

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 32 (1974)
Heft: 143

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

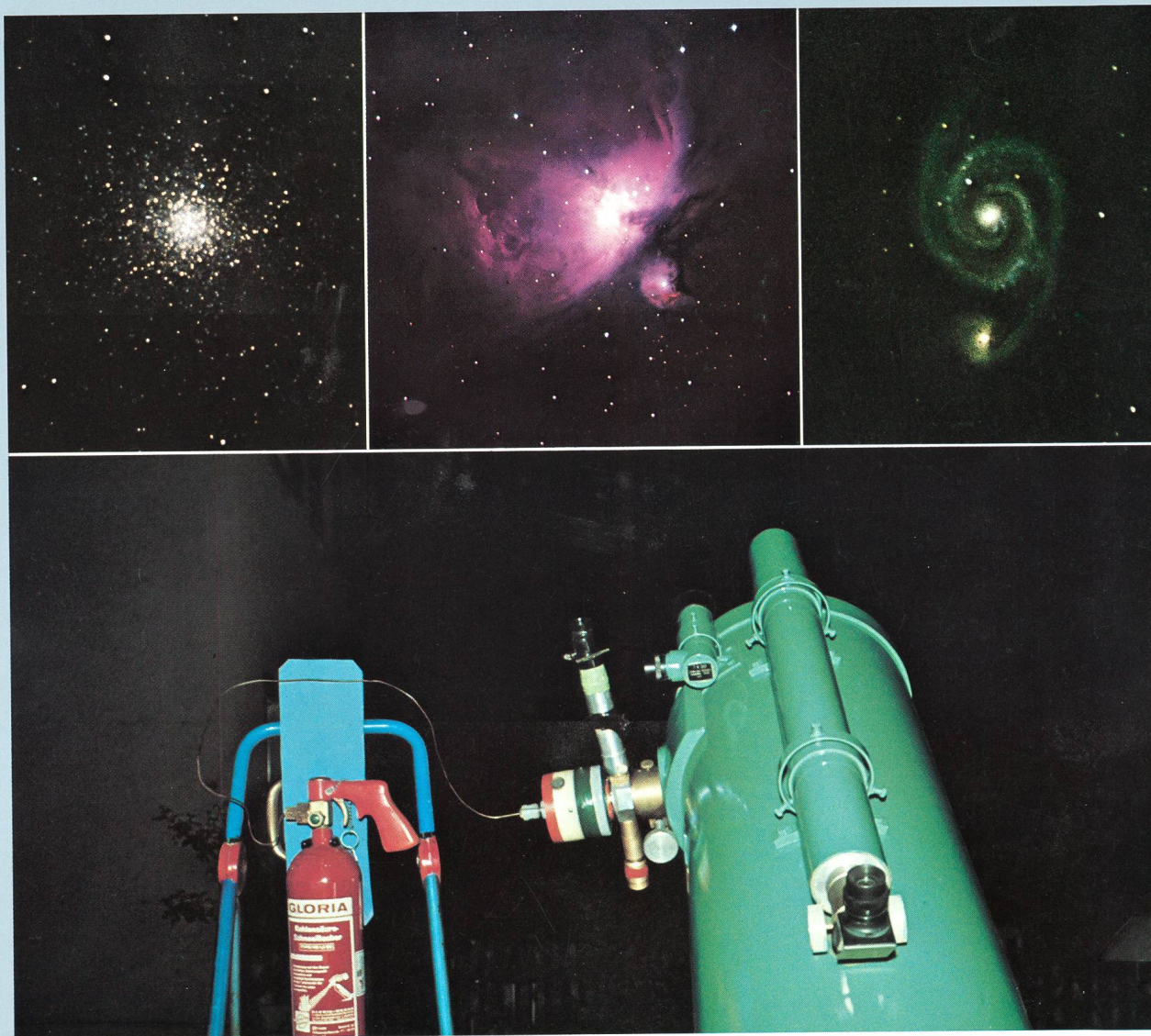
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media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

Download PDF: 26.07.2025

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

ORION

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



32. Jahrgang
32^e année

August
Août
1974

143

875

Das untere Teilbild zeigt das **Newton-Teleskop 300/1881 mm** von **M. Lammerer**, Lichtenfels. Am Okularstutzen befindet sich eine Offset-Guiding-Einrichtung zur exakten Nachführung des Teleskops und eine Tiefkühlkammer, mit der die oben abgebildeten Himmelsobjekte in Farben aufgenommen worden sind. Für den Gebrauch wird die Tiefkühlkammer evakuiert und mit flüssigem Kohlendioxyd gekühlt, das aus dem daneben abgebildeten Kohlen-säure-Feuerlöscher zugeführt wird. Auf diese Weise wurden auf Kodak High Speed Ektachrome-Film u. a. die folgenden Astrofotografien erhalten: *Oben links*: M 13, Kugelsternhaufen im Herkules am 12. 4. 74 mit 30 Min. Belichtungszeit, *Oben Mitte*: M 42, Orion-Nebel am 12. 1. 74 mit 25 Min. Belichtungszeit, und *Oben rechts*: M 51, Spiralnebel in den Jagdhunden am 13. 4. 74 mit 60 Min. Belichtungszeit. Die neuartige Tiefkühlkammer und das Arbeiten damit werden vom Autor auf S. 143 ff. des näheren beschrieben.

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 einem Redaktionskomitee, dem z. Zt. die Herren Dr. h. c. **Hans Rohr**, Vordergasse 57, CH 8200 Schaffhausen und **R. A. Naef**, «Orion» Auf der Platte, CH 8706 Meilen angehören. Gegebenenfalls steht der Redaktion auch die Mitwirkung der schweizerischen Astronomie-Dozenten zur Verfügung. Redaktionsschluss: 6 Wochen vor Erscheinen der betr. Nummer.

Inserataufträge sind ebenfalls an die Redaktion zu richten. Zur Zeit gilt Insertionstarif No. 5. 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 mindestens 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 *Kollektivmitgliedern* an den Sektionskassier, von *Einzelmitgliedern* 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. 37.–, Ausland SFr. 43.–. Auf Grund eines Beschlusses der Generalversammlung der SAG sind die Jahresbeiträge pro 1975 der allgemeinen Teuerung anzupassen. Sie betragen dann: Schweiz: Fr. 42.–, Ausland SFr. 48.–. 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. Manuskripts, 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, écarter ou renvoyer les articles qui ne conviennent pas. Pour ses décisions, la rédaction dispose de l'assistance d'un comité de rédaction se composant pour l'instant de MM.: Dr. h. c. **Hans Rohr**, Vordergasse 57, CH 8200 Schaffhouse et **R. A. Naef**, «Orion» Auf der Platte, CH 8706 Meilen. 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 parution du numéro du mois suivant.

Publicité: S'adresser à la rédaction. Tarif valable: No 5. Agences: provision de 20%.

Copyright: SAG – SAS. Tous droits réservés.

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

Clichés: Steiner & Co., 4003 Bâle.

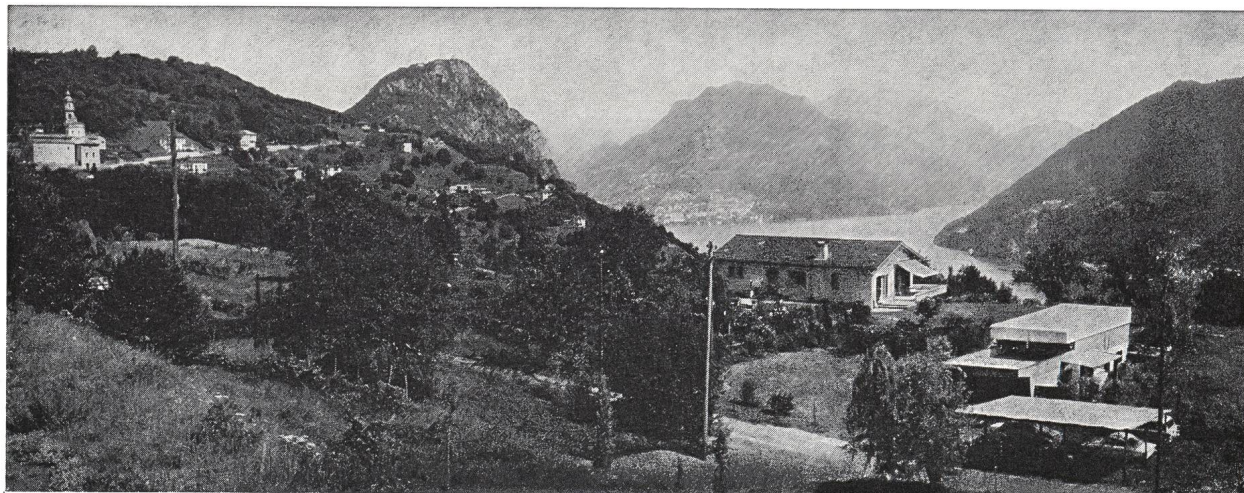
Secrétariat général de la SAS: **Werner Lüthi**, Hohengasse 23, CH 3400 Berthoud. Prière d'adresser les demandes d'inscription et les changements d'adresses soit au secrétariat général ou à une des 22 sections de la SAS.

Service de la SAS: Les membres de la SAS reçoivent le bulletin **ORION**, qui paraît 6 fois par an (au moins 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. 37.–, Etranger FrS. 43.–. 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. 42.– pour la Suisse et à FrS. 48.– 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: für die Kurse und Veranstaltungen im Jahre 1974:

- | | |
|-------------------|---|
| 30. Sept.—5. Okt. | Elementarer Einführungskurs in die Astronomie |
| 7.—12. Oktober | Elementarer Einführungskurs in die Astronomie für Lehrkräfte.
Leitung: Herr Dr. M. Howald, naturwissenschaftliches Gymnasium Basel. |

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

Astrofarbfotografie nach dem Tiefkühlverfahren

VON MAX LAMMERER, Lichtenfels

Die Farbfotografie lichtschwacher Himmelsobjekte ist in den letzten Jahren immer mehr zu einer Domäne der Amateure geworden. Das liegt zum Teil daran, dass die professionelle Astronomie nur wenig Interesse an Farbaufnahmen zeigt – für sie gibt es andere Farbsysteme – und zum anderen Teil daran, dass Amateure einzig aus Freude am schönen Bild grosse Anstrengungen unternehmen, und sich dabei Techniken bedienen, die doch nicht jedem zugänglich sind.

Farbaufnahmen von Nebeln und Sternhaufen sind keine einfache Sache, gleichgültig welches Verfahren man dabei verwendet. So schreibt E. KREIMER, Altmeister der Tiefkühltechnik unter den Amateuren in Amerika: «Astrofotografie lichtschwacher Objekte erfordert ein gerüttelt Mass an technischem Verständnis, Geduld und Übung, jedoch wird der Amateur oft für die Zeit, die er dabei verbringt, durch erstaunliche Resultate belohnt»¹⁾. In diesem Zusammenhang sei auch Dr. WIEDEMANN zitiert, der schreibt: «Es muss darauf hingewiesen werden, dass die Schwierigkeiten der Astro-Farbfotografie erst bei Objekten beginnen, die lichtschwach sind und daher lange Belichtungszeiten erfordern»²⁾.

Um zu Farbaufnahmen lichtschwacher stellarer Objekte zu kommen, kann sich der Amateur mehrerer Methoden bedienen. Das einfachste ist es, einen hochempfindlichen Farbfilm, z. B. Anscochrome 500 27 DIN, in Verbindung mit einem lichtstarken Teleskopobjektiv zu belichten. Man erhält hierbei sehr schöne Aufnahmen von Sternfeldern. Ungekühlter Farbfilm eignet sich jedoch nicht für Langzeit-Aufnahmen im Fokus eines NEWTON-Teleskops, weil die SCHWARZSCHILDEffekte der Farbfilm-Schichten dann deutliche Grenzen setzen, und sich bei längeren Belichtungszeiten ein Farbstich des Films kaum vermeiden lässt.

Eine hervorragende Methode für Astrofarbaufnahmen ist das Dreifarben-Auszugsverfahren, um das sich besonders Dr. E. BRODKORB angenommen hat³⁾. Dieses Verfahren hat zu sehr guten Ergebnissen geführt. Allerdings ist es recht aufwendig. Für ein Bild werden drei Aufnahmen des Objekts in verschiedenen Spektralbereichen benötigt und die labortechnische Auswertung dürfte dem Amateur kaum möglich sein.

Für den Amateur bietet sich deshalb das Tiefkühlverfahren als Ausweg an. Dieses Verfahren wurde in den Jahren 1960/61 von ARTHUR A. HOAG und seinen Mitarbeitern am U. S. Naval Observatory in Flagstaff, Arizona, angegeben und eingehend erprobt⁴⁾. Als Aufnahmegerät diente damals ein RITCHY-CRÉTIEN-System mit 1 m Spiegeldurchmesser und einer relativen Öffnung von 1:6,8. Viele der heute publizierten Farbaufnahmen in Zeitschriften und Astro-Bildbänden sind Aufnahmen, die mit diesem Teleskop gemacht wurden.

Recht bald begannen sich die Amateure – A. A. HOAG war früher selbst Amateur – für das Tiefkühlverfahren zu interessieren. In Amerika war es E. KREIMER, Prescott, Arizona, der in der Zeitschrift «Sky and Telescope» hervorragende Farbaufnahmen publiziert hat, die er mit seinem 32 cm 1:7 NEWTON-Reflektor in Verbindung mit einer Tiefkühlkamera gewonnen hatte. In der Schweiz hat sich vor allem H. EGGLING mit Problemen der Farbfotografie in Verbindung mit der Tiefkühltechnik beschäftigt⁵⁾.

Das Tiefkühlverfahren in der Astrofotografie geht auf eine Zufallsentdeckung zurück. Viele Amateure haben die Erfahrung gemacht, dass Langzeitaufnahmen in kalten Winternächten bei gleicher Belichtungszeit mit demselben optischen System mindestens 1 Sterngrössenklasse mehr zeigen als Aufnahmen in warmen Sommernächten. – Das ist eine Folge der Temperaturabhängigkeit des SCHWARZSCHILDEffektes des Aufnahmefilms.

Es ist eine bekannte Tatsache, dass bei der Verwendung handelsüblicher Filme für Langzeitaufnahmen die Empfindlichkeit mit wachsender Belichtungszeit immer mehr abnimmt. Eine Verlängerung der Belichtungszeit bringt nur eine geringfügig stärkere Deckung der Aufnahme. Dieses Phänomen, weithin als «reciprocity failure effect» oder SCHWARZSCHILDEffekt bezeichnet, kann nun durch Verwendung spezieller Astro-Emulsionen (Kodak Spectroscopic Films) oder durch Tiefkühlung des Films auf –60 bis –80°C überwunden werden. Einen Astro-Farbfilm mit entsprechend niedrigem SCHWARZSCHILDEffekt gibt es jedoch bis heute nicht, so dass sich für Farbaufnahmen nur das Tiefkühlverfahren anbietet.

Die Tiefkühlkamera

Für meinen auf der Titelseite dieses Heftes gezeigten NEWTON 300/1881 habe ich in etwa 2-jähriger Arbeit eine Tiefkühlkamera entwickelt und gebaut. Diese Kamera kann in Verbindung mit meiner früher in dieser Zeitschrift publizierten Offset-Guiding-Einrichtung verwendet werden, so dass für die exakte Nachführung des Teleskops während der Aufnahme kein Leitrohr erforderlich ist⁶⁾.

Die Kamera besteht in der Hauptsache aus 2 Teilen, dem *Tiefkühlteil* und dem *Vakuumteil*. Wie die Schnittzeichnung (Fig. 1) zeigt, ist der Tiefkühlteil mit einer Reihe von Lamellen versehen, um eine volle Ausnutzung des flüssigen Kohlendioxyds, wie es aus dem verwendeten Feuerlöscher kommt, zu garantieren. Für die eigentliche Tiefkühlbox und für den Kupferblock der Filmauflage wurde Elektrolytkupfer verwendet, um eine hohe thermische Leitfähigkeit zu garantieren.

Der Vakuumteil der Kamera umschließt weitgehend den Tiefkühlteil, da das Vakuum eine hervor-

ragende Wärmeisolation bietet. In Richtung auf den Fangspiegel des NEWTON ist der Vakuumteil durch eine 4-mm starke beidseitig vergütete Quarzplanplatte abgeschlossen, die fast die gesamte vom Hauptspiegel des Fernrohrs ankommende Strahlung durchlässt. Der Vakuumteil der Kamera ist notwendig, um ein Beschlagen und «Anfrieren» des tiefgeköhlten Films zu verhindern.

Als Werkstoff für die Kamera wurde der Kunststoff SUPRANYL 6 G 31 der Firma Schroeder & Stadelmann Plastic GmbH. verwendet. Dieses Material kann gut mit Werkzeugmaschinen bearbeitet werden und bietet eine gute Wärmeisolation, hat jedoch den Nachteil, dass es lichtdurchlässig ist. Die Kamera muss deshalb innen und aussen mit einer lichtundurchlässigen Schicht versehen werden. Die eigentliche Filmauflage der Kamera besteht aus einer 2 mm starken Pertinaxplatte, in die der Durchlass für die vom Teleskop kommende Strahlung eingearbeitet wurde *).

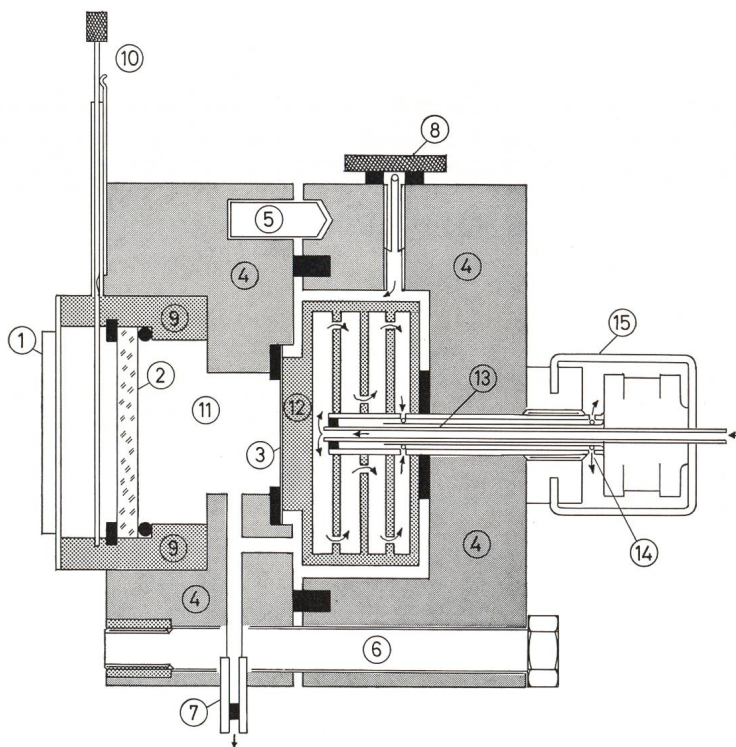


Fig. 1: Prinzipieller Schnitt durch die Tiefkühlkammer des Verfassers.

- 1 Bajonett zum Anschluss der Kammer an die Offset-Guiding-Einrichtung
- 2 Quarzglasfenster (beidseitig vergütet)
- 3 Filmauflage
- 4 Zweiteiliges Gehäuse aus Kunststoff mit
- 5 Führungsbolzen und
- 6 Verschraubung
- 7 Auslass-Ventil (Anschluss der Vakuumpumpe)
- 8 Einlassventil (Lufteinlass)

- 9 Ring aus vergütetem Aluminium zur Halterung des Anschlussbajonetts, des Quarzglasfensters und des Schiebeverschlusses
- 10 Vakuumpumpe
- 11 Tiefkühlteil mit Lamellen, aus Reinkupfer, und mit
- 12 CO₂-Einlass mit Anschluss an CO₂-Feuerlöscher und
- 13 CO₂-Auslass
- 14 Halteklammer

*) Beim Bau der Tiefkühlkamera stand mir Herr RUDI KAISER, Hausen am Main, mit Rat und Tat zur Seite und es sei ihm an dieser Stelle dafür gedankt.

Bedienung und Arbeitsweise der Tiefkühlkamera

Zunächst wird der Vakuumteil der Kamera mit Hilfe eines Bajonetts mit der Offset-Guiding-Einrichtung am Okularauszug des Teleskops verbunden. Man stellt dann einen Stern 3. oder 4. Grösse im Teleskop ein und fokussiert die Kamera mit Hilfe einer Mattlinse und Lupe direkt an der Filmauflage. Hierauf wird das zu fotografierende Objekt eingestellt und durch Drehen der Offset-Guiding-Einrichtung ein passender Leitstern gesucht.

Schliesslich wird die Kamera durch Lösen des Bajonetts abgenommen und mit einem Stückchen Farbfilm (Kodak High Speed Ektachrome 23 DIN) geladen. Dabei wird der Tiefkühlteil mit seiner Kupferandruckplatte mit dem Vakuumteil verbunden. Mit Hilfe einer elektrischen Vakuumpumpe wird durch das Auslassventil die Luft in der Kamera abgesaugt. Tiefkühlteil und Vakuumteil der Kamera, die eine starke Gummidichtung verbindet, halten dann auf Grund des Unterdrucks in der Kamera fest zusammen. Eine Sicherungsschraube, die noch zwischen beide Teile eingeschraubt wird, verhindert ein Auseinanderfallen der Kamera bei eventuellen Undichtigkeiten.

Schliesslich wird die Kamera wieder mit dem Offset-Teil des Teleskops verbunden. In den Tiefkühlteil wird eine Kapillarröhre aus Kupfer eingeführt und arretiert, die mit dem verwendeten Kohlen säure-Feuerlöscher verbunden ist. Mit Hilfe eines pistolenartigen Ventils wird dann flüssiges Kohlendioxyd in die Kamera eingeschossen, wobei die Temperatur an der Rückseite des Films auf ca. -60 bis -80°C sinkt. Sodann wird der vor der Quarzplanplatte befindliche Schiebeverschluss betätigt und die Belichtung des Films kann beginnen.

Während der Belichtung, die in der Regel $\frac{1}{2}$ bis 1 Stunde dauert, wird das Teleskop mittels eines Frequenzgenerators in Stunde gesteuert und auch die Deklination wird bei Bedarf um einige Bogensekunden mit Hilfe eines Umkehrmotors korrigiert. Dabei muss etwa alle 5 Minuten der Kamera neues flüssiges Kohlendioxyd zugeführt werden, um die Temperatur an der Filmrückseite entsprechend tief zu halten.

Ist die Belichtung beendet, wird zunächst der Schiebeverschluss geschlossen, die CO_2 -Kapillarröhre aus der Kamera herausgenommen und schliesslich das

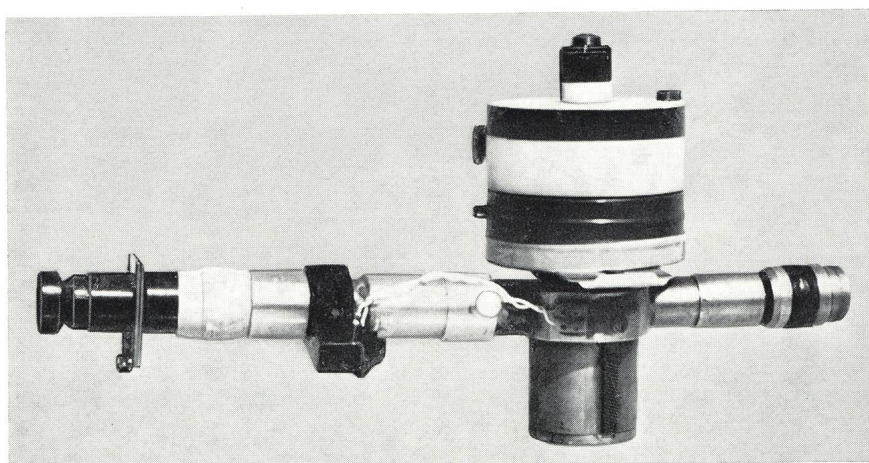


Fig. 2: Ansicht der Tiefkühlkammer des Verfassers, verbunden mit dessen Offset-Guiding-Einrichtung.

Unten: Tubus (mit Zahnstange) zum Einschub der Kombination in den Okularstutzen des Teleskops.
Links: Führungsmikroskop des Offset-Guidings.
Rechts: Gegengewicht, das eine 1.5 V-Batterie zur Beleuchtung des Fadenkreuzes enthält.
Oben: Tiefkühlkammer, die per Bajonett mit dem Offset-Guiding verbunden wird.

Bajonett gelöst. In der Dunkelkammer wird dann das Einlassventil der Kamera geöffnet, die Sicherungsschraube entfernt und die Kamera zerfällt wieder in ihre beiden Teile. Nun kann das Farbfilmstückchen entnommen und dann entwickelt werden.

Entwicklung des Umkehrfilms

Für einen gut ausgerüsteten Fotoamateur stellt die Entwicklung von Farbfilmen heute kein unüber-

windliches Hindernis mehr dar. Da jedoch das Selbstentwickeln von Filmstückchen eine recht unwirtschaftliche Sache ist, überlässt man dies besser einem guten Farblaboratorium.

Alle meine Aufnahmen wurden vom Umkehr-Fach-Service D. MARCARD, Stuttgart, preisgünstig und zur vollen Zufriedenheit entwickelt. Die fertigen High Speed Ektachrome Diapositive werden dann auf Ektachrome X 19 DIN-Farbfilm umkopiert. Dabei

kann der Abbildungsmaßstab der Aufnahmeobjekte verändert werden und gleichzeitig wird der Kontrast noch etwas gesteigert.

Astro-Farbfotografie erfordert technisches Verständnis, Geduld und Ausdauer. Jedoch ist die Freude

über jedes gelungene Bild eines fernen Nebels oder Sternhaufens gross, vor allem, wenn man bedenkt, dass der Anblick dieser Objekte in Farbe die Wirklichkeit darstellt, eine Wirklichkeit, wie sie visuell am Teleskop niemals erlebt werden kann.

Literatur:

- 1) E. KREIMER, «Outer Space Photography», 142 (1967).
- 2) E. WIEDEMANN, ORION 136, 86 (1973).
- 3) E. BRODKORB, Sterne und Weltraum, 11, 347 (1972).
- 4) A. HOAG, Sky and Telescope, Vol. 28, No. 6, 332 (1964).
- 5) H. EGGELING, Sky and Telescope, Vol. 34, No. 6, 400 (1967).
- 6) M. LAMMERER, ORION 130/131, 93 (1972).

Adresse des Verfassers:

MAX LAMMERER, Langheimer Strasse 34, D-862 Lichtenfels, BRD.

Quelques astronomes amateurs

Texte révisé d'une conférence présentée à l'Assemblée générale de la Société Astronomique de Suisse, le 5 mai 1974 à Genève

Par P. ROSSIER, Moillesulaz

Le mot «amateur» a deux sens, l'un aimable, l'autre péjoratif. Les deux expressions «un amateur éclairé» et «ce n'est qu'un amateur» le montrent bien. Dans l'exposé suivant, les mots «astronome amateur» sont pris dans le sens suivant: personne qui consacre tout ou partie de ses loisirs à l'étude des astres. C'est là une activité digne d'éloges. Aux amateurs, on oppose les astronomes professionnels, appointés par une autorité pour assumer des responsabilités dans les observatoires.

Anciennement, tous les hommes de science, hormis quelques philosophes et professeurs étaient des amateurs. Les quelques professionnels étaient plus astrologues qu'astronomes!

C'est après la création des observatoires officiels, au dix-septième siècle qu'il est possible de bien distinguer les astronomes amateurs des professionnels. Les uns et les autres ont contribué au progrès de la science. Leurs noms ont été retenus par l'histoire. Les autres sont oubliés, qu'ils soient de l'une ou de l'autre catégorie.

Le siècle de la création des observatoires vit aussi l'organisation de sociétés scientifiques et de diverses académies. Des travaux ont été publiés ou conservés dans les archives. Tout cela facilite notablement le récit de l'histoire des sciences depuis cette époque.

Parmi les astronomes amateurs, anciens ou contemporains, on en trouve qui se sont contentés de contempler les astres, à l'œil nu ou avec des appareils divers. D'autres se sont proposés de vérifier des résultats connus, parfois sommairement. Certains d'entre eux ont pris plaisir à rédiger des ouvrages destinés à la diffusion des connaissances scientifiques. Le fait que ces auteurs n'étaient pas absorbés par un travail de recherche leur a parfois permis d'avoir quelques succès auprès du public, d'où un profit certain pour

celui-ci et pour la science. Nous rencontrerons des amateurs qui ont fait l'acquisition d'appareils coûteux et qui, avec persévérance, les ont employés à faire des mesures dont beaucoup ont été utilisées par les théoriciens. D'autres ont eu le goût du calcul. Nombreux sont les amateurs qui se sont consacrés à l'observation patiente des astres, visuelle ou photographique. Souvent, ils ont construit eux-mêmes leurs appareils.

Parmi les astronomes privés, on rencontre des autodidactes mais aussi des hommes ayant fait des études supérieures: médecins, juristes, théologiens, ingénieurs, ... Il y eut aussi des mécènes, des commerçants, des industriels. La postérité a retenu les noms de ceux qui ont eu le bonheur de découvrir des choses nouvelles ou de perfectionner des résultats acquis.

Citons quelques exemples, au fil du discours, sans aucune prétention à être complet ou à respecter un ordre quelconque.

JEAN FERNEL (1497-1558) fut un médecin réputé. Il est le premier des Modernes à effectuer une mesure de méridien terrestre. Anciennement, ERATOSTHÈNE au troisième siècle avant J. C., Posidonius vers l'an -100, le calife AL-MAMOUN au neuvième siècle avaient obtenu des résultats intéressants. FERNEL imagina des procédés nouveaux. Les deux villes d'Amiens et de Paris sont à peu près situées sur le même méridien et une route relativement directe les unit. FERNEL mesura leur différence de latitude, voisine de un degré. Les instruments de l'époque, démunis de lunette, ne donnaient que la minute d'arc. La différence de latitude n'était donc connue qu'avec une erreur possible de 1-2%. Pour mesurer la longueur de l'arc, FERNEL inventa l'appareil que les modernes appellent un curvimètre à roulette ou, si l'on préfère, le compteur kilométrique de nos voitures. La technique du temps était

trop rudimentaire pour permettre la réalisation d'un appareil automatique. FERNEL munit sa voiture d'une clochette, battue à chaque tour d'une roue et il compta le nombre de ces tours. En outre, il corrigea les résultats bruts pour tenir compte de l'azimut des segments rectilignes parcourus et de la courbure des autres. Il faut avouer que FERNEL joua de bonheur car son résultat final est meilleur que ce que la mesure des latitudes permettait d'espérer. Le bonheur dans une mesure est le sort de ceux qui opèrent avec soin et méthode. Ce fut le cas de FERNEL.

Trois quarts de siècle plus tard, à Augsbourg, le pasteur JEAN BAYER (1573–1625) établit un atlas stellaire où il désigna les étoiles de chaque constellation par des lettres grecques. Ici encore, le résultat ne fut obtenu qu'au prix d'un travail patient et mené avec ordre. Les désignations de BAYER sont encore en usage aujourd'hui.



Fig. 1: JOHANN HÉVELIUS (1611–1687). D'après une gravure publiée dans «L'Astronomie Populaire» par CAMILLE FLAMMARION (Edition 1955).

Au dix-septième siècle, nous trouvons JOHANN HÉVELIUS (1611–1687). Durant sa jeunesse celui-ci put satisfaire son goût pour les sciences. Il voyagea et entra en contact avec divers savants. A Paris, il rencontra GASSENDI (1593–1655) et BOULLIAUD (1605–1694) ainsi que le père MERSENNE (1588–1648). Celui-ci était en correspondance avec de nombreux savants de son temps et il organisait des réunions destinées aux chercheurs parisiens. Rentré dans sa ville natale, Dantzig, HÉVELIUS dut reprendre la direction de la brasserie paternelle. Il fut encore magistrat. Cependant, le goût de l'astronomie resta prépondérant. HÉVELIUS acquit divers instruments; il observa beaucoup et publia ses résultats. HÉVELIUS connaissait l'existence des lunettes. De son temps, les objectifs étaient simples et, pour corriger l'aberration chromatique, il fallait allonger les distances focales. HÉVELIUS construisit une lunette de quarante-neuf mètres de long. Il fut probablement le premier à apercevoir les phases de Mercure. Une telle découverte peut paraître banale. Revivons quelque peu l'époque. Le

système de COPERNIC était encore combattu par quelques attardés et, si les planètes Vénus et Mercure tournaient autour de la Terre en restant à une distance inférieure à celle du Soleil, elles devaient constamment se présenter sous la forme d'un croissant. GALILÉE avait montré que ce n'est pas le cas pour Vénus. La vérification faite par HÉVELIUS sur Mercure apportait une confirmation intéressante aux idées nouvelles.

HÉVELIUS établit une carte relativement détaillée de la Lune. Malheureusement, pour ses observations de positions d'étoiles, il ne sut pas profiter des avantages offerts par les lunettes pour augmenter la précision dans les visées. Les réticules à fil furent employés dès 1667, du vivant d'HÉVELIUS. De ce fait certains travaux de ce dernier sont d'un intérêt restreint.

La mort d'HÉVELIUS suit de près la parution de l'ouvrage fondamental de NEWTON (1642–1727), ses «Principes de philosophie naturelle» ou, en français actuel, principes de physique théorique. A cette époque, cette partie de la science ne comprenait guère que la mécanique, dont l'astronomie planétaire était l'application la plus sensationnelle. Au dix-huitième siècle, les astronomes et les mathématiciens consacrent une partie importante de leurs travaux au perfectionnement de cette science. Il fallait pour cela connaître le calcul infinitésimal que NEWTON et LEIBNITZ (1646–1716) avaient mis au point. A vrai dire, la compréhension de ces travaux n'exige pas une formation mathématique très élevée car elle ne dépasse que de peu le programme d'un baccalauréat scientifique actuel. Mais, au dix-huitième siècle, rares étaient les non-spécialistes capables d'employer les mathématiques nouvelles. On en trouve cependant quelques-uns. Ainsi, HENRY PEMBERTON (1694–1771), un médecin ami de NEWTON surveilla une réédition posthume des «principes». En France, la Marquise DU CHÂTELET (1706–1749) qui, à coup sûr n'était pas astronome professionnel, apprit les mathématiques avec CLAIRAUT (1713–1765) et en profita pour traduire en français l'ouvrage de NEWTON. Cette traduction a été récemment rééditée.

L'application de la mécanique céleste à la planète Mercure présenta quelques difficultés car les observations précises de position de cet astre étaient peu nombreuses. Cela s'explique facilement car la planète étant toujours voisine du Soleil, on ne distingue que difficilement des étoiles repères, pratiquement toujours moins brillantes que Mercure. Le fait est que LALANDE (1732–1807) pria les observateurs de son temps de s'intéresser à cette planète. L'appel fut entendu à Toulouse où, durant la seconde moitié du siècle, un groupe d'astronomes eut une activité remarquable. De 1736 à 1753, un ingénieur, GARIPUY, fait de nombreuses observations de positions de planètes et de comètes. Un perceuteur, DARQUIER (1718–1802) collabore avec lui et, jusqu'à la révolution de 1789, il consacre ses forces et ses ressources à des travaux astronomiques.

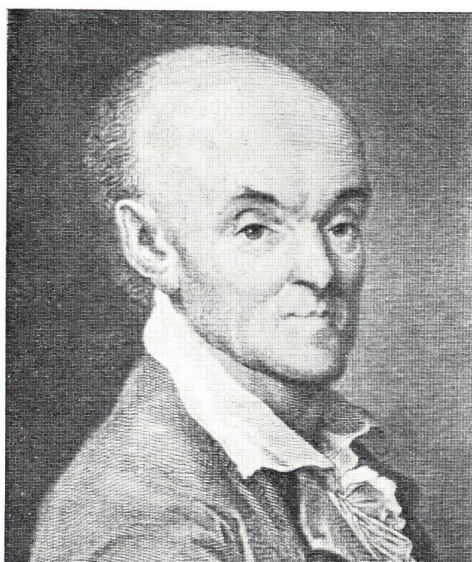


Fig. 2: JOSEPH-JÉRÔME LALANDE (1732–1807). D'après une gravure publiée dans «L'Astronomie Populaire» par CAMILLE FLAMMARION (Edition 1955).

En 1750, lorsque LACAILLE (1713–1762) se rendit au Cap de Bonne Espérance dans l'intention, entre autres d'observer la Lune, Mars et Vénus, il envoya un avis aux astronomes, les invitant à observer ces astres en même temps que lui. GARIPUY et DARQUIER suivirent ce conseil. De leurs observations et de celles de LACAILLE, ils déduisirent une valeur de la parallaxe solaire légèrement supérieure à 8 secondes. La valeur admise actuellement est 8,8". La découverte des planétoïdes a pour conséquence qu'aujourd'hui on n'observe plus que ces derniers dans le but de déterminer la parallaxe solaire. Mais, en 1750, on ignorait l'existence des petites planètes.

A la même époque, vivait à Toulouse un magistrat, DE BONREPOS (mort en 1791) qui s'était construit un observatoire. Entre autres, il y installa une lunette méridienne de cinq centimètres d'ouverture. Au moyen de cet instrument, DE BONREPOS réussit à observer des passages méridiens de Mercure. DARQUIER mit DE BONREPOS en relation avec un amateur très actif, VIDAL (1747–1819) et celui-ci se vit confier l'observatoire de DE BONREPOS. VIDAL consacra une part considérable de son activité à Mercure et ce sont des centaines d'observations méridiennes de cet astre qu'il fit parvenir à LALANDE. Le périhélie de Mercure présente un mouvement qui inquiéta beaucoup les astronomes théoriciens du siècle dernier et qui ne fut expliqué qu'en 1916 par la théorie EINSTEINIENNE de la gravitation. On voit par là l'importance du travail de VIDAL et de ses successeurs. Les succès de cet homme lui valurent d'être désigné pour diriger l'observatoire que GARIPUY avait installé à Toulouse. Sans s'en douter, il effectua un autre travail utile à l'astronomie car il fit le nivellement du Pic du Midi, siège de l'observatoire de montagne bien connu, installé près d'un siècle plus tard.

Dès 1696, les jésuites fondèrent un observatoire à Marseille. Les travaux qui y furent exécutés sont moins brillants que ceux dus aux astronomes toulousains. Les difficultés qu'eut l'ordre de jésuites compliquèrent la vie de cet institut. Mais, dans cette maison, il se passa une aventure qui intéresse les amateurs. Quoique appointé par une administration, un concierge d'observatoire n'est jamais considéré comme étant astronome. Et pourtant, précisément à Marseille, et sans galéjade, le concierge, un certain JEAN-LOUIS PONS, se mit à chercher des comètes et, en quatorze ans, il en trouva dix-huit. Le directeur, THULIS, entreprit de donner une formation scientifique générale à son concierge; celui-ci monta en grade et, à sa mort, il dirigeait l'observatoire de Florence.



Fig. 3: WILLIAM HERSCHEL (1738–1822). D'après une gravure publiée dans «Aus fernen Welten» par BRUNO H. BÜRGE (Edition 1920).

La recherche scientifique impose souvent l'exécution de calculs numériques longs et fastidieux. Cela n'a pas empêché quelques amateurs d'acquérir une maîtrise remarquable en ce domaine. En 1781, lorsque WILLIAM HERSCHEL découvrit la planète Uranus, tout naturellement, on crut à une comète. Mais, loin du périhélie, l'orbite d'une comète coupe les cercles centrés sur le Soleil sous un angle notable. Au contraire, un petit arc d'orbite planétaire s'écarte peu d'un tel cercle. Le premier à affirmer que le nouvel astre est une planète fut un magistrat parisien, BOCHART DE SARON (1730–1794). Celui-ci s'était spécialisé dans les calculs d'orbites et, emprisonné sous la révolution, il détermina l'orbite d'une comète découverte par MESSIER. BOCHART DE SARON acheta des instruments; souvent, il en prêta à des astronomes moins fortunés que lui. Il tailla des pièces optiques; il subventionna la publication de quelques ouvrages.

Un autre magistrat français, DIONIS DE SÉJOUR (1734–1794) s'intéressa aux orbites cométaires et un

médecin allemand, **OLBERS** (1758–1840) fit de même. Ce dernier calcula de nombreuses orbites selon une méthode découverte par lui et que **DIONIS DE SÉJOUR** avait mise au point précédemment. Cette méthode est encore employée de nos jours.

OLBERS reçut une fois la visite d'un jeune comptable qui lui soumit un calcul d'orbite cométaire qu'il venait d'exécuter. Il s'agissait de **FRIEDRICH BESSEL** (1784–1846) qui, en partie grâce à **OLBERS**, fit une brillante carrière d'astronome officiel. Membre d'une famille nombreuse et bon calculateur, **BESSEL** s'était préparé au métier de subrécargue, donc à naviguer sur un navire de commerce. Cela le conduisit à s'intéresser à la navigation puis à l'astronomie et à ses calculs.

À plus d'une reprise, des observateurs privés s'occupèrent de l'examen de l'apparence physique des planètes et de la Lune. Au dix-huitième siècle, ce fut le cas du juriste allemand **JOHANN SCHRÖTER**. L'observatoire qu'il s'était construit fut détruit lors des guerres napoléoniennes.

Les taches solaires intéressèrent plusieurs observateurs. Un d'eux est le genevois **JACQUES EYNARD**, (1772–1847) le frère du philhellène bien connu. En 1819, il observe régulièrement les comètes et les taches solaires. Dans ce domaine, il n'eut pas la persévérance de **SAMUEL SCHWABE** (1789–1875), pharmacien de profession. Le soin avec lequel celui-ci mit en ordre ses observations lui permit, en 1843 de découvrir la périodicité undécennale des taches solaires. Nombreux avaient été des observateurs qui, peu ou prou, s'étaient intéressés aux taches solaires, des amateurs notamment. Leurs travaux furent recherchés par **RUDOLF WOLF**, l'astronome zurichois et permirent de déterminer les dates des extremums des taches solaires antérieures aux observations de **SCHWABE**.

Ses travaux sur le Soleil valurent encore une renommée à **RICHARD CARRINGTON** (1826–1875). Dans son observatoire privé, celui-ci détermina avec soin la variation de vitesse de rotation du Soleil avec la latitude de la tache observée. Lors des éclipses totales, le limbe du Soleil montre parfois une quantité de points lumineux correspondants aux vallées de la Lune. On les appelle les grains de **FRANCIS BAILY**, (1774–1844), du nom de l'agent de change qui les décrivit avec netteté.

Un drapier anglais **STEPHEN GROOMBRIDGE** (1755–1822) publia un catalogue d'étoiles basé sur ses propres observations méridiennes. Une étoile de ce catalogue a un mouvement propre rapide; de ce fait le nom de **GROOMBRIDGE** est souvent cité. En pays anglo-saxon, on trouve deux riches observateurs, **WILLIAM LASSELL** (1799–1880) et **Lord ROSSE** (1800–1867). Le premier était commerçant et il se passionna très jeune pour la construction de grands télescopes. En particulier, il en utilisa un de plus d'un mètre d'ouverture, un des premiers à être monté équatorialement. Avec cet appareil, **LASSELL** découvrit plus de

six cents nébuleuses. Le climat de l'Angleterre étant peu favorable, il émigra à Malte. **LASSELL** s'intéressa aux satellites d'Uranus et de Neptune.

Lord ROSSE construisit le plus grand télescope de son temps. Avec cet appareil, il découvrit la structure des nébuleuses spirales. Les nébuleuses furent aussi l'objet des travaux d'un tisseur retraité, **ISAAC ROBERTS** (1829–1904), qui publia un atlas de ses photographies de ces objets.

Terminons cette liste quelque peu fastidieuse en citant **JAMES FERGUSON** (1710–1776). Fils de petits cultivateurs, il ne fréquenta guère l'école. Employé comme garçon de ferme, il profite de son talent de dessinateur pour établir des cartes célestes obtenues par vision directe. Couché dans un champ, il dessinait les constellations sur un carton, éclairé par une chandelle. Habile de ses doigts, il construit des globes terrestres et célestes, des planétaires, une horloge munie d'une sonnerie. Il gagne sa vie en dessinant des modèles de broderie et des mignatures. Il entreprend la publication d'ouvrages d'astronomie destinés au grand public. Son succès en cette matière est tel qu'il obtient l'appui du roi d'Angleterre et son admission à la Société royale de Londres. La seule découverte de **FERGUSON** est de caractère empirique. Il dessina à l'échelle l'orbite de la Lune autour du Soleil et constata que cette courbe tourne partout sa concavité vers l'astre central.

C'est fort probablement un ouvrage de **FERGUSON** qui tomba sous les yeux de **WILLIAM HERSCHEL** (1738–1822) et qui incita celui-ci à étudier l'astronomie. On sait les succès obtenus par cet ancien musicien dans l'étude des étoiles binaires et de celle de la voie lactée. Puisque le nom de **HERSCHEL** est apparu, citons un dernier amateur, **CAROLINE HERSCHEL** (1750–1848) qui non seulement fut la secrétaire dévouée de son frère mais fit aussi des travaux d'observation; elle découvrit des comètes et des nébuleuses.

L'exposé précédent pourrait être allongé. Il suffit pour montrer l'apport intéressant des amateurs à la découverte scientifique. Qu'en est-il actuellement? En astrophysique contemporaine, l'outillage nécessaire pour conduire des recherches est coûteux. Souvent, il doit être installé dans des stations éloignées des centres urbains. L'usage des appareils modernes exige souvent un apprentissage soigné. C'est dire la difficulté, pour un amateur de faire des découvertes. Cependant, il existe des domaines où, en opérant avec soin et persévérance, on peut faire œuvre utile. Par exemple le nombre des observateurs des étoiles variables irrégulières ne répond pas aux besoins. Le nombre des observateurs des phénomènes inattendus, novae, bolides, variations des comètes est toujours moindre que ne le désireraient les spécialistes qui cherchent à tirer des conclusions des faits observés. Des observations dues à des amateurs éclairés, qui sait, une photographie, peuvent être fort utiles.

Les amateurs de science ont encore un autre rôle à remplir. Notre civilisation est de caractère technique, donc scientifique. Dans une communauté, une proportion notable d'amateurs avertis est une vraie ri-

chesse. Non seulement leur attitude combat l'influence des charlatans, mais elle apporte un soutien utile à ceux qui sont aux responsabilités.

Adresse de l'auteur :

Prof. Dr P. ROSSIER, Route de Jussy 14a, CH-1226 Moillesulaz.

Neutronensterne und Schwarze Löcher in der Röntgenastronomie

von W. WEISS, Wien

Wenn ein Wissenschaftshistoriker im nächsten Jahrhundert eine Geschichte der astronomischen Forschung schreiben sollte, wird er wahrscheinlich unsere Jahrhundertmitte als Beginn jener Entwicklungsphase würdigen, in der die Astronomie mit Hilfe der modernen Elektronik und Satellitentechnik ihre Jahrtausend alten Fesseln gesprengt und über den optischen Bereich hinausgehend nahezu das gesamte Spektrum elektromagnetischer Wellen erobert hat.

Um astronomische Beobachtungen in Spektralbereichen ausserhalb des Sichtbaren anstellen zu können, war es notwendig, zunächst einmal Empfänger zu entwickeln, welche für die beiden anderen «Fenster» unserer Atmosphäre sensibel sind. Die Abb. 1 zeigt, in welchen Wellenlängenbereichen unsere Atmosphäre durchsichtig ist. Eingetragen wurde dabei schematisch jene Höhe über dem Erdboden, in welcher die Strahlung entsprechender Wellenlänge auf die Hälfte abgeschwächt wird. Markant fällt dabei das sogenannte «Radiofenster» (R) auf, zwischen etwa 1 cm und 30 m. Strahlung noch grösserer Wellenlänge wird durch elektrisch leitende Schichten in 80

bis 500 km Höhe reflektiert und gelangt so nicht bis auf die Erdoberfläche, während die kurzwelligere Strahlung u. a. vom Wasserdampf in der Luft absorbiert wird. Dieser Wasserdampf ist jedoch in manchen Wellenlängenintervallen zwischen $4,5 \mu$ und 11μ im sogenannten «Infrarot-Fenster» (I) durchsichtig und schliesslich noch einmal zwischen etwa $8000 \text{ \AA}$ und $3500 \text{ \AA}$ Wellenlänge (O), dem «optischen Fenster». ($1 \mu = 0,001 \text{ mm}$, $1 \text{ \AA} = 0,0000001 \text{ mm}$). Strahlung noch kürzerer Wellenlänge vermag bereits Sauerstoff- und Stickstoffmoleküle zu ionisieren und wird bei diesem Prozess absorbiert. Dabei werden auch jene elektrisch geladenen Teilchen erzeugt, welche das langwellige Ende des Radiofensters bestimmen. Von diesen drei Fenstern abgesehen, ist unsere Atmosphäre undurchsichtig. So segensreich diese Schirmfunktion unserer Erdatmosphäre für die Entwicklung des menschlichen Lebens auch war – unter dem Einfluss der Röntgen- und Gammastrahlung z. B. wären wir schon längst den Strahlungstod gestorben – so sehr hat sie die astronomische Forschung behindert.

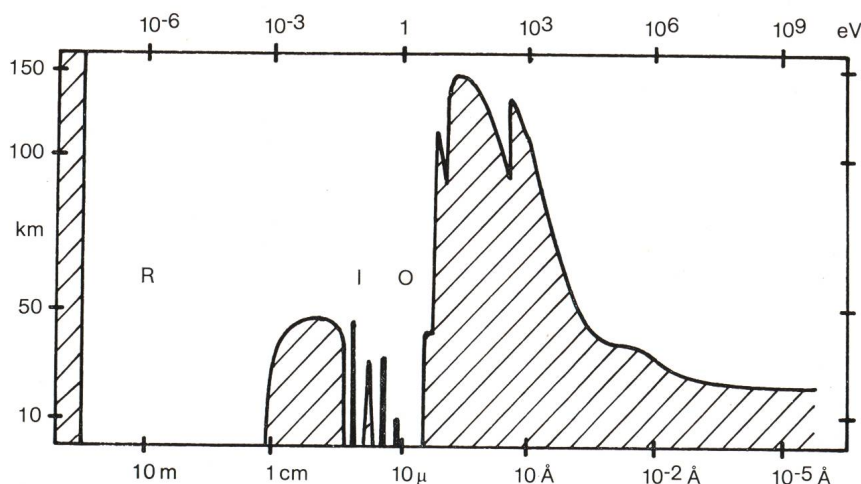


Abb. 1: Spektrale Durchlässigkeit der Erdatmosphäre. Vom Weltraum einfallende Strahlung kann die Erdoberfläche ungeschwächt nur im Radiofenster (R), in den Infrarotfenstern (I) und im optischen Fenster (O) erreichen. Die Grenzkurve der schraffierten Fläche gibt die Höhe in km über dem Erdboden an, in welcher die Strahlung auf die Hälfte geschwächt wird.

Als Ausweg bleibt nur die Beobachtung von Stationen ausserhalb unserer Atmosphäre, und dabei haben sich gerade in den letzten Jahren eine Reihe aufregender, neuer Beobachtungsergebnisse eingestellt. Wenn eine Theorie von LANDAU (1932) und von OPPENHEIMER und SNYDER aus dem Jahre 1939 in der Schublade «Kuriosa» verschwand, so deshalb, weil sie sich mit hypothetischen Objekten befasste, welche als so massereich und dicht angenommen wurden, dass keine Masse – und auch kein Licht – diese Sterne je wieder verlassen könnte. Diese Objekte können daher keinerlei Strahlung aussenden, sie sind keiner direkten Beobachtung zugänglich und man nennt sie daher auch «Schwarze Löcher». Zum Glück scheinen aber solche Objekte in Doppelsternsystemen vorzukommen, sodass sie sich mit Hilfe der klassischen Himmelsmechanik nachweisen lassen. Solche Doppelsterne verraten sich aber primär durch eine ungewöhnlich intensive Röntgenstrahlung. Ein weiteres Paradebeispiel für die Aufsehen erregenden Ergebnisse, welche in der nichtoptischen Astronomie gewonnen wurden, sind die «Neutronensterne», welche schon 1934 u. a. von ZWICKY theoretisch untersucht wurden. Einem Zufall ist die Entdeckung des ersten Neutronensternes als «Pulsar» CP 1919 im Jahre 1967 durch Radioastronomen der Universität Cambridge zu verdanken. Die Entdeckung von Pulsaren und Röntgen-Doppelsternen haben in den letzten wenigen Jahren zu einem gewaltigen Anstieg von theoretischen Arbeiten über die letzten Phasen von Sternentwicklungen geführt. Diese haben dabei mit einer Abhängigkeit von der Sternmasse zu einem erweiterten Verständnis der Zustände bei Weissen Zwergen und Objekten mit entarteter Materie als Endprodukt aus einem Gravitationskollaps, eben die Neutronensterne und die schwarzen Löcher, geführt haben.

Aber auch der Geburtsvorgang eines Sternes bei seiner Kondensation aus interstellarer Materie zum sogenannten «Protostern» rückte durch die Infrarot-astronomie in den Bereich des Beobachtbaren, verraten sich doch solche «Sternsäuglinge» primär durch ihre Wärmestrahlung von einigen (100°K). (K = KELVIN: Absolute Temperaturskala, wobei eine Temperatur unter 0 K prinzipiell nicht erreichbar ist. Diese Temperatur entspricht etwa –273° Celsius). Schliesslich hat uns die Radioastronomie mit den «Quasaren» Probleme gestellt, an denen wohl noch viele Theoretiker und Beobachter ihr Glück versuchen werden. Wie sollen auch diese sternähnlichen Objekte mit einer bis dahin noch nie gemessenen Dopplerverschiebung, welcher einer Fluchtgeschwindigkeit bis zu 80% der Lichtgeschwindigkeit entspricht, erklärt werden? – Bei einer Interpretation dieser Fluchtgeschwindigkeit mit Hilfe der HUBBLE-Konstante als Entfernung ergibt sich die völlig ungeklärte Frage, wieso überhaupt von diesen Objekten bei einer derart grossen Entfernung diese intensive Radiostrahlung empfangen werden kann.

Schliesslich hofft man aus über das gesamte elek-

tromagnetische Spektrum verteilten Beobachtungen die Frage nach der Entwicklung und dem Ursprung unseres Kosmos beantworten zu können. Besonders die Röntgen- und Gammaastronomie vermag dabei über die Messung der allgemeinen Himmels-hintergrundstrahlung zu helfen, wichtige Entscheidungen zu fällen.

Wenn diese Einleitung vielleicht etwas länger ausgefallen ist, dann deshalb, um zu zeigen, wie sehr sich unser Wissen über unseren Kosmos und damit auch die Anzahl offener Probleme vermehrt hat, seit die Beobachtungen im optischen Fenster nicht mehr die einzigen den Astronomen zugänglichen sind. Jeder dieser neuen Zweige der astronomischen Forschung: Die Radioastronomie, die Infrarotastronomie, die Satelliten-UV-Astronomie und die Röntgen- und Gammaastronomie, haben dabei ganz wesentliche Impulse geliefert.

Im folgenden wollen wir uns jedoch nur mit einigen Teilaspekten der Röntgenastronomie beschäftigen; hierzu sei auf einige fundamentale Zusammenhänge hingewiesen: In der Röntgenastronomie werden Spektralbereiche oft nicht nur in Wellenlängen angegeben, sondern durch Energien definiert. Dabei benützt man die folgenden Beziehungen:

$$e \cdot U = E = h\nu$$

$$\nu = \frac{c}{\lambda}$$

e = Ladung eines Elektrons.

E = kinetische Energie E.

U = Zurückgelegte Potentialdifferenz, bei welcher das Elektron die kinetische Energie E erreicht

h = PLANCK'sches Wirkungsquantum (Naturkonstante)

ν = Frequenz

c = Lichtgeschwindigkeit

womit sich ergibt:

$$E = 12,34/\lambda$$

E : in 1000 Elektronenvolt (= 1 keV)

λ : in 10^{-8} cm (=1 Å)

Die Gleichwertigkeit der Bezifferung der Abszissenachse in Abb. 1 findet hier ihre Begründung.

In der Einleitung wurde bereits erwähnt, dass unsere Erdatmosphäre Röntgenstrahlung absorbiert, und zwar so, wie dies etwa eine 1 m dicke Bleiplatte in unseren Laboratorien ebenfalls tut. Doch von dieser Absorption abgesehen, erleidet diese Strahlung auch noch eine zusätzliche Schwächung durch das interstellare Medium, welches in Form von Gas und Staub in unserer Milchstrassenebene konzentriert ist (Abb. 2). Auch diese Absorption ist wellenlängenabhängig. Setzt man eine homogene Verteilung des interstellaren Gases voraus, erhält man für verschiedene Wellenlängen (bzw. Photonenenergien) jene Entfernungen von Röntgenquellen zur Erde, bei welcher die beobachteten Intensitäten auf 1/10 absinken. Somit kann durch die Beobachtung des spektralen Intensitätsverlaufes von einer Röntgenquelle aus der

Wellenlänge, bei der die beobachtete Intensität auf 1/10 des durch eine Extrapolation von höher energetischer Strahlung erwarteten Wertes gesunken ist, eine sehr rohe Abschätzung der Entfernung erfolgen. Die Kanten im Diagramm sind auf die bei der entsprechenden Energie einsetzende Ionisation interstellarer Sauerstoffs und Heliums zurückzuführen.

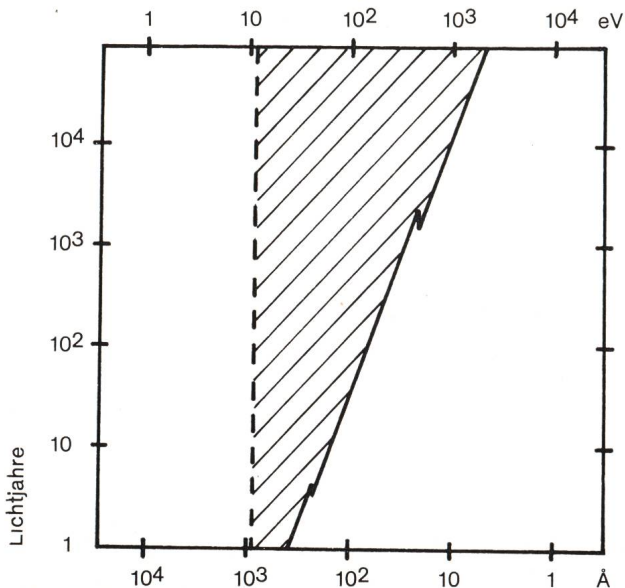


Abb. 2: Absorption von Strahlung durch eine gleichmässig verteilte interstellare Materie mit einer Dichte von 1 Atom/cm³. Die schräg verlaufende Grenzkurve gibt jene Entfernung von der Sonne in Lichtjahren an, in welcher die Strahlung auf 1/10 geschwächt wird.

Obwohl also die Absorption innerhalb unserer Milchstrassenebene beachtliche Werte erreichen kann (eine Erscheinung, welche auch aus der optischen Astronomie und der Radioastronomie sehr gut bekannt ist), gibt es dennoch so intensive Strahlungsquellen, dass diese auch aus der weiten Entfernung des galaktischen Zentrums beobachtbar bleiben, wie etwa die Quelle Cygnus X - 3, welche von uns etwa 30000 Lichtjahre entfernt sein dürfte. Dass zur Erklärung dieser Strahlungsmechanismen nicht mehr normale leuchtende Gaskugeln in Frage kommen, wie es für unsere Sterne der Normalfall ist, sondern physikalisch hochinteressante Objekte wie z. B. die schon erwähnten Neutronensterne, ist nicht verwunderlich. Wie aus der Abbildung 3 ersichtlich ist, nimmt nicht nur die ausgestrahlte Energie eines heissen Körpers mit zunehmender Temperatur zu (Fläche unter den Kurven), es verlagert sich auch die Wellenlänge, bei welcher dieser Körper die meiste Energie ausstrahlt, die sogenannte effektive Wellenlänge (λ_e in Å). Der Physiker W. WIEN hat für dieses Faktum den folgenden Zusammenhang gefunden:

$$\lambda_e \cdot T \approx 3 \cdot 10^7 \text{ cm} \cdot \text{grad}$$

Bedenkt man, dass bis 1940 als heisseste bekannte Sterne nur solche mit etwa 50000 K Oberflächentemperatur bekannt waren und bei den kühleren Sternen etwa 3000 K gemessen wurden, und berücksichtigt man ferner den sehr steilen Intensitätsabfall zu kur-

zen Wellenlängen hin, so erklärt sich die Skepsis der Astronomen zu Beginn unseres Jahrhunderts, Sterne im Röntgen- bzw. Radiogebiet beobachten zu können. Erst durch die Entwicklung empfindlicherer Detektoren in der Satellitentechnik sowie durch glückliche Zufälle gelang es in der Mitte unseres Jahrhunderts, die ersten Strahlungsquellen ausserhalb des optischen Fensters zu beobachten – sieht man von unserer Sonne ab. Nahezu in jedem Fall zeigte sich, dass abnorme Vorgänge als Strahlungsmechanismen anzunehmen sind.

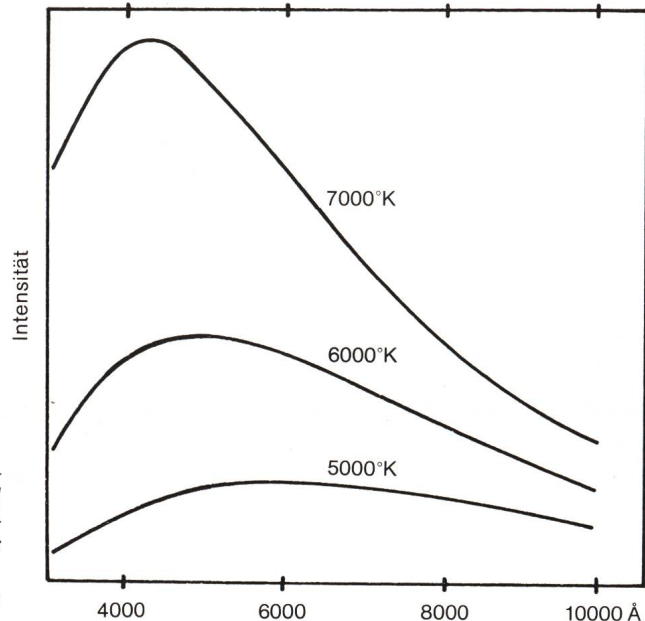


Abb. 3: Der spektrale Intensitätsverlauf verschieden heisser Körper (Temperaturangabe in °K), die nach dem PLANCK'schen Strahlungsgesetz leuchten.

Im folgenden Abschnitt sollen einige der etwa 80 in unserer Milchstrasse beobachteten Röntgenquellen behandelt werden. Einige der intensivsten Quellen zeigen eine starke, zeitlich konstante Absorption bei niederen Energien, sodass eine Entfernung von etwa 30000 LJ, unserem Abstand vom Milchstrassen-Zentrum entsprechend, angenommen werden muss. Aus dieser Entfernung leitet sich eine Röntgenleuchtkraft der Objekte in der Grössenordnung von 10^{38} erg/sec ab, was einer Leistung von etwa $8 \cdot 10^{26}$ Watt entspricht! Die 17 hellsten Quellen, welche von dem bisher erfolgreichsten Röntgensatelliten, dem 1970 gestarteten UHURU, beobachtet wurden, liegen alle innerhalb eines Streifens von 40° Länge und 3° Breite um das galaktische Zentrum. Die anderen Röntgenquellen finden sich in den Spiralarmen mit einer mittleren Entfernung von etwa 6000 Lichtjahren.

Die meisten dieser Objekte werden als Röntgensterne beobachtet, welche im optischen Bereich meist sehr unscheinbar sind. Oft war ein erheblicher Suchaufwand mit den grössten Teleskopen notwendig, um solche Röntgensterne optisch identifizieren zu können. Bei den meisten war dies jetzt überhaupt noch nicht eindeutig möglich.

Diese Röntgenquellen unterscheiden sich von den nebeligen Überresten einer Supernovaexplosion, wie wir dies z. B. beim Krebs-Nebel beobachten können, durch ihr sternartiges Äusseres und eine Röntgenleuchtkraft, welche jene im optischen Bereich weit übertrifft. Unsere Sonne strahlt z. B. im gesamten Bereich der elektromagnetischen Strahlung um mehrere Zehnerpotenzen weniger Energie ab, als diese Röntgensterne allein im Röntgenbereich. Weiter sind diese Objekte durch eine deutliche Kurzzeitvariabilität von unterschiedlichster Struktur charakterisiert. Für diesen Strahlungsmechanismus kommt ein bemerkenswerter Prozess in Frage: Fällt Gas auf einen Körper von überaus grosser Dichte, so wird dieses Gas sehr stark beschleunigt, sodass es nahezu Lichtgeschwindigkeit erreicht. Wenn dieses Gas nun durch die Strahlung des Sternes ionisiert ist, wird bei dieser beschleunigten Bewegung viel Energie abgestrahlt, welche wir z. B. in der Form von Röntgenstrahlung messen können. Ein Proton z. B. wird bei seinem Fall auf einen Neutronenstern so beschleunigt, als hätte es eine Potentialdifferenz von 10 Millionen Volt durchlaufen. Als solche überaus dichte Zentralkörper kommen daher primär Neutronensterne und Schwarze Löcher in Frage.

Nach unseren jetzigen Vorstellungen über die Sternentwicklung hängt die Endphase stark von der Ausgangsmasse bei der Kontraktionsphase des Sternes ab. Aber diese Verhältnisse sind noch nicht gesichert. Sterne mit einer Ausgangsmasse von weniger als 3,5 Sonnenmassen ($M_{\odot}$) entwickeln sich zu Weissen Zwergen mit einer Dichte bis zu etwa 10^8 g/cm^3 , wobei sie laufend weiter Masse verlieren und schliesslich weniger als $1,4 M_{\odot}$ besitzen.

Bei einer Ausgangsmasse von 3,5 bis $10 M_{\odot}$ kollabiert der Kern eines Sternes zu einem Neutronenstern von sehr hoher Dichte. Auslösendes Moment für diesen Kollaps ist der Umstand, dass der Elektronendruck in einem Stern einen kritischen Wert überschreitet und schliesslich ausreicht, dass Elektronen mit Protonen vereinigt werden und dabei Neutronen entstehen. Diese Neutronen können aber wesentlich dichter zusammengedrückt werden als normale Atomkerne, sodass der Kollaps erst sein Ende findet, wenn die gesamte Sternmasse zu einem Neutronenstern von bis zu 10^{17} g/cm^3 Dichte und einigen 10 km Radius degeneriert. Bei diesem Prozess muss einmal das Drehmoment erhalten bleiben, sodass ein Stern von Sonnenmasse schliesslich als Neutronenstern von 10 km Radius mit einer Rotationsperiode von einigen Millisekunden ($1 \text{ ms} = 1/1000 \text{ Sekunde}$) rotiert. Andererseits muss das Magnetfeld von etwa 1 Gauss an der Sonnenoberfläche zu 10^{10} Gauss auf der Neutronensternoberfläche anwachsen. Die Energie, welche durch diesen Gravitationskollaps frei wird, übersteigt bei weitem die Atomkernbindungsenergie, sodass ein kompakt rotierender Neutronenstern mit einer kinetischen Rotationsenergie von mehr als 10^{50} erg weit mehr Energie zur Verfügung steht als unse-

rem Vergleichssterne durch Kernverschmelzung. Als Begleiterscheinung bei dieser fundamentalen Umgestaltung einer Sternstruktur nimmt man einen Supernovaausbruch an. Tatsächlich wurde auch im Krebs-Nebel (Supernova vom Jahre 1054) als Supernova-Sternrest der Pulsar NP 0532 identifiziert mit einer Rotationsperiode von 33 ms. Als Folge dieser hohen Rotationsperiode und des hohen Magnetfeldes wirken diese Objekte ähnlich wie Teilchenbeschleuniger in unseren irdischen Laboratorien, nur sind wesentlich höhere Energien im Spiel.

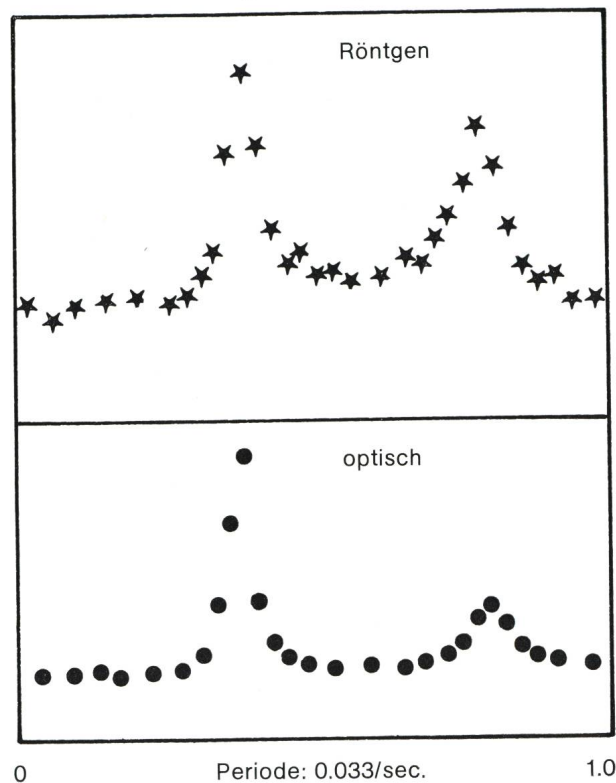


Abb. 4: Periodische Helligkeitsänderungen des Pulsars NPO 532 im RÖNTGENbereich und im optischen Bereich.

Die hohe Rotationsenergie von 10^{49} bis 10^{52} erg bei NP 0532 nimmt laufend (wenn natürlich auch sehr langsam) mit einer Rate von 10^{38} erg/sec ab, wobei die Rotationsperiode pro Jahr um 0,015 ms länger wird. Der Pulsar übertrifft dabei die Sonne um den Faktor 100 000, was die Energieausstrahlung betrifft. Es war eine überzeugende Demonstration der modernen astronomischen Forschungsmethodik, dass inzwischen von diesem Objekt Intensitätskurven in einem Spektralbereich von Radiowellen bis zu Röntgenstrahlen gemessen wurden, welche alle einen ähnlichen Kurvenlauf zeigen (Abb. 4). Da die Rotationsachse nicht mit der Magnetfeldachse zusammenfällt, beobachtet man während eines Umlaufes einmal den Nord- und einmal den Südpol. Jedes Mal, wenn wir auf einen der Pulsar-Magnetpole blicken, registrieren wir einen Intensitätsanstieg, da geladene Gas-materie primär entlang der Magnetfeldlinien in den Magnetpolgegenden auf den Stern aufprallt.

Obwohl bisher von den Radioastronomen etwa 70 Pulsare entdeckt wurden, hat man nur von neun Supernovaeresten Röntgenstrahlung empfangen. Es dürfte bei der gegenwärtigen Empfindlichkeit von Detektoren schwierig sein, den Röntgenstrahlenfluss von auskühlenden Neutronensternen gegenüber dem diffusen Hintergrund zu registrieren. Obwohl es wegen der etwa 10^{11} Sterne in unserem Milchstrassensystem viele Supernovaüberreste geben dürfte, ist selbst die Anzahl der bekannten Pulsare anteilmässig viel zu klein. Die Rotation der alten Neutronensterne dürfte schon weitgehend abgeklungen sein und ein Nachweis dieser Sterne ist nur mehr durch die ausgedehnten Nebelreste oder möglicherweise einer thermischen Strahlung von der Sternoberfläche entsprechend dem PLANCK'schen Gesetz (siehe Abb. 3) möglich. Die Theorie ergibt eine Abkühlung an der Oberfläche innerhalb des ersten Jahres nach dem Gravitationskollaps auf etwa 10^6 K, was zwar einerseits noch eine sehr hohe Temperatur darstellt, aber zusammen mit der sehr kleinen Oberfläche eine sehr kleine Leuchtkraft ergibt. Circinus X-1 kann möglicherweise als Kandidat für diese Entwicklung angesehen werden.

Der Strahlungsmechanismus, welcher in Zusammenhang mit superdichten Sternen das grösste Interesse beansprucht, wird hingegen – wie schon eingangs erwähnt – durch auf den Stern zufallendes Gas ausgelöst. Ein Proton (ein Elementarteilchen welches mit Neutronen Atomkerne aufbaut, etwa gleich schwer wie ein Neutron, positive, aber gleich grosse Ladung wie ein Elektron) kann dabei über 10 Millionen Elektronenvolt kinetischer Energie erreichen, welche beim Aufprall auf den Stern natürlich in Strahlungsenergie umgewandelt wird. Nimmt man an, dass pro Jahr auf einen Neutronenstern etwa 10^{-9} (ein Milliontel) der Sonnenmasse aufprallt, würde dieser dabei etwa 10^{36} erg/sec an Röntgenstrahlung aussenden. Bei einem weissen Zwerg ergeben $10^{-7} M_{\odot}$ die gleiche Röntgenleuchtkraft.

Bedingt durch die geringe Dichte interstellaren Gases in unseren Spiralarmen könnte ein schwarzes Loch dort nur etwa $10^{-15} M_{\odot}$ /Jahr «aufsaugen», was eine Röntgenleuchtkraft von nur 10^{31} erg/sec liefern könnte. Die grossen Entfernungen und die interstellare Absorption lassen daher den Nachweis solcher isolierter entarteter Sterne vorläufig als unwahrscheinlich erscheinen. Bedenkt man aber, dass die Hauptkomponente bei einigen veränderlichen Doppelsternen, wie β Lyrae, pro Jahr etwa $10^{-5} M_{\odot}$ auswerfen und nimmt man an, dass etwa die Hälfte davon auf den Begleiter regnet, erscheint es nachträglich nicht mehr verwunderlich, dass die hellsten galaktischen Röntgenquellen sich oft als Doppelsternsysteme entpuppen. Dabei kann dem Röntgenastronomen die Himmelsmechanik noch ein Kriterium für die Abschätzung der Massen der beiden Doppelsternkomponenten liefern.

Als Beispiel sollen hier die Überlegungen an Cygnus X-3 gebracht werden. Dieses im Radio-, Infrarot- und Röntgenbereich sehr intensiv untersuchte Objekt zeigt die kürzeste bisher bei Röntgendoppelsternen beobachtete Umlaufperiode, nämlich von nur 4,8 Stunden. Es handelt sich dabei auch um den ersten bekannten Infrarot-Doppelstern variabler Helligkeit (Abb. 5). Mit einer Gesamtmasse des Systems von etwa $16 M_{\odot}$ folgt auch schon, dass die beiden Sterne nur etwa einen Lichttag, also rund 150 astronomische Einheiten, von einander entfernt sind. Doppelsterne dieser Dimensionen sind auch deshalb so interessant, weil im Laufe ihrer Entwicklung Masse von einem Stern zum anderen strömen kann, wodurch ein Stern auf Kosten des anderen schrumpft bzw. wächst.

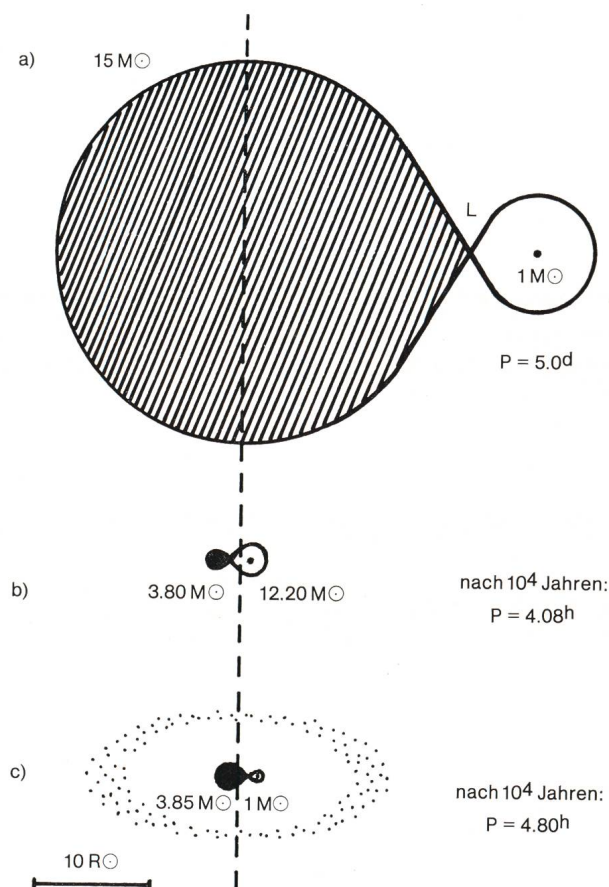


Abb. 5: Entwicklungsmodell für Cyg X-3:

- Doppelsternsystem zu Beginn der betrachteten Entwicklung mit einem Neutronenstern von $1 M_{\odot}$ als Begleiter eines Riesensterns von $15 M_{\odot}$, dessen Oberfläche bis zur Roche'schen Grenze reicht, und bevor der Materiestrom über den LAGRANGE'schen Punkt (L) zum Neutronenstern erfolgt.
- Ein möglicher Zustand des Systems nach 10.000 Jahren: Der Riesenstern ist zu einem Stern von $3.8 M_{\odot}$ geschrumpft und der Neutronenstern hat sich zu einem «Schwarzen Loch» von $12.2 M_{\odot}$ entwickelt.
- Ein anderer möglicher Zustand des Systems nach 10.000 Jahren: Der Grossteil der vom Riesenstern abgeströmten Materie hat einen Gasring um den Neutronenstern von $1 M_{\odot}$ und den Hauptstern von $3.85 M_{\odot}$ gebildet.

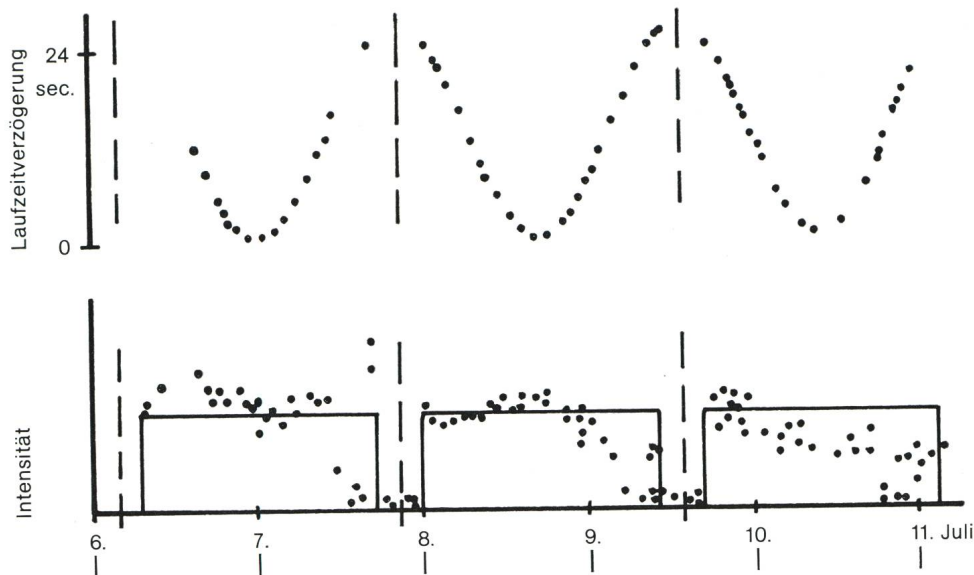


Abb. 6: Laufzeitverzögerung der Pulsar-Signale von Her X-1 und die Variation ihrer RÖNTGENintensität.

Eine wichtige Grenzfläche ist bei solchen Systemen die sogenannte ROCHE'sche Grenze, sie umfasst jene maximalen Volumina, in denen Masseteilchen noch eindeutig einem der beiden Sterne zuzuordnen sind. Normalerweise ist das Volumen von Doppelsternkomponenten wesentlich kleiner als das kritische. Doch kann es bei sogenannten halbgetrennten Systemen dazu kommen, dass ein Stern das kritische Volumen ausfüllt und ein Massestrom durch den sogenannten inneren LAGRANDE-Punkt L einsetzt (Abb. 5a). Im Fall von Cygnus X-3 hat sich die massereichere Komponente rascher entwickelt, dabei Masse verloren und schliesslich ihre Endphase als Neutronenstern gefunden. Der Begleiter schliesslich entwickelte sich so lange, bis er das kritische Volumen ausfüllte. Zu diesem Zeitpunkt verteilten sich die Massen auf 15 bzw. $1 M_{\odot}$, bei einer Umlaufperiode von etwa 5 Tagen.

Die weitere Entwicklung hängt davon ab, ob die vom grossen und schwereren Stern abströmende Masse von beiden Komponenten entkommt und einen Gasring um das System bildet, oder ob die Masse vom Neutronenstern aufgefangen wird.

Im ersten Fall ergibt sich nach etwa 10000 Jahren ein Doppelsternsystem mit einem Neutronenstern von etwa $1 M_{\odot}$ und einer zweiten Komponente von etwa $3,85 M_{\odot}$ in einer Entfernung von 2,4 Sonnenradien und einer Umlaufzeit von 4,8 Stunden, umgeben von einem Gasring von etwa 7 Sonnendurchmesser Radius (Abb. 5c).

Im zweiten Fall wächst die Masse des Neutronensternes weiter an, bis er sich schliesslich zu einem schwarzen Loch von $12,2 M_{\odot}$ entwickelt hat. Er wird umkreist von einem Stern in einem Abstand von 3,5 Sonnenradien, und zwar in nur 4,08 Stunden (Abb. 5b).

Im Fall Cygnus X-3 scheint der erste Fall der wahrscheinlichere zu sein, da sich der heisse Gasring

als Quelle der Radio- und Infrarotstrahlung in die Beobachtungen bestens einordnen lässt. Das Objekt konnte jedoch selbst nach intensivstem Suchen mit dem 5 m Teleskop und dem 1,2 m SCHMIDT-Teleskop auf Mt. Palomar als im optischen Bereich sichtbarer Stern nicht gefunden werden, obwohl die Nachweisgrenzgrösse bei dieser Suche knapp unter 24^m lag! Auch diese Tatsache lässt vermuten, dass Cygnus X-3 von uns etwa 30000 Lichtjahre entfernt ist und das sichtbare Licht durch den interstellaren Staub völlig absorbiert wird.

Im Fall der nicht minder bekannten Röntgenquelle Herkules X-1 hat man es ebenfalls mit einem Doppelsternsystem zu tun, nur ist hier die Existenz des Neutronensternes gesichert. Man kann nämlich dessen Rotationsperiode von 1,24 sec im Röntgenbereich nachweisen, ähnlich wie beim Krebs-Pulsar NP0532, wobei Herkules X-1 alle 1,7 Tage für etwa 6 Stunden von einem Riesenstern verdeckt wird und die Systemhelligkeit um $1,5^m$ sinkt. Interessanterweise war dieses Objekt optisch schon lange als unregelmässig optisch Variabler unter dem Namen HZ Herkules bekannt. Die Pulsationsperiode nimmt aber pro Jahr um 0,009 ms ab, d. h. der Neutronenstern wird durch die vom Riesenbegleiter abströmende Masse in seiner Rotation beschleunigt.

In Abb. 6 ist ausser der Röntgenintensität, welche periodisch durch die Bedeckung abnimmt, noch zu sehen, dass die Intensität, bedingt durch das heisse strömende Gas einmal über dem Durchschnittswert liegt, andererseits auch unterhalb, wenn das Gas noch heissere Zonen auf dem Neutronenstern verdeckt, bzw. diese Zonen freigibt.

Weiter ist die Verzögerung der Ankunftszeiten der 1,24 Sekunden-Pulse eingetragen. Dies ist ein augenfälliger Beweis für die Bewegung des Neutronensternes um den gemeinsamen Systemschwerpunkt. Aus der Laufzeitdifferenz zwischen den beiden extremen

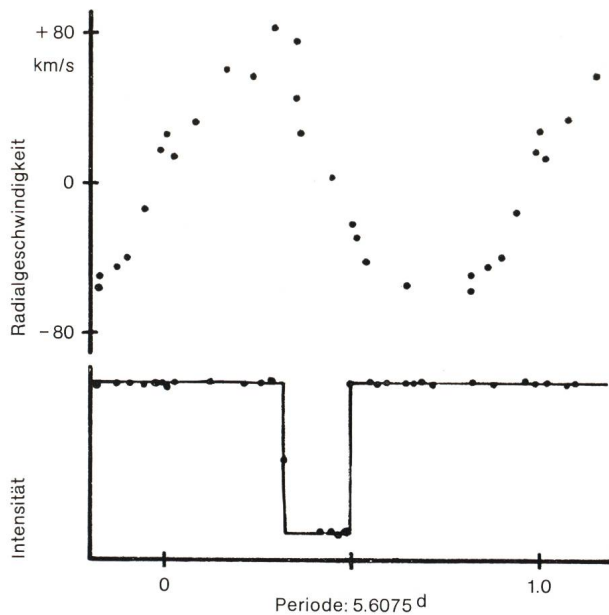


Abb. 7: Radialgeschwindigkeitsschwankungen von Cyg X-1 und die Variation seiner Röntgenintensität.

Bahnpunkten des Neutronensterns von 24 Sekunden ergibt sich ein Abstand vom Schwerpunkt von etwa 0.05 astronomischen Einheiten. Ganz klar sind die Verhältnisse in diesem System jedoch nicht, da der Röntgenstrahlung noch eine Periode von 35 Tagen überlagert ist, während welcher die Röntgenstrahlung nur für 10–11 Tage beobachtbar ist (und für 25 Tage unbeobachtbar bleibt). Während die Umlaufsperiode von 1,7 Tagen sehr genau konstant ist, variiert die 35 Tage-Periode um ± 1 bis 2 Tage. Zur Erklärung nimmt man an, dass das überströmende Gas beim Neutronenstern zum Taumeln seiner Rotationsachse führt, weshalb diese präzediert. Im Laufe der

Literatur:

H. FRIEDMANN, Cosmic X-Ray Sources. A Progress Report, *Science* 181, 395 (1973), No. 4098.
R. M. HJELLMING, An Astronomical Puzzle, called Cyg X-3, *Science* 182, 1089 (1973), No. 4117.

35tägigen Präzessionsperiode können wir nur 10–11 Tage lang auf die Magnetpole blicken. Neben der Umwandlung von kinetischer Energie in Strahlungsenergie und der PLANCK'schen Strahlung eines heißen Körpers spielt bei diesem System sicher noch die Synchrotronstrahlung eine Rolle, wobei geladene Teilchen durch das rasch rotierende Magnetfeld stark beschleunigt werden und ebenfalls strahlen.

Schliesslich sei noch ein ganz ähnliches Doppelsystem erwähnt, wobei die Röntgenquelle mit einer 5,6 Tage-Periode vom Stern HDE 226868, einem Überriesen vom Spektraltyp B0I und 9^m Helligkeit, bedeckt wird. Die Schwankungen der Röntgenintensität sind in Abb. 7 zu sehen, wo auch die Radialgeschwindigkeitsschwankungen des Überriesen zu finden sind. Aus den himmelsmechanischen Daten folgt bei einer Masse von $20 M_{\odot}$ für den blauen Überriesen eine Begleitermasse von $13 M_{\odot}$! Sollten alle Abschätzungen richtig sein, wäre dies der Nachweis eines Schwarzen Lochs, da Neutronensterne von über $3,5 M_{\odot}$ nicht entstehen können. Ausserdem schwankt die Intensität von Cygnus X - 1 völlig unregelmässig und nicht wie bei einem Pulsar, was sich durch einen Gasstrom unterschiedlicher Stärke erklären lässt, welcher auf das schwarze Loch zufällt, immer stärker beschleunigt wird und dabei Energie abstrahlt.

Wie die neuesten Erkenntnisse in der astronomischen Forschung zeigen, kann eine Theorie gar nicht so utopisch sein – sofern keine Naturgesetze in Frage gestellt werden –, dass sie vielleicht nicht doch eines Tages Geltung erhalten könnten.

Zweifellos stehen wir jetzt wieder am Beginn einer Phase hochinteressanter Entwicklungen in unserer Wissenschaft und man kann gespannt darauf sein, was uns die nächsten Jahre an neuem Wissen bringen werden.

Adresse des Autors:

Dr. W. WEISS, Universitäts-Sternwarte, Türkenschanzstrasse 17, A-1180 Wien.

Zur Kenntnis der Quasare

von S. MITTON, Cambridge

Quasare – quasistellare Radioquellen – wurden zum ersten Mal 1963 gefunden, als Forscher der Radio- und optischen Astronomie gemeinsam der Natur der vielen diskreten Radioquellen auf den Grund zu kommen suchten, die nicht mit Galaxien identifiziert werden konnten. Ein britischer Wissenschaftler, Dr. CYRIL HAZARD, verfolgte mit dem 64-m-Radioteleskop bei Parkes in Australien die Bewegung des Mondes, um genau den Zeitpunkt zu bestimmen, an dem die Strahlung der Radioquelle 3C 273 durch das Dazwischentreten des Mondes nicht mehr empfangen werden konnte.

Durch diesen Zeitbestimmungsversuch gewann Dr. HAZARD eine genaue Lokalisierung der Quelle, und der optisch arbeitende Astronom MAARTEN SCHMIDT fand am bezeichneten Ort ein ungewöhnliches sternartiges Objekt, das hauptsächlich durch seine ausserordentliche Rotverschiebung faszinierte.

Die Rotverschiebung

Dies war die erste Entdeckung eines Quasars, eines sternähnlichen Objekts mit starker Rotverschiebung und starker Radiostrahlung. Von seinen Eigenschaften wird heute am intensivsten die Rot-

verschiebung erforscht, deren Ausmass noch das grösste Rätsel aufgibt.

In den 20er Jahren arbeitete EDWIN HUBBLE in den USA daran, die Entfernung der Galaxien festzustellen. Dabei entdeckte er eine bedeutsame Beziehung zwischen der Entfernung einer Galaxie und ihrer Fluchtgeschwindigkeit: diese nämlich wuchs mit der Entfernung.

HUBBLE mass die Fluchtgeschwindigkeit an der Rotverschiebung und deutete die Erscheinung als Doppler-Effekt. Bei einer Ultraviolettverschiebung müsste sich die Quelle nähern und bei einer Rotverschiebung entfernen. Durch diese letztere wies er nach, dass das Universum expandiert, und gab ein einfaches Gesetz zur Umrechnung der Rotverschiebung in Entfernung an.

Neue Beobachtungen

Quasare scheinen nun mit dem HUBBLESchen Gesetz nicht in Einklang zu stehen, da einige der kürzlich entdeckten Objekten Rotverschiebungen im Verhältnis von 1,95 bis 3,53 zum normalen Betrag haben, was bedeutet, dass ihre Spektrallinien Wellenlängen von 295 bis 453 Prozent mehr haben als die im stationären irdischen Laboratorium beobachteten. Sollte diese Vergrösserung der Wellenlänge allein auf die Fluchtgeschwindigkeit zurückzuführen sein, so müsste die Geschwindigkeit der Quasare der Lichtgeschwindigkeit nahekommen.

Wenn diese hohen Geschwindigkeiten einfach das Ergebnis der Expansion des Universums sind, dann befinden sich die Quasare an dessen äusserster Grenze. Dass wir so entfernte Objekte auch sehen können, würde bedeuten, dass sie einen unvorstellbaren Energieausstoss haben. Diese Schwierigkeit hat namhafte Theoretiker veranlasst, die herkömmliche Interpretation der Quasar-Rotverschiebung als Entfernungsanzeige in Zweifel zu ziehen.

Viele Untersuchungen an hellen und daher leicht zu beobachtenden Quasaren sind angestellt worden, doch sind diese hellen Objekte vielleicht nicht typisch für die Quasare insgesamt, weshalb sich Dr. HAZARD, jetzt am Institut für Astronomie in Cambridge, mit seinen Kollegen auf die Suche nach noch unbekannten schwachen Quasaren machte.

Die grundlegenden Daten zur optischen Identifizierung von Radioquellen entnimmt Dr. HAZARD der von HUGH MURDOCH vom Molonglo-Observatorium in New South Wales, Australien, erstellten Liste von schwachen Radioquellen. Wenn eine solche Identifizierung gelingt, wird sie sorgfältig katalogisiert, um mit den grossen optischen Teleskopen in den USA weiter erforscht zu werden.

Rekord-Rotverschiebungen

Grosse Überraschung rief das Team 1973 mit seiner Bekanntgabe von Quasaren hervor, deren Spektrallinien eine Rotverschiebung von 440 bis 454 Prozent zeigten, ein bis dahin unerreichter Rekord.

Falls man die Rotverschiebungen als mögliches Hilfsmittel zur Vermessung des Kosmos ansieht, so müssen dies die entferntesten Objekte sein, die die Menschheit kennt.

Am faszinierendsten ist die Radioquelle 4C 11.50. Optisch ist diese Radioquelle ein enger Doppelstern mit einem Abstand von nur 5 Bogensekunden. Photographisch ähneln beide Komponenten des Paares Quasaren, so dass sich die Natur einer jeden nur durch Spektralmessungen erkennen lässt.

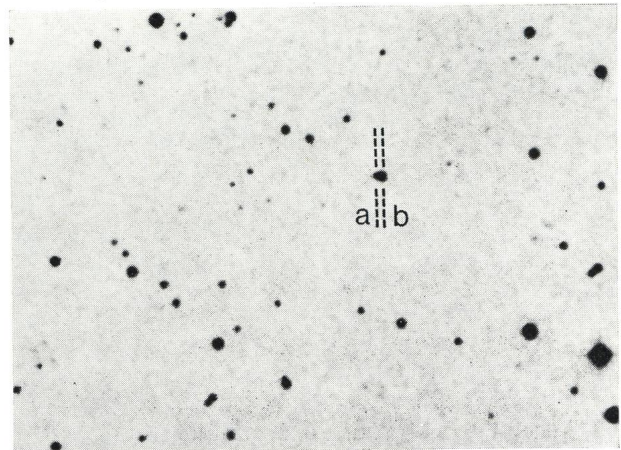


Fig. 1: Der bisher einzige bekannte Doppelquasar. Die beiden durch die gestrichelten Linien gekennzeichneten Objekte haben einen Abstand von nur fünf Bogensekunden. (a) hat eine Rotverschiebung von 1,90, (b) dagegen nur von 0,44. Falls diese Objekte physisch verbunden sein sollten, kann die Rotverschiebung nicht allein auf die Expansion des Universums zurückgeführt werden – ein Ergebnis von grosser Bedeutung für die Astronomie.

Auf den ersten Blick ist es sehr unwahrscheinlich, dass beide Objekte Quasare sind, weil dieser Quellentypus sehr selten ist und damit die Wahrscheinlichkeit, sie in Form eines engen Doppelsterns vorzufinden, überwältigend gering ist. Eine spektroskopische Analyse ergab jedoch, dass die hellere Komponente eine Rotverschiebung von 0,44 (d. d. eine Vergrösserung der normalen Wellenlängen auf 144 Prozent) und die schwächere eine von 1,90 (Verlängerung auf 290 Prozent) hatte. Diese hohen Werte beweisen unwiderleglich, dass beide Komponenten des Doppelsterns echte Quasare sind.

Zufallsgruppierung?

Hier drängt sich eine Frage von höchster Bedeutsamkeit auf: ist diese seltsame Himmelserscheinung ein optischer oder ein physischer Doppelstern? Wenn nämlich diese Quasare einen physischen Doppelstern darstellen, ist es klar, dass mindestens einer von ihnen dem HUBBLESchen Gesetz nicht folgt.

Wenn bis jetzt auch noch kein Schluss in der einen oder der anderen Richtung gezogen werden kann, so ist doch die Wahrscheinlichkeit einer Doppelstern-Wechselwirkung so gross, dass auch Verfechtern der bisherigen Theorie Zweifel kommen müssen. So zeigen auch Radiokarten von 4C 11.50 eine

Struktur, die mit einer solchen Wechselwirkung nicht in Widerspruch stehen würde.

Ein weiteres auffallendes Zusammentreffen ist die Tatsache, dass die Spektrallinien des schwachen Quasars fast eine Verdoppelung der Wellenlänge im Vergleich zum helleren aufweisen. Schliesslich ähneln sich die Spektren in vielen Zügen so sehr, dass man sie einem gegenseitigen Strahlungsaustausch zuschreiben könnte. Bisher ist nichts gefunden worden, was einen geringen Abstand im Raum beweisen würde, doch lassen alle diese Zufälligkeiten auf eine Nähe schliessen, die der HUBBLE-Beziehung völlig zuwiderläuft.

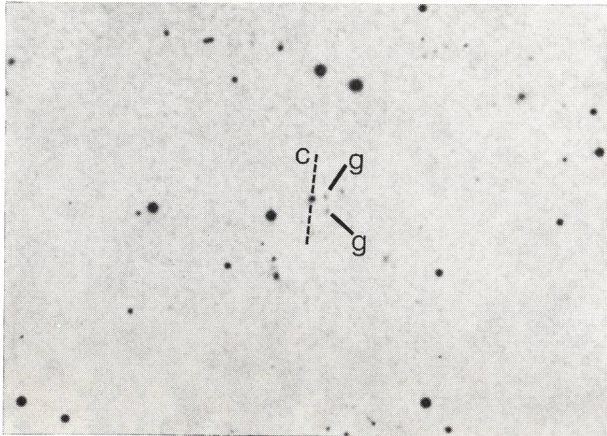


Fig. 2: Der durch die gestrichelten Linien gekennzeichnete Quasar scheint Teil eines schwachen Galaxienhaufens zu sein. Zwei Galaxien sind durch (g) hervorgehoben und der Quasar durch (c). Der Quasar hat eine viel stärkere Rotverschiebung als die Galaxien.

Abweichende Rotverschiebungen

Ausser dem Doppelquasar haben die Forscher noch drei Beispiele «abweichender Rotverschiebungen» gefunden – Quasare, bei denen die gemessene Rotverschiebung anscheinend nicht mit ihren sonstigen Eigenschaften zusammenpasst. Als Resultat des Identifizierungsprozesses ergab sich die Entdeckung dreier Quasare in Anlagerung an Galaxienhaufen.

Das überzeugendste Beispiel für die Verbindung von Quasaren mit Galaxien bietet 4C 24.23. Hier liegt ein Quasar an der Grenzlinie einer Gruppe von fünf Galaxien. Die Rotverschiebung des Quasars beträgt

1,27, während die Galaxien-Rotverschiebungen mit Sicherheit unter 0,4 liegen. In einem anderen Fall umschliesst ein Galaxienhaufen mit geringer Rotverschiebung einen Quasar mit einer Rotverschiebung von 2,17. In einem dritten Fall befindet sich ein Objekt mit einer Rotverschiebung von 0,78 nahe an einer schwachen Galaxie, die eine Rotverschiebung von höchstens der Hälfte dieses Wertes haben kann.

Da unter der Leitung von Sir MARTIN RYLE an der Universität Cambridge vorgenommene Radiointerferometermessungen die richtige Erkennung der Quasare auf den Photographien bestätigt haben, liegen jetzt drei Fälle echter Quasare in merkwürdiger Anlagerung an Galaxien vor. Sind diese drei Fälle alle als zufälliges optisches Nebeneinanderliegen aufzufassen?

Beschleunigungstheorie

Die Astronomen sind sich bewusst, dass Argumente, die sich nur auf das zufällige Zusammentreffen weniger Objekte im Raum stützen, leicht in die Irre führen können. Die Wahrscheinlichkeit, dass alle diese Anlagerungen zufällig sind, ist gering, aber nicht gleich Null. Wenn einige Objekte uns näher sind, als ihre Rotverschiebung anzeigt, dann muss die Ursache anderswo liegen als in der Expansion des Universums. Die einfachste Erklärung wäre, dass die Quasare eine sehr hohe Beschleunigung erhalten haben, vielleicht durch Explosionen.

Eine andere Erklärung geht dahin, dass das ungeheure starke Gravitationsfeld der Quasare das Licht auf dem Wege zu uns verzerrt und so die Rotverschiebung verstärkt.

Um zweifelsfrei festzustellen, dass einige Quasare nicht dem HUBBLESchen Gesetz folgen, wird das Auffinden von noch viel mehr Paaren und Gruppen mit abweichenden Eigenschaften sowie eine genauere Untersuchung solcher Verbindungen durch die grössten Teleskope der Welt erforderlich sein. Nichtsdestoweniger dürfte es schon jetzt sicher sein, dass als Resultat dieser internationalen Zusammenarbeit eine entscheidende Überprüfung der herkömmlichen Auffassung mindestens in Sicht ist.

Adresse des Autors:

Dr. SIMON MITTON, Institut für Astronomie, Cambridge, England.

Standlinienberechnung mit dem Taschenrechner

VON MARTIN FRICK, Bremen

Eine astronomische Standlinie zur Ortsbestimmung gewinnt man üblicherweise so, dass man die Höhe h_B eines Gestirns G_1 oder G_2 beobachtet und hinsichtlich Refraktion und eventuell Kimmtiefe korrigiert (beschickt). Dann berechnet man die Höhe h_R unter der Annahme, man befinde sich am Ort 1 mit der Breite φ und der Länge λ . Wäre dieser angenommene (gegisste) Ort der tatsächliche Ort, dann müsste natürlich die berechnete Höhe gleich der beobachteten sein. Das wird nicht der Fall sein. Vielmehr wird $h_B > h_R$ darauf hinweisen, dass sich der wahre Ort 2 vom

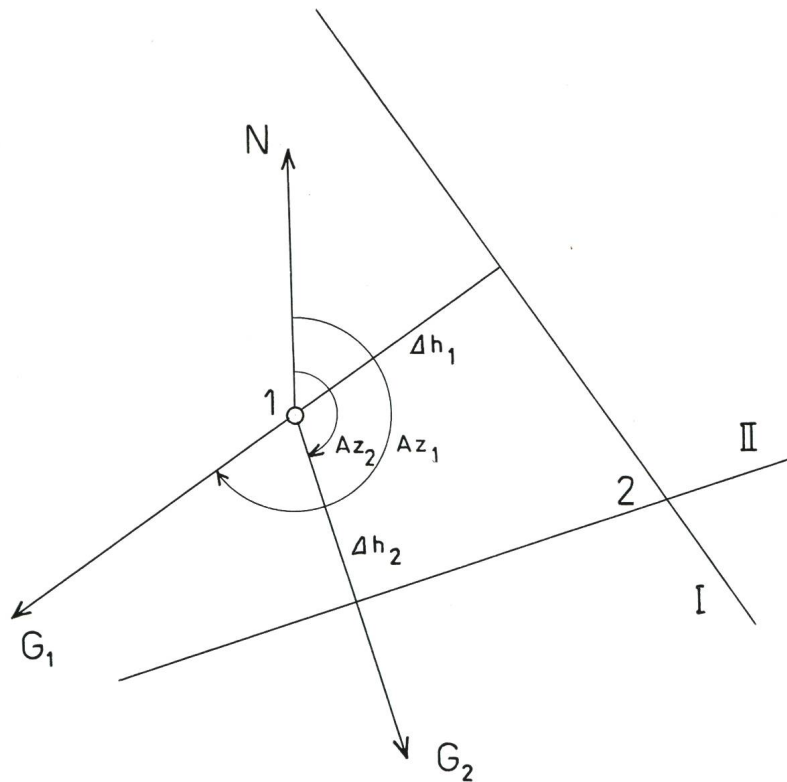
angenommenen 1 aus gesehen in Richtung zum Gestirn hin befindet; während umgekehrt $h_B < h_R$ bedeutet, dass wir vom Projektionsort des Gestirns auf der Erdoberfläche in Wirklichkeit weiter entfernt sind als der angenommene Ort 1.

Für die Zeichnung der Standlinie braucht man noch das Azimut des Gestirns. Mit einem fest aufgestellten Theodoliten könnte man dasselbe messen, mit dem in der Hand zu haltenden Sextanten hingegen ist das nicht möglich, weshalb man das Azimut ebenfalls berechnet.

Die Zeichnung geht so vor sich, dass man in der Seekarte durch den Ort 1 mit dem berechneten Azimut Az eine Gerade zieht, auf der man die Differenz $\Delta h = h_B - h_R$ je nach ihrem Vorzeichen zum Gestirn hin oder vom Gestirn weg abträgt (wobei eine Bogenminute einer Seemeile entspricht). Die Senkrechte durch den so erhaltenen Punkt ist die Standlinie (I), auf ihr muss irgendwo der tatsächliche Ort liegen. Durch eine oder mehrere weitere Standlinien (II) erhält man den wahren Ort als Schnittpunkt dieser Linien. Dabei kann man eine solche astronomische Standlinie auch mit terrestrischen Standlinien (Peilung von Küstenmerkmalen oder Seezeichen) oder Funkstandlinien kombinieren. Ausserdem wollen wir uns daran erinnern, dass die als Geraden gezeichneten astronomischen Standlinien die Tangenten an die Höhengleichen um die Projektionsorte sind (vgl. Artikel im ORION 140, S. 12 f.).

Es handelt sich also stets darum, Azimut und Höhe eines Gestirns zu berechnen, und zwar aus der Ge-

stirnsdeklinaton δ , der genäherten Breite φ und dem (ebenfalls genäherten) Ortsstundenwinkel t des Gestirns. Für den Mathematiker ist das mit Hilfe der Formeln der sphärischen Trigonometrie kein besonderes Problem, die Praxis aber stellt weitere Forderungen, die zum Problem werden können, nämlich die nach einer möglichst einfachen und narrensicheren Rechnung. Für diese Rechnung sind nebst den nautischen Tafelwerken auch eine Vielzahl interessanter Apparate erfunden worden. So zum Beispiel wurde von Dennert & Pape in Hamburg vor wenigen Jahren noch ein Höhenrechenschieber HR 1 hergestellt. Bei dem zylinderförmigen Gerät sind eine $\log \cos$ - und eine $\log \cotg$ -Skala beträchtlicher Länge auf zwei ineinander verschiebbaren Hüllen aufgewickelt. Das Problem ist nun, Azimut und Höhe mit den Winkelfunktionen $\cos$ und $\cotg$ allein zu berechnen. Ausserdem sollte man während der Rechnung nicht zu viele Zwischenergebnisse notieren müssen. Das Problem lässt sich mit dem folgenden Formelsatz bewältigen:



Zuerst berechnet man aus δ und t einen Hilfswinkel x aus:

$$\cotg \delta \cos t = \cotg x \quad (1)$$

Dann rechnet man mit t , x sowie einer Hilfsgrösse $y = 90 - \varphi \pm x$ (das pos. Vorzeichen gilt, wenn φ und δ gleichnamig, das neg., wenn φ und δ ungleichnamig sind) aus:

$$\frac{\cotg t \cos y}{\cos x} = \cotg a \quad (2)$$

das Azimut a , wobei dieses astronomisch festgelegt ist, also von Süd aus gerechnet wird. Zum Unterschied dazu haben wir das nautisch festgelegte (also von Nord aus gezählte) Azimut mit Az bezeichnet. Schliesslich bildet man die Höhe h aus y und a nach:

$$\frac{\cotg y}{\cos a} = \cotg h \quad (3)$$

Man kann sich leicht davon überzeugen, dass diese Formeln richtig sind. Denkt man daran, dass

$\cos y = \cos(90 - \varphi + x) = \sin \varphi \cos x - \cos \varphi \sin x$
ist und setzt man dies in (2) ein, so erhält man:

$$\frac{\cotg t}{\cos x} (\sin \varphi \cos x - \cos \varphi \sin x) = \cotg a = -\cotg Az.$$

Ausmultipliziert erhält man daraus unter Verwendung von (1):

$$\cotg t \sin \varphi - \frac{\cos \varphi}{\sin t \cotg \delta} = -\cotg Az.$$

Dividiert man diese Gleichung durch $\cos \varphi$, so ergibt sich:

$\cotg t \tg \varphi - \tg \delta \operatorname{cosec} t = -\cotg Az \sec \varphi$,
das ist die bekannte Gleichung, die den ABC-Tafeln zugrunde liegt. Nur wenig umständlicher ist es, die Gleichung (3) zu verifizieren, etwa so umzuformen, dass der Cosinussatz für das nautische Dreieck dabei herauskommt.

Elektronische Taschenrechner werden vom Preis her immer reizvoller. Mancher Nautiker besitzt einen solchen, die Frage ist jeweils nur, ihn auch sinnvoll anzuwenden. Interessant ist ein Rechenschema, das es gestattet, bei möglichst nur einmaliger Eingabe jeder Grösse und ohne Zwischenergebnisse notieren zu müssen, Azimut und Höhe zu berechnen. Da bieten sich die obigen Formeln als geradezu ideal an.

Ein Rechner, der sich für diesen Zweck besonders eignet, ist der Hewlett-Packard HP 35. Er hat zwar keine $\cotg$ -Taste, doch schreiben wir die Formeln (1), (2) und (3) einfach reziprok auf, wodurch wir den Tangens hineinbekommen:

Anschrift des Verfassers:

MARTIN FRICK, Neu St. Jürgen, D-2862 Worpswede, BRD

$$\frac{\tg \delta}{\cos t} = \tg x \quad (1a)$$

$$\frac{\tg t \cos x}{\cos y} = \tg a \quad (2a)$$

$$\tg y \cos a = \tg h \quad (3a)$$

Der HP 35 ist zwar nicht programmierbar, doch schreibe man sich die Schritte auf ein Blatt Papier beziehungsweise vervielfältige sich ein entsprechendes Formular. Die sexagesimalen Winkelangaben sind vor der Eingabe in dezimale umzurechnen, was bei dem teureren Modell HP 45 etwas einfacher ist. Unser Programm läuft dann wie folgt:

1) Eingabe Deklination δ , 2) $\tan$, 3) ENTER, 4) Eingabe Stundenwinkel t , 5) ENTER, 6) $\cos$, 7) $\times \rightarrow y$, 8) $\tan$, 9) $R \downarrow$, 10) $\div$, 11) $\operatorname{arc} \tan$, 12) $\times \rightarrow y$, 13) $R \downarrow$, 14) ENTER, 15) $\cos$, 16) $\times \rightarrow y$, 16a) CHS wenn φ und δ ungleichnamig, 17) $R \downarrow$, 18) $\times$, 19) $\times \rightarrow y$, 20) CL X, 21) 90 eingeben, 22) $R \downarrow$, 23) $R \downarrow$, 24) CL X, 25) Eingabe Breite φ , 26) $-$, 27) $+$, 28) ENTER, 29) $\cos$, 30) $\times \rightarrow y$, 31) $\tan$, 32) $R \downarrow$, 33) $\div$, 34) $\operatorname{arc} \tan$, 35) Azimut ablesen, 36) $\cos$, 37) $\times \rightarrow y$, 38) $R \downarrow$, 39) $\times$, 40) $\operatorname{arc} \tan$ (ergibt h_R), 41) ENTER, 42) Beobachtete Höhe h_B eingeben, 43) $-$, 44) ENTER, 45) 60 eingeben, 46) $\times$, 47) Höhendifferenz Δh ablesen.

Zum Azimut wäre noch zu bemerken, dass es mit der Breite ungleichnamig zu rechnen ist, wenn $a > 0$, das heisst, es ist bei Nordbreite von Süd aus zu rechnen und bei Südbreite von Nord aus. Das Umgekehrte gilt für $a < 0$. Ergibt Schritt 40) $h_R < 0$, so ändere man das Vorzeichen (CHS).

Une détermination graphique des coefficients de précession

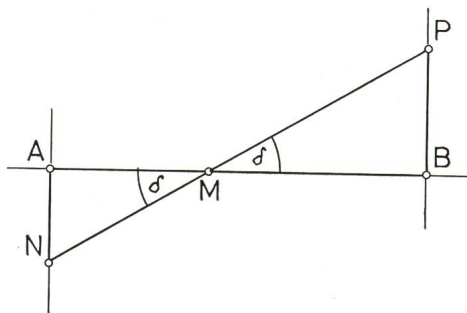
par P. ROSSIER, Moillesulaz

La nécessité de tenir compte de la précession apparaît dans le problème de la comparaison de coordonnées anciennes d'un astre avec les coordonnées actuelles. En pratique, il est exceptionnel qu'une grande précision soit nécessaire. Par contre, la période considérée peut être longue. Pour cela, choisissons le siècle comme unité de temps. Les formules

donnant les corrections $\Delta \alpha$ en ascension droite et en déclinaison sont:

$$\Delta \alpha = t (5.14 + 2.23 \sin \alpha \tg \delta) \text{ et } \Delta \delta = t 33.4 \cos \alpha.$$

Les unités sont la minute de temps pour l'ascension droite et la minute d'arc pour la déclinaison.



Les coefficients de t peuvent être déterminés graphiquement comme suit. Graduons un segment AB de la façon suivante:

Au point M correspond l'angle δ tel que $\frac{MB}{AM} = \tan \delta$. Sur la perpendiculaire à AB élevée en A, appelons le point tel que $AN = \sin R$, selon une unité arbitraire. La droite NM coupe la perpendiculaire à AB élevée en B au point P. Nous avons $BP = AN \frac{MB}{AM} = \sin \alpha \tan \delta$. Le segment BP est proportionnel au terme variable du coefficient de la précession en ascension droite. Un choix convenable de l'unité réalise l'égalité de ce coefficient avec BP. Nous avons obtenu ainsi un abaque à points alignés donnant le coefficient en ascension droite.

Le coefficient en déclinaison ne dépend que de l'ascension droite. Une double graduation d'un segment, uniforme ou selon le cosinus donne ce coefficient par simple lecture, voir fig. 1.

Mode d'emploi du graphique (fig. 2) déterminant les coefficients de précession: Les unités utilisées sont le siècle pour le temps, la minute de temps (pour un

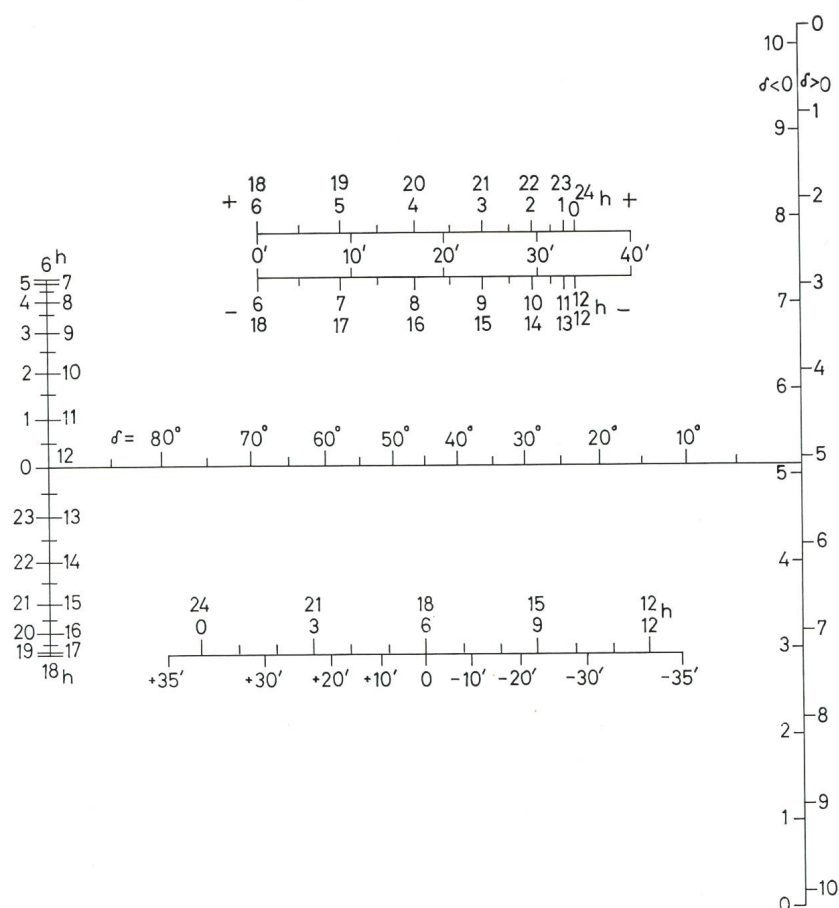
siècle) pour le coefficient en ascension droite et la minute d'arc (pour un siècle) pour le coefficient en déclinaison.

1) Pour la déclinaison:

Sur l'échelle rectiligne du bas, lire le nombre correspondant à l'ascension droite choisie. Ainsi, vis-à-vis de 3 heures, on lit $+24'$ et $-24'$ en face de 9 heures. Sur cette échelle, la graduation en ascension droite est uniforme. Sur l'échelle double du haut, l'échelle du coefficient de précession est uniforme. De 0 à 6 heures et de 18 à 24 heures, le coefficient a le signe $+$. Ce signe est $-$ de 6 à 18 heures.

2) Pour l'ascension droite:

Faire passer une règle par le point de l'échelle de gauche relatif à l'ascension droite et par le point de l'échelle horizontale donné par la déclinaison. L'intersection avec l'échelle de droite donne le coefficient de précession en ascension droite. Selon que la déclinaison est positive ou négative, lire la graduation extérieure ($\delta > 0$) ou l'intérieure ($\delta < 0$). Ainsi, soient ascension droite = 22 heures et déclinaison = $+45^\circ$. Pour le coefficient, on lit 4 min. Pour -45° , on a 6.2 min.



Adresse de l'auteur:

Prof. Dr P. ROSSIER, Route de Jussy 14a, CH-1226 Moillesulaz.

L'éclipse partielle de Lune du 4/5 juin 1974, vue de Lausanne.

par MAURICE ROUD, Ingénieur, Lausanne

Comme de coutume, lors d'une pareille occasion, la SVA avait invité le public lausannois à se rendre à son Observatoire des Grandes-Roches, pour l'observation de l'éclipse partielle de Lune du 4/5 juin 1974. En fin d'après-midi, les fortes menaces d'orage pouvaient présager le pire. Mais heureusement que le ciel s'est finalement dégagé, ce qui a permis l'observation complète de l'éclipse, dans de très bonnes conditions.

Une fois émergée des nuages barrant encore l'horizon sud-est, la Lune présentait une face rousse. Puis, au fur et à mesure de son ascension dans le ciel, la partie éclairée s'illuminait progressivement, tandis

que la partie éclipsée de la Lune devenait de plus en plus visible. C'est au moment du maximum, à 23 h 16, lorsque l'ombre portée de la Terre atteignait le bord du cratère Tycho, que le phénomène était le plus spectaculaire. Contrastant avec le croissant brillant, la partie ombrée de la Lune avait une belle couleur rouge-brun foncé, où les mers et le cratère Platon ressortaient en noir.

Bénéficiant de l'obscurcissement de la Lune, les démonstrateurs en ont profité pour faire observer le ciel étoilé et quelques objets intéressants aux nombreux visiteurs.

Ce fut donc un «Spectacle d'un soir» très réussi.

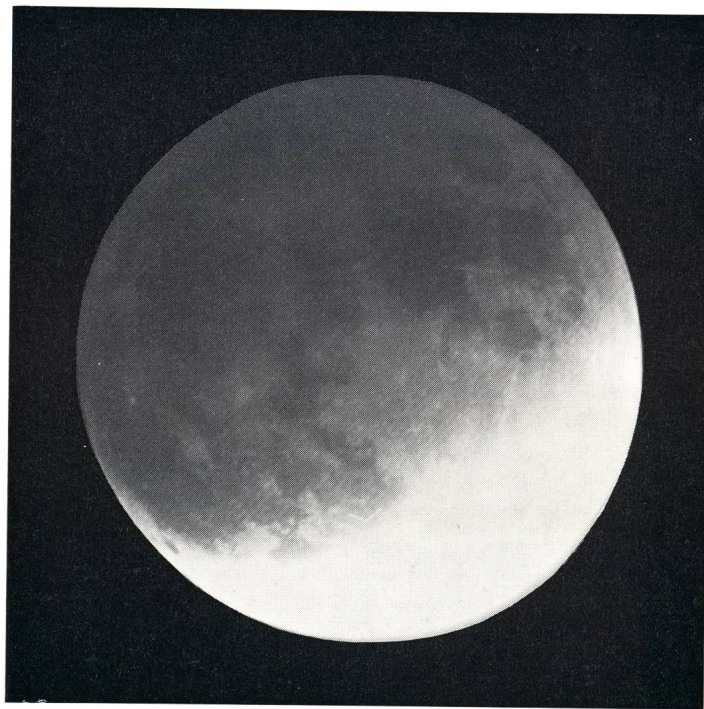


Fig. 1: Eclipse de Lune du 4/5 juin 1974. Pose 10 sec. à 23 h 25 min sur film Kodak Plus X au foyer d'un télescope NEWTON 300/1600 mm. Prise par F. MEYER.

Adresse de l'auteur :

M. ROUD, Ingénieur, Av. de Rumine 64, CH-1005 Lausanne.

BBSAG-Bulletin No. 15

wurde am 4. Juni 1974 herausgegeben und bringt als 48. Liste der Minima von Bedeckungsveränderlichen auf 4 Seiten 203 weitere Beobachtungsergebnisse, sowie neue Elemente für RW Comae. Dieses Bulletin kann von Interessenten wie üblich bei Herrn K. LOCHER, Rebrainstrasse, CH-8624 Grüt bei Wetzikon, angefordert werden.

In der Schweiz entdeckte Supernova in NGC 4414

von W. BURGAT, Bern, P. WILD, Bern,
E. HEISER, Osnabrück und K. LOCHER, Grüt

Die helle Supernova in der Sc-Galaxie NGC 4414 ($\alpha_{1950} = 12^h 24^m 0^s$; $\delta_{1950} = +31^\circ 30'$) wurde am 22. April 1974 von Frl. W. BURGAT vom astronomischen Institut der Universität Bern auf zwei Aufnahmen entdeckt, die sie am 19. April 1974 mit der

25 cm-Zwillings-SCHMIDTKamera des Instituts gemacht hatte. Dieses Instrument steht in der Privatsternwarte von Herrn Dr. h. c. W. SCHAEERER auf der Uecht ob Niedermühlern und eignet sich ausgezeichnet zur Suche nach Novae und helleren Supernovae.

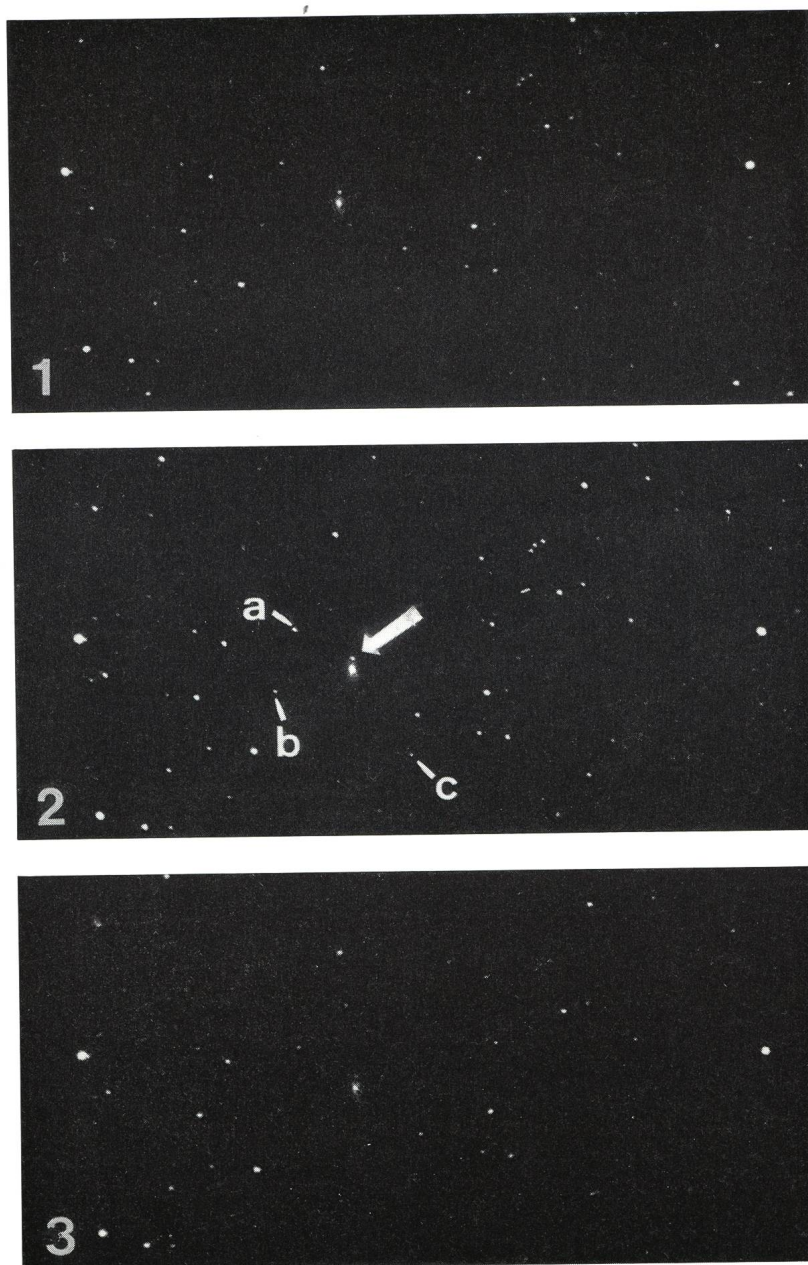


Fig. 1: 3 Aufnahmen von E. HEISER, Osnabrück mit Zeiss-Spiegellinsen-Objektiv (Mirotar) 1:4, $f = 500$ mm auf Kodak 103 a F-Film am 9. 5. 1974, 22^h42–22^h52 MEZ, am 15. 5. 1974, 23^h55–24^h00 MEZ und am

29. 5. 1974, 23^h 08–23^h 13 MEZ. Die auf Bild 1 mit a, b und c bezeichneten Sterne sind die drei hellsten Sterne der für die in Fig. 2 für die Lichtkurve verwendeten AAVSO-Sequenz (a: 12^m3, b: 13^m1, c: 13^m8)

Die Grenzhelligkeit ist etwa $15\frac{1}{2}$, der Felddurchmesser 11° , das Öffnungsverhältnis 1:1.6; der Umstand, dass man jeweils zwei gleiche Aufnahmen erhält, macht von den oft zahlreichen und lästigen Filmfehlern weitgehend unabhängig.

Wir freuen uns besonders darüber, dass diese jüngste Supernova noch während ihres Lichtanstiegs entdeckt wurde; das Maximum ihrer Helligkeit, $m_V \approx 12.0$, dürfte in der letzten Aprilwoche ein-

getreten sein. Nach den Berichten aus mehreren Observatorien ist das Spektrum eindeutig vom Typ I, zu dessen Deutung die Spektroskopiker nach jahrzehntelangen Versuchen vor kurzem den Schlüssel gefunden zu haben scheinen. Das Interesse an dieser Supernova ist entsprechend gross; es ist zu erwarten, dass dieser glückliche Fund während seines Abklingens etwa zwei Jahre lang mit den grössten Teleskopen genau untersucht werden wird. PAUL WILD

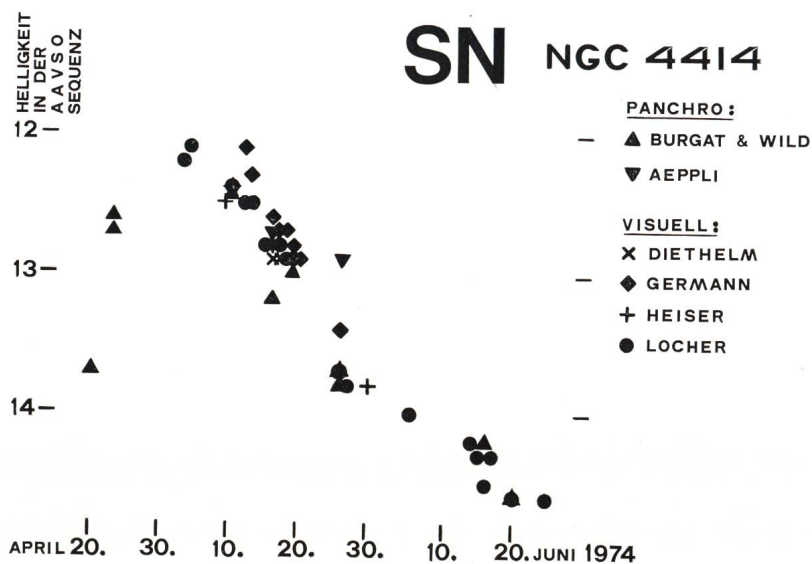


Fig. 2: Lichtkurve der Supernova in NGC 4414, enthaltend alle bis zum 26. Juni 1974 mitgeteilten Beobachtungen im gelben Spektralbereich, zusammengestellt von K. LOCHER.

Nachtrag der Redaktion: Über die Supernova in NGC 4414 brachte das Circular 2678 der IAU die folgenden Angaben: Bildverstärker-Spektralaufnahmen im Bereich von 4300–8000 Å (Auflösung 150 Å/mm), die in der Zeit vom 14.–19. Mai von Dr. S. WYCKOFF mit dem 1 m-Reflektor des Wise-

Observatoriums erhalten worden waren, bestätigten das Vorliegen des Spektraltyps I. J. E. BORTLE von Brooks Observatory bestimmte die Helligkeiten vom 2.–27. Mai als von 12.2 auf 13.6^m vis abnehmend.

Adressen der Autoren:

Dipl. Phys. W. BURGAT und Dipl. Math. P. WILD, Astronomisches Institut der Universität, Sidlerstrasse 5, CH-3000 Bern.
 E. HEISER, Wiesenbachstrasse 20 B, D 45 Osnabrück, BRD.
 K. LOCHER, Rebrainstrasse, CH-8624 Grüt bei Wetzikon.

Die Mission von Mariner 10

Die ORION-Redaktion hatte geplant, in diesem Heft einen Beitrag über die Mission von Mariner 10 zu veröffentlichen und in Reproduktionen von Originalbildern der NASA sowohl den wolkenumhüllten Morgen- und Abendstern, als auch den mondähnlichen innersten Planeten unseres Sonnensystems zu zeigen. Leider sind diese Bilder bis zum Redaktionsschluss dieser Nummer nicht eingetroffen, so dass fürs erste auf bereits anderweitig publizierte Abbildungen zurückgegriffen werden muss.

Mariner 10 konnte, wie schon diese Bilder zeigen, neben der Aufnahme vieler Messdaten die Vermutungen der Astronomen über die Oberflächenbeschaffenheiten dieser Planeten zur Gewissheit werden lassen und dazu Details festhalten, wie sie von der Erde aus niemals hätten ermittelt werden können. Im Hinblick auf die grosse Bedeutung dieses neuen Fortschritts in der Erforschung unseres Planetensystems hofft die ORION-Redaktion, bald einen ausführlichen Bericht über die Ergebnisse der Mariner 10-Mission von befahrener Seite bringen zu können. E. WIEDEMANN

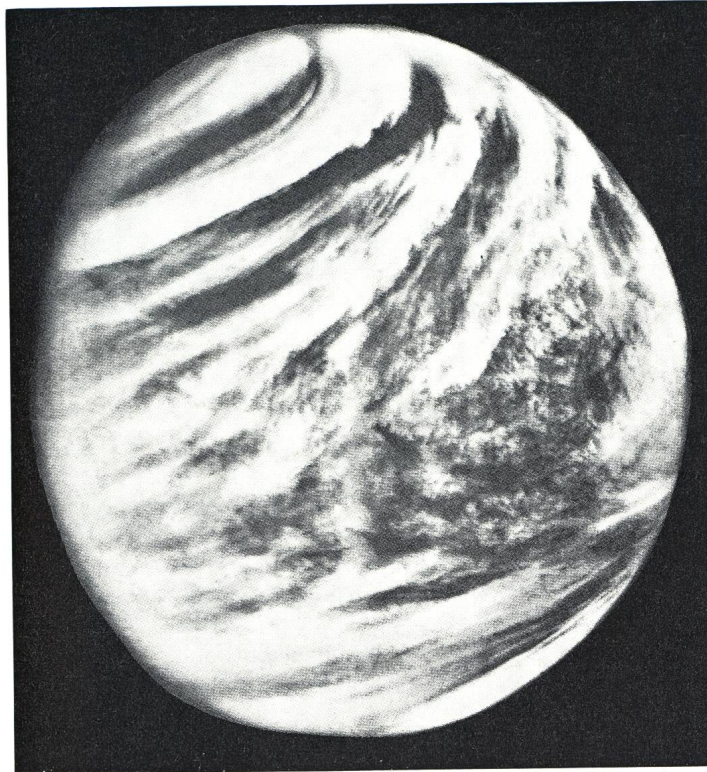


Bild 1: Venus in fast voller Beleuchtung. UV-Aufnahme von Mariner 10 aus mehr als 600.000 km Entfernung. Die sehr gut wiedergegebene Wolkenstruktur der oberen

Venus-Atmosphäre lässt auf sehr starke (Passat-ähnliche) Driften oder grossräumige Stürme schliessen. Reproduziert aus: *Griffith Observer* 38, 21 (1974), No. 6.

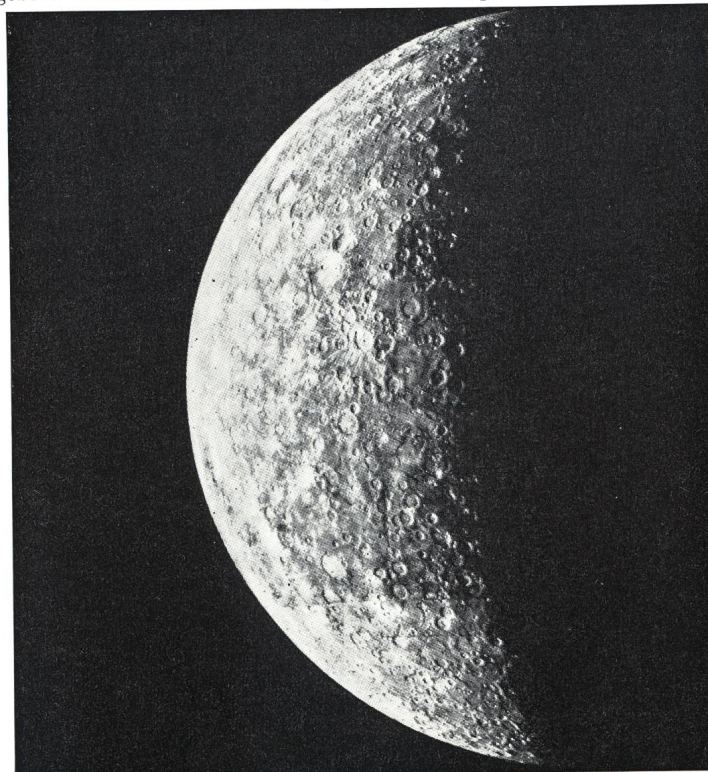


Bild 2: *Merkur* in Halbphasen-Beleuchtung. Aufnahme von Mariner 10 am 29. März 1974 aus etwa 200.000 km Entfernung. Man erkennt, dass dieser Teil der Merkur-Oberfläche wie der Erdmond mit Kratern übersät ist, deren grösste einen Durchmesser von etwa 200 km erreichen. Ein anderer Teil der Merkur-Oberfläche (hier

nicht wiedergegeben) zeigt eine noch weiter gehende Analogie mit dem Erdtrabanten: Ein grosser Krater, ähnlich dem Krater KOPERNIKUS auf dem Mond, zeigt wie dieser ein von ihm ausgehendes Strahlensystem, das ebenso weit wie jenes reicht! Reproduziert aus: *Sky and Telescope* 47, 366 (1974), No. 6.

Die totale Sonnenfinsternis vom 20. Juni 1974 in Westaustralien

Ein Bericht von F. DORST, Münster (BRD).

R. A. NAEF's Jahrbuch «Der Sternenhimmel 1974» war zu entnehmen, dass die Zentrallinie dieser Finsternis Land nicht berührte. Der Zentrallinie kam der Point d'Entrecasteaux im äussersten Südwesten am nächsten, und da er im Vergleich mit anderen Punkten dieses Gebiets bezüglich der Bewölkungswahrscheinlichkeit nicht als benachteiligt erschien, wurde er als Beobachtungsort gewählt. Eine 400 km lange Autofahrt brachte zwei Mitglieder des *Perth-Observatoriums* und den Berichterstatter von Perth aus dorthin. Am Morgen des Finsternis-Tages wurden die Instrumente auf dem höchstens 10 m breiten Platz unmittelbar nördlich des Leuchtturms von *Windy Harbour* aufgebaut und justiert. Reichlich vorhandene Wolken wurden nach Osten abgetrieben, so dass Hoffnung auf klaren Himmel bestand.

Gegen 9 Uhr kam aber eine andere Gefahr auf: Ein Amerikaner erschien und kündigte das Erscheinen dreier Busse an, für die wir den Platz zu räumen hätten! Da dieses Verlangen nicht den Landessitten und -Gesetzen entsprach, weigerten wir uns, den Platz freizugeben. Nach einer halben Stunde traf in der Tat der erste der Busse ein. Ihm entstieg ein amerikanischer Professor, der uns ultimativ aufforderte, den Platz zu räumen. Auf unsere Darstellung der Rechtslage reagierte er mit der Drohung, sämtliche aufgebauten Instrumente mit dem Bus niederwalzen zu lassen («Take the bus and clean it!»). Hemmungen des Busfahrers, der ohnehin zu kleine Platz und schliesslich wiederaufkommende Bewölkung verhinderten schliesslich, das es dazu kam. Anstelle der Platzbesetzung durch die Busse kam es dann beim transparenter-Werden der Cumuli zu einer Völkerwanderung aus den Bussen auf den Platz, was sichtlich störte. Erst das Näherrücken des Mondschattens und die damit aufkommende Dramatik des Geschehens konnte die Gemüter wieder beruhigen.

Kurz vor dem 2. Kontakt leuchtete der ganze Mondumfang geisterhaft durch die Wolken. Mit dem Erlöschen des Perlschnurphänomens und dem Erscheinen der Korona war alles mit Photographieren beschäftigt. Allmählich schwand die weisse Übergangszone zwischen Photosphäre und Chromosphäre und die Chromosphäre selbst. Lediglich zu Beginn der Totalität war ein in H_{α} -Rot leuchtendes Protuberanzen-Paar zu sehen. Der wie im vergangenen Jahr relativ grosse Monddurchmesser gab trotz exzentrischer Mondposition an der nördlichen Hälfte des Sonnenrandes keine weiteren Protuberanzen frei, wie dies bei der derzeit minimalen Sonnenaktivität zu erwarten war.

Dafür beeindruckte die faserige «Bartstruktur» der Korona besonders in den solaren Polarzonen unvergesslich (vergl. Fig. 1). Es gelang auch, die östliche Korona noch einigermaßen repräsentativ im Bilde festzuhalten (vergl. Fig. 2). Der Horizont zeigte während der ganzen Totalität eine gelb-orange Färbung. Der Mondschatten liess sich kurz vor, wie auch kurz nach der Totalität über seine jenseitige Begrenzung hinaus «durchschauen». Um die Mitte der Totalität zeigte der zum bewölkten Zenit gerichtete Belichtungsmesser eine Helligkeit an, die an sehr klaren Tagen auf Meeresniveau erst bei einer Sonnendepression von etwa 6° erreicht wird. Bei klarem Himmel hätte daher das ganze Sternbild Orion sichtbar sein müssen. Leider hat die Bewölkung diese Gelegenheit zunichte gemacht. Die mit der Stoppuhr gemessene Totalitäts-

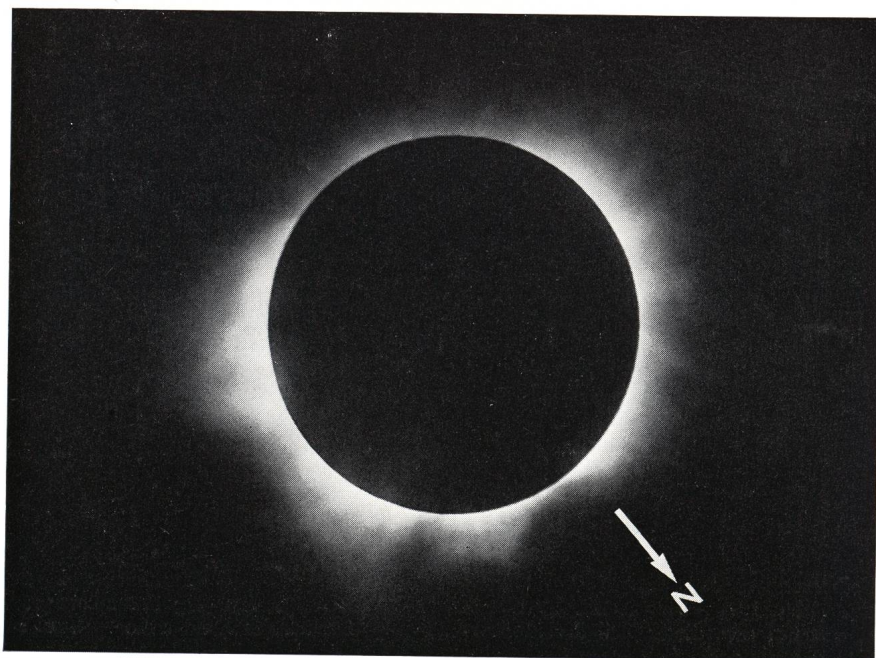


Fig. 1: Aufnahme der inneren Korona, durch Wolken gestört, doch nördliche und südliche Polarstrahlen gut sichtbar.

Grösste Unschärfe des Mondrandes dort, wo ihn Wolken überlappen. $f = 1000$ mm, Öffnung 1:5.6, 1/125 Sek., Ilford FP 4.

dauer betrug 4^m06^s mit einem möglichen Fehler von $+2^s$, während im Zirkular No. 144 des U. S. Naval Observatory (übernommen von R. A. NAEF in den Sternenhimmel 1974) die Totalitätsdauer mit $4^m12.6^s$ ange-

geben worden war. Er dürfte auf einem etwas zu gross angenommenen Mondradius beruhen, wie er auf Grund der gebirgigen Struktur des Mondrandes gewöhnlich zur Berechnung des 1. u. 4. Kontaktes verwendet wird.

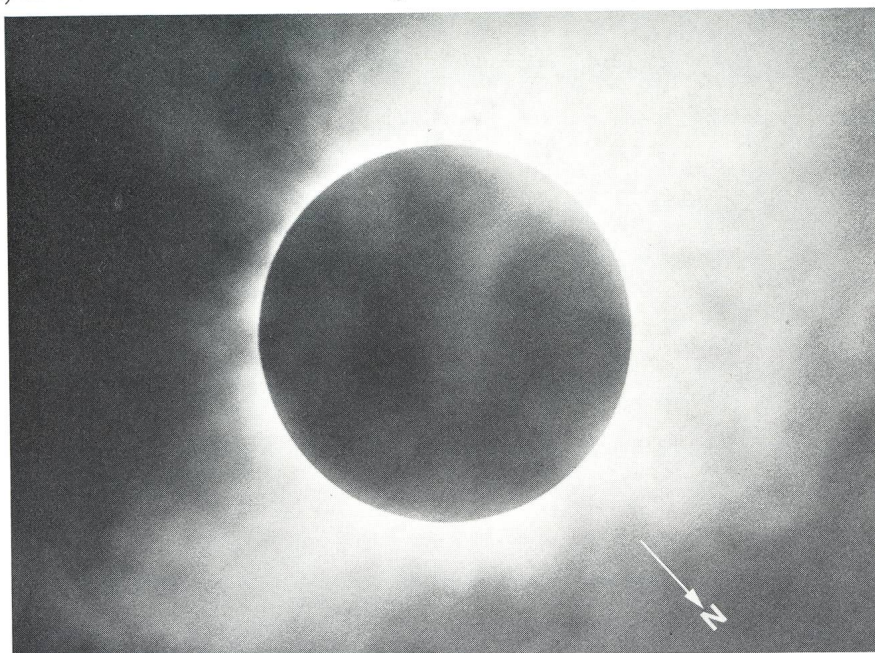


Fig. 2: Gleiche Aufnahme wie Fig. 1, aber 1 Sek. belichtet. Östliche und südöstliche Korona relativ gut sichtbar.



Fig. 3: Eine von besserem Wetter begünstigte Aufnahme der äusseren Korona von Mrs. CECILY BLACKSHORE vom Perth-Observatorium, erhalten nahe Margaret River.

$f = 600$ mm, Öffnung 1:6, $1\frac{1}{2}$ Sek. belichtet, Kodak Verichrome-Film 22 DIN. Leichte Beeinträchtigung durch Zirrus-Schleier.

Kurz nach dem 3. Kontakt setzte nicht nur ein heftiger Finsternis-Wind, sondern auch eine ungeduldige Aufbruchstimmung unter den Buss-Insassen ein, wofür leider drei mittlerweile herbeigefahrene Ordnungshüter mehr Verständnis als für das Messprogramm des Perth-Observatoriums zeigten. So konnte leider auch keine vollständige Temperatur-Messreihe aufgenommen werden, und die Astronomen mussten vorzeitig ihre Instrumente abbrechen und den Platz räumen, damit die Busse wenden konnten!

Die Verfolgung dieser Sonnenfinsternis war also sowohl durch ungünstige atmosphärische Verhältnisse, als auch durch undiszipliniertes Publikum erheblich gestört, und das Ergebnis unserer Gruppe muss als unbefriedigend bezeichnet werden. Sternhimmel-Aufnahmen der engeren Sonnenumgebung mit einem 50 mm Weitwinkelobjektiv auf Format 6×6 cm, und Langzeitbelichtungen des Mondes und der Korona mit 1 m Brennweite wurden durch die Bewölkung verunmöglicht. Auch kamen Serienaufnahmen der ganzen Finsternis und eine vollständige Temperaturmessreihe nicht zustande, ebenso wenig eine Messung der Himmelschelligkeit.

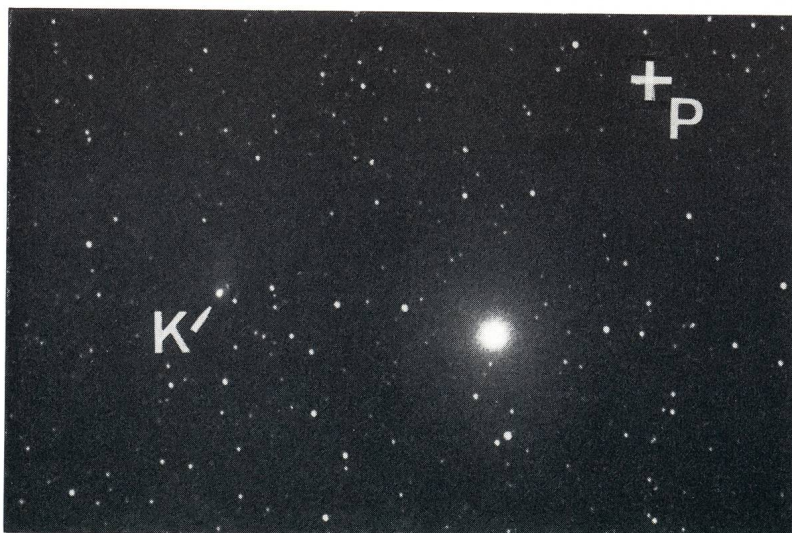
Adresse des Autors:

FRIEDHELM DORST, Astronomisches Institut der Universität,
Steinfurter Strasse 107, D-44 Münster, BRD.

Die Ergebnisse anderer Forschergruppen waren unterschiedlich: Jene in *Walpole* hatten grosses Pech durch eine Wolke. Dagegen hatten andere Orte, wie *Albany*, *Denmark*, *Northcliffe*, *Augusta* und *Margaret River* klaren Himmel. Geographisch gesehen, war die nördliche Grenzlinie der Totalitätszone, aber auch die Zentrallinie auf See durch klare Sicht begünstigt, wovon auch ein Forschungsflugzeug profitierte, das die Totalitätsdauer auf über 7 Minuten ausdehnen konnte. Dagegen misslangen beide gestarteten Raketenexperimente: Eine Kapsel versank im Meer, eine andere erreichte wegen eines Steuerungsfehlers den Kernschatten nicht. In *Walpole* wurde ein aussergewöhnlich grosser Temperaturabfall von 11° während der Finsternis gemessen.

Wie immer war auch diese totale Sonnenfinsternis für alle, die sie sehen konnten, ein unvergessliches Erlebnis, und es bleibt zu wünschen, dass das nächste gleiche Ereignis vom 23. Oktober 1976 im südöstlichen Australien für alle Beobachter bei wolkenfreiem Himmel stattfinden wird.

Komet Bradfield nahe an Polaris



In ORION No. 142, Seite 111 wurde darauf hingewiesen, dass der Komet BRADFIELD (1974 b) Mitte Mai nahe an α Ursae Minoris vorüberzog, und die ORION-Redaktion bat um weitere Aufnahmen dieses Kometen.

Inzwischen sandte uns Herr Dipl.-Ing. F. SEILER (Sternwarte Reintal bei München) eine Aufnahme, die diese Angabe bestätigt: Links vom α UMI steht der mit K markierte Komet, rechts oben ist der Himmels-

pol mit P markiert. α UMI, Komet BRADFIELD und der Himmelspol bilden ein schiefwinkeliges Dreieck. Diese Konstellation wurde am 12.89 Mai 1974 MEZ mit 10 Min. Belichtungszeit auf Separation-Film 1 mit einem MAKUTOV 150/200/350 erhalten. Luft: 2-3, Dunst. Die Aufnahme zeigt im übrigen Sterne bis ca. 14.5^m . Die ORION-Redaktion dankt Herrn SEILER für diese Aufnahme.

Interessantes aus den IAU-Zirkularen

Zirkular No. 2675: Dr. D. YA. MARTYNOV, Sternberg-Institut, berichtet, dass die RÖNTGENSTRahlungsquelle Sco X-1 eine Periode von 3.931 Tagen aufweist. Die Amplitude beträgt ungefähr 0.8^m. Es handelt sich wahrscheinlich um einen Doppelstern.

J. C. BENNETT (Pretoria) bestimmte am 28. Mai 1974 die Helligkeit des periodischen Kometen ENCKE zu 8.7^m.

Zirkular No. 2676: Für den Kometen BRADFIELD

wird am 3. Mai 1974 die Position wie folgt angegeben: $\alpha_{1950} = 2^{\text{h}}43^{\text{m}}05.2^{\text{s}}$ $\delta_{1950} = +81^{\circ}38'21.3''$ (KURPINSKA). Die Helligkeit betrug zum gleichen Zeitpunkt 7.9^m (J. E. BORTLE, Brooks Observatory).

Zirkular No. 2681: Für den Kometen BRADFIELD wird am 24. Mai 1974 die Position wie folgt angegeben: $\alpha_{1950} = 14^{\text{h}}12^{\text{m}}09.04^{\text{s}}$ $\delta_{1950} = +83^{\circ}37'34.2''$ (SEKI). Die Helligkeit betrug zum gleichen Zeitpunkt 9.1^m (SEKI).

Die erste öffentliche Sternwarte des Kantons Thurgau

Wie Herr KARL BOSSHARD, Präsident der astronomischen Vereinigung Kreuzlingen und Präsident der Stiftung Sternwarte mitteilt, hat der Baubeginn der seit längerer Zeit geplanten öffentlichen Sternwarte vor kurzem stattgefunden. Dank allseitiger Unterstützung (Stadt, Gemeinden, Schulen, Industrie, Gewerbe, Handwerk und Private) konnten über Fr. 150 000.— als Sammelergebnis erzielt werden.

Das Grundstück wurde im Baurecht unentgeltlich zur Verfügung gestellt und die Erschliessungskosten von Fr. 80 000.— übernahm die Gemeinde. Eine leistungsfähige einheimische Firma fertigt die Sternwarte-Kuppel, wozu eine weitere Firma das Material zur Verfügung stellt. Sternwarte-freundliche Offerten weiterer Unternehmungen und der Handwerker tragen dazu bei, dass das Bauwerk zu

einem wesentlich günstigeren Preis als berechnet in Ausführung genommen werden konnte. Für den Endausbau werden allerdings noch weitere Fr. 50 000.— benötigt. Dieser Restbetrag soll schliesslich durch Fronarbeit und weitere Spenden aufgebracht werden.

Die Schweizerische Astronomische Gesellschaft hat von jeher der Initiative und Aktivität der thurgauer Sternfreunde ihre volle Sympathie entgegengebracht und bedauert nur, dass es ihr auf Grund ihrer eigenen Finanzlage leider nicht möglich ist, sich an der Deckung des noch fehlenden Restbetrags zu beteiligen. Sie bittet indessen Firmen und Privatpersonen gerne, nach Möglichkeit ein weiteres Scherflein diesem Unternehmen zukommen zu lassen, damit es schliesslich seinen guten Abschluss erreiche.

L'Observateur,

das Bulletin der Société Astronomique de Genève, bringt in 3, No. 6 vom April 1974 lesenswerte Aufsätze von D. PFENNIGER über Bahnberechnungen (einschliesslich des Mehrkörper-Problems), von G. FAVRE eine Zusammenstellung der Beobachtungen und ihrer Ergebnisse von Komet KOHOUTEK (1973 f), von P. BACH über photoelektrische Photometrie (2. Teil), von G. FAVRE über die RÖNTGENSTRahlungsanalyse in der Astronomie mittels Fluoreszenz und schliesslich ein Bericht vom J. KARLEN über das neue Observatorium der Gesellschaft in St. Cergue. Ausserdem fasste P. ANGLEYS die Ergebnisse von Mariner 10 zusammen, der bekanntlich Bilder der Venus und des Merkurs zur Erde übermittelt hat.

Skorpion,

das Organ der Società Astronomica Ticinese, berichtet in 4, No. 19 vom Mai/Juni 1974 über Neues in der Astronomie in Italien (S. MATERNI), über Arbeitsprogramme der lokalen Gruppen (F. JETZER), insbesondere Planeten- und Bedeckungsbeobachtungen, dann über die Veränderlichen-Beobachtungen (G. SPINEDI) und schliesslich über Meteoriten (V. PEZZOLI). Bekanntlich hat vor kurzer Zeit ein Meteorit seine Bruchstücke im oberen Tessin zerstreut (vergl. ORION 32, 16 [1974], No 140), und es ist zu hoffen, dass über diesen Fall nach Einsammeln einer ausreichenden Anzahl von Bruchstücken noch ausführlich berichtet werden kann.

Der gestirnte Himmel im August-September

Wir machen unsere Leser darauf aufmerksam, dass der im ORION 142, S. 136 wiedergegebene Ausschnitt der grossen Sirius-Sternkarte den Fixsternhimmel am 15. August um 22 Uhr zeigt.

Das Sommerdreieck *Deneb - Vega - Altair* der Sternbilder Schwan, Leier und Adler steht hoch im Zenit, tief im Südwesten leuchtet *Antares* im Skorpion. *Polaris* steht östlich des Himmelspols, während *Arktur* im Westen glänzt. Dankbare Beobachtungsobjekte sind jetzt die doppelten Doppelsterne und der Ringnebel M 57 in der Leier, die Nachbargalaxie M 31 in der Andromeda (im Osten) und die Planeten *Jupiter* und *Neptun*.

Ein neuer Sternkartenausschnitt wird voraussichtlich im ORION 144, der im Oktober erscheint, wiedergegeben werden.

Bibliographie

R. J. BRAY und R. E. LOUGHHEAD, *The Solar Chromosphere*, Chapman and Hall, London 1974, 384 Seiten, £ 9.00.

Noch vor 20 Jahren war es möglich, ein wissenschaftlich fundiertes und hinreichend dokumentiertes Buch über die Sonne zu schreiben. Seither hat die Sonnenforschung eine solch explosive Entwicklung erfahren – von der Zeitschrift «Solar Physics» sind in den 6 Jahren seit ihrem Bestehen bereits 35 Bände erschienen – dass heute die Realisierung eines solchen Werkes undenkbar ist, ganz abgesehen davon, dass der Autor, der über alle Aspekte der Sonnenforschung in kompetenter Weise schreiben könnte, wohl kaum zu finden wäre. An seine Stelle sind Monographien getreten, die über den momentanen Stand einzelner Teilgebiete orientieren: über die Sonnenflecken, die Granulation, die Protuberanzen, die Eruptionen, die Sonnenaktivität, die Korona oder wie die hier zu besprechende über die Chromosphäre.

Die Chromosphäre ist eine etwa 10 000 km dicke Schicht, die den Übergang von der darunter liegenden Photosphäre mit einer Temperatur von rund 6000° zu der darüber liegenden Korona mit einer solchen von rund zwei Millionen Grad vermittelt. Die Zone zwischen diesen beiden so grundlegend verschiedenen Atmosphären ist der Sitz vielfältiger Strukturen und Strömungssysteme. Deshalb ist die Chromosphäre im Gegensatz zu Photosphäre und Korona, welche in ihren wesentlichen Eigenschaften verstanden werden können, noch voller Rätsel.

Nach einer kurzen geschichtlichen Darstellung der Methoden und Ergebnisse der Chromosphärenforschung werden in grosser Breite die chromosphärischen Strukturen bei Beobachtung am Sonnenrand und auf der Scheibe beschrieben, wobei stets besonderes Gewicht auf die Feinstruktur gelegt wird, die bei einem Auflösungsvermögen von 1" in Erscheinung tritt. Ein weiteres Kapitel gilt den von diesen völlig verschiedenen Strukturen in den Aktivitätszentren. Diese drei Kapitel über die Morphologie der Chromosphäre, zu der die Autoren, die an einem Ort mit zeitweilig sehr guter Bildqualität beobachten, selber zahlreiche Beiträge geliefert haben, bilden das Kernstück des Buches. Stets wird versucht, die Strukturen mit den Strömungsfeldern und den photosphärischen Magnetfeldern in Verbindung zu setzen.

Drei weitere Kapitel beschäftigen sich mit dem Aufbau der ungestörten Chromosphäre, wozu vor allem Finsternisbeobachtungen, aber auch Radio-, Ultrarot- und Ultraviolettbeobachtungen benutzt werden, ferner mit der Aufheizung, dem Energietransport und der Wellenausbreitung in der Chromosphäre.

Das Buch ist, obschon es sich fast ausschliesslich nur mit der ungestörten Chromosphäre beschäftigt und so spektakuläre Erscheinungen wie die Eruptionen, Auswürfe und Protuberanzen nur am Rande erwähnt, und obschon sich die Beobachtungen dominierend auf die – besonders schwierig zu interpretierende – H α -Chromosphäre beziehen, eine erfreuliche Neuerscheinung. Dem Forscher – gleichgültig ob Beobachter oder Theoretiker – bietet es ein Bild des gegenwärtigen Standes und erleichtert durch viele Hinweise auf Originalarbeiten den Zugang zu der sonst kaum mehr überschaubaren Literatur. Der Amateur, vor allem wenn er selbst ein H α -Filter besitzt, wird sich an die beschreibenden Kapitel halten, die von zahlreichen, hervorragend reproduzierten Abbildungen, die vorwiegend von den Autoren stammen, durchsetzt sind.

M. WALDMEIER

Variable Stars in Globular Clusters and in Related Systems. Proceedings of the IAU Colloquium No. 21, held in Toronto, August 29–31, 1972. Astrophysics and Space Science Library, Band 36. Herausgegeben von J. D. FERNIE. 1973, IX + 234 Seiten, gebunden. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht-Holland. Fl. 70.—. Im Jahre 1923 hat K. SCHILLER als einer der ersten ein Buch über die Veränderlichkeit von Sternen geschrieben und unter dem Titel «Einführung in das Studium der veränderlichen Sterne» veröffentlicht. Inzwischen hat die Erforschung dieser Sterntypen sehr an Aktualität gewonnen. Man weiss heu-

te, dass diese Erscheinung kein Ausnahmezustand sondern eine normale Phase innerhalb der Sternentwicklung ist. Die veränderlichen Sterne bilden einen wesentlichen Bestandteil der Sternentwicklung und sind für die Untersuchungen über das Alter und den Aufbau unserer Milchstrasse äusserst wichtig. Es ist daher ein Gewinn, dass der 36. Band der bekannten und erfolgreichen Reihe «Astrophysics and Space Science Library» dem Thema «Veränderliche Sterne» gewidmet ist. Der Fachwelt wird Gelegenheit geboten, sich hier über den Stand der Forschung ein Bild zu machen und sich über neue Ergebnisse zu orientieren.

Das Buch enthält Beiträge und Forschungsberichte, die von namhaften Wissenschaftlern an der 21. IAU Tagung in Toronto (1972) vorgetragen worden sind. Es ist in folgende Hauptabschnitte eingeteilt:

1. Teil: Allgemeine Probleme veränderlicher Sterne in Systemen der Population II. 2. Teil: RR Lyrae Veränderliche in Population-II-Systemen. 3. Teil: Langsam veränderliche Sterne in Population-II-Systemen. 4. Teil: Theoretische Überlegungen zu Veränderlichen der Population II.

Den Beobachtungsergebnissen wird gleichviel Gewicht beigemessen wie den theoretischen Aspekten. Ausführlich besprochen werden die Zusammenhänge zwischen veränderlichen und *nicht* veränderlichen Haufenmitgliedern, die Lagebestimmung innerhalb des HERTZSPRUNG-RUSSELL Diagramms sowie die Bedeutung für das Studium der Sternentwicklung.

D. WIEDEMANN

Relativity, Astrophysics and Cosmology. Proceedings of the Summer School, held 14–26 August 1972, at the Banff Centre, Banff, Alberta (USA). Astrophysics and Space Science Library, Band 38. Herausgegeben von W. ISRAEL, 1973. IX + 323 Seiten, gebunden. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht-Holland. Fl. 95.—. Das zur Besprechung vorliegende Buch ist die Drucklegung von Vorträgen, die anlässlich der wissenschaftlichen Zusammenkunft im August 1972 in Banff, Alberta (USA), gehalten worden sind. Das Ziel der Tagung lag darin, eine systematische Darstellung der Ideen der allgemeinen Relativitätstheorie und ihrer astrophysikalischen Anwendungen zu geben. Der Titel verrät schon, dass es sich hier um sehr anspruchsvolle, jedoch äusserst aktuelle Literatur handelt.

JÜRGEN EHLERS ist verantwortlich für den ersten Teil des Buches. Er befasst sich mit der allgemeinen Relativitätstheorie und gibt einen kurzen Überblick über EINSTEIN's Theorie. Dabei liegt es ihm daran, die allgemeine Struktur und Verbindungen zwischen physikalischen und mathematischen Konzepten und Ideen aufzuzeichnen. DIETER R. BRILL von der Universität in Maryland befasst sich hauptsächlich mit der «praktischen» Seite der allgemeinen Relativitätstheorie. Er bespricht Experimente und Messmöglichkeiten, die zur Überprüfung dienen können. Er geht von theoretisch gegebenen Voraussetzungen aus. Die Gravitation spielt dabei eine Hauptrolle. Vom astronomischen Standpunkt her gesehen sind die daran anschliessenden Beiträge von grossem Interesse. J. B. HARTLE behandelt das Thema der «relativistischen» Sterne und geht speziell auch auf die Probleme des Gravitationskollapses und der Dynamik der schwarzen Löcher ein. Allgemeine Methoden zur Kosmologie, das sogenannte «Hot» EINSTEIN-DE-SITTER Modell sowie Modelle einer inhomogenen Welt kommen im Beitrag von R. K. SACHS zur Sprache. Die letzten beiden Kapitel des Buches mit den Titeln «Kanonische Quantisierung der Gravitation» (K. KUCHAR) und «Moderne Differentialgeometrie» (B. SCHMIDT) haben wiederum sehr mathematischen Charakter. Das vorliegende Werk ist in erster Linie an Fachleute gerichtet. Es sollte aber auch für fortgeschrittene Studenten, die gewisse Kenntnisse auf diesen Gebieten haben und vor allem etwas mit der Tensorrechnung vertraut sind, wertvoll sein. Im weiteren spricht die Reihe «Astrophysics and Space Science Library» für sich selbst. Jeder, der einmal einen der Bände in Händen gehalten hat, weiss den sauberen Druck und die klare Aufmachung zu schätzen.

D. WIEDEMANN

Inhaltsverzeichnis-Sommaire-Sommario

M. LAMMERER: Astrofarbfotografie nach dem Tiefkühlverfahren	143	M. ROUD: L'éclipse partielle de Lune du 4/5 juin 1974, vue de Lausanne	162
P. ROSSIER: Quelques astronomes amateurs	146	W. BURGAT, P. WILD, E. HEISER und K. LOCHER: In der Schweiz entdeckte Supernova in NGC 4414	163
W. WEISS: Neutronensterne und schwarze Löcher in der RÖNTGEN- astronomie	150	E. WIEDEMANN: Die Mission von Mariner 10	164
S. MITTON: Zur Kenntnis der Quasare	156	F. DORST: Die totale Sonnenfinsternis vom 20. Juni 1974 in Westaustralien	166
M. FRICK: Standlinienberechnung mit dem Taschenrechner	158	F. SEILER: Komet BRADFIELD nahe an Polaris	168
P. ROSSIER: Une détermination graphique des coefficients de précession	160	Kurzmitteilungen	169
		Bibliographie	170

Kleine Anzeigen

In dieser Rubrik können unsere Leser kleine Anzeigen, wie zum Beispiel Fragen, Bitten und Rat-schläge, Anzeigen von Kauf-, Verkauf- und Tausch-Angeboten und anderes, sehr vorteilhaft veröffentlichen.

Zu kaufen gesucht:

1 Achsenkreuz für 20 cm-Spiegelteleskop mit Feintrieb, motorischer Nachführung in Stunde + evtl. Teilkreisen.

Offerten an
Walter Meier,
Hinterrein 209,
5235 Rüfenach AG

Zu verkaufen:

1 Maksutow-Doppelteleskop

wie abgeb. im Orion 142, Seite 137; ϕ 200 mm/f = 3200 mm und ϕ 200 mm/f = 500 mm; mit Stativ, Montierung mit Synchronmotor und Teilkreisen, div. Zubehör. 1973 gekauft zu Fr. 9500.— ohne Zubehör. Neuwertig, kaum gebr. Preis: Fr. 6500.— kompl.

K. E. Stalder, Wanderstrasse 135, 4054 Basel, Tel. 061/39 16 35 ab 19.00 Uhr.

Zu verkaufen:

1 30-cm-Newton-Cassegrain-Teleskop 1:5:20
1 30-cm-Cassegrain-Teleskop 1:13:17
Preise nach Übereinkunft.

Anfragen an: E. Lips,
Zürichstrasse 1044,
8123 Ebmatingen,
Tel. 01 / 95 08 13

Zeitschriften
Bücher
Dissertationen

Gepflegte Drucke
für Handel,
Industrie und Private

Spezialität:
Ein- und mehr-
farbige Kunstdrucke

Wir beraten Sie
gerne unverbindlich

A. Schudel & Co. AG, 4125 Riehen

4125 Riehen-Basel
Schopfgässchen 8
Telefon 061 / 51 10 11

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

Wichtige Notiz für Teleskop-Interessenten

Wie wir soeben erfahren, sieht sich die Celestron Pacific im Hinblick auf die allgemeinen Kostensteigerungen leider gezwungen, die Preise für ihre Schmidt-Cassegrain-Teleskope ab 1. 10. 1974 zu erhöhen. Bestellungen auf diese Teleskope werden bis zum 1. 10. 1974 indessen noch zum bisherigen Preis ausgeführt.

(Siehe Inserat auf der letzten Umschlagseite.)

Synastrone®

Die Weltzeit-Sternzeit-Uhr des Amateurs. Diskrepanz Weltzeit—Sternzeit pro Jahr nur 0.2 Sekunden! (+ Patent 459.896 Dr. E. Wiedemann). Nach Ausverkauf der 1. Serie wird die 2. Serie im Herbst 1974 lieferbar sein. Bestellungen an:

Treugsell-Verlag Dr. H. Vehrenberg,
D-4000 Düsseldorf 4, Postfach 4065.

Preis: Fr. 318.— + Spesen.

Astro-Bilderdienst der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft

Farb-Dia Serie 15 BRA

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

Durch die Sahara zur Sonnenfinsternis 1973

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

Farb-Postkarte Komet Bennett

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

Planetarium, Modell des Sonnensystems

Blatt im Format 150x62 cm mit den Projektionen der Planetenbahnen auf die Ekliptik. Die Planeten und Raumsonden können entsprechend ihrer heliozentrischen Länge (z. B. nach «Der Sternenhimmel» von R. A. Naef) mit Nadeln gesteckt werden. Auf dem Blatt sind 3 Modelle für Merkur-Mars, Merkur-Saturn und Mars-Pluto je mit Gradnetzen von 10 zu 10 Grad.

Hersteller: Astronomische Gesellschaft Burgdorf.
Preis für 1 Blatt, inkl. Nadeln und Versand in Rolle, Schweiz: Fr. 12.— + Nachnahme, Ausland: sFr. 15.—.

Gesamtkatalog

Er wird Interessenten gerne zugestellt.

Lieferung

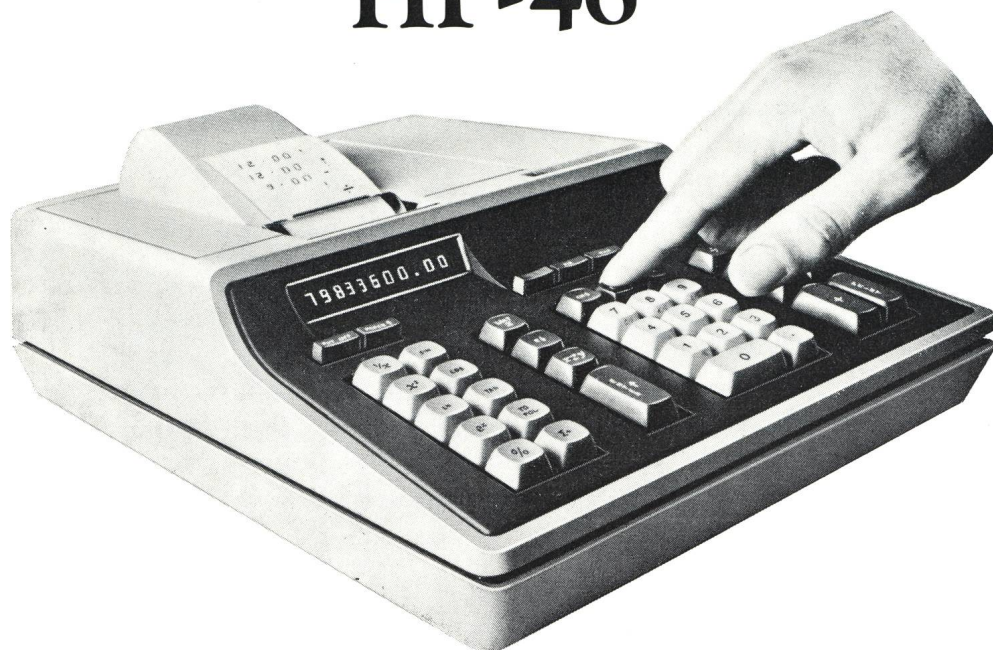
- in der Schweiz nur per Nachnahme.
- ins Ausland nur gegen Vorauszahlung durch internationale Postanweisung an:

NEUE ADRESSE:

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

Service de photographies de la Société Astronomique de Suisse

HP-46



Kennen Sie einen anderen Tischrechner mit 48 Funktionen und Rechenbefehlen, mit 14 Registern? Für Fr. 3635.-?

Hewlett-Packard, der führende Hersteller von wissenschaftlichen Rechnern, hat einen Tischrechner entwickelt, der den Taschenrechner HP-45 ergänzt: den HP-46, der zu seinem Preis konkurrenzlos ist.

48 Funktionen und Rechenbefehle. Drei Möglichkeiten zur Winkleingabe.

Logarithmische, trigonometrische und mathematische Funktionen stehen Ihnen auf Tastendruck zur Verfügung. Mit dem HP-46 können Sie Grad, Minuten und Sekunden in Dezimalangaben und Polarkoordinaten in rechtwinklige Koordinaten umwandeln. Und umgekehrt. Sie können Fakultätsberechnungen durchführen, Standardabweichungen und Mittelwerte berechnen. Sie können Winkel in Altgrad, Neugrad oder im Bogenmass eingeben.

14 Register. Und Protokollausdruck.

Zusätzlich zum Rechenspeicher mit 4 «Stack»-Registern hat der HP-46 9 Datenspeicher und ein Register für den letzten eingegebenen Wert zur Fehlerkorrektur. Der Drucker liefert ein vollständiges Protokoll aller Rechenschritte. Ausserdem können die Inhalte der Speicher und der «Stack»-Register ausgedruckt werden.

Rechengenauigkeit: 10 Stellen.

Der HP-46 rechnet so genau, wie Sie Ihre Ergebnisse brauchen. Auf Wunsch können Sie den HP-46 auch mit Ziffernanzeige bekommen. Der Drucker kann dann auch ausgeschaltet werden. Holen Sie sich den HP-46 auf Ihren Schreibtisch. Zum konkurrenzlosen Preis von Fr. 3635.-

Dieser wissenschaftliche Rechner ist nur ein Produkt aus dem umfangreichen Rechnerprogramm von Hewlett-Packard. Lassen Sie sich ausführlich informieren. Auch über den HP-45, die Taschenrechner-Version des HP-46. Er kostet Fr. 1349.- und erfüllt die gleichen Funktionen wie der Tischrechner – bis auf den Drucker natürlich. Zusammen bilden die Geräte eine ideale Rechner-Kombination.



176 Verkaufs- und Service-Zentren in 63 Ländern
Zürcherstrasse 20, 8952 Schlieren, Tel. 01 98 18 21

Schicken Sie diesen

Coupon an

Hewlett-Packard (Schweiz) AG
Zürcherstrasse 20, 8952 Schlieren
Tel. 01 98 18 21

Informieren Sie mich ausführlich und unverbindlich über den HP-46 und die Taschenrechner-Version HP-45.

Name: _____

Strasse: _____

PLZ: _____ Ort: _____

Tel.: _____

Spiegel-Teleskope

für astronomische und terrestrische Beobachtungen

Typen: * Maksutow
 * Newton
 * Cassegrain
 * Spezialausführungen

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

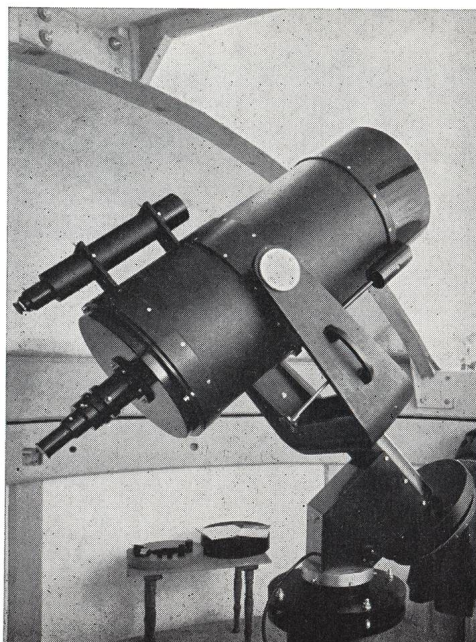
Günstige Preise, da direkt vom Hersteller:

E. Popp
TELE-OPTIK * 8731 Ricken

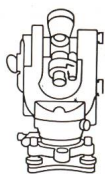
Haus Regula Tel. (055) 72 16 25

Beratung und Vorführung gerne und unverbindlich!

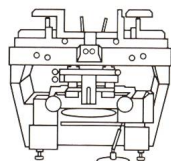
Maksutow-Teleskop 300/4800



Wild Präzisions-Instrumente



für die Vermessung



für die Photogrammetrie



für die Mikroskopie

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

Wild Heerbrugg AG, CH-9435 Heerbrugg/Schweiz

WILD
HEERBRUGG

**Neu:
Standard-
Rundscheiben
aus ZERODUR®**

Abb.: Sternbild Jagdhunde
Copyright by Schweizerische
Astronomische Gesellschaft,
Schaffhausen

OP 001/1A



Um ferne Nebel zu beobachten, brauchen Sie SCHOTT

ZERODUR®

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

DURAN®

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

Filtergläser

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

Interferenzfilter

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

SCHOTT

JENA^{ER} GLASWERK SCHOTT & GEN., MAINZ
Geschäftsbereich Optik · D-65 Mainz/Rh. · Postfach 2480 · Tel. (06131) 6061

Celestron® Schmidt-Cassegrain TELESCOPES

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



Celestron 14

Celestron 5

Celestron 8 (Astrophoto Lab)

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

Zudem war der Kauf eines **Celestrons** noch nie so interessant wie jetzt — der Preis beträgt nur noch etwa $\frac{2}{3}$ des Preises von vor 2 Jahren, wozu auch die Verhältnisse beigetragen haben. **Celestron-Schmidt-Cassegrain**-Teleskope (made in U.S.A.) sind jetzt in Europa erhältlich. Der Repräsentant für Europa hält ausführliche Unterlagen bereit.

Im Hintergrund: Rosetten-Nebel, aufgenommen mit CELESTRON 14 cm f/1,65 Schmidt-Kamera

CELESTRON	5	8	14
Freie Öffnung:	12.7 cm	20 cm	35.5 cm
Lichtstärke:	f/10	f/10	f/11
Gewicht:	5.5 kg	10 kg	50 kg
Richtpreise in s.Frs.:	2506.—	3321.—	12 910.—

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

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