Erkenntnisse zum Nutzen seiner Seeleute korrigieren lassen solle». Und so wurde FLAMSTEED im März 1675 zum ersten Astronomer-Royal (Königlichen Sternwartedirektor) ernannt.

Sir CHRISTOPHER WREN (1632–1723) erhielt darauf den Auftrag, ein geeignetes Gelände für «ein kleines Observatorium» zu suchen. Er wählte einen Hügel im unweit von London gelegenen Greenwich Park und wurde damit beauftragt, die Sternwarte zu entwerfen und zu bauen. Für das Vorhaben sollte eine Summe von höchstens 500 Pfund – der Erlös aus dem Verkauf von «altem und unbrauchbar gewordenem» Schiesspulver – zur Verfügung gestellt werden. So konzipierte WREN ein Gebäude als Wohnung des Observators und ein wenig als Prunkstück, in dem über 250 Jahre lang die jeweiligen Sternwartendirektoren lebten.

Bild 1: Eingang zur Sternwarte und dem astronomischen Museum von Greenwich. Rechts vorne die Uhr, die Greenwich Mean Time anzeigt.

Die Ableitung der Längengrade von aus Mondbeobachtungen gewonnenen Daten war ziemlich kompliziert. Viel einfacher war es im Prinzip, die geographische Länge eines Ortes anhand des Unterschieds zwischen der dortigen Zeit und der Ortszeit eines festen Bezugspunkts, wie Greenwich, zu bestimmen. Dafür aber hätten die Schiffe eine auf die Greenwich-Zeit eingestellte genau gehende mechanische Uhr mitführen müssen, so dass aus dem Vergleich zwischen der von ihr angezeigten und der an anderen Orten der Erde auf Grund des Sonnenstandes registrierten Uhrzeit deren Längengrad hätte errechnet werden können. Doch unglücklicherweise gab es damals keine Uhren, die bei Seegang und unter wechselnden klimatischen Bedingungen genau gingen.

Aus diesem Grund setzte die damalige britische Regierung im Jahr 1714 einen Preis in Höhe von 20000 Pfund für die Erfindung einer solchen Uhr aus. Nach 30jähriger Forschungs- und Entwicklungsarbeit konnte sich John Harrison, der Sohn eines nordenglischen Zimmermanns, diesen Preis sichern – er hatte mit seinem Chronometer zur Bestimmung der geographischen Länge die wichtigste Navigationshilfe aller Zeiten entwickelt.

1767 gab der damalige Astronomer-Royal, Nevil Maskelyne (1732–1811), die erste Nummer des «Nautical Almanac» heraus, der die universell von Seefahrern verwendeten Navigationsdaten enthielt. So wurde Greenwich zum Zentrum für die permanente Beobachtung der Position der Himmelskörper, für die Zeitmessung, die Zusammenstellung von Datentabellen u. ä. Wer in der Praxis mit Navigation zu tun hatte, blickte auf Greenwich als Bezugspunkt und Informationsquelle.

Bis zum 19. Jahrhundert, vor Einführung der Eisenbahnen, richtete sich das Leben generell nach der Ortszeit. Doch nachdem es Eisenbahnen und den elektrischen Telegraphen gab, wurde das sehr verwirrend. Die Forderung nach einer einheitlichen Zeit

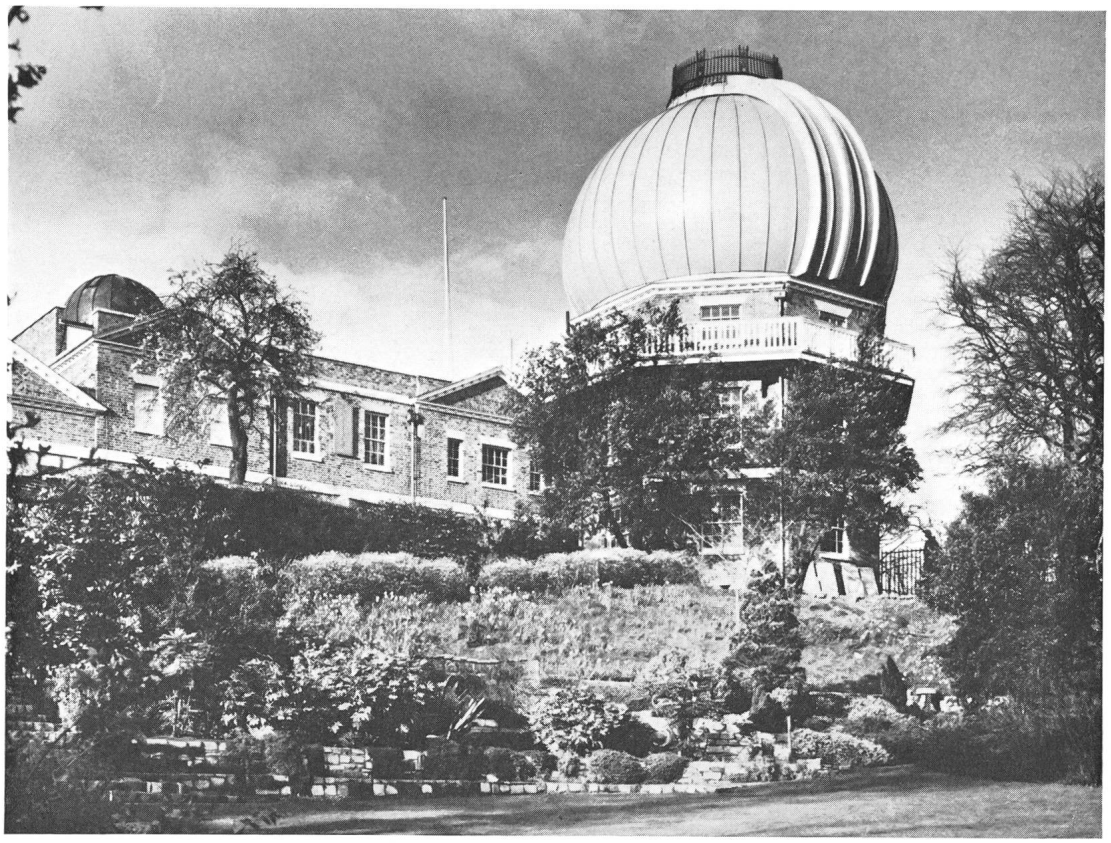


Bild 2: Die neue, zwiebelförmige Kuppel des 1857 erbauten, sechseckigen Observatoriums.

für grosse Zonen wurde immer lauter.

1884 wurde dann auf einer internationalen Konferenz in Washington der Meridian von Greenwich als Nullmeridian festgelegt.

Zu grosser Bedeutung gelangte Greenwich in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, als Grossbritanniens See- und Imperialmacht auf ihrem Höhepunkt war. Im 20. Jahrhundert diente es weiterhin dem Fortschritt.

Ab 1924 war Greenwich verantwortlich für die Zeitsignale der British Broadcasting Corporation, und 1927 begann es mit der Ausstrahlung von Weltfunk-Zeitzeichen, die für die Navigation, für Vermessungsarbeiten und ähnliche Aktivitäten von unschätzbarem Wert waren. In der Sternwarte finden Quarz- und Atomuhren Verwendung, von denen die besten eine Abweichung von einer Sekunde in 1000 Jahren haben. Mit ihnen wurden geringe Variationen der Erdrotation festgestellt.

Abgesehen von den praktischen Diensten der Sternwarte hat sie mit ihrer Arbeit und der Arbeit ihrer Direktoren fundamentale Beiträge zur Wissenschaft geleistet.

Auf der Basis von Newtons Gravitationstheorie prophezeite Halley (1656–1742), dass der Komet von 1682 etwa im Jahre 1758 wiederauftauchen werde. Dass sich diese Prophezeiung bewahrheitete, bewirkte die generelle Anerkennung der Newtonschen Theorie.

James Bradley (1692–1762) entdeckte bei seinen Positionsbeobachtungen von Fixsternen die Aberration des Lichts, die ein direkter Beweis dafür war, dass die Erde sich bewegte. Maskelyne mass als erster die Erddichte anhand der Anziehungskraft eines Berges auf ein Senkblei.

F. W. Dyson (1868–1939) organisierte 1919 die astronomische Expedition nach Brasilien, die die Ablenkung eines von einem Stern ausgesandten Lichtstrahls durch die Sonnenmasse mass und damit die erste direkte Bestätigung von Einsteins Relativitätstheorie erbrachte.

Um die Zeit des zweiten Weltkriegs litt die Sternwarte in Greenwich ernsthaft unter der zunehmenden Urbanisierung. Die Sicht auf den Himmel wurde durch Rauch und das grelle Licht starker Strassenlaternen beeinträchtigt. Elektrische Eisenbahnen störten die elektrischen Instrumente. Auch war das Gelände ungeeignet für grössere optische Teleskope.

So wurde zwischen 1948 und 1956 ein grosser Teil der Sternwarte nach Herstmonceux in Sussex, in grössere Nähe der südenglischen Küste, verlegt, und 1972 wurde Sir Martin Ryle zum Astronomer-Royal ernannt, Leiter des Mullard Radio Observatory, des Cambridger Cavendish Laboratory und Nobelpreisträger.

Die alte Sternwarte führt immer noch zahlreiche Berechnungen und andere Arbeiten durch. Gleich-

Bild 3: Das im Observatorium unter der neuen Kuppel aufgestellte, aus dem Jahr 1895 stammende 711 mm-Teleskop.

zeitig ist sie heute eines der grossartigsten astronomischen Museen, das Jahr für Jahr von zahlreichen Interessenten besucht wird und einen einzigartigen Überblick über astronomische Leistungen in den letzten drei Jahrhunderten gibt (vgl. Bild 1).

Anlässlich ihres 300-jährigen Bestehens hat die königliche Sternwarte in Greenwich für ihr sechseckiges, 1857 erbautes Observatorium eine neue, zwiebelförmige Kuppel aus Fiberglas von über 11 m Durchmesser und 7.60 m Höhe erhalten (vgl. Bild 2), das weiterhin das aus dem Jahr 1895 stammende 711 mm-Teleskop beherbergt; es steht zu Lehrzwecken und für Astronomen zur Verfügung. Ausserdem dient es zu öffentlichen Vorführungen (vgl. Bild 3).

Adresse des Autors:
J. G. Growther, Old Royal Observatory, Greenwich Park, London S. E. 10.

Dr. Paul Wild entdeckt Nova

Dem Nachrichtendienst der SAG (Zirkular 241 vom 22. 6. 1975) war zu entnehmen, dass Dr. Paul Wild von der Universität Bern am 15. Juni 1975 abermals eine *Nova*, und zwar im Sternbild Scutum, entdeckt hat. Diese Nova zeigte eine Helligkeit von 7.9 mpv. Der Befund wurde am 21. Juni 1975 von K. Locher bestätigt, der eine Helligkeit von 8.3 mv feststellte und in dem oben erwähnten Zirkular auch eine Sucherkarte gibt. Dr. Paul Wild gab die Koordinaten im IAU-Zirkular 2791, dem auch seine Helligkeitsangabe entnommen ist. Wir gratulieren dem erfolgreichen Himmelsbeobachter einmal mehr!

Die SAG hat einen neuen Zentralpräsidenten

In der SAG-Vorstandssitzung vom 5. Juli 1975 wurde an Stelle des allzu früh verstorbenen Zentralpräsidenten Walter Studer als neuer Zentralpräsident Herr Prof. Dr.-Ing. R. Roggero, Locarno gewählt. Der Sektion Tessin der SAG kommt damit erstmals die Ehre zu, dass ihr Präsident, der zugleich Vorstandsmitglied der SAG ist, deren höchstes Amt bekleidet. Wir gratulieren dem neuen SAG-Zentralpräsidenten herzlich und sind davon überzeugt, dass er das ihm übertragene Amt ebenso pflichtbewusst und selbstlos wie sein Vorgänger ausüben wird.

Erinnerungen an Robert A. Naef

Auf vielfachen Wunsch bringen wir in dieser Nummer einige Bilder von ROBERT A. NAEF an seiner Wirkungsstätte und von seinen Reisen.

Bild 1: ROBERT A. NAEF am Teleskop der Urania-Sternwarte in Zürich. Aufnahme vom Juni 1969.

Bild 2: ROBERT A. NAEF gibt Erläuterungen an Hand einer Mondkarte in der Urania-Sternwarte in Zürich.

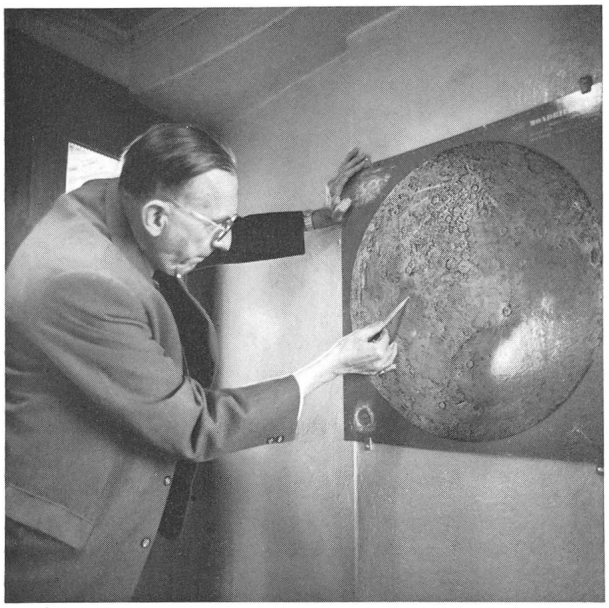
Bild 3: ROBERT A. NAEF und ALFRED KÜNG† auf dem Gornergrat anlässlich eines Besuchs des dortigen (provisorischen) Observatoriums.

Bild 4: ROBERT A. NAEF auf den Canarischen Inseln anlässlich der totalen Sonnenfinsternis von 1959.

Bild 5: ROBERT A. NAEF mit seiner Gattin in Griechenland anlässlich der ringförmigen Sonnenfinsternis vom 20. Mai 1966.

Bild 6: ROBERT A. NAEF mit seiner Gattin auf Kitt Peak anlässlich der U.S.A.-Reise der SAG vom März 1970.

Bild 7: ROBERT A. NAEF und PATRICK MOORE anlässlich der Einweihung der Sternwarte von Soresina (Italien) 1974.



Nachtrag zur Mitteilung:

Messung der Lichtgeschwindigkeit nach Ole Roemer, von H.-U. Fuchs,

erschienen in ORION 33, 75 (1975), No. 148.

Von H.-U. Fuchs, Zürich

Ein Nachtrag zu der Beobachtungsanleitung zur Messung der Lichtgeschwindigkeit[1]) ist notwendig. Der Amateur, der in diesem Jahr (1975) die Lichtgeschwindigkeit aus Beobachtungen der Jupitermonde abzuleiten versucht, dürfte eine unangenehme Überraschung erleben. Er wird voraussichtlich Werte um 500000 km/s für die Lichtgeschwindigkeit finden. Hätte er 1973 (vor der Opposition) beobachtet, so hätte er vermutlich einen recht ansprechenden Betrag (etwa 290000 km/s) erhalten. Woher kommen diese Schwankungen?

Es zeigt sich, dass die Störungen der Jupitermonde die Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit stark beeinträchtigen können[2]). Die drei inneren Galileischen Jupitermonde haben beinahe kommensurable Umlaufzeiten (d. h. die Umlaufzeiten stehen in rationalen Verhältnissen zueinander). So kommt es, dass sich die gegenseitigen Stellungen dieser Monde nach relativ kurzer Zeit (436.7 d) exakt reproduzieren. Aus diesem Grunde sind die Störungen, die die Jupitermonde gegenseitig auf sich ausüben, recht gross. So kommt es, dass sich die Verfinsterungszeiten der Monde um einige Minuten verschieben können.

Es wäre deshalb nötig, die theoretischen Verfinsterungszeiten t_n[1]) entsprechend dieser Störungen zu korrigieren:

$$t_n{}^* = t_o + n \cdot T_{syn} + \delta\, t + T_{\text{Störung}} \qquad (1)$$

T_{st} kann aus der Störungsrechnung leider nur mit riesigem Aufwand erhalten werden. Für uns erhebt sich nun die Frage, ob es nicht Methoden gibt, die eine einfachere Beherrschung des Störungseffektes ermöglichen.

Numerische Betrachtungen für die letzten paar Jahre werden uns gewisse Gesetzmässigkeiten erkennen lassen. Unter stark einschränkenden Bedingungen dürfte eine einfache Berücksichtigung der Störungen möglich sein.

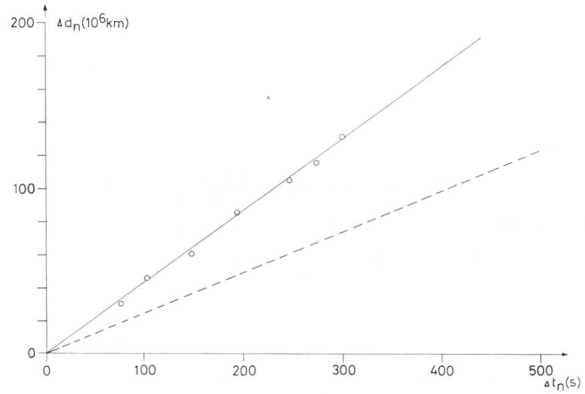
I. *Einfluss der Störungen auf eine Beobachtungsperiode*

Wir nehmen als Beispiel die Beobachtungsperiode 1975 (vor der Jupiteropposition)[3]). Wir berechnen die theoretischen Verfinsterungszeiten nach

$$t_n = t_o + n \cdot T_{syn} + \delta\, t \qquad (2)$$

d. h. ohne Berücksichtigung irgendwelcher Störungen; der Vergleich mit den beobachteten Zeiten[3]) ergibt eine Lichtgeschwindigkeitsbestimmung nach Fig. 1 (ausgezogene Kurve).

Beachtenswert ist nun folgendes: Die Bestimmung nach (2) ergibt wieder eine Gerade! (Wenn auch mit falscher Steigung entsprechend 540000 km/s). Das heisst nun, dass T_{st} nicht einfach beliebig über die Beobachtungsperiode verteilt ist. Vielmehr gehorch-Tst innerhalb dieses Zeitraumes einem einfachen Gesetz: T_{st} liefert für jedes n einen gleichmässig wachsenden Zusatz zu Gl. (2), so dass die Gerade, die die Lichtgeschwindigkeit bestimmt, in der Steigung korrigiert wird.



Daher wirken sich die Störungen so aus, als sei die synodische Umlaufzeit der Monde um einen konstanten Beitrag verändert. In Gleichung (1) können wir T_{st} nach diesem Ergebnis nämlich in T_{syn} integrieren:

$$t_n{}^* = t_o + n\left(T_{syn} + \frac{1}{n} \cdot T_{st}\right) + \delta\, t =$$

$$t_o + n\left(T_{syn} + \triangle\, T_{syn}\right) + \delta\, t \qquad (3)$$

wobei $$\triangle\, T_{syn} = {}^1/n \cdot T_{st} \qquad (4)$$

über eine Beobachtungsperiode als konstant angenommen werden kann.

Es gibt nun eine einfache Methode, $\triangle\, T_{syn}$ zu erhalten. Allerdings wird dabei die Voraussetzungslosigkeit der Methode der Lichtgeschwindigkeitsbestimmung empfindlich gestört!

In Fig. 1 gibt die unterbrochene Gerade die Exakte Lichtgeschwindigkeit von 300000 km/s wieder. Da wir das Resultat kennen, bestimmen wir $\triangle\, T_{syn}$ so, dass die mit Gl. (3) bestimmte (durchgezogene) Gerade die richtige Steigung erhält. Man geht also hin, bestimmt nach den Werten für die Verfinsterungen (aus einem Jahrbuch) die für die zukünftigen Beob-

achtungen zu erwartende Lichtgeschwindigkeit nach Gl. (2) und erhält einen falschen Wert. Dann bestimmt man $\triangle T_{syn}$ so, dass man mit der korrigierten Umlaufzeit des Mondes einen vernünftigen Wert für die Lichtgeschwindigkeit erwarten kann.

Bei dieser Methode wird also die Kenntnis der Lichtgeschwindigkeit vorausgesetzt. Das ist natürlich ein schwerer Schönheitsfehler. Der Amateur, dem nur beschränkte Mittel zur Verfügung stehen, muss diesen wohl in Kauf nehmen. Allerdings eröffnen die nun folgenden Untersuchungen über die Zeitentwicklung von $\triangle T_{syn}$ einen Lichtblick.

II. Zeitliches Verhalten der Störungen

Bestimmt man mit Jupiter I (Jo) die ohne Berücksichtigung der Störungen zu erwartenden Lichtgeschwindigkeiten c′ (nach Gl. (2)), so erhält man folgende Resultate:

1968: 270 000 km/s	1972: 250 000 km/s
1969: 230 000 km/s	1973: 280 000 km/s
1970: 220 000 km/s	1974: 370 000 km/s
1971: 230 000 km/s	1975: 540 000 km/s

Diese Werte erhält man aus Beobachtungen vor der Opposition. Ein gewisses gesetzmässiges Verhalten kann schon abgelesen werden. Wir fragen uns nun, ob wir durch ein einfaches theoretisches Modell für die Zeitabhängigkeit von $\triangle T_{syn}$ die oben erhaltenen Werte wenigstens grob annähern können. Es sei schon vorausgeschickt, dass dieses theoretische Modell hier nicht erklärt werden kann (der Verfasser scheut sich vor dem Einsatz der Störungsrechnung). Erhalten wir aber gute Resultate, so werden wir sagen, $\triangle T_{syn}$ verhalte sich wahrscheinlich ungefähr nach dem vorgeschlagenen Modell.

Wir nehmen an, dass $t_n{}^*$ (Gl. (3)) die exakten theoretischen Verfinsterungszeiten seien (d. h. wir nehmen an, dass unser Vorschlag für $\triangle T_{syn}$ gut sei). Dann gilt für die beobachteten Verfinsterungszeiten:

$$t_n' = t_n{}^* \pm \frac{\triangle d_n}{c} = t_o + n(T_{syn} + \triangle T_{syn}) + \delta t \mp \frac{\triangle d_n}{c} \qquad (5)$$

$c = 300\,000$ km/s ist die exakte Lichtgeschwindigkeit. $\triangle d_n/c$ ist die Änderung der Laufzeit des Lichtes. Dabei gilt natürlich das obere Vorzeichen für die Beobachtungen vor der Opposition, das untere für die Zeit nach der Opposition. Bestimmen wir nun die Lichtgeschwindigkeit c′ ohne Berücksichtigung der Störungen (also nach Gl. (2)), so ergibt sich:

$$c' = \frac{\triangle d_n}{\triangle t_n} \quad \text{mit } \triangle t_n = t_n - t_n'$$

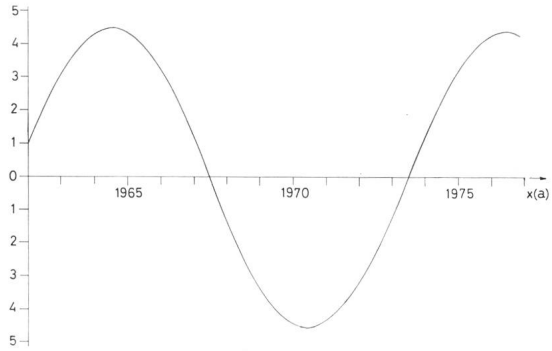
Aus (2) und (5) folgt:

$$\triangle t_n = t_n - t_n' = -n \cdot \triangle T_{syn} \pm \frac{d_n}{c}, \qquad (6)$$

$$\text{also:} \quad c' = \frac{\pm \triangle d_n}{\pm \frac{\triangle d_n}{c} - n \cdot \triangle T_{syn}}. \qquad (7)$$

Die für die Jahre 1968–1975 berechneten Lichtgeschwindigkeiten c′ verteilen sich etwa wie eine abgewandelte Sinuskurve (mit flachem Minimum und hohem Maximum). Deshalb setzen wir für $\triangle T_{syn}$ versuchsweise eine reine Sinusschwingung an:

$$\triangle T_{syn} = A \cdot \sin(B \cdot x + C). \qquad (8)$$



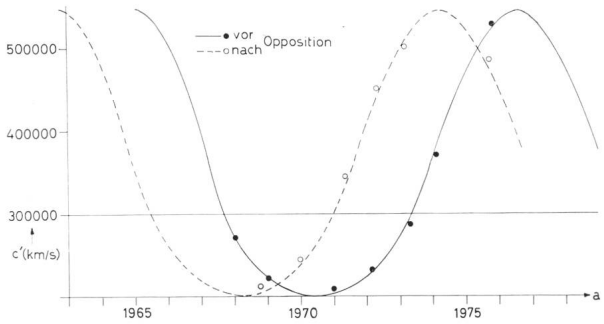
Die Konstanten A, B und C müssen so gewählt werden, dass das Verhalten von c′ einigermassen gut wiedergegeben wird. x wird in Jahren angegeben.
Mit den Werten:

$$A = 4.5 \text{ Sek.},$$
$$B = 2\pi/11.955 \text{ und}$$
$$C = -0.95$$

erhält man das folgende Bild (Fig. 3. Berechnung nach Gl. (7)):

Führt man die gleiche Berechnung für die Beobachtungen *nach* der Opposition aus, so merkt man, dass die gleiche Annahme für $\triangle T_{syn}$ *nicht* zum gewünschten Ziel führt. Man muss vielmehr einen anderen Parameter C nehmen (A und B bleiben gleich):

$$C^* = +3.34 \qquad (10)$$



Es ist natürlich nicht ohne weiteres einzusehen, wieso die Messungen nach der Opposition nicht durch den gleichen Ansatz (9) angenähert werden können. Es ist möglich, dass der Grund dafür bei Kenntnis der Störungstheorie offensichtlich würde. Da es aber doch sehr unwahrscheinlich ist, dass der Übergang der

Beobachtung von vor zu nach der Opposition einen solchen Sprung verursacht, dürfte der Grund im Ungenügen der Theorie liegen. Man darf natürlich nie vergessen, dass (3) nur näherungsweise gilt und der Ansatz für $\triangle T_{syn}$ mehr oder weniger aus der Luft gegriffen ist. Es darf daher nicht überraschen, dass nur die allergröbsten Züge beschrieben werden können.

Diese so ungenügende Theorie und die Fig. 3 legen aber einen anderen wichtigen Gedanken nahe. Die Kurve in Fig. 3 (nach Gl. (7) schneidet aus der Horizontalen bei 300 000 km/s gleichlange Abschnitte heraus. Gl. (8) oder Fig. 2 sagen ja, dass in regelmässigen Abständen die Wirkung der Störung verschwindet, so dass eine Beobachtung zu diesen Zeitpunkten einen guten Wert für c liefern sollte. Man kann nun folgende Methode zur genauen Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit vorschlagen:

Man beobachtet über möglichst viele Perioden (12 oder mehr Jahre) und trägt die Messungen c′ (unkorrigiert!) gegen die Zeit auf (Fig. 3). Man versucht, die Punkte so gut wie möglich durch eine Kurve zu approximieren. Diejenige Horizontale, die durch diese Kurve in gleiche Abschnitte unterteilt wird, repräsentiert die wahre Lichtgeschwindigkeit c. Diese Methode ist also unabhängig von der Kenntnis der Lichtgeschwindigkeit.

Noch eine Erkenntnis mag interessant sein: Die Periode der Störungen von T_{syn} beträgt genau das Zehnfache der Periode, nach der sich die Stellung der ersten drei Jupitermonde wiederholt (10 mal 436.7 Tage). Es könnte sich dabei um bei solchen Phänomenen durch die Störungstheorie bekannte Schwebungen handeln, die eine viel längere Dauer als die Kommensurabilitätsperiode besitzen. Ob dies allerdings so ist, lässt sich ohne genaueres Hinsehen nicht entscheiden.

Literatur:
[1]) H. U. Fuchs: Messung der Lichtgeschwindigkeit nach Ole Roemer, ORION *33*, 75 (1975).
[2]) K. Rohlfs: Sterne und Weltraum *13*, 311 (1974).
[3]) Werte nach P. Ahnert: Kalender für Sternfreunde, 1975

Adresse des Verfassers:
H.-U. Fuchs, Lerchenrain 7/25, CH-8046 Zürich.

Bewertung von Filmen für die Astrophotographie

Über dieses aktuelle Thema, das viele unserer Leser interessieren dürfte, berichten in der Juli-Nummer von Sky and Telescope *50*, 61 (1975) die Kodak-Mitarbeiter G. T. Keene und M. H. Sewell. Untersucht wurde insbesondere das Langzeit-Expositionsverhalten von 6 Farb- und 2 Schwarz-weiss-Filmen, nämlich:

Kodachrome 25,
Kodachrome 64,
Ektachrome X,
Ektachrome High Speed,
Kodacolor II,
Ektacolor L, und:
Tri-X-Film, sowie
103 a-F-Film.

Im Bereich von 0.1 bis 100 Sekunden Belichtungszeit geht die Empfindlichkeit der Farbfilme durchschnittlich auf die Hälfte zurück, wobei sich das Farbgleichgewicht (in bekannt unliebsamer Weise) ändert. Bei Kodachrome 25 geht die Blauempfindlichkeit zurück, ebenso bei Kodacolor II; ein «besseres» Verhalten zeigen Kodachrome 64, Ektachrome X und Ektachrome High Speed (dessen Grünstich-Neigung bei längeren Belichtungszeiten bekannt ist). Das beste Verhalten in dem angegebenen Bereich zeigt der neue Kodachrome 64-Film, der deshalb den Sternfreunden zu entsprechenden Versuchen empfohlen sei. Der bekannte Tri-X-Film zeigt etwa die gleiche Empfindlichkeitsabnahme wie die Farbfilme, während beim 103 a-F-Film die Empfindlichkeit bis zu Expositionszeiten von 1000 Sekunden fast voll erhalten bleibt.

Interessant ist weiter ein Vergleich der Körnigkeiten der genannten Filme. Hierbei schneidet leider der Kodachrome 64-Film am schlechtesten ab, die anderen Farbfilme zeigen feineres Korn, auch der Ektachrome High Speed Film, der auch lichtschwache Objekte wenigstens andeutungsweise wiedergibt. Dagegen wird der dafür als Beispiel benützte Nordamerika-Nebel von den beiden Schwarz-weiss-Filmen deutlich registriert, die sich im übrigen in der Körnigkeit kaum unterscheiden.

Wir empfehlen allen unseren photographierenden Sternfreunden ein genaues Studium dieser Mitteilung. Die darin gegebenen Aufschlüsse können viel dazu beitragen, das jeweils bestmögliche Aufnahmematerial zu wählen und vor Enttäuschungen zu bewahren.

E. Wiedemann

Berichtigung

In der Mitteilung von A. P. Weber «Zur Bahn der Sonde Helios A» ist versehentlich die Differenz der Sonnenabstände von Merkur und der Sonde Helios A mit 0.7 statt mit 0.07 AE angegeben worden. Obschon der Fehler aus dem Text ohne weiteres ersichtlich ist, sei doch vermerkt, dass es statt 0.7 AE 0.07 AE heissen muss.

14-jähriger Schüler entdeckt neuen Kometen

Am 8. Juli 1975 teilte der 14-jährige MAURO GABRIELI, Rappenstrasse 15, CH-8307 Effretikon, mit: «Als ich (am 7. Juli 1975) NGC 7089 (M 2) im Wassermann aufsuchen wollte, hatte ich plötzlich einen ziemlich kompakten Nebel im Gesichtsfeld meines bescheidenen 6 cm-Refraktors. Zuerst glaubte ich, den Kugelsternhaufen auf Anhieb gefunden zu haben, doch als ich die Positionen mit meinem Feldstecher verglich, stimmten sie nicht mit jenen des Fernrohrs überein, denn die Position des Nebels war um etwa 1^0–2^0 südlich von M 2. *Da ich das Objekt der Helligkeit 7 mvis in Karten und Büchern nicht finden konnte, wurde ich den Gedanken nicht los, dass es sich dabei um einen Kometen handelte.*» Im Brief des Schülers folgt dann eine Zeichnung mit Ortsangabe des Kometen in Bezug auf M 2, und die weitere Bemerkung: «*Eine Stunde später schien mir der Nebel verschoben*».

Diese Mitteilung ging über Dr. h. c. HANS ROHR an Herrn ROBERT GERMANN, der als erfahrener Beobachter diesen Befund bestätigte und ihn auf Grund einer Mitteilung der Sternwarte Hamburg als Komet KOBAYASHI-BERGER-MILON (1975 h) identifizieren konnte, entsprechend dem IAU-Zirkular No. 2797 vom 7. Juli 1975.

Dieser Komet wurde offenbar zuerst von KOBAYASHI und MATSUMOTO am 2. Juli 1975, dann am 5. Juli 1975 von BERGER und am 7. Juli 1975 von MILON beobachtet, also am gleichen Tag, an dem er auch von MAURO GABRIELI gesichtet wurde. Korrekterweise müsste er also Komet KOBAYASHI-BERGER-MILON-GABRIELI (1975 h) heissen! Auch die Helligkeitsschätzung mit 7 mvis stimmt mit den Angaben des IAU-Zirkulars No. 2797 überein.

Herr ROBERT GERMANN bemerkt mit Recht, dass es eine prächtige Leistung des jungen Sternfreundes war, mit einem 6 cm-Refraktor einen neuen Kometen zu entdecken und diesen Befund sofort der SAG mitzuteilen. Wir alle von der SAG gratulieren MAURO GABRIELI zu seiner Entdeckung herzlich und hoffen sehr, er möge diesem seinem Hobby treu bleiben und noch recht viele schöne Beobachtungen von Bedeutung machen. ORION-Redaktion

Komet Kobayashi-Berger-Milon (1975 h)

Da dieser Komet ziemlich hell zu werden verspricht, geben wir nachstehend seine Ephemeride vom 2. 8. 1975 bis 5. 9. 1975, wie sie im IAU-Zirkular No. 2800 vom 18. 7. 1975 bekanntgegeben wurde:

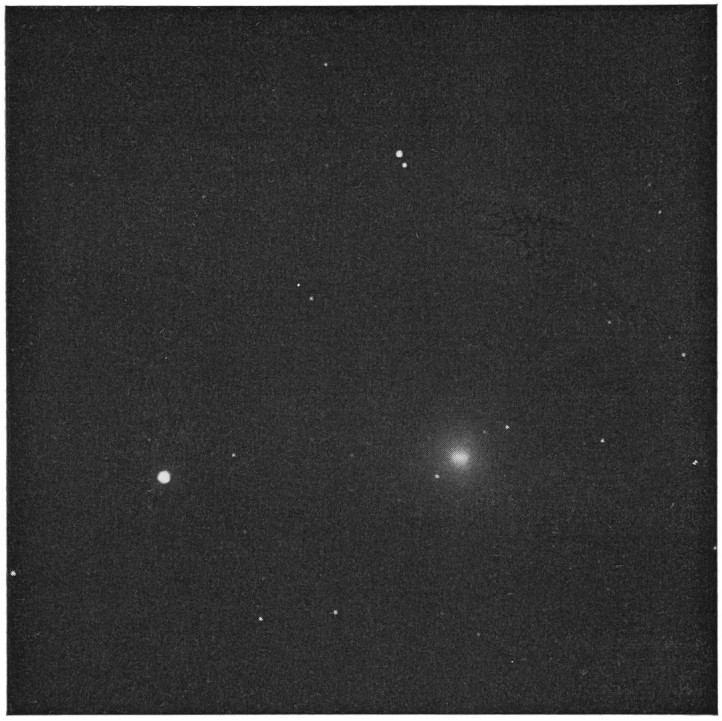
Datum	α1950	δ1950	m_1
2.8.	$13^h36^m48^s$	$+55^0$ 11.3	
4.8.	$13^h10^m31^s$	+53 11.3	5.3
6.8.	$12^h50^m15^s$	+51 16.0	
8.8.	$12^h34^m14^s$	+49 28.7	5.3
10.8.	$12^h21^m03^s$	+47 49.8	
12.8.	$12^h09^m94^s$	+46 18.4	5.2
14.8.	$12^h00^m30^s$	+44 52.9	
16.8.	$11^h51^m69^s$	+43 31.9	5.0
18.8.	$11^h43^m82^s$	+42 13.6	
20.8.	$11^h36^m47^s$	+40 56.4	4.8
22.8.	$11^h29^m51^s$	+39 38.6	
24.8.	$11^h22^m83^s$	+38 18.6	4.6
26.8.	$11^h16^m38^s$	+36 54.7	
28.8.	$11^h10^m13^s$	+35 25.4	4.3
30.8.	$11^h04^m12^s$	+33 49.3	
1.9.	$10^h58^m39^s$	+32 05.4	4.1
3.9.	$10^h53^m03^s$	+30 13.0	
5.9.	$10^h48^m11^s$	+28 12.3	4.1

Unbenützte Sternwarten?

Viele mittlere und höhere Schulen in der Schweiz verfügen heute über gut ausgerüstete Sternwarten mit Instrumenten von 30 cm Öffnung. Es fällt auf, dass seit Jahren – auch auf Bitten der ORION-Redaktion hin – nichts über deren Aktivitäten in Erfahrung zu bringen war. Wenn schon diese Sternwarten in erster Linie zur Einführung von Schülern in die Himmelskunde zu dienen haben, worüber sich eine Berichterstattung erübrigt, so ist ihre Instrumentation doch darüber hinaus zumindest für wertvolle Amateurarbeiten berufen und geeignet, wie sie von einzelnen Amateuren oftmals mit bescheideneren Mitteln, dafür aber mit viel Fleiss und Geduld, erbracht werden. Es wäre deshalb wünschenswert, dass sich die Leiter der angesprochenen Schulsternwarten der ihnen gegebenen Möglichkeiten erinnern würden. Sie könnten mit der Durchführung von Beobachtungs- und Aufnahmeserien und mit der Veröffentlichung ihrer Ergebnisse viel dazu beitragen, das Interesse an den Himmelserscheinungen in weiten Kreisen wachzuhalten und zu fördern.

Eine erste Amateuraufnahme des Kometen Kobayashi-Berger-Milon (1975 h)

Nachdem der ORION-Redaktion in den letzten Tagen verschiedentlich Sichtmeldungen des neuen Kometen zugegangen waren, sandte uns am 30. Juli 1975 Herr URS STRAUMANN die nachstehend wiedergegebene Aufnahme des neuen Himmelsobjektes zu, die er wie folgt kommentierte: «Gegen Ende Juli liess sich der Komet auf seiner Bahn vom Sternbild *Drachen* gegen das des *Grossen Bären* zu verfolgen. Die Aufnahme zeigt den Kometen 20′ westlich des spektroskopischen Doppelsterns ϑ Draconis (4.1 mvis). Nach KOBAYASHI waren die Koordinaten des Kometen zum Zeitpunkt seiner Aufnahme: $\alpha = 15^h58^m30^s$ und $\delta = +58° 44'$. Er bewegte sich damals pro Tag um etwa 4.5° gegen Westen. Die Aufnahme erfolgte am 26. 7. 75 um 23.40^h MEZ mit einem Schmidt-Cassegrain-Teleskop «*Celestron 8*» mit 20 cm Öffnung am Stadtrand von Basel. Nachgeführt wurde mit einem auf einen Leitstern eingestellten «off-axis»-System.



Komet KOBAYASHI-BERGER-MILON (1975 h) am 26. 7. 1975 um 23.40^h MEZ nahe bei ϑ Draconis. Aufnahme von U. STRAUMANN mit *Celestron 8*. Belichtungszeit 3 Minuten auf Tri-X-Panfilm. Norden ist oben.

Zufolge seiner raschen Bewegung ist der Kometenkopf als etwa ¾ mm lange Strichspur abgebildet, was seinem Weg von etwa 30 Bogensekunden während der Expositionszeit von 3 Minuten entspricht. Dass kein Schweif sichtbar ist, mag darauf zurückzuführen sein, dass bei der Aufnahme – 4 Tage nach Vollmond – Streulicht des Erdtrabanten störte, und dass der Himmel am Stadtrand von Basel ausserdem durch künstliches Streulicht aufgehellt ist.»

Die ORION-Redaktion dankt Herrn STRAUMANN für die Übersendung dieser Aufnahme und des zugehörenden Kommentars. Sie hofft, für die nächste ORION-Nummer (No. 150) noch weitere Aufnahmen des Kometen KOBAYASHI-BERGER-MILON (1975 h) zu erhalten. Die Voraussetzungen dafür sind günstig: Man kann erwarten, dass der Komet zusehends heller wird. Er entfernt sich zwar bereits wieder von der Erde, eilt aber seinem Perihel zu, das er am 5. September 1975 erreichen wird. Es sei weiter bemerkt, dass er nach J. BORTLE (IAU-Zirkular 2803) nun einen schwachen, aber breiten Schweif von 0.5°–1° Länge zeigt.

Eine Präzisierung

Zum Referat über die 4. Frühjahrstagung des VdS in Würzburg, erschienen in ORION *33*, 80 (1975), No. 148 sei auf Wunsch von Herrn Dr. L. D. SCHMADEL ergänzend bemerkt, dass

1. Herr Dr. SCHMADEL die Berechnung des erwähnten RITCHEY-CHRÉTIEN-Systems mit 25 cm Öffnung und 2 m Brennweite unentgeltlich zur Verfügung gestellt hat, wie dies bei Berechnungen für Amateurinstrumente üblich ist und auch vom Referenten gehandhabt wird.
2. Der Hersteller dieses Systems, Herr Kaufmann, früher bei der Firma Heidenhain in Traunreuth tätig, hat seither eine eigene Firma gegründet und übernimmt in dieser die Produktion des *Ritchey-Chrétien*-Systems.

E. WIEDEMANN

Galaxie,

das Mitteilungsblatt unserer welschen Sternfreunde bringt in seiner No. 13 vom Juni 1975 einen ausführlichen Artikel von F. MEYER über die an Jupiter im Jahr 1974 beobachteten Erscheinungen, dann einen Bericht von Dr. B. HAUCK über das in Lausanne abgehaltene Symposium der UAI (Union Astronomique Internationale) über die Bedeutung der chemischen Zusammensetzung für die Spektralklassifikation; J. THURNHEER fasst in einem Bericht Angaben über das 6 m-Teleskop von Zelenchukskaya im Kaukasus zusammen, die in der Carl Zeiss-Revue in Jena 1974 und im Scientific American 1973 erschienen sind. M. DUTOIT bringt einen lesenswerten Aufsatz über URBAIN-J.-J. LE VERRIER und seine grosse Tat der Vorausberechnung des Planeten Neptun. F. MEYER beschreibt weiter aktuelle Konstellationen und Aktualitäten (anormale Rotverschiebungen, Venus-Erforschung) und schliesslich bringt Galaxie in dieser Nummer noch eine Übersetzung der Ehrung von ROBERT A. NAEF†, wie sie Dr. PAUL WILD dem Tagesanzeiger der Stadt Zürich zur Verfügung gestellt hatte. Bibliographien und Mitteilungen der Société Vaudoise d'Astronomie beschliessen dieses Heft von 27 Seiten.

L'Observateur,

das Mitteilungsblatt unserer welschen Sternfreunde, herausgegeben von der Société Astronomique de Genève, bringt in seiner No. 8 vom Juni 1975 ausser internen Mitteilungen (Mitgliederverzeichnis, Reglement für die Benützung der Sternwarte in St. Cergue) einen interessanten historischen Beitrag von W. MAEDER, einen Beitrag über «schwarze Löcher» von D. PFENNINGER und eine Mitteilung von R. PHILDIUS über die sehenswertesten Himmelsobjekte, im besonderen über das Sternbild Orion. Schliesslich teilt J.-M. COUSIN mit, dass er seit einer Beobachtung am 15. 7. 1975 an O.V.N.I. (nicht identifizierte fliegende Objekte = fliegende Untertassen) glaubt . . .

Skorpion wird Meridiana

Dass Mitteilungsblatt unserer Tessiner Sternfreunde hat sich zu einer Revue der Tessiner Astronomischen Gesellschaft gewandelt. Unter seiner neuen Bezeichnung «*Meridiana*» bringt es in der 1. Nummer vom Mai-Juni 1975 in kleinerem Format, aber mit mehr Abbildungen wiederum interessante Berichte, so von F. JETZER über die Beobachtung veränderlicher Sterne im Jahr 1974, von R. ROGGERO über die relativistische Raumforschung mit Hilfe von Satelliten und von F. JETZER und P. FRAUCHIGER über die Planetenörter im Mai-Juni 1975, dies analog zu den Angaben im Sternenhimmel von R. A. NAEF†. Die Meridiana-Redaktion bringt weiter ein vollständiges Verzeichnis der Teleskope der Mitglieder der lokalen Gesellschaft. Von den Bildern seien erwähnt: Eine gute Aufnahme des Mondkraters Clavius, eine Aufnahme des Saturns, eine Serie von Jupiter-Aufnahmen, welche die Rotation des Planeten zeigen, eine Bilderfolge der Mondfinsternis vom 29. November 1974 und eine Aufnahme des Kometen BENNET vom 12. April 1970 (S. CORTESI). Die neuen Meridiana-Hefte werden in einem billigen Druckverfahren erstellt und sind daher preiswert. Dafür muss in Kauf genommen werden, dass insbesondere die Abbildungen nicht alles wiedergeben, was auf den Originalaufnahmen erkennbar ist.

ORION-Redaktor dringend gesucht!

Der Unterzeichnete, der nunmehr bald 5 Jahre lang «ad interim» als ORION-Redaktor tätig ist, sieht sich veranlasst, per Ende 1975 von diesem Amt zurückzutreten. Da die Bemühungen des SAG-Vorstandes um eine Nachfolge bisher leider ohne Erfolg geblieben sind, seien hiermit an der ORION-Redaktion interessierte Sternfreunde aufgerufen, sich beim SAG-Vorstand oder beim Unterzeichneten direkt zu melden. Die wichtigsten Voraussetzungen für dieses Amt, das mit der Mitgliedschaft im SAG-Vorstand verbunden ist, sind bereits in ORION *31*, 64 (1973), No. 135 umrissen worden. Darüber hinaus ist der Unterzeichnete gerne bereit, seinem Nachfolger eine gute Einführung in die Redaktor-Tätigkeit zu vermitteln, wobei es im Hinblick auf gewisse Arbeitsvereinfachungen wünschenswert wäre, dass sich Interessenten aus der Region Basel fänden.

Es wäre sehr bedauerlich, wenn unsere Zeitschrift ihre weltweit geschätzten Dienste für die bald 3000 SAG-Mitglieder in den kommenden Jahren nur mangels eines neuen Redaktors oder eines neuen Redaktionsstabes nicht mehr in der nun erreichten Weise weiter zu leisten im Stande wäre, zumal die finanziellen und technischen Voraussetzungen dafür als gesichert betrachtet werden dürfen.

E. WIEDEMANN

Bibliographie

MAURICE DANLOUX-DUMESNILS, Éléments d'Astronomie de Position, Librairie scientifique et technique Albert Blanchard, Paris, 1974. 281 Seiten, 109 Abbildungen; 40.– fFr.

Die Grundlagen der klassischen Astronomie, das sind Positionen, Bewegungen, Himmelsmechanik, werden in diesem Buch behandelt und zwar in einer Art, dass es jeder verstehen kann. Von Mathematik wird nur Gebrauch gemacht, soweit es unumgänglich ist, und auch dann wird auf das Herleiten von Formeln verzichtet. Astrophysikalische Erkenntnisse werden hingegen höchstens ganz kurz erwähnt. Der Stoff ist auf 9 Kapitel von 17 bis 48 Seiten Umfang verteilt. Über den Werdegang der Astronomie und die dort gebräuchliche internationale Zusammenarbeit wird zuerst gesprochen. Wichtiger ist das zweite Kapitel mit ausgiebigen Erklärungen von astronomischen Grundbegriffen und Definitionen. Die tägliche Bewegung des Himmels, Koordinatensysteme, Bestimmung von Ort und Zeit, Sternkarten und Sternkataloge, Beobachtungsinstrumente, auch solche sehr spezieller Art wie Prismenastrolab und photographisches Zenitteleskop, werden in den nächsten zwei Abschnitten erörtert. Ein Aufsatz mit dem Titel: Die Sonne, bringt den scheinbaren Sonnenlauf, Präzession, Nutation, Aberration, ekliptikale Koordinaten, die Erdbahn, KEPLERS Gesetze und noch anderes mehr. Umfassend, tiefgehend und aufschlussreich sind die Erläuterungen der verschiedenen Zeitarten und Zeitdefinitionen samt den Unregelmässigkeiten der Erdrotation im nächsten sehr schönen und wertvollen Kapitel. Der umfangreiche Abschnitt über die Planeten enthält Bewegungen und Bahnen der Planeten, sowie Himmelsmechanik und Störungstheorie. Dem Mond ist ein eigenes Kapitel gewidmet, hier werden neben der komplizierten Mondbewegung auch Sonnen- und Mondfinsternisse behandelt. Den Abschluss bildet eine Übersicht über die Stellarastronomie, in der knapp, kurz und gedrängt die wichtigsten Erkenntnisse über die Sterne und das Universum aneinandergereiht werden. Das Buch ist von keinem Fachastronomen, sondern von einem Ingenieur geschrieben. Das hat für den Amateur den Vorteil, dass manches, was dem Fachmann so geläufig ist, dass er darauf gar nicht näher eingeht, hier gut und ausführlich erklärt wird. Bisweilen schlägt dabei der Verfasser auch Änderungen von Ausdrücken vor und benutzt sie auch. Die Idee ist richtig und sinnvoll, aber man sollte nicht sehr lang eingebürgerte Begriffe abändern wollen, da man dadurch leicht Verwirrung stiften kann. Man merkt auch, dass der Autor hauptsächlich aus französischen Quellen schöpfte, manche Bewertung wird dadurch etwas verlagert. So wurde der von KEPLER 1611 vorgeschlagene Fernrohrtyp bereits 1613 von Scheiner gebaut und benutzt, man denke an die von ihm angewandte Projektionsmethode der Sonnenbeobachtung, und nicht erst 1644 von MORIN, um nur ein Beispiel zu nennen. Der Amateur wird sicherlich aus diesem Buch reichen Gewinn ziehen können, denn es enthält unglaublich viel und die Erklärungen sind gut und sehr verständlich.

HELMUT MÜLLER

Correlated interplanetary and magnetospheric observations, Proceedings of the seventh ESLAB Symposium held at Saulgau, W. Germany, 22–25 May, 1973, edited by D. EDGAR PAGE; D. Reidel Publishing Company, Dordrecht-Holland/Boston-USA, 1974. XIV + 662 Seiten, zahlreiche Abbildungen; Gulden 195.–.

Vom 22.–25. Mai 1973 kamen in Saulgau in Westdeutschland 68 Fachwissenschaftler zu einem Symposium zusammen, um über die Wechselwirkungen zwischen dem interplanetaren Medium und der Magnetosphäre der Erde zu diskutieren. Die 45 zum Teil recht umfangreichen Vorträge, die dort gehalten wurden, sind im vorliegenden Buch veröffentlicht. Sie bringen eine Fülle allerneuster Beobachtungsdaten, die meist in Form von aufschlussreichen Diagrammen vorgelegt werden, sowie eine ausgiebige Erörterung der daraus abgeleiteten Ergebnisse. Gerade bei diesem Problem zeigt sich in aller Deutlichkeit der unschätzbare Nutzen von künstlichen Satelliten, die an den verschiedensten Stellen des interplanetaren Raums zu verschiedenen Zeiten direkte Messungen durchführen können, während man bisher ohne diese auf indirekte Schlüsse angewiesen war. Besonders wertvoll ist es noch, wenn von mehreren Satelliten simultane Messungen gemacht werden, vor allem zu Zeiten, zu denen sich auf unserer Sonne spektakuläre Vorgänge abspielen. Der Leser wird es ferner sehr begrüssen, dass den meisten Artikeln kurze Zusammenfassungen beigefügt sind und dass auch viele Aufsätze mit einer ausführlichen Einleitung in den behandelten Fragenkomplex beginnen, denn dadurch bekommt auch der Nicht-Fachmann einen verständlichen Einblick und Überblick. Der Stoff selber ist auf 7 Abschnitte wechselnden Umfanges verteilt: Die Reaktion der Magnetosphäre auf Änderungen im interplanetaren Medium. Die Grenzzonen der Magnetosphäre. Der Fluss des Plasmas in der Magnetosphäre und die elektrischen Felder. Die Bewegung der solaren Partikel im interplanetaren Medium. Der Weg solarer Partikel zur Erde. Die Ereignisse auf der Sonne im August 1972. Die Zielsetzung künftiger Studien. Vertieft man sich eingehender in die Aufsätze, so sieht man, wie kompliziert und oft umstritten die besprochenen Vorgänge gerade in ihren Einzelheiten sind, wie da noch vieles der Klärung bedarf, wie uns aber auch gerade Satellitenbeobachtungen hier weiterhelfen können. Dies Werk ist wertvoll und unentbehrlich für den Fachmann, vor allem für den, der speziell auf diesem Gebiet weiter forschen will. Hier werden die neusten Satellitenbeobachtungen präsentiert und im Zusammenhang diskutiert, hier zeigen sich auch deutlich die verschiedenen Deutungsmöglichkeiten und die Widersprüche der einzelnen Modelle, hier wird aber auch klar gemacht, wo und wie man weiterarbeiten muss. Der Nicht-Fachmann wird aus den erwähnten Einführungen und Übersichten viel lernen können, aber auch aus den zahlreichen Diagrammen und Skizzen vermag er manch Wissenswertes zu entnehmen.

HELMUT MÜLLER

SCHEFFLER, HELMUT und ELSÄSSER, HANS, *Physik der Sterne und der Sonne*. Bibliographisches Institut, Mannheim 1974. 535 Seiten, illustriert, broschiert.

Leider ist das Angebot an astronomischen Lehrbüchern noch sehr spärlich. Es ist daher verdienstvoll, wenn sich Fachleute zusammentun, um diesem Mangel abzuhelfen. Dies wurde beim hier zur Besprechung vorliegenden Buch zunächst einmal für die Astrophysik im engeren Sinne getan: Es geht hier um die *Physik der Sterne einschliesslich unserer Sonne*. In der ersten Hälfte des Buches werden im wesentlichen Ergebnisse der empirischen Forschung besprochen, für deren Verständnis meist elementare mathematische und physikalische Kenntnisse genügen. Im zweiten, mehr theoretischen Teil wird ein fundierteres Wissen auf diesen Gebieten vorausgesetzt. Denn es handelt sich hier um Probleme der Strahlung im allgemeinen sowie um Theorien über Sternatmosphären. Die *Zustandsgrössen* unserer Sonne und allgemein der sogenannten «normalen» Sterne sind Thema des 1. Kapitels. Als Zusammenfassung wird am Schluss dieses Kapitels eine ausführliche Übersicht aller wichtigen Zustandsgrössen für «normale» Sterne gegeben, wie Leuchtkraft L, Masse M, Radius R usw. Der Leser findet gleichzeitig auch die Angabe der mittleren Rotationsgeschwindigkeit v_{rot} für Sterne verschiedenen Spektraltyps der Leuchtkraftklassen I, III und V. *Veränderliche* und *besondere Sterne* werden im 2. Kapitel besprochen. Es geht um jene Sterne, die sich nicht in die allgemeinen Klassifikationssysteme einordnen lassen. Hierzu gehört insbesondere die Vielzahl jener Sterne, bei denen eine oder mehrere Zustandsgrössen zeitlich veränderlich sind. Während im 1. Kapitel die Sonne als Stern behandelt wird, kann beim Thema des 3. Kapitels die Nähe der Sonne bezüglich unserer Erde ausgenützt werden. Diese Tatsache ermöglicht es nämlich, für die Sonne auch den Aufbau und die Vorgänge in den der Beobachtung zugänglichen äusseren Schichten in allen Einzelheiten zu studieren: die Sonnenatmosphäre und die Sonnenaktivität in diesen Bereichen. *Strahlung, Energie und Zustand stellarer Materie* stehen im 4. Kapitel zur Diskussion. Da Mechanismen der Energiegewinnung und des Strahlungstransportes sowie gewisse thermodynamische Begriffe die physikalische Grundlage für jegliche quantitative Deutung der astrophysikalischen Beob-

achtungsergebnisse bedeuten, werden auch Grundbegriffe aus der Strahlungstheorie und die Zustandsgleichungen von Gasen (Themen aus der «Theoretischen Physik») repetiert. Das Kapitel 4 endet mit einigen recht nützlichen Betrachtungen zum Thema «Thermische Kernreaktionen und Wirkungsquerschnitte». Bekanntlich sind *Sternatmosphären* diejenigen äusseren Schichten der Sterne, aus denen unmittelbar Strahlung in den Weltraum treten kann. Das Ziel der Theorie der Sternatmosphären liegt darin, durch quantitative Deutung der beobachteten Sternspektren Aussagen über den physikalischen Aufbau der betreffenden Sternatmosphären zu gewinnen. Auf Theorien der Linienspektren der Sterne (im groben), auf Modelle von Sternen im Strahlungsgleichgewicht u. a. wird im 5. Kapitel ausführlich eingegangen. Dabei werden bei der Betrachtung vielfach inzwischen bereits bewährte Wege eingeschlagen, so dass der Leser nach dem Studium des Buches ein gutes Rüstzeug in Händen haben und sich dann anschliessend auch in der entsprechenden Fachliteratur zurecht finden wird. Das letzte, 6. Kapitel ist dem *inneren Aufbau und der Entwicklung von Sternen* gewidmet. Im Anhang befinden sich Zusammenstellungen über wichtige physikalische und astronomische Konstanten, über ergänzende und weiterführende Literatur, ein Quellennachweis zu den Tabellen und Abbildungen sowie ein Register. Vom Inhalt her gesehen dürfte das Werk in erster Linie den Studenten der Astronomie sowie den Naturwissenschaftern verwandter Interessengebiete von Nutzen sein. Das Buch ist in jeder Hinsicht zu empfehlen! D. WIEDEMANN

Supernovae and Supernova Remnants. Herausgegeben von CHRISTIANO BATALLI COSMOVICI. *Astrophysics and Space Science Library*, Band 45. D. Reidel Pub. Company, Dordrecht-Holland 1974. 387 Seiten, illustriert. Es kann vorkommen, dass ein fleissiger Beobachter des Sternenhimmels plötzlich einen «neuen» Stern entdeckt. Das Erscheinen eines solchen «neuen» Sterns bedeutet, dass unerwartet ein Stern aufleuchtet, der nie zuvor weder von Auge noch im Fernrohr zu sehen war. Man weiss heute, dass dann die Helligkeit eines ursprünglich recht schwachen Sterns innert kurzer Zeit um einige Grössenklassen zugenommen hat. In solchen Fällen redet man von einem «*Nova*»-Ausbruch. Zeichnet man die *Lichtkurve* eines solchen Sterns – d. h. ein Diagramm mit den zu verschiedenen Zeiten gemessenen Helligkeiten als Ordinatenwerte und den zugehörigen Zeiten als Abszissenwerte –, so währt im Normalfall der Zustand solch grosser Helligkeit nur einige Tage. Innerhalb einer Anzahl Jahre bis Jahrzehnte fällt die Kurve dann in der Regel wieder auf den ursprünglichen Wert ab. Das vorliegende Buch ist nun einer Sonderklasse der *Novae* gewidmet, den *Supernovae*. Wie der Name *Supernova* sagt, handelt es sich hier um eine Übersteigerung des *Nova*-Begriffs. Der wesentliche Unterschied ist die grössere absolute Helligkeit, die bei Supernovae zwischen $-14M$ bis $-21M$ ($\triangle M \simeq 20$) liegt. Im Mittel wird beim *Supernova*-Ausbruch etwa das 10^4-fache der Helligkeit einer normalen *Nova* erreicht. Die *Supernova*-Forschung hat in den letzten zehn Jahren einen enormen Aufschwung genommen. Ein Beweis dafür ist der Erfolg des Symposiums in *Lecce*, Italien, das vom 7.–11. Mai 1973 stattgefunden hat, und an dem über 100 Wissenschafter aus 18 Ländern teilgenommen haben. Im vorliegenden Buch sind die wichtigsten Referate abgedruckt. Das Buch beginnt mit einem einführenden Beitrag «Review of the Research on Supernovae» vom inzwischen verstorbenen Schweizer Astronomen und Morphologisten F. ZWICKY. Das Kapitel I ist den Methoden und den in der letzten Zeit erzielten Resultate der *Supernovae*-Überwachung gewidmet. In den Kapiteln II und III geht es um photometrische und spektrale Studien der Supernovae. «Statistik der *Supernovae*» ist das Thema des Kapitels IV. Einem allgemein gehaltenen Referat von G. A. TAMMANN, Basel, folgen statistische Betrachtungen zu den *Supernova*-Typen I und II sowie zu ihrer räumlichen Verteilung. Um das Problem der *Supernova*-Überreste geht es im V. Teil des Buches: Bei der Explosion einer *Supernova* wird ein grosser Teil der Sternmaterie in alle Richtungen zerstreut. Diese Teile gelten als *Supernova*-Überreste, die man aufgrund ihrer besonderen Strahlung, die sich im optischen wie Radio- und RÖNTGENgebiet als eine sogenannte Synchrotronstrahlung zeigen muss, glaubt feststellen zu können. 1964 wurde der Krebsnebel als erste Quelle kosmischer RÖNTGENstrahlung entdeckt und als *Supernova*-Überrest identifiziert. Inzwischen hat man für andere *Supernova*-Objekte analoge Befunde gemacht. Während es anlässlich eines ersten Symposiums über *Supernova*-Forschung im Jahre 1963 noch in erster Linie um Aspekte der Beobachtung ging, waren in Lecce, 1973, die *Theorien der Supernovae* zu einem weiteren Schwerpunkt geworden. Viele Wissenschafter beschäftigen sich heute mit der theoretischen Deutung beziehungsweise Erklärung der *Supernova*-Phänomene. Einige interessante Ergebnisse sind im Kapitel VI dargestellt. Doch auch L. WOLTJER weist in seinen Schlussbemerkungen darauf hin, dass trotz der Fortschritte im Grunde die Theorie der *Supernova*-Ausbrüche und ihre Beziehung zur Sternentwicklung noch sehr wenig verstanden ist.
D. WIEDEMANN

Herder-Lexikon *Weltraumphysik*, bearbeitet von UDO BECKER. 240 Seiten, über 2300 Stichwörter, über 550 Abbildungen und Tabellen. In Plastikumschlag Fr. 23.40. Herder-Verlag Freiburg i. Br., Basel und Wien, 1975. Um es vorweg zu nehmen: Dieses kleine, im Format 11.5 × 20 cm herausgegebene Büchlein hat es in sich! Bei vorzüglichem Druck auf sehr gutem Papier sind Text und Abbildungen zumeist tadellos. Die Reichhaltigkeit des Inhalts ist erstaunlich. Die Erklärungen der Begriffe (mit Betonungsangaben und Hinweisen auf Verwandtes) sind naturgemäss knapp gehalten, aber doch sehr präzis; stets wird das Wesentliche hervorgehoben. Im Vergleich mit grösseren fachlichen Lexika, deren Text- und Bildanordnungen offenbar Vorbild waren, schneidet das vorliegende kleine Lexikon durch seine Prägnanz in Text und Bild sehr gut ab, zumal die beigegebenen Abbildungen, die von sehr guten graphischen Darstellungen bis zu neuesten Raumsonden-Aufnahmen reichen, auch sauber gedruckt sind. – Beim Umfang dieses kleinen Werkes darf man indessen nicht erwarten, dass der jeweilige Stichwort-Gegenstand vollständig behandelt ist, und es mag vielleicht vermisst werden, dass das Suchen nach mehr Information in der Literatur dem Leser überlassen bleibt. Es wäre deshalb für eine zweite Auflage, die sicher bald erforderlich werden dürfte, wünschenswert, den Stichworterklärungen Literaturzitate beizufügen, die ja nur wenig Platz benötigen. Die Quellenhinweise am Schluss des Büchleins sind kein guter Ersatz dafür. Natürlich gibt es bei einem derartigen kleinen Werk, das Wissen in konzentrierter Form zu übermitteln hat, stets da und dort kleine Möglichkeiten zu weiteren Verbesserungen. So ist dem Rezensenten aufgefallen, dass beim Koronographen (S. 106) eine dem tatsächlichen Strahlenverlauf besser entsprechende Zeichnung wünschenswert wäre. Allgemeiner: Über die astronomische Optik (Spiegelsysteme und Okulare) dürfte in Text und Bild etwas ausführlicher berichtet werden. Beim Begriff der Sternzeit (S. 212) sollte deren Relation zur Weltzeit angegeben werden. Bei den Fernrohrmontierungen (S. 138) wird eine Zeichnung der bei Grossteleskopen üblichen Hufeisenmontierung nach PORTER vermisst. Die Abbildungen der Minimum- und Maximum-Sonnenkorona (S. 200) sollten gegen charakteristischere ausgewechselt werden, welche die Unterschiede deutlicher zeigen und für die Sonnenuhren sollte ein Bildbeispiel gebracht werden, das die Zeitgleichung berücksichtigt und daher stets wahre Ortszeit angibt. Diese kleine Auswahl kritischer Anmerkungen tut indessen dem sonst vorzüglich gelungenen Versuch eines handlichen, kleinen Lexikons nur wenig Abbruch. Es ist im Gegenteil erfreulich, dass nun ein solches kleines Werk vorliegt, das nicht nur dem (angehenden) Sternfreund, sondern jedem an der Weltraumphysik Interessierten als Nachschlagewerk für ihm noch neue Begriffe einen ausgezeichneten ersten Dienst leisten kann – besonders bezüglich der wichtigsten Himmelsdaten – und das ihm deshalb wärmstens empfohlen werden kann. E. WIEDEMANN

FRED HOYLE, Highlights in Astronomy. W. H. Freeman and Co., Ltd., 1975. Reading, England. 179 Seiten, 149 Bilder, davon 136 in Farbe. £ 5.50. Es sei vorweggenommen, dass es der Autor an Hand dieses relativ kleinen, aber vorzüglich abgefassten «astronomischen Bilderbuches mit Text» ausgezeichnet versteht, den gebildeten Laien und erst recht den Astroamateur

mit dem gegenwärtigen Stand der astronomischen Forschung bekannt zu machen. In 8 Kapiteln über die Erde, unser Planetensystem, die Planeten, die Sonne, die Kometen, die Fixsterne, das Leben im Universum und die Galaxien fasst er jeweils kurz und bestens illustriert das Wichtigste zusammen. Am Ende des Buches werden zu jedem der 8 Kapitel Fragen zum Nachdenken gestellt und Diskussionsthemen angeregt. Ein Inhaltsverzeichnis erleichtert das Auffinden spezieller Objekte und Themen. – Im *ersten Kapitel* über die Erde wird diese selbstverständlich aus Astronauten-Sicht gezeigt, aber nicht vergessen, ihre geologische Entwicklung (Trennung der Kontinente) und die Entwicklung ihrer Populationen zu beschreiben. Eine Erklärung des Himmelsblaus und des Abendrots beschliesst dieses Kapitel. Im *zweiten Kapitel* wird relativ kurz und ohne Vorgeschichte auf KOPERNIKUS' und KEPLERS Arbeiten eingegangen, worauf im *dritten Kapitel* die Planeten besprochen werden. Hierbei wird zunächst den neuen Merkur-Aufnahmen eine Serie von Mond-Aufnahmen entgegengestellt, um die Oberflächen-Ähnlichkeiten beider zu dokumentieren. Dann folgen Venus und Mars mit neuen Bildern, wie sie die NASA-Sonden aufgenommen haben. Von Jupiter werden die beiden besten Aufnahmen von Pioneer 10 und 11 in Farbe gebracht, während Saturn durch eine (ebenfalls in Farben) erhaltene Aufnahme per Teleskop aus dem Jahr 1973 mit grösster Ringöffnung vertreten ist. Uranus und Neptun sind in speziellen Aufnahmen der LICK-Sternwarte mit drei bzw. einem ihrer Monde wiedergegeben. Das *vierte Kapitel* über die Sonne beginnt mit einem Grössenvergleich der Sonne und ihrer Planeten, dann folgt GALILEI als Entdecker der Sonnenflecken (was historisch nicht richtig ist), dann folgen Bilder der Sonne in Hα - und CaK-Licht und schliesslich wird das bekannte Bild der Sonnenkorona der totalen Finsternis von 1973 gezeigt, wozu das Entstehen von Sonnenfinsternissen erläutert wird. Darüber hinaus wird eine Röntgenstrahlen-Aufnahme der Sonne (in Farbe), eine Riesen-Protuberanz und eine Eruption gezeigt. Eine schematische Darstellung des Aufbaus der Sonne beschliesst dieses Kapitel. Das *fünfte Kapitel* «Kometen und Meteore» wird mit einem Bild des Meteorkraters von Arizona eröffnet, dann folgen Bilder der Kometen AREND-ROLAND (1957) und MRKOS (ebenfalls 1957), sowie Darstellungen der Schweiflage und der Bahnen (kurzperiodischer) Kometen, denen noch eine schöne Aufnahme des HALLEYschen Kometen beigefügt ist. Leider wird in diesem Kapitel nicht auf den Ursprung der Kometen und ihre Bahnbeeinflussungen durch Jupiter eingegangen. Das *sechste Kapitel* beginnt mit einer Darstellung und Aufzählung der Sternbilder. Als «Geburtsstätte» von Fixsternen wird beispielhaft der Orion-Nebel gezeigt. Farbbilder des Rosetten-Nebels und des Pferdekopf-Nebels sind farblich nicht gut; besser, aber auch nicht so gut wie in dieser Zeitschrift, werden die Plejaden in Farbe wiedergegeben. Die Bilder je eines Kugelsternhaufens und eines offenen Sternhaufens (M 67) vervollständigen die Bildauswahl dieses Kapitels. Als Beispiel einer Galaxie wird der Andromeda-Nebel in Farbe gezeigt, doch trifft auch diese Farbaufnahme die wirklichen Verhältnisse nicht ganz. Als Riesenstern wird Beteigeuze (α Orionis) erklärt. Schade, dass zusammen damit nicht dessen kürzlich aufgenommene Oberfläche abgebildet wird, wie sie mit dem im ersten Bild des Buches gezeigten 4 m-Teleskop auf Kitt Peak erhalten werden konnte. Nach einer kurzen Darstellung des Pulsationsvorgangs bei Cepheiden geht der Autor auf Novae und Supernovae ein, deren Überreste durch Aufnahmen von NGC 7293 und NGC 6720 (Ringnebel in der Leier, in Farbe) und schliesslich des Crab-Nebels (ebenfalls in Farbe) illustriert werden. Eine kurze Erklärung der weissen Zwerge, der Neutronensterne und Pulsare (im Crab-Nebel nachgewiesen) beschliesst dieses Kapitel. Das *siebente Kapitel* über das Leben im Universum, das relativ kurz gehalten ist, geht auf den radioteleskopischen Nachweis einfacher chemischer Verbindungen im Weltraum ein und zeigt als mögliche Entstehungsräume solcher Verbindungen den Trifid-Nebel (in Farbe, Farbwiedergabe wie in den vorgenannten Farbbildern nicht gut) und den Lagunen-Nebel im Schützen. Im letzten, *achten Kapitel* werden als erste Beispiele von Galaxien M 33 und die beiden MAGELLANschen Wolken (die kleine von beiden in Farbe) gezeigt; als weitere Beispiele folgen dann M 51 und M 101 (beide auffallend schlecht wiedergegeben), sowie M 104, M 81 und NGC 4565 (Wiedergabe mässig gut). In weiteren Bildern werden Galaxie-Haufen (in Coma Berenices, Herkules, Corona Borealis und Hydra) gezeigt, sowie deren Verteilung am Himmelsgewölbe erörtert. Eine instruktive Folge von 13 Bildern stellt dann die Entwicklung von Galaxien dar. Gut ist es, dass diesem Kapitel auch Beispiele besonderer Galaxien beigefügt sind, von denen an dieser Stelle nur die Galaxien abwegiger Formen, der M 87-Jet, und als Radio-Galaxie Cygnus A erwähnt seien. Schliesslich wird darauf hingewiesen, wie weit wir mit Teleskopen «zurückblicken» können, und wie klein der auf diese Weise erfassbare Bereich ist. – Ein schönes, sachlich gutes und zumeist recht gut illustriertes Buch, dem insbesondere bei Sternfreunden eine grosse Verbreitung zu wünschen ist, für die es ja geschrieben wurde. E. WIEDEMANN

HEINZ SCHUMACHER, *Sonnenuhren*, eine Anleitung für Handwerk und Liebhaber. Gestaltung, Konstruktion, Ausführung. Verlag Georg D. W. Callwey, München, 1973. 182 Seiten mit 185 Abbildungen und 117 Zeichnungen. SFr. 72.50. Der gut ausgestattete Quartformatband wurde als Unterrichtsmaterial für die Freiburger (i. Br.) Meisterschule für Bildhauer geschaffen. Einleitend werden die historischen Sonnenuhren in ihrer mannigfaltigsten Ausgestaltungen mit Schattenwerfer aller Arten durch Skizzen und im Bilde vorgestellt. Bei den Anleitungen zur Konstruktion der üblichen Zifferblätter für wahre Ortszeit wird auf Modelle und mancherlei technische Erleichterungen hingewiesen, so dass auch Handwerker und Laien praktisch darnach arbeiten können. Die Methode des Einvisieren oder Ersehen der Zifferblätter eröffnet vor allem dem Bildhauer jede Freiheit plastischen Gestaltens. Die Zifferblattfläche kann dabei gewölbt oder wellig sein. Mit einer Fokus-Taschenlampe lassen sich die Stundenlinien direkt auf die Fläche einleuchten. Es werden Sonnenuhren auch nach wahrer und mittlerer Zonenzeit konstruiert und Zifferblätter gezeichnet, die den Mittag für Städte rund um die Erde ablesen lassen. Obschon gewisse Zeitbegriffe nicht immer so gebraucht werden, wie sie der Astronom anwendet, so werden die Konstruktionen, wenn die Anweisungen im Buche befolgt werden, doch richtig. In einem kleinen Fachwortlexikon werden die Begriffe genau umrissen. Das Zeitgleichungsvorzeichen wird zwar noch angegeben, wie es schon vor 1933 üblich war. – Vom Mitarbeiter ADOLF PEITZ werden die Zifferblattprobleme mathematisch gelöst und auch die analematischen Sonnenuhren behandelt. Eine Sammlung von Sinnsprüchen runden das empfehlenswerte Buch zur Gestaltung von Sonnenuhren ab.

WILLIAM BRUNNER-BOSSHARD

Inhaltsverzeichnis – Sommaire – Sommario

M. LAMMERER und H. TREUTNER: Das MAYALL 4 m-Teleskop auf Kitt Peak 99
E. I. ROBSON: Quelle est l'origine de l'Univers? 103
H. MÜLLER: Das amerikanische Projekt «Viking» 104
R. FEHRENBACH: Das Planetarium Freiburg i. Br. 112
J. G. GROWTHER: 300 Jahre Sternwarte Greenwich 114
*** Erinnerungen an ROBERT A. NAEF: 118
H.-U. FUCHS: Messung der Lichtgeschwindigkeit nach OLE ROEMER (Nachtrag) 120
Redaktion: 14-jähriger Schüler entdeckt neuen Kometen 123
Varia 123–125
Bibliographien 126–128
Sternkarte August-September 132

Umständehalber zu verkaufen, fabrikneue

CASSEGRAIN-NEWTON OPTIK

⌀ 500 mm, Öffnungsverhältnis 1:5 und 1:20

bestehend aus: 1 Parabolspiegel ⌀ 500 mm mit zentralem Loch, 1 konvexer Hyperbolspiegel, 1 elliptischer Planspiegel und 1 Okularstutzen dazu. Alle Spiegel aus DURAN-Glas und garantiert auf mind. 1/10 Wellenlänge genau geschliffen.

PREIS: statt Fr. 9 850.—
nur Fr. 8 150.—

Ch. Stachon, Jungfraublickallee 5, 3800 Matten b. I.
036 / 22 14 51 Mo—Fr 14—18 Uhr.

Zu verkaufen:

1 Montierung mit Rohrsäulenstativ

Achsen ⌀ 40 mm, Feintriebe, Synchronmotor, Teilkreise, Gegengewicht, geeignet für Spiegelteleskope. 2 Jahre alt, wenig gebraucht. Richtpreis: Fr. 1800.—

Walter Meier
Hinterrein 209
5235 Rüfenach AG
(056) 98 23 90

Zu verkaufen

Parabolspiegel 25 cm ⌀
Brennweite 190 cm

Hermann Peter
Bühlstr. 296
8112 Otelfingen

Hier überall finden Sie zufriedene Besitzer eines Celestron-Teleskops!

Auf Wunsch geben wir Ihnen gerne die Anschriften, damit Sie — nach Voranmeldung — eine Besichtigung vereinbaren können. Das ist allen Celestron-Teleskopen gemeinsam:

1. **das moderne optische Schmidt-Cassegrain-System**
   brilliante Abbildung, grosses, flaches Gesichtsfeld, Fokussierbereich von wenigen Metern (Naturaufnahmen) bis Unendlich.
2. **kurze Bauweise und geringes Gewicht**
   problemloses Verbringen an einen geeigneten Beobachtungsort, deshalb ideal für Urlaub und Reise, trotzdem standfeste Montierung.
3. **Umfassendes Zubehör**
   wie Vorrichtungen für Astrofotografie, Schmidt-Kameras, Tiefkühl-Kameras, Sonnenfilter, Bildaufrichter und Einbausäulen.

Farbkatalog und Unterlagen durch Treugesell-Verlag Dr. Vehrenberg, D-4000 Düsseldorf 14, Postfach 14 0165

Spiegel-Teleskope

für astronomische und terrestrische Beobachtungen

Typen:

* **Maksutow**
* **Newton**
* **Cassegrain**
* **Spezialausführungen**

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

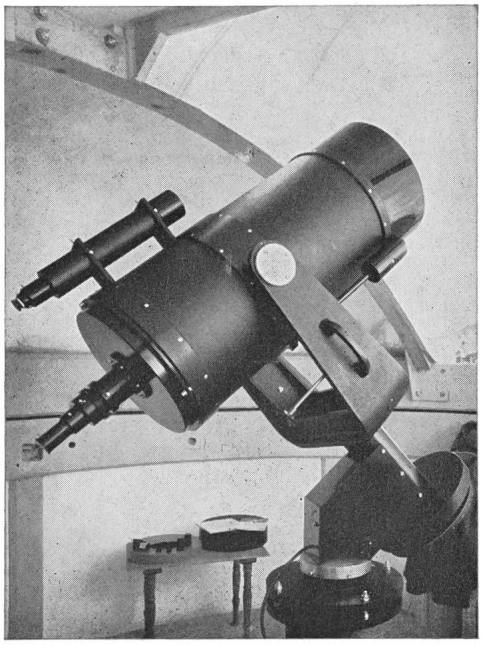
Günstige Preise, da direkt vom Hersteller:

E. Popp
TELE-OPTIK * 8731 Ricken

Haus Regula Tel. (055) 72 16 25

Beratung und Vorführung gerne und unverbindlich!

Maksutow-Teleskop 300/4800



Royal

Präzisions-Teleskope

Sehr gepflegte japanische Fabrikation

Refraktoren mit Objektiven von 60—112 mm Öffnung

Reflektoren mit Spiegeln von 84—250 mm Öffnung

Grosse Auswahl von Einzel- **und Zubehörteilen**

Verkauf bei allen Optikern

Generalvertretung, **GERN,** Optique, Neuchâtel

TELESKOP SPIEGEL

ab Lager!

Parabolspiegel: 150 mm F/8; 200 mm F/7; 250 mm F/5,6.
Cassegrain-Optiken: 250 mm 1:5,6:24;
Cassegrain-Teleskope: 200 mm 1:4:11:30;
E. Aeppli, Glattbogen 63
8050 Zürich. 01/40 27 11

Zu verkaufen:

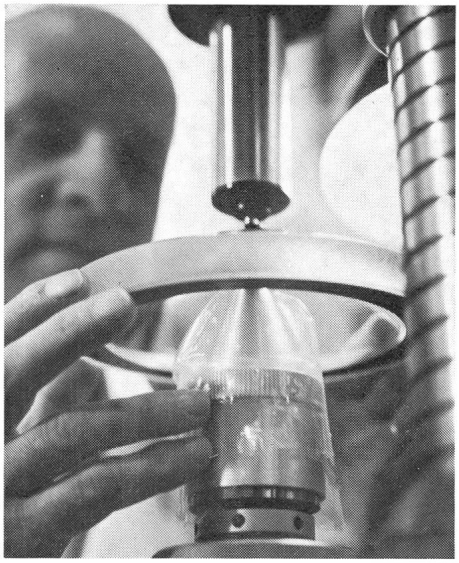
1 Refraktor (Reinfelder und Hertel München), Öffnung 162 mm mit Feinbewegung in Deklination, Uhrwerknachführung in Rektaszension, auf starkem Säulenstativ, ausgesprochenes Liebhaberinstrument.

1 Objektiv 160 mm gefasst, 1 Objektiv 80 mm gefasst f = 500 mm, 1 Sucherfernrohr 50 mm, 2 Fernrohre auch für terrestrische Beobachtungen geeignet 75 mm und 40 mm Öffnung, 1 Bader-Planetarium.

Preise nach Vereinbarung.

Frau Naef,
Haus «Orion»,
Auf der Platte,
8706 Meilen.

Wenn es um Toleranzen geht, werden wir intolerant.



Wir gelten in aller Welt als Präzisionsspezialisten. Diesen Ruf verdanken wir zu einem guten Teil unserer Intoleranz gegenüber Fabrikationstoleranzen. Denn ein Millimeter ist bei uns auch ein Millimeter – auf 0,0001 mm genau. Und eine Winkelsekunde ist bei uns auch eine Winkelsekunde – auf kleinste Bruchteile genau. Unsere Optiker, Feinmechaniker und unsere Elektronik-Spezialisten bearbeiten Glas und Metall mit den modernsten Maschinen und nach spezifischen Verfahren. Jedes Instrument wird nach Montage und Justierung genauestens geprüft. Seine Belastbarkeit ermitteln wir in der frostigen Kältekammer oder im feuchtwarmen Wärmeschrank, im Regen-, Staub- und Schütteltest.

Unsere Instrumente gelten als präzis. Weil sie mit höchster Genauigkeit messen. Weil sie exakt abbilden. Weil wir solche Resultate innerhalb enger Toleranzen garantieren. Auch das hat beträchtlich zu unserem Ruf als Präzisionsspezialisten beigetragen. Diese Präzision ist charakteristisch für unsere Nivelliere, Theodolite und elektronischen Distanzmesser. Sie gilt ebenso für unsere Luftbildkammer und für unsere photogrammetrischen Auswertegeräte. Und sie ist Kennzeichen unserer Mikroskope und Stereomikroskope. Verwundert es da, dass viele Wissenschafter und Techniker in aller Welt ihre anspruchsvollen Aufgaben mit Wild-Instrumenten bewältigen.

WILD
HEERBRUGG

Wild Heerbrugg AG, 9435 Heerbrugg/SG, Tel. 071/703131

Astro-Bilderdienst der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft

Neuer Katalog vom April 1975

Bitte nur mit **Bestellschein/Preisliste April 75** bestellen. Neue Mengenrabatte, 5% Vorauszahlungsrabatt (in der Schweiz und im Ausland), 5% Rabatt für SAG-Mitglieder. Lieferung gegen Vorauszahlung oder gegen Rechnung, keine Nachnahmen mehr.

Verkaufsprogramm

15 Farbdiaserien, 2 Einzel-Farbdias (Komet Bennett), 84 Schwarz-Weiss-Aufnahmen als Foto 18x24 cm und 40x50 cm oder als Dia, 19 Farbfotos 24x30 cm und 30x40 cm, 7 Poster, 4 Broschüren, Planetarium, Postkarten.

NEU: Nasa-Zeiss Farbdiaserie

mit 24 Dias, ausgewählt aus den 17 bisherigen Nasa-Zeiss-Serien: Gemini 4, 7, 11, Apollo 8 (3 Dias), Apollo 9 (8 Dias), Apollo 11 (9 Dias).

7 Farb-Poster (Format 74x58 cm)

M 16 (Sternhaufen und Nebel), M 20 (Trifid-Nebel), M 31 (Andromeda-Galaxie), M 42 (Orion-Nebel), M 45 Plejaden, NGC 6992 (Schleier-Nebel), Erde von Apollo 11 aufgenommen.

NEUE Schwarz-Weiss-Aufnahmen

als Foto 18 × 24 cm und 40 × 50 cm oder als Dia: Mondaufgang, Sonnenfinsternis 1947: Minimum-Korona (z. T. bereits früher verkauft als Nr. 46), Sonnenfinsternis 1973: Übergangs-Korona, Sonnenfinsternis 1970: Maximum-Korona.

Nouveau catalogue d'avril 1975

Commandez s.v.p. avec le **bulletin de commande/prix courant d'avril 1975.**
Nouveaux rabais: rabais de quantité 5% pour paiement d'avance, 5% pour membres de la SAS. Livraison contre paiement d'avance ou contre facture, plus de remboursements.

Programm de vente

15 séries de dias en couleur, 2 dias de la comète Bennet, 84 images noir et blanc (photos 18x24 cm et 40x50 cm ou dias), 19 photos en couleur 24x30 cm et 30x40 cm, 7 posters, 4 brochures, planetarium, cartes postales.

NOUVEAU: Série de dias en couleur «Nasa-Zeiss»

avec 24 dias, sélectionnés des 17 séries de Nasa-Zeiss: Gemini 4, 7, 11; Apollo 8 (3 dias), Apollo 9 (8 dias), Apollo 11 (9 dias).

7 posters en couleur

M 16 (amas d'étoiles), M 20 (néb. Trifid), M 31 (galaxie Andromeda), M 42 (néb. Orion), M 45 (pleiades), NGC 6992 (néb. filamenteuse), la terre, photographiée d'Apollo 11.

NOUVELLES images en noir et blanc,

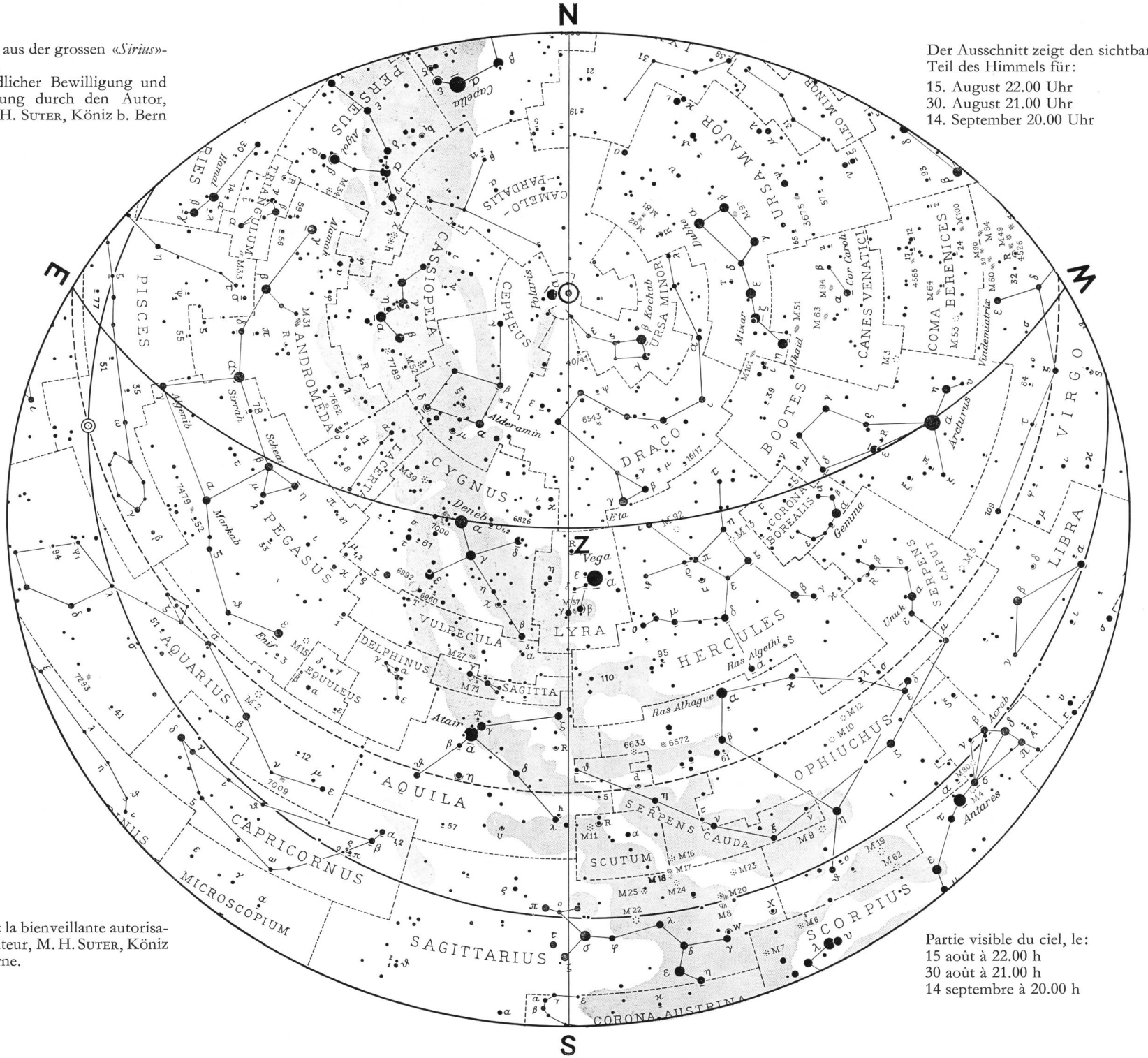
(photos 18 × 24 cm et 40 × 50 cm ou dias): lever de la lune, éclipse 1947: couronne minimale, éclipse 1973: couronne entre min. et max., éclipse 1970: couronne maximale.

Lieferfrist ca. 3 Wochen. Kataloge und Bestellscheine/Preislisten bei Astro-Bilderdienst SAG, Walter Staub, Meierriedstrasse 28 B, CH-3400 Burgdorf
Délai de livraison: env. 3 semaines. Catalogue et bulletin de commande/prix courant chez

Service de photographies de la Société Astronomique de Suisse

Ausschnitt aus der grossen «*Sirius*»-Sternkarte.
Mit freundlicher Bewilligung und Unterstützung durch den Autor, Dipl.-Ing. H. SUTER, Köniz b. Bern

Der Ausschnitt zeigt den sichtbaren Teil des Himmels für:
15. August 22.00 Uhr
30. August 21.00 Uhr
14. September 20.00 Uhr



Publié avec la bienveillante autorisation de l'auteur, M. H. SUTER, Köniz près de Berne.

Partie visible du ciel, le:
15 août à 22.00 h
30 août à 21.00 h
14 septembre à 20.00 h