

Objektyp: **Issue**

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

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

Heft 144

PDF erstellt am: **23.07.2024**

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

### **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*  
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, [www.library.ethz.ch](http://www.library.ethz.ch)

<http://www.e-periodica.ch>

# ORION

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



Das Titelbild dieser Nummer zeigt einen 800 mm-Spiegel im Feinschliff. Er ist für ein **Ritchey-Chrétien**-Teleskop bestimmt, das zur Zeit in Alterswil bei Fribourg (Schweiz) gebaut wird. Der Hauptspiegel hat eine Dicke von 135 mm und wiegt 150 kg. Er wird von Herrn **Eugen Aeppli** in Zürich fertig geschliffen, poliert und deformiert, der in einem ersten Beitrag in dieser Nummer die bisherige Arbeit an diesem Spiegel beschreibt. Das Bild zeigt, wie Herr **Aeppli** mit einem Pinsel den feinen Schmirgel aus einem Becherrchen, mit Wasser vermischt, auf den Spiegel streicht. Dabei dreht sich der Spiegel dauernd, und die kleinere Schleifschale bewegt sich hin und her, wobei sie durch die Drehung des Spiegels ebenfalls in Rotation versetzt wird.

Im weiteren berichten in dieser Nummer:

**H.-U. Fuchs**, Zürich über **Pierre Simon Laplace's** «Schwarze Löcher». Es dürfte kaum bekannt und daher von erheblichem Interesse sein, dass **P. S. Laplace** bereits 1799 bewiesen hat, dass die anziehende Kraft eines schweren Körpers so gross sein könnte, dass kein Licht von ihm wegfließen könnte. Sein diesbezüglicher mathematischer Beweis wird in dieser Arbeit der modernen Theorie gegenübergestellt.

**Roland Schneider**, Zug zeigt in einer weiteren Arbeit, wie auch der Amateur Planeten-Orter vorausberechnen kann, wobei ohne Einschluss von Störungsrechnungen die Deklinationen bis auf  $\frac{1}{2}^\circ$  und die Rektaszensionen bis auf 1 min genau erhalten werden. Die mit guten Zeichnungen erläuterte Darstellung dürfte manchen Amateur veranlassen, selbst solche Berechnungen durchzuführen und damit sein Wissen zu vertiefen.

**J. Classen**, Pulsnitz berichtet über eine der grössten Meteoriten-Sammlungen Europas in der DDR, die durch zwei besonders schöne Funde illustriert wird.

Aktuelle Berichte, Kurzmitteilungen und Bibliographien vervollständigen auch diese ORION-Nummer.

32. Jahrgang  
32<sup>e</sup> année

Oktober  
Octobre  
1974

144

## 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.

*Insertaufträge* 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 durchschnittlich 32 Seiten in den Monaten: Februar, April, Juni, August, Oktober und Dezember** erscheint.

*Die Mitgliederbeiträge* sind bis 31. März des laufenden Jahres zahlbar und zwar: von *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. Manuscrits, illustrations et rapports sont à adresser à la rédaction. La responsabilité pour les articles publiés dans ce bulletin est à charge des auteurs. La rédaction se réserve le droit de remanier, écourter ou renvoyer les articles qui ne conviennent pas. 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.

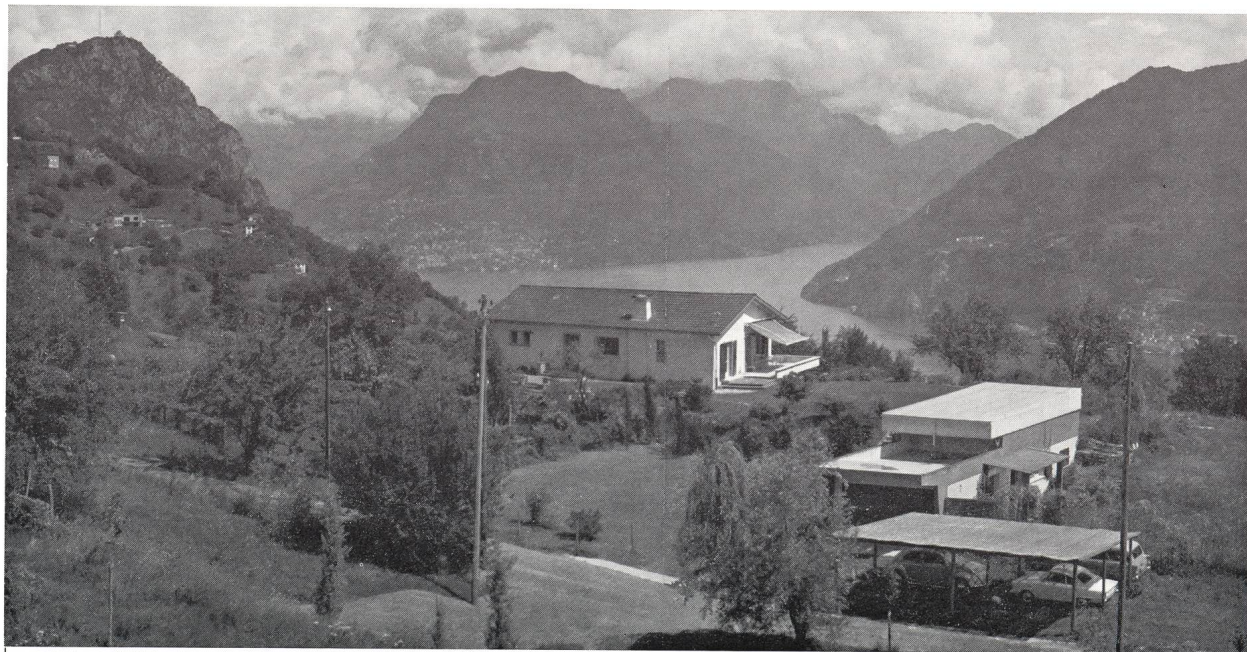
*Secrétariat général de la SAS:* **Werner Lüthi**, Hohengasse 23, CH 3400 Berthoud. Prière d'adresser les demandes d'inscription et les changements d'adresses soit au secrétariat général ou à une des 22 sections de la SAS.

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

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

*Cotisation annuelle:* 1974: Suisse: Fr. 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



**Einführungskurse  
in die Astronomie  
im Frühjahr,  
Sommer und Herbst**

Vorkenntnisse sind nicht notwendig. Verbinden Sie Ihr Hobby mit erholenden Ferien in ruhiger Umgebung. Wunderschöne Wandermöglichkeiten in den Kastanienwäldern des Tessins. Für Badefreudige das grosse und modernste Freibad Europas. Auskünfte durch Frl. Lina Senn, Spisertor, CH-9000 St. Gallen.

# ORION

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

32. Jahrgang, Seiten 177–208, Nr. 144, Oktober 1974

32<sup>e</sup> année, pages 177–208, No. 144, Octobre 1974

## Zum Titelbild dieser Nummer: Amateur schleift 800 mm Ritchey-Chrétien- Optik

von E. AEPPLI, Zürich

Vor zwei Jahren entschloss sich Herr A. SUTSCH in Alterswil bei Fribourg (Schweiz) zum Bau einer Sternwarte. Für die Herstellung der Optik suchte er einen Spiegelschleifer, der in der Lage war, eine grosse CASSEGRAIN-Optik zu einem für einen Amateur erschwinglichen Preis herauszustellen. Das Problem der Fertigung einer derartigen Optik nahm eine konkretere Form an, als es mir möglich wurde, von einer optischen Werkstätte eine etwa 30 Jahre alte Schleif- und Poliermaschine für nur wenig mehr als die Transportkosten zu übernehmen. Diese Maschine gestattete es, gleichzeitig drei 500 mm-Spiegel zu bearbeiten.

In der Diskussion mit Herrn SUTSCH ging es jedoch um einen grösseren Spiegel von 600–1200 mm Durchmesser. Unter Berücksichtigung der technischen Möglichkeiten wurde schliesslich der Spiegeldurchmesser mit 800 mm festgelegt. Um einen Glaskörper dieses Durchmessers bearbeiten zu können, musste die Auflageplatte für den Spiegel durch eine Verlängerung aus dem Schleifbecken gehoben und eine

Verlängerung am Schleifarm für die grössere Spiegeldicke angebracht werden, vergl. Fig. 1.

Natürlich waren vor Inangriffnahme der Arbeit alle möglichen Schwierigkeiten, die beim Schleifen einer Optik dieser Grösse auftreten können, sorgfältig zu erwägen. Dabei kamen mir allerdings die Erfahrungen zugute, die ich beim Schleifen von fast 300 Spiegeln verschiedener Form und Grösse zu sammeln Gelegenheit hatte. Dennoch ergab sich gleich zu Beginn der Arbeit ein Problem, mit dem ich nicht gerechnet hatte, weil es mir gar nicht als solches erschienen war: Die Bohrung eines zentralen Lochs in einen Spiegel von 800 mm Durchmesser. Eine ganze Reihe von Firmen, die ich Laufe eines halben Jahres um einen Bohrer von 180 mm Durchmesser anging, verhielten sich ablehnend, entweder mit dem Bemerkten, das Glas sei zu dick oder die Scheibe würde beim Bohren in Stücke brechen. Nach vielen weiteren erfolglosen Bemühungen sagte mir schliesslich der Chef der Fa. Grambach in Zürich-Seebach zu, den benötigten Bohrer von 180 mm Durchmesser mit einer Wandstärke

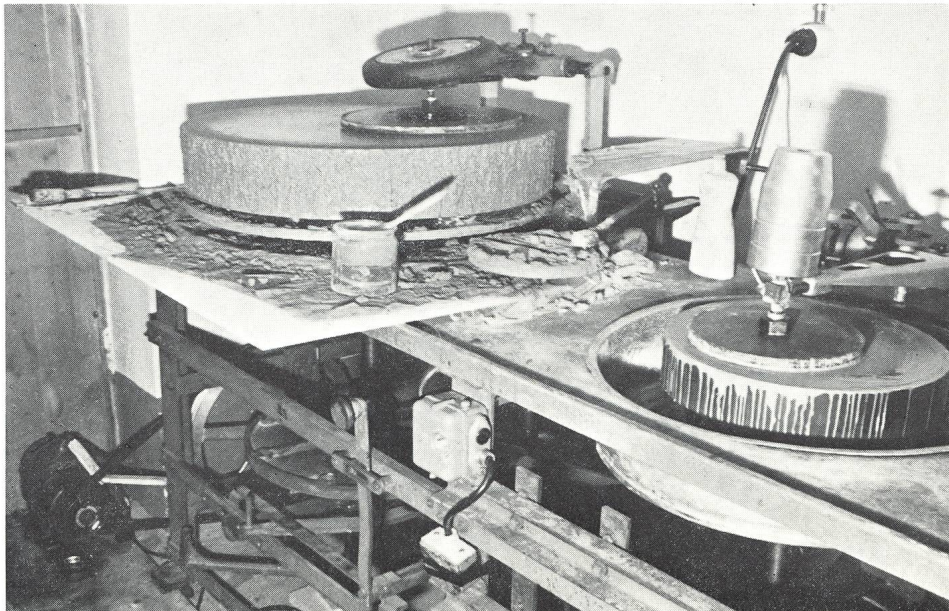


Fig. 1: Teilansicht der Schleif- und Poliermaschine mit dem 800 mm- und einem 400 mm-Spiegel beim Grobschleifen.

von 1 mm zu fertigen. Dieser Bohrer hat die Form einer (umgestürzten) Konservendose, an deren Boden ein Zapfen zum Einspannen in eine Bohrmaschine genau zentrisch eingesetzt ist. Damit war es dann möglich, unter Zugabe von Carborundum in gut zwei Stunden einen Zapfen aus dem 135 mm dicken Glas herauszufräsen. Dann wurden Glasscheibe und Zapfen auf eine plane Unterlage gelegt und die Fuge zwischen der Scheibe und dem wieder eingesetzten Zapfen mit Gips ausgegossen. Damit waren die Vorbereitungen für den *Grobschliff* des Spiegels beendet.

Während des ersten Quartals dieses Jahres benötigte ich meine ganze Freizeit, um mit etwa 45 kg Carborundum No. 46 in die flache Glasscheibe eine kugelförmige Vertiefung von maximal fast 15 mm einzuschleifen. Diese Vertiefung hatte einem Kugelradius von 5600 mm zu entsprechen, denn die primäre Brennweite der Optik sollte bei einem Öffnungsverhältnis von 1:3,5 2800 mm betragen. Als Werkzeug für diesen Schleifvorgang diente eine Eisenscheibe von 400 mm Durchmesser und etwa 40 mm Dicke. Dabei drehte sich der Spiegelrohling mit etwa 20 Umdrehungen/Minute und die Schleifschale darauf hin und her. Obschon diese keinen Antrieb für eine Kreisbewegung hat, wird sie dennoch durch die Drehung des Rohlings ständig mitgedreht. Dieser Bewegungsablauf beim Schleifvorgang ist grundsätzlich bis zum fertig polierten Spiegel immer der gleiche. Beim Feinschliff wird die Hin- und Herbewegung der Schleifschale langsamer eingestellt und ihr seitlicher Überhang vergrößert. Dadurch «ruht» die Schleifschale länger auf dem Spiegelrand, während dieser darunter «durchschleift». Auf diese Weise wird eine weitere

Vertiefung des Spiegels (im Zentrum) vermieden und der Spiegel wird auch am Rand schön fein geschliffen.

Im darauffolgenden Monat April wurde der *Feinschliff* mit stufenweise immer feinerem Pulver durchgeführt. Für den Feinschliff wurde eine Glasplatte von 500 mm Durchmesser benützt, mit welcher schon früher 500 mm-Spiegel geschliffen worden waren.

Mitte Mai wurde dann die *Politur* des Spiegels im Laufe zweier Tage durchgeführt. Nach dem Poliervorgang wurde die Spiegelfläche mit einem Mikroskop bei 25facher Vergrößerung und starker seitlicher Beleuchtung geprüft. Dabei waren keine feinen Löcher, wie sie vom Schleifprozess herrühren konnten, zu sehen. Obschon ich mir bereits viele unfachmännische Tricks angeeignet hatte, war doch die Herstellung der Polierschale ein Griff ins Neuland. Da beim Poliervorgang die Kraftübertragung nur durch Reibung erfolgt, wäre dieser – eine normale Pechhaut vorausgesetzt – nur mit einer der Motorleistung angepassten kleinen Polierschale möglich gewesen. Um andererseits keine astigmatische Spiegelfläche zu erhalten, musste nach meinen Erfahrungen die Pechhaut einen Durchmesser von mindestens 600 mm aufweisen. Um diesem Dilemma auszuweichen, also um mit einem relativ zu schwachen Motor die Politur durchzuführen, belegte ich eine Eisenscheibe von 600 mm Durchmesser mit etwa 20 Pechrondellen von je etwa 50 mm Durchmesser. Diese wurden in warmem Zustand in unregelmässig-regelmässiger Verteilung auf die Eisenplatte aufgedrückt, wo sie haften blieben, vergl. Fig. 2. Mit dieser Polierscheibe wäre es sogar möglich gewesen, den grossen Spiegel von Hand zu polieren.

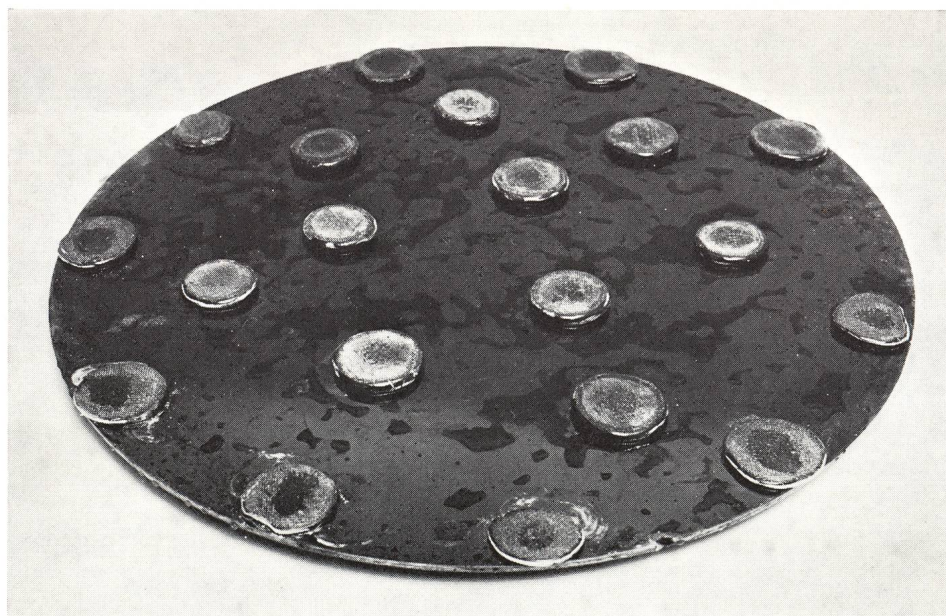


Fig. 2: Die neuartige Polierscheibe von 600 mm Durchmesser mit den kleinen aufgekitteten Pechrondellen (vergl. hierzu den Text).

Die erste FOUCAULT-*Prüfung* des polierten Spiegels war selbstverständlich aufregend. Es war indessen mit Erleichterung festzustellen, dass der Spiegel nahezu genaue Kugelform hatte und vor allem frei von Astigmatismus war, vergl. Fig. 3. Es zeigten sich nur einige wolkenartige Unregelmässigkeiten und eine Vertiefung in Richtung der angestrebten Hyperbel. Mit dem Interferometer gemessen zeigen die deutlich sichtbaren Randzonen eine Abweichung von maximal  $\frac{1}{4} \lambda$ , während der kräftige Ring um die zentrale

Bohrung etwa  $1 \lambda$  vom Sollwert abweicht. Die endgültige Figur des Spiegels wird ähnlich aussehen, jedoch eine etwa 10 mal grössere Abweichung von der Kugelform haben. Bis diese Figur erreicht sein wird, sollten erfahrungsgemäss auch die Ringzonen und die Wolkenstruktur verschwunden sein. Im übrigen hoffe ich, in etwa einem halben Jahr an dieser Stelle einige Bilder des fertigen Instruments mit der auskorrigierten Optik<sup>1)</sup> veröffentlichen zu können.



Fig. 3: Das erste FOUCAULT-Bild des 800 mm-Spiegels. Deutung dieses Bildes: siehe Text.

*Anmerkung:*

<sup>1)</sup> Die Angaben für die Deformationen der Flächen von Haupt- und Gegenspiegel zu den entsprechenden Hyperbeln des RICHÉY-CHRÉTIEN-Systems verdanke ich Herrn Prof. Dr. M. SCHÜRER, Astronomisches Institut der Universität Bern, Sidlerstrasse 5, CH-3000 Bern.

*Adresse des Autors:*

EUGEN AEPPLI, Am Glattbogen 63, CH-8050 Zürich.

### Berichtigung

Im Beitrag von Dr. W. WEISS, Wien, erschienen in ORION 143, S. 150 (August 1974) sind durch ein Versehen die ersten drei Werte des unteren Maßstabs

in Abb. 1 um eine Grössenordnung zu hoch angegeben worden. Sie sollten statt mit 10 m beginnen mit: 1 m, 1 mm und  $1 \mu$ . Die Redaktion bittet um Kenntnisnahme.

# Pierre Simon Laplace's « Schwarze Löcher »

von H.-U. FUCHS, Zürich

(Eingegangen am 29. Juni 1974)

Schwarze Löcher gehören heute zu den interessantesten Studien- und Diskussionsobjekten der Astronomie und der Physik<sup>1)</sup>. Wir datieren die Geburt der Idee auf die Dreissigerjahre dieses Jahrhunderts zurück. Kurz nach der Entdeckung des Neutrons brachte F. ZWICKY die schwarzen Löcher in die Diskussion.

Es ist daher interessant zu entdecken, dass die Idee von Himmelskörpern, die alle Strahlung zurückbehalten, viel weiter zurück verfolgt werden kann.

## I. LAPLACE'S « Exposition du système du monde »

Ganz am Schluss seines 1798 erschienenen Werkes «Über das Weltsystem»<sup>2)</sup> bespricht PIERRE SIMON LAPLACE (1749–1827) die Welt ausserhalb des Sonnensystems. Die wohl erstaunlichste Eigenschaft der Sterne, nämlich sich verändern zu können, muss wohl seine ganze Aufmerksamkeit erregt haben. Er vermerkt besonders die Tatsache, dass es Sterne gibt, die plötzlich aufleuchten und darauf ziemlich schnell wieder unsichtbar werden. Man kann wohl annehmen, dass er damit die Novae meinte. Es bleibt also das Problem, das Unsichtbarwerden solcher Sterne zu erklären. Die Idee, die LAPLACE hatte, ist in dem erwähnten Werk dargelegt<sup>3)</sup>:

«Portons maintenant nos regards au-delà du système solaire. D'innombrables soleils qui peuvent être les foyers d'autant de systèmes planétaires, sont répandus dans l'immensité de l'espace, et à un éloignement de la terre, tel que le diamètre entier de l'ombre terrestre, vu de leur centre, est insensible. Plusieurs étoiles éprouvent dans leur couleur et dans leur clarté, des variations périodiques très remarquables; il en est d'autres qui ont paru tout-à-coup, et qui ont disparu après avoir, pendant quelque temps, répandu une vive lumière. Quels prodigieux changements ont dû s'opérer à la surface de ces grands corps, pour être aussi sensibles à la distance qui nous en sépare; et combien ils doivent surpasser ceux, que nous observons à la surface du soleil? Tous ces corps devenus invisibles, sont à la même place où ils ont été observés, puisqu'ils n'en ont point changé, durant leur apparition; il existe donc dans les espaces célestes, des corps obscurs aussi considérables, et peut-être en aussi grand nombre, que les étoiles. Un astre lumineux de même densité que la terre, et dont le diamètre serait deux cents cinquante fois plus grand que celui du soleil, ne laisserait en vertu de son attraction, parvenir aucun de ses rayons jusqu'à nous; il est donc possible que les plus grands corps lumineux de l'univers, soient par cela même, invisibles. Une étoile qui, sans être de cette grandeur, surpasserait considérablement le soleil; affaiblirait sensiblement la vitesse de la lumière, et augmenterait ainsi l'étendue de son aberration. Cette différence dans l'aberration des étoiles; un catalogue de celles qui ne font que paraître, et leur position observée au moment de leur éclat passager; (...) tels seront, relativement aux étoiles, les principaux objets de l'astronomie future.»

Dieser Text allein gäbe sehr viel Stoff zum Spekulieren, wie denn LAPLACE das gemeint haben könnte. Zum Glück aber gab er an einem anderen Ort einen

Beweis seiner Idee, die in dem zentralen Satz «Ein Stern von derselben Dichte wie die Erde, und einem zweihundertfünfzigfachen Sonnendurchmesser liesse wegen seiner Anziehung keinen seiner Strahlen mehr zu uns kommen» formuliert ist. Auch so noch bleibt genug unsicher, wie er denn diesen Gedanken genau auffasste.

Aber folgen wir dem Beweis seines Satzes.

## II. Beweis des Theorems, dass die anziehende Kraft eines schweren Körpers so gross sein könnte, dass kein Licht von ihm wegfließen könnte. Von P. S. LAPLACE<sup>3)</sup> (Vom Verf. aus dem Englischen übersetzt)

(1) Wenn  $v$  die Geschwindigkeit,  $t$  die Zeit und  $s$  der Raum, der sich während dieser Zeit gleichförmig bewegt, ist, dann ist, wie man weiss,  $v = s/t$ .

(2) Wenn die Bewegung nicht gleichförmig ist, so muss man, um den Wert von  $v$  für jeden Zeitpunkt zu erhalten, den durchlaufenen Raum  $ds$  und das Zeitintervall  $dt$  durcheinander dividieren, nämlich  $v = ds/dt$ , weil die Geschwindigkeit über ein infinitesimal kleines Intervall konstant ist, und daher die Bewegung als gleichförmig genommen werden kann.

(3) Eine kontinuierlich wirkende Kraft wird die Geschwindigkeit ändern. Diese Änderung der Geschwindigkeit, nämlich  $dv$ , ist damit das natürlichste Mass für die Geschwindigkeit. Aber weil jede Kraft in doppelter Zeit auch den doppelten Effekt hervorruft, müssen wir die Änderung der Geschwindigkeit  $dv$  noch durch die Zeit  $dt$ , in der jene durch die Kraft  $P$  hervorgebracht wird, teilen, und so erhält man einen allgemeinen Ausdruck für die Kraft  $P$ , nämlich

$$P = \frac{dv}{dt} = \frac{d \cdot \frac{ds}{dt}}{dt}.$$

Wenn nun  $dt$  konstant ist, gilt

$$d \frac{ds}{dt} = \frac{d \cdot ds}{dt} = \frac{dds}{dt}$$

also

$$P = \frac{dds}{dt^2}.$$

(4) Sei die anziehende Kraft eines Körpers =  $M$ ; ein zweiter Körper, z. B. ein Lichtteilchen, befinde sich in der Entfernung  $r$ ; die Wirkung der Kraft  $M$  auf dieses Lichtteilchen ist  $-M/r^2$ ; das Minuszeichen steht, weil die Wirkung von  $M$  der Bewegung des Lichtes entgegengesetzt ist.

# I. A B H A N D L U N G E N.

## I.

### B e w e i s

des Satzes, daß die anziehende Kraft bey einem  
Weltkörper so groß seyn könne, daß das  
Licht davon nicht ausströmen  
kann. \*)

V o n

*Peter Simon La Place.*

1) Wenn  $v$  die Geschwindigkeit,  $t$  die Zeit und  $s$  der während dieser Zeit gleichförmig durchlaufene Raum ist, so ist bekanntlich  $v = \frac{s}{t}$

2) Ist

\*) Diesen Satz, daß ein leuchtender Körper des Weltalls von gleicher Dichtigkeit mit der Erde, dessen Durchmesser 250 mahl größer wäre, als der der Sonne, vermöge seiner anziehenden Kraft keinen von seinen Lichtstrahlen bis zu uns schicken könne, daß folglich gerade die größten Körper unseres Weltgebäudes uns unsichtbar bleiben können, hat *La Place* in seiner *Exposition du Système du Monde* Part. II P. 305 ohne Beweis aufgestellt; hier ist er. Vergl. *A. G. E.* May 1798 S. 603 v. Z.

*A. G. Eph. IV Bds. 1 St. 1799.*

A

(5) Wegen (3) ist die Kraft auch gleich  $\frac{ddr}{dt^2}$ , also

$$-\frac{M}{r \cdot r} = \frac{ddr}{dt^2} = -M \cdot r^{-2}.$$

Multipliziert mit  $dr$

$$\frac{dr \cdot ddr}{dt^2} = -M \cdot dr \cdot r^{-2};$$

integriert  $\frac{1}{2} \frac{dr^2}{dt^2} = C + M \cdot r^{-1}$

wobei  $C$  eine Konstante ist, oder

$$\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 = 2C + 2M \cdot r^{-1}.$$

Nun ist wegen (2)  $dr/dt$  die Geschwindigkeit  $v$ , also gilt

$$v^2 = 2C + 2M \cdot r^{-1}$$

wobei  $v$  die Geschwindigkeit des Lichtteilchens in der Entfernung  $r$  ist.

2) Ist die Bewegung nicht gleichförmig, so muß man, um den Werth von  $v$  in jedem Augenblicke zu haben, den in diesem Zeittheilchen  $dt$  durchlaufenen Raum  $ds$  in einander dividiren, nämlich  $v = \frac{ds}{dt}$ ;

weil die Geschwindigkeit in einem unendlich kleinen Zeittheilchen unveränderlich und also die Bewegung gleichförmig angenommen werden kann.

3) Eine immerfort wirkende Kraft wird die Geschwindigkeit zu ändern streben. Diese Aenderung der Geschwindigkeit, nämlich  $dv$ , ist das natürlichste Maß der Kraft. Da aber jede Kraft in doppelter Zeit doppelte Wirkung hervorbringt, so muß man noch die Aenderung der Geschwindigkeit  $dv$  durch die Zeit  $dt$ , in welcher sie von der Kraft  $P$  hervor gebracht wurde, dividiren, und man wird dadurch einen allgemeinen Ausdruck für die Kraft  $P$  erhalten,

nämlich  $P = \frac{dv}{dt} = \frac{d \cdot \frac{ds}{dt}}{dt}$  Nun ist, wenn  $dt$  be-

ständig ist, d.  $\frac{ds}{dt} = \frac{d \cdot ds}{dt} = \frac{dds}{dt}$

folglich  $P = \frac{dds}{dt^2}$

4) Es sey die Attractions-Kraft eines Körpers  $= M$ ; ein zweyter Körper z. B. ein Lichttheilchen befindet sich in der Entfernung  $r$ ; die Wirkung der Kraft  $M$  dieses Lichttheilchen wird  $-\frac{M}{rr}$  seyn; das Zeichen — deswegen, weil die Wirkung von  $M$  der Bewegung des Lichts entgegen gesetzt ist.

5) Nun ist nach (3) diese Kraft auch  $= \frac{ddr}{dt^2}$  folg-

(6) Um nun die Konstante  $C$  zu bestimmen, setzen wir  $R$  für den Radius des anziehenden Körpers und  $a$  für die Geschwindigkeit des Lichtes in der Distanz  $R$ , also auf der Oberfläche des anziehenden Körpers; dann erhält man von (5)

$a^2 = 2C + 2M/R$  und weiter  $2C = a^2 - 2M/R$ . Setzt man das in die obere Gleichung ein, so ergibt sich

$$v^2 = a^2 - \frac{2 \cdot M}{R} + \frac{2 \cdot M}{r}.$$

(7) Sei  $R'$  der Radius eines andern anziehenden Körpers, dessen Anziehungskraft gleich  $iM$  ist, und sei die Geschwindigkeit des Lichtes in der Entfernung  $r$  gleich  $v'$ , dann gilt wie in Gleichung (6)

$$v'^2 = a^2 - \frac{2iM}{R'} + \frac{2iM}{r}.$$

(8) Wenn man  $r$  unendlich groß macht, so verschwindet der letzte Ausdruck in der vorhergehenden Gleichung und man erhält



folglich  $-\frac{M}{r^2} = \frac{ddr}{dt^2} = -M r^{-3}$

man multiplicire mit  $dr$ ;  $\frac{dr}{dt} \frac{ddr}{dt^2} = -M dr r^{-3}$

integriert,  $\frac{1}{2} \frac{dr^2}{dt^2} = c + M r^{-2}$  wo  $c$  die beständige Größe ist, oder  $\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 = 2c + 2M r^{-2}$

Nun ist nach (2)  $\frac{dr}{dt} =$  der Geschwindigkeit  $v$  folglich  $v^2 = 2c + 2M r^{-2}$  wo  $v$  die Geschwindigkeit des Lichttheilchens in der Entfernung  $r$  ist.

6) Um nun die Constante  $c$  zu bestimmen, sey  $R$  der Halbmesser des anziehenden Körpers,  $a$  die Geschwindigkeit des Lichts in der Entfernung  $R$ , folglich an der Oberfläche des anziehenden Körpers, so erhält man aus (5)  $a^2 = 2c + 2\frac{M}{R}$  folglich  $2c = a^2 - \frac{2M}{R}$  dies, in die vorige Gleichung

gesetzt, gibt  $v^2 = a^2 - \frac{2M}{R} + \frac{2M}{r}$

7) Eines andern anziehenden Körpers Halbmesser  $R$ , seine Attractionskraft sey  $iM$ , die Geschwindigkeit des Lichts in der Entfernung  $r$  sey  $v$  so ist vermöge der Gleichung in (6)

$$v'^2 = a^2 - \frac{2iM}{R} + \frac{2iM}{r}$$

8) Setzt man  $r$  unendlich groß, so verschwindet das letzte Glied der vorhergehenden Gleichung und man erhält

$$v'^2 = a^2 - \frac{2iM}{R}$$

A 2

Die

Die Entfernung der Fixsterne ist so groß, daß man zu dieser Annahme berechtigt ist.

9) Die anziehende Kraft des zweyten Körpers sey so groß, daß das Licht nicht ausströmen kann; dies läßt sich analytisch am bequemsten so ausdrücken: die Geschwindigkeit des Lichts  $v'$  ist gleich Null. Diesen Werth von  $v'$  in der Gleichung für  $v'$  (8) gesetzt, wird eine Gleichung geben, aus der sich die Masse  $iM$  wird herleiten lassen, bey welcher dieser Umstand Statt findet. Man hat also

$$0 = a^2 - \frac{2iM}{R'} \text{ oder } a^2 = \frac{2iM}{R'}$$

10) Um  $a$  zu bestimmen, sey der erste anziehende Körper die Sonne, so wird  $a$  die Geschwindigkeit des Sonnenlichts an der Oberfläche der Sonne seyn. Die anziehende Kraft der Sonne ist aber in Vergleichung mit der Geschwindigkeit des Lichts so klein, daß man diese Geschwindigkeit als gleichförmig annehmen kann. Aus dem Phänomen der Aberration erhellet, daß die Erde  $20''\frac{1}{4}$  in ihrer Bahn durchläuft, während das Licht von der Sonne bis zur Erde kömmt, folglich: es sey  $V$  die mittlere Geschwindigkeit der Erde in ihrer Bahn, so wird man haben

$$a : V = \text{radius}^*) : 20''\frac{1}{4} = 1 : \text{tang } 20''\frac{1}{4}$$

11) Meiner Annahme in *Expos. du Syst. du Monde* Part. II P. 305 gemäß, ist  $R' = 250 R$ . Nun verhalten sich die Massen, wie die Volumina der anziehenden Körper mit den Dichtigkeiten multiplicirt; die Volumina, wie die Würfel der Halbmesser; folglich die Massen, wie die Würfel der Halbmesser mit den

\*) In Secunden ausgedrückt.

$$v'^2 = a^2 - \frac{2iM}{R'}$$

(9) Sei die anziehende Kraft des zweiten Körpers so groß, daß das Licht nicht von ihm entweichen kann; analytisch kann das folgendermassen ausgedrückt werden: die Geschwindigkeit  $v'$  des Lichtes ist gleich Null. Dieser Wert für  $v'$  in Gleichung (8) eingesetzt ergibt eine Gleichung aus welcher die Masse  $iM$ , für welche das eintritt, hergeleitet werden kann. Es gilt also:

$$0 = a^2 - \frac{2iM}{R'} \text{ oder } a^2 = \frac{2iM}{R'}$$

(10) Um  $a$  zu bestimmen, sei der erste anziehende Körper die Sonne; dann ist  $a$  die Geschwindigkeit des Sonnenlichtes an der Oberfläche der Sonne. Die anziehende Kraft der Sonne ist allerdings so klein, verglichen mit der Geschwindigkeit des Lichtes, daß man diese Geschwindigkeit als gleichförmig annehmen kann. Wir wissen von dem Phänomen der Aber-

ration, daß die Erde auf ihrem Weg  $20''\frac{1}{4}$  zurücklegt, während sich das Licht von der Sonne zur Erde bewegt. Sei also  $V$  die mittlere Geschwindigkeit der Erde auf ihrer Bahn, dann gilt  $a : V = \text{Radius}$  (ausgedrückt in Sekunden):  $20''\frac{1}{4} = 1 : \text{tang } 20''\frac{1}{4}$ .

(11) Meine Annahme, die ich in «*Expos. du syst. du monde*», Teil II, Seite 305, gemacht habe, ist  $R' = 250 R$ . Nun ändert sich die Masse wie das Volumen des anziehenden Körpers multipliciert mit seiner Dichte; das Volumen wie der Kubus des Radius; also die Masse wie der Kubus des Radius multipliciert mit der Dichte. Sei die Dichte der Sonne gleich 1; die des zweiten Körpers gleich  $\rho$ . Dann gilt:

$$M : iM = 1 R^3 : \rho \cdot R'^3 = 1 R^3 : \rho \cdot 250^3 R^3$$

$$\text{oder } 1 : i = 1 : \rho \cdot (250)^3$$

$$\text{oder } i = (250)^3 \rho$$

(12) Man setzt die Werte von  $i$  und  $R'$  in die Gleichung  $a^2 = 2iM/R'$  ein und erhält so

den Dichtigkeiten multiplicirt. Es sey die Dichte der Sonne = 1; die des zweyten Körpers =  $\rho$  so ist

$$M : iM = 1 R^3 : \rho R'^3 = 1 R^3 : \rho 250^3 R^3$$

$$\text{oder } 1 : i = 1 : \rho (250)^3$$

$$\text{oder } i = (250)^3 \rho.$$

12) Man substituirt die Werthe von  $i$  und  $R'$  in die Gleichung  $a^2 = 2i \frac{M}{R'}$  so erhält man

$$a^2 = \frac{2 (250)^3 \rho M}{250 R} = 2 (250)^2 \rho \frac{M}{R}$$

$$\text{oder } \rho = \frac{a^2 R}{2 (250)^2 M}$$

13) Um  $\rho$  zu haben, darf man nur noch  $M$  bestimmen. Die Kraft der Sonne  $M$  ist in der Entfernung  $D$  gleich  $\frac{M}{D^2}$ . Es sey  $D$  die mittlere Entfernung der Erde,  $V$  die mittlere Geschwindigkeit der Erde; so ist diese Kraft auch gleich  $\frac{V^2}{D}$  (man sehe Lande's Astronomie III § 3539.) folglich  $\frac{M}{D^2} = \frac{V^2}{D}$  oder  $M = V^2 D$ . Dies in die Gleichung für  $\rho$  in (12) substituirt gibt

$$\rho = \frac{a^2 R}{2 (250)^2 V^2 D} = \frac{8}{(1000)^2} \left(\frac{a}{V}\right)^2 \left(\frac{R}{D}\right)$$

$$\frac{a}{V} = \frac{\text{Geschw. d. Lichts}}{\text{Geschw. d. Erde}} = \frac{1}{\tan 20'' \frac{1}{4}} \text{ nach (10)}$$

$$\frac{R}{D} = \frac{\text{wahren Halbmessers } \odot}{\text{mittlern Entfernung } \odot} = \tan \text{mittlern scheinbaren Halbmessers der } \odot.$$

A 3 folg-

$$a^2 = \frac{2 (250)^3 \rho M}{250 R} = 2 (250)^2 \rho \frac{M}{R}$$

$$\text{oder } \rho = \frac{a^2 R}{2 (250)^2 M}.$$

(13) Um  $\rho$  zu erhalten, muss man immer noch  $M$  bestimmen. Die Kraft  $M$  der Sonne ist in einer Entfernung  $D$  gleich  $M/D^2$ . Sei  $D$  die mittlere Entfernung der Erde,  $V$  die mittlere Geschwindigkeit der Erde; dann ist diese Kraft auch gleich  $V^2/D$  (siehe Lande's Astronomie, III, § 3539). Also ist  $M/D^2 = V^2/D$  oder  $M = V^2 D$ . Dies in Gleichung (12) für  $\rho$  eingesetzt ergibt

$$\rho = \frac{a^2 R}{2 (250)^2 V^2 D} = \frac{8}{(1000)^2} \left(\frac{a}{V}\right)^2 \left(\frac{R}{D}\right),$$

$$\frac{a}{V} = \frac{\text{Lichtgeschw.}}{\text{Geschw. d. Erde}} = \frac{1}{\tan 20\frac{1}{4}''} \text{ wie in (10)}$$

$$\frac{R}{D} = \frac{\text{absol. Rad. d. Sonne}}{\text{mittl. Entf. d. Sonne}} = \frac{\tan (\text{mittl. scheinb. Radius d. Sonne})}{\text{Radius d. Sonne}}$$

$$\text{folglich } \rho = 8 \frac{\tan 16' 2''}{(1000 \tan 20'' \frac{1}{4})^2}$$

hieraus  $\rho$  beynahe 4, oder so groß, als die Dichte der Erde.

Also

$$\rho = 8 \frac{\tan 16' 2''}{(1000 \tan 20\frac{1}{4}'' )^2}$$

womit man  $\rho \approx 4$  erhält, was etwa so groß ist, wie die Dichte der Erde.

### III. Interpretationen und Kritik

1) Was LAPLACE in den Punkten (1) bis (9) mühsam ableitet, ist nichts anderes, als die *Fluchtgeschwindigkeit* eines Himmelskörpers der Masse  $M$  (oder  $iM$ ) und vom Radius  $R$  (oder  $R'$ ). Die Fluchtgeschwindigkeit ist ja bekanntlich die Geschwindigkeit, die man einem materiellen Körper an der Oberfläche eines Gestirns erteilen muss, damit er diesen für immer verlässt. Erfährt der Körper eine Geschwindigkeit  $V < V_\infty$ , so kann er nur geschlossene Bahnen (Kreis, Ellipse) um das Gravitationszentrum durchführen.

Diese in der NEWTON'schen Mechanik bekannte Vorstellung überträgt LAPLACE also auf das Licht. Er sagt: *ist die Fluchtgeschwindigkeit eines Sterns grösser als die Lichtgeschwindigkeit  $c$ , so kann kein Lichtstrahl mehr den Stern verlassen.* Das legt den Gedanken nahe, dass LAPLACE das Licht als aus Teilchen mit Masse bestehend behandelt. Aber dazu muss noch einiges gesagt werden.

2) Um die mühsame Rechnung LAPLACE's deutlicher zu machen, sei hier gezeigt, wie diese mit modernen Begriffsbildungen (Energiesatz) durchgeführt wird. LAPLACE kannte damals den Begriff Energie und den Energiesatz noch nicht; zumindest waren diese Begriffe noch nicht so geklärt, dass man mit ihnen hätte arbeiten können.

Wir berechnen zuerst die potentielle Energie an der Oberfläche eines Himmelskörpers mit dem Radius  $R$  und der Masse  $M$ . Nach Definition ist diese gleich der Arbeit, die geleistet werden muss, um einen Probekörper mit der Masse  $m$  ins Unendliche zu befördern.

$$\text{Es gilt } E_{\text{pot}} = \int_R^\infty P(r) dr. \quad (14)$$

Mit dem Gravitationsgesetz

$$P(r) = -\gamma \frac{M \cdot m}{r^2} \quad (15)$$

folgt für die potentielle Energie die Gleichung

$$E_{\text{pot}} = -\gamma \frac{M \cdot m}{R}. \quad (14a)$$

Diese Energie muss also (dem Betrage nach) dem kleinen Körper  $m$  an der Oberfläche des grossen in Form von Bewegungsenergie (kinetische Energie) mitgegeben werden, damit  $m$  den grossen Körper verlassen kann; also

$$\frac{1}{2} m v_{\infty}^2 = \frac{\gamma M m}{R}$$

woraus wir sofort

$$v_{\infty}^2 = \frac{2 \gamma M}{R} \quad (15)$$

erhalten. Hier ist  $v_{\infty}$  die Fluchtgeschwindigkeit. Diese Form entspricht genau Gleichung (9) in LAPLACE's Beweis, wenn man nur  $v_{\infty} = a$  setzt. Man lasse sich nicht dadurch verwirren, dass bei LAPLACE die Gravitationskonstante  $\gamma$  fehlt. Diese fällt sowieso bei LAPLACE's Herleitung heraus. Auch abgesehen von dieser Unstimmigkeit hat LAPLACE die Begriffe (z. B. Kraft) nicht einheitlich verwendet.

3) Ist also die Fluchtgeschwindigkeit  $v_{\infty} = a$  eines Sterns grösser als die Lichtgeschwindigkeit  $c$ , so haben wir nach LAPLACE einen Himmelskörper vor uns, der alles Licht zurückbehält. Gleichung (16) zeigt uns, dass durch die Bedingung  $v_{\infty} = c$  nur das Verhältnis

$$\frac{M}{R} = \frac{1}{2\gamma} c^2 \quad (17)$$

nicht aber  $M$  und  $R$  einzeln, bestimmt ist. D. h. dass im Prinzip jeder Körper ein «schwarzes Loch» sein kann, da (17) nach beliebiger Wahl der Grösse  $\rho$  (Dichte) immer noch erfüllt werden kann.

4) Für uns ist die Vorhersage schwarzer Löcher eine Folge der allgemeinen Relativitätstheorie (ART) und der Kernphysik. Zum ersten Mal taucht die Möglichkeit, diese Himmelskörper zu postulieren, bei KARL SCHWARZSCHILD (1916) auf<sup>4)</sup>. Allerdings wurde diese Gelegenheit damals nicht beachtet, auch weil noch zu wenig über Kernphysik und Sternaufbau bekannt war.

SCHWARZSCHILD'S Lösung lässt sich so beschreiben: Die Metrik für eine stationäre, zentralsymmetrische Massenverteilung (z. B. Sonne) kann wie folgt angesetzt werden:

$$ds^2 = M(r) dt^2 + W(r) dr^2 + r^2 d\sigma^2. \quad (18)$$

Dabei ist  $d\sigma^2$  die Metrik auf der Sphäre  $S^2$ . Der metrische Tensor ist diagonal. Man kann zeigen, dass dies der allgemeinste Ansatz ist, der der physikalischen Situation entspricht. Setzt man nun (18) in die Feldgleichungen für den materiefreien Raum (ausserhalb des Sterns)

$$R_{\mu\nu} = 0 \quad (19)$$

ein, so erhält man sofort die sogenannte SCHWARZSCHILD-Lösung oder SCHWARZSCHILD-Metrik

$$ds^2 = \left(1 - \frac{\alpha}{r}\right) dt^2 - \frac{dr^2}{1 - \frac{\alpha}{r}} - r^2 (d\theta^2 + \sin^2 \theta d\phi^2). \quad (20)$$

Die Integrationskonstante  $\alpha$  konnte berechnet werden<sup>5)</sup>

$$\alpha = \frac{2\gamma M}{c^2}, \quad (21)$$

wobei  $M$  und  $R$  wie früher definiert wurden.

SCHWARZSCHILD glaubte noch, dass  $\alpha$  physikalisch unbestimmt bliebe<sup>6)</sup>. Daher auch konnte er den physikalischen Charakter der *Singularität* in Gl. (20) nicht erkennen. Gl. (20) wird also für

$$\alpha = r_s = \frac{2\gamma M}{c^2} \quad (21a)$$

singulär.  $r_s$  nennt man den SCHWARZSCHILD-RADIUS. Zieht sich ein Himmelskörper der Masse  $M$  auf einen Radius, der kleiner ist als  $r_s$ , zusammen, so «passiert» etwas mit ihm: er wird zu einem schwarzen Loch. (21a) legt also genau fest, wie gross der Radius eines Sterns mit Masse  $M$  sein muss, damit dieser zu einem schwarzen Loch wird.

5) Gleichung (21a) stimmt genau mit Gl. (9) überein. Dies «rechtfertigt» uns, das Licht als Teilchen mit Masse nach der klassischen Mechanik zu behandeln. Wir ordnen einem Photon eine «Pseudomasse» über die Beziehung

$$mc^2 = h\nu \quad (22)$$

zu und rechnen wie LAPLACE (Gl. (1) bis (16)). Wenn wir über Gl. (21a) den SCHWARZSCHILD-RADIUS der Sonne berechnen, so erhalten wir  $r_{s\odot} = 2.95$  km. Natürlich wäre die Fluchtgeschwindigkeit dieses «schwarzen Loches»  $300\,000$  km/s =  $c$ .

Wo liegt denn nun aber der Unterschied zwischen LAPLACE's und einer modernen Herleitung, wenn beide Resultate genau übereinstimmen?

6) Der erste (und wesentliche) Unterschied liegt darin, was man unter Licht versteht. Licht als Teilchen mit Masse betrachtet lässt eine klassische Behandlung zu. Heute aber unterwerfen wir das Licht nicht einfach den Gesetzen der klassischen Mechanik. Wir richten uns vielmehr nach einer wichtigen Eigenschaft desselben. Licht bewegt sich nämlich zwischen zwei Punkten auf der kürzesten Verbindung dieser Punkte (sogenannte Geodäte).

Nun weiss man aus der Allgemeinen Relativitätstheorie (ART), dass Massen den Raum krümmen, und dass daher die Geodäten keine Geraden mehr sind. Das Licht breitet sich also nicht mehr geradlinig aus.

Zwar liefert diese neue Idee bei den schwarzen Löchern dasselbe Ergebnis wie die klassische Rechnung. Diese Übereinstimmung tritt aber z. B. bei der Lichtablenkung nicht mehr ein! Die verblüffende Übereinstimmung unserer Resultate kommt daher, dass die Gravitationsrotverschiebung

$$\frac{d\lambda}{\lambda} = \frac{\gamma M}{c^2 r} \quad (23)$$

(und damit als Grenzfall auch das Zurückhalten aller Signale in einem schwarzen Loch) allein schon aus

dem *schwachen Äquivalenzprinzip* (= Äquivalenz von schwerer und träger Masse) folgt. Damit sind diese Effekte kein eigentlicher Beweis der ART, weil diese auf dem *starken Äquivalenzprinzip* aufbaut und darum sehr viel weiter geht<sup>7)</sup> (z. B. Lichtablenkung, Perihelbewegung). Zur Definition des starken Äquivalenzprinzips siehe z. B. WEINBERG S. 68<sup>7)</sup>. Genau aus diesem Grund können einige Ergebnisse der ART auch klassisch erhalten werden. Man beachte dazu z. B. die Herleitung der zentralen Differentialgleichung im Artikel «Nichtstatische Weltmodelle» von D. WIEDEMANN<sup>8)</sup>.

7) Ein weiterer Fortschritt in der modernen Theorie ist darin zu finden, dass einige zusätzliche Aussagen über schwarze Löcher gemacht werden können (nicht nur über den SCHWARZSCHILDradius). Was bedeutet die Singularität der Gl. (20), wenn also ein Stern einen Radius  $r < r_s$  annimmt?

- a) Die Raumkrümmung wird unendlich gross (das Licht ist im SCHWARZSCHILDradius = Ereignishorizont gefangen)
- b) der Zusammenbruch des Sterns zum SCHWARZSCHILDradius scheint für einen aussenstehenden Beobachter unendlich lange Zeit zu dauern.
- c) Wir nehmen einen Körper mit der Masse M und dem ursprünglichen Radius R. Der Körper soll kollabieren. Vom ersten Moment des Zusammenbruchs an bleibt die Rotverschiebung während der Periode

$$T = \pi \sqrt{\frac{R^3}{8 \gamma M}}$$

klein und wächst darauf exponentiell mit der Rate  $c^3 / 4 \gamma M$ .<sup>9)</sup>

Numerisches Beispiel: Sphäre mit  $M = 10^8 M_\odot$ ,  $R = 100$  Lichtjahre. Mit diesen Werten bleibt die Rotverschiebung von der Grössenordnung  $z = 10^{-3}$  währen rund  $10^5$  Jahren. Danach wächst z jeweils innerhalb weniger Minuten um das Dreifache (genauer: um den Faktor  $e$ ). Wenn man nichtrelativistisch rechnet, dauert es etwa 3 Stunden, bis  $z \approx 1$ , d. h. bis der Körper nahe am Zustand eines schwarzen Loches ist.

8) Der dritte Fortschritt kommt von der Physik der Materie. Wir können uns heute einigermassen vorstellen, wie ein schwarzes Loch entstehen könnte.

Ein Stern, der nach seinem Ausbrennen (und nach einer Explosion als Supernova) noch mehr Masse besitzt, als eine gewisse Grenze angibt (rund 1.5 Sonnenmassen), wird nicht zu einem *weissen Zwerg* werden können. Er zieht sich zu einem *Neutronenstern* (Dichte  $\rho \approx 10^{14}$  g/cm<sup>3</sup>) zusammen. Vielleicht wird er aber noch weiter schrumpfen und zu einem *schwarzen Loch* werden. Ob dies allerdings auch theoretisch möglich ist, ist heute noch nicht ganz geklärt.

Ein schwarzes Loch ist also für uns in erster Linie ein Körper von ungeheurer Dichte, sehr kleinem Radius und einigen wenigen Sonnenmassen. Gleichung (21a) lässt aber wie Gl. (9) die «Konstruktion» beliebiger schwarzer Löcher zu. Wir wählen einfach die

Dichte frei. Es gilt:

$$\rho = \frac{3c^2}{8 \cdot \pi \cdot \gamma} \cdot \frac{1}{r_s^2} \quad (21b)$$

und

$$\rho = \frac{3c^6}{32 \pi \gamma^3} \cdot \frac{1}{M^2} \quad (21c)$$

Sterne von einigen 10 Sonnenmassen hätten demnach als schwarze Löcher Dichten von  $10^{13}$  bis  $10^{14}$  g/cm<sup>3</sup>. LAPLACE's «schwarzes Loch» hat eine Dichte von ca. 5 g/cm<sup>3</sup> bei etwa  $5 \cdot 10^7$  Sonnenmassen. Es wird dann und wann vermutet, dass solche schwarzen Löcher im Zentrum von Galaxien existieren könnten<sup>1)</sup>. Vor kurzem wurden sogar «Mini-schwarze Löcher» postuliert<sup>10) 11)</sup> mit etwa Asteroidenmasse und einigen 10 bis 100 Å Durchmesser.

Aber wie gesagt, ob es diese interessanten Körper im Weltall überhaupt gibt, ist immer noch fraglich.

9) Es bleibt uns noch zu klären, wie LAPLACE auf die Idee kommen konnte, es gäbe Sterne, die alles Licht zurückbehalten. Dabei muss diese Erklärung ein Versuch bleiben.

Die Notwendigkeit, auf eine solche Idee zu kommen, scheint gut begründet zu sein. Für LAPLACE stellt sich ja das Problem, das plötzliche Verschwinden von Sternen erklären zu müssen. Dies geht eindeutig aus seinen Bemerkungen in «*Exposition du système du monde*» hervor.

Dass er seine Hypothese dann aber auf der Basis der klassischen Physik und mit der Annahme, die Lichtteilchen (Photonen) hätten von Null verschiedene Ruhemasse, zu beweisen versuchte, bedarf einer näheren Betrachtung.

Wir müssen heute sagen, dass LAPLACE's Behandlung des Themas physikalisch eindeutig falsch ist. Photonen haben Ruhemasse Null. Sie können also nicht einfach wie ein normales materielles Teilchen (z. B. wie ein Satellit) im Schwerfeld eines Himmelskörpers behandelt werden.

Nur sind wir uns heute der Modellvorstellung vom masselosen Lichtteilchen vielleicht zu stark bewusst. Auch wenn wir das Licht als Welle beschreiben, so ordnen wir ihm keine Masse zu. Wir müssen also etwas zurückblenden in die Vorgeschichte der modernen Lichttheorien, um LAPLACE gerecht zu werden.

Nun wäre es ja denkbar, dass LAPLACE sich die Sache folgendermassen überlegt hat: die Herleitung gilt für beliebige, also auch für beliebig kleine Massen, also wird sie im Grenzfall auch für massefreie Teilchen gelten. Dann tauchte für ihn das Problem, ob er dem Licht eine Masse zuordnen sollte oder nicht, überhaupt nicht auf.

Allerdings können wir ebenso leicht annehmen, dass LAPLACE wirklich von dem Bild ausging, dass das Licht aus Teilchen besteht, die eine von Null verschiedene Masse besitzen.

Der *Streit um die Deutung des Lichtes* war im 18. Jahrhundert von den Anhängern NEWTONS im Sinne

der *Korpuskeltheorie* entschieden worden<sup>12)</sup>. Zwar hatten schon Zeitgenossen von NEWTON, nämlich CH. HUYGENS und R. HOOKE, um 1670 die Theorie von der *Wellennatur des Lichtes* vertreten. Aber durchsetzen konnte sich diese Ansicht erst gegen 1800. Abgesehen davon, dass LAPLACE sich Zeit seines Lebens nie an die Wellentheorie des Lichtes gewöhnen konnte, kamen die entscheidenden Versuche in dieser Richtung auch erst ein paar Jahre nach dem Beweis, dass es «schwarze Löcher» geben könnte. TH. YOUNG erklärte die Farben an dünnen Schichten mit periodischen, sich durchdringenden Wellen. Das war zwischen 1801 und 1803. Bald darauf verstand er die Beugung als Interferenzphänomen. Um 1808 schlossen YOUNG, FRESNEL und ARAGO auf die Transversalität der Lichtwellen.

Wir können also ruhig annehmen, dass LAPLACE ein überzeugter Anhänger der Teilchentheorie des

Lichtes war. Diesen Teilchen eine, wenn auch eine geringe Masse zuzuordnen, scheint nicht abwegig zu sein. Und dann ist die Idee der alles verschluckenden Sterne eine konsequente Folge der Theorie über das Licht und NEWTONS Gravitationstheorie.

10) Hat also LAPLACE die «schwarzen Löcher» schon vor 175 Jahren vorausgesehen? Wenn wir ein schwarzes Loch ganz allgemein als einen Himmelskörper definieren, von dem kein Signal entweicht, dann war die Grundidee bei LAPLACE schon vorhanden.

11) Es muss aber deutlich festgehalten werden, dass LAPLACE mit seinen «schwarzen Löchern» nichts (auch keine Teilergebnisse) von der allgemeinen Relativitätstheorie oder der modernen Kernphysik vorwegnahm. Und als «Kinder» dieser modernen Theorien müssen wir ja die schwarzen Löcher ansehen.

#### Literaturverzeichnis:

- 1) R. PENROSE: Black Holes. Scientific American 226, 38, May 1972.
- 2) P. S. LAPLACE: Exposition du système du monde. Bd. II, S. 304.
- 3) Allgemeine geographische Ephemeriden, verfasst von einer Gesellschaft Gelehrten und herausgegeben von F. von Zach. Weimar 1799, S. 1. Dieser Text ist in Faksimiledruck wiedergegeben.
- 4) K. SCHWARZSCHILD: Über das Gravitationsfeld eines Massenpunktes nach der EINSTEIN'schen Theorie. Sitz. ber. kgl. preuss. Akad. Wiss. Berlin 1916. S. 189.

- 5) G. C. MC VITTIE: General Relativity and Cosmology. S. 82.
- 6) K. SCHWARZSCHILD: a. a. O. S. 195.
- 7) S. WEINBERG: Gravitation and Cosmology. Wiley N. Y. S. 69.
- 8) D. WIEDEMANN: ORION 141, 71 u. 73, 1974.
- 9) S. WEINBERG: a. a. O. S. 348.
- 10) S. HAWKING: Mon. Not. Roy. astr. Soc. 152, 75 (1971).
- 11) JACKSON, RYAN: Nature, 245, 88 (1973).
- 12) zur Geschichte der Lichttheorien siehe z. B. F. HUND: Geschichte der physikalischen Begriffe. Bibl. Inst. S. 142 ff und 212 ff.

#### Adresse des Autors:

H. U. FUCHS, Lerchenrain 7/26, CH-8046 Zürich.

## Ein Meteoriten-Museum in der DDR

VON J. CLASSEN, Pulsnitz

Im Zusammenhang mit der Errichtung einer Sternwarte in Pulsnitz wurde dort bereits 1927 mit dem Sammeln von Meteoriten begonnen. Ihre Beschaffung war damals noch leicht, da sich kaum jemand für diese «abwegigen» Naturprodukte interessierte. Die Astronomen beobachteten meist nur die Meteorerscheinungen am Himmel, während sich die Mineralogen lieber mit den von der Erde stammenden und daher geologisch interessanteren Mineralien befassten.

Gegen Ende des 2. Weltkrieges, am 27. April 1945, geriet die Pulsnitzer Meteoritensammlung in grosse Gefahr, da die Sternwarte, die von 1933–1945 Sitz einer antifaschistischen Widerstandsgruppe gewesen war, von der Gestapo geplündert wurde. Da diese aber mit den Meteoriten wohl nichts anzufangen wusste, entstanden nur kleinere Verluste, die inzwischen wieder ersetzt werden konnten. Mit dem Beginn der Weltraumflüge durch Sputnik 1, der am 4. Oktober 1957 in den Raum geschossen wurde, stieg das Interesse an Meteoriten auf der ganzen Erde sprunghaft an. Die Pulsnitzer Sammlung erhielt einen

eigenen Raum und wurde zu einem kleinen Museum ausgebaut, dem bisher einzigen, das sich streng auf Meteorite beschränkt. Dieses Museum wurde von 1960 an vom Rat des Kreises Bischofswerda zusammen mit der Sternwarte unterstützt, was einen erfreulichen Besucherstrom zur Folge hatte. Sternwarte und Museum waren bis 1964 von über 30 000 Interessenten besichtigt worden. Leider wurde diese erfreuliche Entwicklung von 1968 an durch örtliche Intrigen gegen die Sternwarte unterbrochen, so dass gegenwärtig ein Besuch des Pulsnitzer Meteoriten-Museums nur ausnahmsweise möglich ist.

Die 1927 gegründete Meteoritensammlung sollte von Anfang an der Meteoritenforschung dienen. So konnte 1964 die erste kleinere Schrift «*Beiträge zur Meteoritenkunde*» herausgegeben werden. 1967 erschien in der Reihe der Veröffentlichungen der Sternwarte Pulsnitz die erste grössere Arbeit «*Die Entstehung der Tektite*». Weitere Veröffentlichungen folgten 1968 «*Die Meteoritenforschung in der UdSSR*» und 1969 «*Über Eisenmeteorite und ihre Ausbeutung durch den*

Urmenschen», sowie über «*Mondvulkanismus und Perlstein als Ursachen der Tektiteschauer*». Seit 1971 ist eine neue Schrift «*Überregionale Entwicklungstendenzen im Weltraum*» in Vorbereitung. Teile dieser Schrift, die auf der Untersuchung von Meteoriten, Tektiten und Mondsubstanz beruhen (und einen Beweis für den MARXschen Grundsatz von der Einheit der Welt liefern sollen), wurden bereits in einigen in- und ausländischen Zeitschriften veröffentlicht (1972 in den USA, 1972 und 1973 in der BRD, 1973 in der UdSSR und der DDR). Von den früheren Veröffentlichungen der Sternwarte Pulsnitz existieren auch Nachdrucke in Übersetzungen im Ausland, vor allem in der UdSSR<sup>1)</sup>.

Im Zusammenhang mit der Pulsnitzer Meteoritensammlung wird auch eine Katalogisierung der irdischen Meteoritenkrater durchgeführt. Der *Pulsnitzer Katalog der irdischen Meteoritenkrater* weist bereits über 200 Nummern auf und überflügelt damit alle anderen, vorwiegend in den USA erschienenen Kataloge.

Die Pulsnitzer Meteoritensammlung besteht aus mehreren Teilen. Die Hauptsammlung ist im Museum untergebracht. Sie enthält von jedem einzelnen Meteoritenfall entweder einen vollständigen Meteorit oder ein ansehnliches Teilstück. Dubletten, zerfallene Meteoritensubstanz oder nicht ganz einwandfreies Material wurden aus dieser nur wissenschaftlichen Zwecken dienenden Hauptsammlung ausgeschieden.

Ein zweiter Teil umfasst eine Tektitesammlung, in der alle bisher bekanntgewordenen Tektite-Fundorte mit Ausnahme desjenigen der Elfenbeinküste (Westafrika) vertreten sind. Die Tektitesammlung hat in der provisorisch in einem Geschäftsraum unterge-

brachten Mondausstellung Platz gefunden, da die Tektite ja möglicherweise vom Mond stammen. Diese Mondausstellung war anlässlich der ersten bemannten USA-Mondlandung vom 21. Juli 1969 eingerichtet worden, um Interessenten die in Pulsnitz aufbewahrten Dokumente zur Mondforschung zeigen zu können. Diese gehen bis zu den *Alfonsinischen Tafeln* von 1492 zurück und sind teilweise einmalig.

Als dritter Teil entstand mit der Zeit eine Dubletten-sammlung. Sie ist im Laboratorium der Sternwarte untergebracht, weil ihr Material zu chemischen und physikalischen Untersuchungen dient.

Die Vorbereitungen zu einem vierten Teil der Sammlung, die dann Mondsubstanz von verschiedenen Mondexpeditionen enthalten soll, sind eingeleitet.

Die Hauptsammlung des Pulsnitzer Meteoriten-museums enthält unter anderem zwei Grossmeteori- te:

- a) einen 1908 gefundenen und schon seit langem in Pulsnitz befindlichen Eisenmeteorit von der Farm Kamelhaar in Südwestafrika von 65 cm Länge und 291.18 kg Gewicht, und
- b) ein selbständiges Stück von dem bekannten Eisenschauer von Sichote Alin in der UdSSR vom 12. 2. 1947. Dieses hat bei 44 cm Länge ein Gewicht von 118.90 kg und kam 1973 nach Pulsnitz.

Beide Stücke sind unversehrte Meteorite mit gut ausgeprägten Piezoglypten auf ihrer Oberfläche (vergl. Fig. 1). Neben diesen zentnerschweren Meteoriten sind auf einem Tisch sechs mittelgrosse Eisenmeteorite zur Schau gestellt. Sie sind fast alle unversehrt und jeder von ihnen wiegt mehrere Kilogramm.

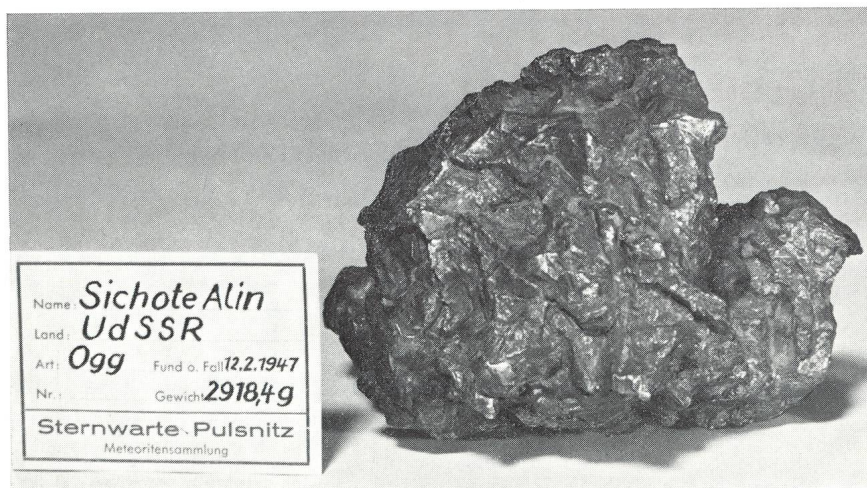


Fig. 1: Sprengstück des Eisenmeteoritenschauers von Sichote Alin (UdSSR) vom 12. 2. 1947, 2918.4 g.

Die 4 m lange Hauptvitrine des Museums enthält weitere unversehrte Meteorite und Teilstücke von solchen von etwa 300 Stein- und Eisenmeteoriten-fällen. In zwei Nebenvitrinen sind die Übergangs-

formen untergebracht. Das Material dieser drei Vitrinen ist in wissenschaftlicher Hinsicht wichtiger als die grossen Eisenmeteorite, da unter ihm manche Besonderheiten zu finden sind.

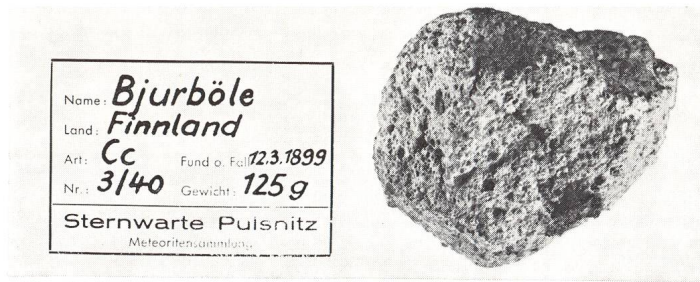


Fig. 2: Steinmeteorit von Bjurböle (Finnland) vom 12. 3. 1899, 125 g.

Die Hauptsammlung enthält Material von etwa 350 Fällen mit einem Gesamtgewicht von etwa 500 kg. Charakteristisch für sie ist, dass in ihr sowohl das klassische Meteoritenmaterial vom Meteoritenfall von Ensisheim im Elsass im Jahr 1492 bis zum Beginn des 2. Weltkrieges im Jahr 1939, als auch das Meteoritenmaterial der neueren Fälle von 1939 bis 1973 in glei-

cher Weise vertreten ist, (das im übrigen aus aller Welt stammt. Der Nachteil der Pulsnitzer Sammlung, dass infolge örtlicher Schwierigkeiten ein Teil der Bestände verlagert ist und deswegen noch keine umfassende Katalogisierung möglich war, soll nun behoben werden).

*Anmerkung:*

1) Interessenten belieben die zitierte Literatur von der Sternwarte Pulsnitz anzufordern.

*Adresse des Autors:*

J. CLASSEN, Sternwarte und Meteoritensammlung Pulsnitz, DDR.

## Die Vorausberechnung eines Planeten-Ortes (Ephemeride)

VON ROLAND SCHNEIDER, Zug

### 1) Bestimmung der Polarkoordinaten $v$ und $r$ des Planeten

Um den Ort des Planeten zu einer bestimmten Zeit angeben zu können, legen wir in die Ellipsenebene der Planetenbahn ein Koordinatensystem derart, dass die x-Achse mit der halben grossen Achse zusammenfällt (vergl. Fig. 1). Der Ort des Planeten ist dann durch  $v$  und  $\vec{r}$  bestimmt.

$v$  nennt man die wahre Anomalie des Planeten und  $\vec{r}$  nennt man den Radiusvektor des Planeten.

Die wahre Anomalie ändert sich nicht gleichmässig, mit anderen Worten: sie ist keine lineare Funktion der Zeit. Um sie für eine bestimmte Zeit bequem berechnen zu können, wird (analog zur mittleren Zeit anstelle der wahren Zeit) die *mittlere Anomalie* in der Weise eingeführt, dass man einen gedachten Planeten mit *gleichförmiger Geschwindigkeit* die Planetenbahn durchlaufen lässt.

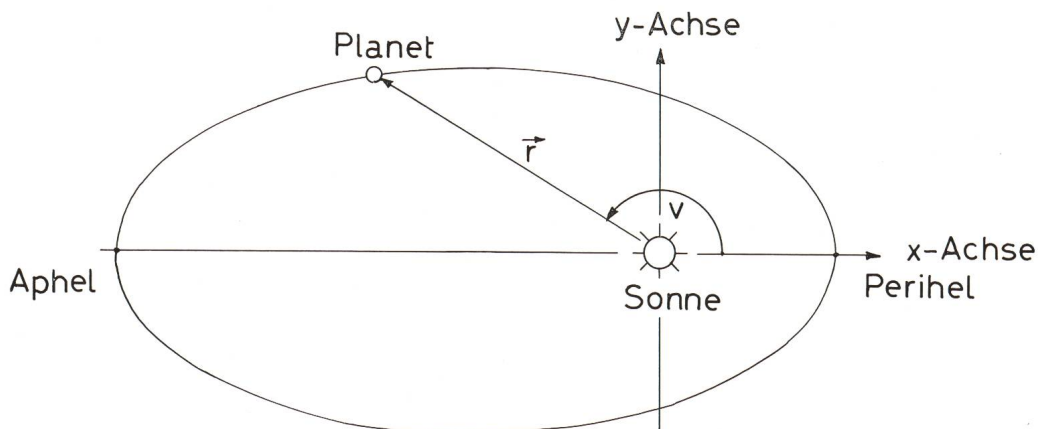


Fig. 1: Zur Bestimmung der Polarkoordinaten eines Planeten. Erläuterungen im Text.

Ist  $T$  die siderische Umlaufszeit des Planeten und  $M$  die mittlere Anomalie, so gilt:

$$T : t = 2\pi : M \text{ oder } M = \frac{2\pi}{T} \cdot t = \mu t.$$

Die Grösse  $\mu = 2\pi/T$  nennt man, wenn  $T$  in Sterntagen ausgedrückt wird, die *mittlere tägliche Bewegung* des Planeten. Da die Zeit ohne Anfang ist, geht man bei der Berechnung der mittleren Anomalie von einem Wert  $M_0$  zur Zeit  $t_0$  aus, und hat damit

$$M = M_0 + (t - t_0) \cdot \mu \quad (1)$$

Die Zeit  $t_0$  wird die *Epoch* (der mittleren Anomalie) genannt. Zwischen  $r$ ,  $v$  und  $M$  bestehen die folgenden Beziehungen:

$$\text{a) } v = M + 2e \sin M + \frac{3}{4}e^2 \sin 2M + \dots \text{ und } (2)$$

$$\text{b) } r = a \left( 1 - e \frac{\cos v + e}{1 + e \cos v} \right), \quad (3)$$

wobei  $e$  die Exzentrizität des Planeten und  $a$  die halbe grosse Bahnachse bedeuten;  $e$  ist dabei als der Quotient  $OS/O\pi$  definiert.

2) *Berechnung der heliozentrischen Länge und Breite aus den Bahnelementen (vergl. hierzu Fig. 2)*

In der Fig. 2 bedeuten:

- $\gamma$  den Frühlingspunkt (Schnittpunkt Äquator-Ekliptik),
- $k$  den Knoten (Schnittpunkt Planetenbahn-Ekliptik),

- $i$  den Neigungswinkel der Planetenbahn (gegen die Ekliptik),
- $\varkappa$  den Winkel  $\gamma \odot \varkappa$  (auf der Ekliptik gezählt), und
- $\omega$  den Winkel  $\varkappa \odot P$  (auf der Planetenbahn gezählt).

Ist  $P'$  die Projektion des Planetenortes  $P$  auf die Ekliptik, so ist

$\gamma \odot P' = l$  die heliozentrische Länge des Planeten und

$P' \odot P = b$  die heliozentrische Breite des Planeten.

Bezeichnet man den Radiusvektor  $\odot P$  wieder mit  $r$  und wählt man ein rechtwinkeliges Koordinatensystem mit dem Ursprung in der Sonne derart, dass die  $x$ -Achse die Richtung  $\odot \gamma$  annimmt und die  $y$ -Achse durch den Punkt mit der Länge  $l = 90^\circ$  geht, während die  $z$ -Achse nach dem Pol der Ekliptik gerichtet ist, so wird:

$$x = r \cos b \cos l, \quad (4)$$

$$y = r \cos b \sin l, \text{ und } (5)$$

$$z = r \sin b. \quad (6)$$

Wendet man auf das schraffierte Dreieck der Fig. 2  $KPP'$  die Grundformeln der sphärischen Trigonometrie an, so folgt:

$$\cos b \cos (l - \varkappa) = \cos u, \quad (7)$$

$$\cos b \sin (l - \varkappa) = \cos i \sin u, \text{ und } (8)$$

$$\sin b = \sin i \sin u. \quad (9)$$

Daraus lassen sich die heliozentrische Länge und Breite des Planeten berechnen.

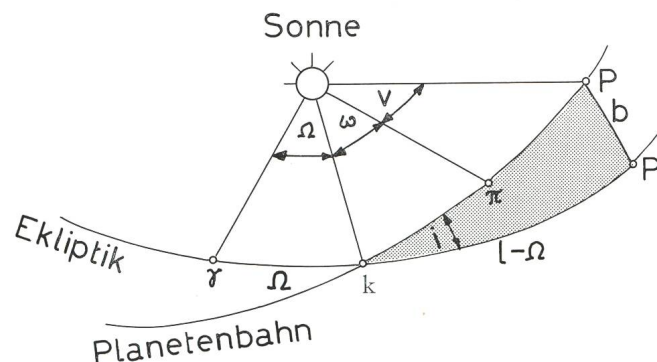


Fig. 2: Zur Berechnung der heliozentrischen Länge und Breite aus den Bahnelementen. Erläuterungen im Text.

3) *Umwandlung der heliozentrischen Koordinaten in geozentrische Koordinaten (vergl. hierzu Fig. 3)*

Für die Berechnung des Planetenortes, wie er von der Erde aus gesehen wird, müssen die heliozentrischen Koordinaten  $r$ ,  $b$  und  $l$  in die geozentrischen Koordinaten  $\varrho$ ,  $\beta$  und  $\lambda$  umgewandelt werden. Bezeichnet man mit

- $x, y, z$  die rechtwinkligen heliozentrischen Koordinaten der Erde,
- $R, -B, L + 180^\circ$  die polaren heliozentrischen Koordinaten der Erde,
- $x', y', z'$  die rechtwinkligen heliozentrischen Koordinaten des Planeten,

$r, b, l$

$\zeta, \eta, \xi$

$R, B, L$

$\zeta, \eta', \xi'$

$\varrho, \beta, \lambda$

die polaren heliozentrischen Koordinaten des Planeten, die rechtwinkligen geozentrischen Koordinaten der Sonne, die polaren geozentrischen Koordinaten der Sonne, die rechtwinkligen geozentrischen Koordinaten des Planeten, und mit die polaren geozentrischen Koordinaten des Planeten,



so folgen aus Fig. 3 unmittelbar die Gleichungen:

$$\begin{aligned}\xi' &= x' - x, \\ \eta' &= y' - y, \text{ und} \\ \zeta' &= z' - z.\end{aligned}$$

Verwandelt man nach (4), (5), und (6) die rechtwinkligen Koordinaten in Polarkoordinaten, so folgt:

$$\begin{aligned}q \cos \lambda \cos \beta &= r \cos l \cos b + R \cos L \cos B, \\ q \sin \lambda \cos \beta &= r \sin l \cos b + R \sin L \cos B, \text{ und} \\ q \sin \beta &= r \sin b + R \sin B.\end{aligned}$$

Diese Gleichungen lassen sich noch umformen. Denkt man sich die Längen statt vom Frühlingspunkt vom Knoten aus gezählt, und berücksichtigt man, dass die Sonnenbreite  $B = 0^\circ$  ist, so werden:

$$q \cos (\lambda - \kappa) \cos \beta = r \cos (l - \kappa) \cos b + R \cos (L - \kappa),$$

$$q \sin (\lambda - \kappa) \cos \beta = r \sin (l - \kappa) \cos b + R \sin (L - \kappa),$$

und  $q \sin \beta = r \sin b$ .

Nach (7), (8), und (9) gehen diese Gleichungen über in:  
 $q \cos (\lambda - \kappa) \cos \beta = r \cos u + R \cos (L - \kappa),$   
 $q \sin (\lambda - \kappa) \cos \beta = r \sin u \cos i + R \sin (L - \kappa),$   
 und  $q \sin \beta = r \sin u \sin i$ .

Aus diesen drei Formeln lassen sich mit Hilfe einiger Umformungen  $q$ ,  $\beta$  und  $\lambda$  berechnen; das Ergebnis ist:

$$q = \sqrt{R^2 + r^2 + 2Rr(\cos u \cos (L - \kappa) + \sin u \sin (L - \kappa) \cos i)}, \quad (10)$$

$$\frac{\sin \beta = r \sin u \sin i}{q} \text{ und}$$

$$\cos (\lambda - \kappa) = \frac{r \cos u + R \cos (L - \kappa)}{q \cos \beta}. \quad (12)$$

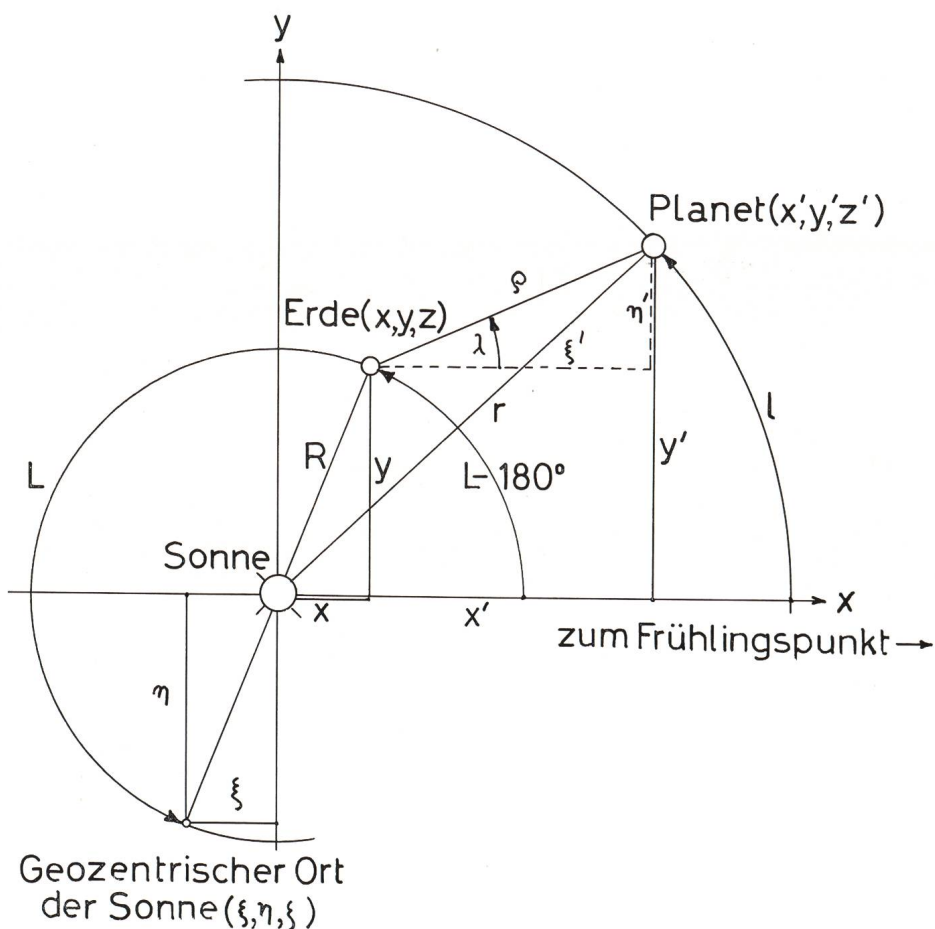


Fig. 3: Zur Umwandlung der heliozentrischen Koordinaten in geozentrische Koordinaten. Erläuterungen im Text.

Wie aus dem Bisherigen folgt, werden zur Berechnung einer Ephemeride die folgenden 7 Eingangswerte benötigt:

- 1) die Epoche  $t_0$ , zu welcher  $M = M_0$  ist,
- 2) die mittlere Anomalie  $M_0$  für die Epoche  $t_0$ ,
- 3) die halbe grosse Achse  $a$  der Planetenbahn,
- 4) die Exzentrizität  $e$  dieser Bahn,
- 5) die Länge des aufsteigenden Knotens  $\kappa$ ,
- 6) die Neigung  $i$  der Bahn, und
- 7) die Länge der Perihels  $\pi$ .

4) Die Umwandlung der geozentrischen Koordinaten in äquatoriale Koordinaten (vergl. hierzu Fig. 4)

Wendet man auf das schraffierte Dreieck der Fig. 4 wiederum die Grundformeln der sphärischen Trigonometrie an, so erhält man:

$$\sin \delta = \cos \beta \sin \lambda \sin \varepsilon + \sin \beta \cos \varepsilon,$$

$$\cos \alpha = \frac{\cos \beta \cos \lambda}{\cos \delta}$$

$$\sin \alpha \cos \delta = \cos \beta \sin \lambda \cos \varepsilon - \sin \beta \sin \varepsilon.$$

Aus diesen Formeln erhält man  $\delta$  und  $\alpha$ . (Die dritte Formel dient zu Kontrollzwecken).

Mit diesen Formeln wurde ein Kleincomputer P 652 Olivetti programmiert und das Programm zur

Vorausberechnung von Planeten-Örtern verwendet. Dabei ergaben sich für die Deklination Abweichungen von höchstens  $\frac{1}{2}^\circ$  und für die Rektaszension Abweichungen von höchstens 1 min. Diese, an sich kleine Abweichungen rühren daher, dass Störungen (durch andere Planeten), die den Rechengang kompliziert hätten, nicht berücksichtigt wurden.

Im nachfolgenden werden als Beispiele Teile der Berechnung der Ephemeride des Planeten Jupiter für die Zeit vom 1. 1. 1974 bis zum 31. 1. 1975 gegeben, wobei als Epoche  $t_0$ , zu welcher  $M = M_0$  ist, der 0. Januar 00<sup>h</sup> WZ 1950 gewählt und die Bahnelemente für diesen Zeitpunkt dem Berliner Astronomischen Jahrbuch für 1950 entnommen wurden.

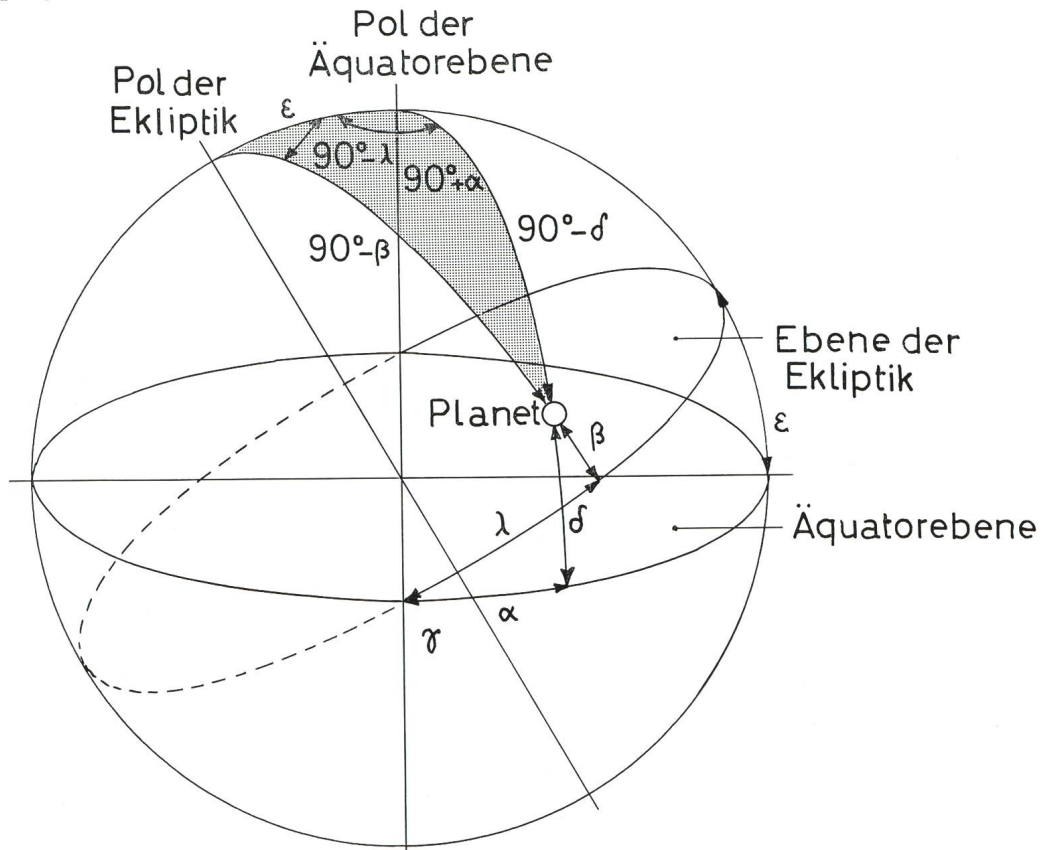


Fig. 4: Zur Umwandlung der geozentrischen Koordinaten in äquatoriale Koordinaten. Erläuterungen im Text. Berechnungsbeispiel: S. 194—195

### Merkur von riesigem Himmelskörper getroffen

Der Merkur ist im frühen Stadium seines Bestehens vor etwa dreieinhalb Milliarden Jahren von einem riesigen Himmelskörper getroffen worden, der einen rund 1300 Kilometer breiten Krater in die Oberfläche des Planeten gerissen hat. Dies ergab die Auswertung von Fotos, die die amerikanische Raumsonde Mariner 10 von dem Planeten gemacht hat. Die Entdeckung wurde von dem Institut für Strahlantriebe in Pasadena mitgeteilt, wohin Mariner 10 während seines zweiten Vorbeifluges am Merkur am letzten Wochenende über 500 Aufnahmen übermittelt hat. Der Astrologe DONALD GAULT wollte nach einer er-

sten Auswertung der Aufnahmen keine Angaben darüber machen, um was für einen Himmelskörper es sich gehandelt haben könnte, der auf dem Merkur mit ungeheurer Geschwindigkeit eingeschlagen ist. Nach Ansicht von GAULT hatte der rätselhafte Himmelskörper nur einen Durchmesser von etwa 50 Kilometern, wenn er von ausserhalb des Sonnensystems kam, oder von zwischen 90 und 180 Kilometern, wenn er aus dem Sonnensystem stammte. Nach den Schätzungen des Wissenschaftlers hatte der Körper eine Geschwindigkeit von etwa fünf Kilometern in der Sekunde (18 000 Kilometer in der Stunde).

Beispiel: Berechnung der Ephemeride für Jupiter

Bahnelemente für die Epoche  $t_0 = 0$ . Januar 1950 00<sup>h</sup> WZ

Planet	$M_0$	$\mu$	a	e	i	$\omega$	$\varkappa$
Erde	357.016°	0.9856°	149.6 · 10 <sup>6</sup>	0.0167	—	—	—
Jupiter	302.591°	0.0831°	777.4 · 10 <sup>6</sup>	0.0484	1.306°	273.6°	99.95°

Ephemeriden-Berechnung für Jupiter

Datum	t ab 0. Jan. 1950	$q$ AE	$\beta$ Grad	$\lambda$ Grad	$\delta$ Grad	$\alpha$ h m
1. 1. 74	8767	5.821	-0.732	314.006	-17.368	21 6.8
2. 1. 74	8768	5.829	-0.732	314.225	-17.304	21 7.7
3. 1. 74	8769	5.838	-0.733	314.444	-17.240	21 8.6
4. 1. 74	8770	5.846	-0.733	314.665	-17.176	21 9.5
5. 1. 74	8771	5.854	-0.733	314.887	-17.111	21 10.4
6. 1. 74	8772	5.862	-0.733	315.109	-17.046	21 11.2
7. 1. 74	8773	5.870	-0.734	315.332	-16.980	21 12.1
8. 1. 74	8774	5.877	-0.734	315.557	-16.914	21 13.0
9. 1. 74	8775	5.884	-0.734	315.782	-16.847	21 13.9
10. 1. 74	8776	5.891	-0.735	316.008	-16.780	21 14.8
11. 1. 74	8777	5.898	-0.735	316.234	-16.712	21 15.7
12. 1. 74	8778	5.905	-0.736	316.462	-16.644	21 16.6
13. 1. 74	8779	5.912	-0.736	316.690	-16.575	21 17.6
14. 1. 74	8780	5.918	-0.737	316.919	-16.506	21 18.5
15. 1. 74	8781	5.924	-0.737	317.149	-16.437	21 19.4
16. 1. 74	8782	5.930	-0.738	317.379	-16.367	21 20.3
17. 1. 74	8783	5.936	-0.738	317.610	-16.297	21 21.2
18. 1. 74	8784	5.941	-0.739	317.842	-16.226	21 22.1
19. 1. 74	8785	5.947	-0.739	318.074	-16.155	21 23.1
20. 1. 74	8786	5.952	-0.740	318.307	-16.084	21 24.0
21. 1. 74	8787	5.957	-0.740	318.541	-16.012	21 24.9
22. 1. 74	8788	5.961	-0.741	318.775	-15.939	21 25.8
23. 1. 74	8789	5.966	-0.742	319.009	-15.867	21 26.8
24. 1. 74	8790	5.970	-0.742	319.244	-15.794	21 27.7
25. 1. 74	8791	5.974	-0.743	319.480	-15.720	21 28.6
26. 1. 74	8792	5.978	-0.744	319.716	-15.647	21 29.5
27. 1. 74	8793	5.982	-0.744	319.952	-15.573	21 30.5
28. 1. 74	8794	5.986	-0.745	320.189	-15.498	21 31.4
29. 1. 74	8795	5.989	-0.746	320.426	-15.423	21 32.3
30. 1. 74	8796	5.992	-0.747	320.664	-15.348	21 33.3
31. 1. 74	8797	5.995	-0.748	320.901	-15.273	21 34.2
1. 7. 74	8948	4.537	-1.198	347.419	-6.086	23 15.6
2. 7. 74	8949	4.522	-1.203	347.439	-6.083	23 15.7
3. 7. 74	8950	4.508	-1.208	347.455	-6.081	23 15.8
4. 7. 74	8951	4.494	-1.214	347.469	-6.080	23 15.8
5. 7. 74	8952	4.480	-1.219	347.479	-6.081	23 15.9
6. 7. 74	8953	4.466	-1.224	347.486	-6.083	23 15.9
7. 7. 74	8954	4.452	-1.229	347.490	-6.086	23 15.9
8. 7. 74	8955	4.438	-1.234	347.490	-6.090	23 15.9
9. 7. 74	8956	4.424	-1.239	347.487	-6.096	23 15.9
10. 7. 74	8957	4.410	-1.244	347.481	-6.103	23 15.9
11. 7. 74	8958	4.397	-1.249	347.472	-6.111	23 15.9
12. 7. 74	8959	4.384	-1.254	347.460	-6.121	23 15.9
13. 7. 74	8960	4.370	-1.259	347.444	-6.132	23 15.8
14. 7. 74	8961	4.357	-1.264	347.425	-6.144	23 15.7
15. 7. 74	8962	4.344	-1.269	347.402	-6.157	23 15.7
16. 7. 74	8963	4.332	-1.274	347.377	-6.171	23 15.6
17. 7. 74	8964	4.319	-1.279	347.348	-6.187	23 15.5
18. 7. 74	8965	4.307	-1.283	347.316	-6.204	23 15.4
19. 7. 74	8966	4.294	-1.288	347.281	-6.222	23 15.2
20. 7. 74	8967	4.282	-1.293	347.243	-6.242	23 15.1
21. 7. 74	8968	4.270	-1.298	347.201	-6.263	23 15.0
22. 7. 74	8969	4.259	-1.303	347.156	-6.285	23 14.8
23. 7. 74	8970	4.247	-1.308	347.109	-6.308	23 14.6
24. 7. 74	8971	4.236	-1.312	347.058	-6.332	23 14.5
25. 7. 74	8972	4.224	-1.317	347.004	-6.357	23 14.3
26. 7. 74	8973	4.213	-1.322	346.947	-6.384	23 14.1
27. 7. 74	8974	4.202	-1.326	346.886	-6.412	23 13.8
28. 7. 74	8975	4.192	-1.331	346.823	-6.440	23 13.6
29. 7. 74	8976	4.181	-1.335	346.757	-6.470	23 13.4

Datum	t ab 0. Jan. 1950	$\varrho$ AE	$\beta$ Grad	$\lambda$ Grad	$\delta$ Grad	$\alpha$ h m
30. 7. 74	8977	4.171	-1.340	346.688	-6.501	23 13.1
31. 7. 74	8978	4.161	-1.344	346.616	-6.534	23 12.9
1. 8. 74	8979	4.151	-1.349	346.542	-6.567	23 12.6
2. 8. 74	8980	4.142	-1.353	346.464	-6.601	23 12.3
3. 8. 74	8981	4.133	-1.357	346.384	-6.636	23 12.0
4. 8. 74	8982	4.123	-1.361	346.301	-6.673	23 11.7
5. 8. 74	8983	4.115	-1.366	346.215	-6.710	23 11.4
6. 8. 74	8984	4.106	-1.370	346.127	-6.748	23 11.1
7. 8. 74	8985	4.097	-1.374	346.036	-6.787	23 10.8
8. 8. 74	8986	4.089	-1.378	345.943	-6.827	23 10.4
9. 8. 74	8987	4.081	-1.381	345.847	-6.868	23 10.1
10. 8. 74	8988	4.074	-1.385	345.749	-6.910	23 9.7
11. 8. 74	8989	4.066	-1.389	345.648	-6.952	23 9.4
12. 8. 74	8990	4.059	-1.393	345.545	-6.995	23 9.0
13. 8. 74	8991	4.052	-1.396	345.440	-7.040	23 8.6
14. 8. 74	8992	4.046	-1.400	345.333	-7.084	23 8.2
15. 8. 74	8993	4.039	-1.403	345.224	-7.130	23 7.8
16. 8. 74	8994	4.033	-1.406	345.113	-7.176	23 7.4
17. 8. 74	8995	4.027	-1.410	345.000	-7.223	23 7.0
18. 8. 74	8996	4.022	-1.413	344.885	-7.271	23 6.6
19. 8. 74	8997	4.016	-1.416	344.769	-7.319	23 6.1
20. 8. 74	8988	4.011	-1.419	344.650	-7.367	23 5.7
21. 8. 74	8999	4.007	-1.422	344.530	-7.416	23 5.3
22. 8. 74	9000	4.002	-1.424	344.409	-7.466	23 4.8
23. 8. 74	9001	3.998	-1.427	344.286	-7.516	23 4.4
24. 8. 74	9002	3.994	-1.430	344.162	-7.566	23 3.9
25. 8. 74	9003	3.990	-1.432	344.037	-7.617	23 3.4
26. 8. 74	9004	3.987	-1.434	343.910	-7.668	23 3.0
27. 8. 74	9005	3.984	-1.437	343.783	-7.719	23 2.5
28. 8. 74	9006	3.981	-1.439	343.654	-7.771	23 2.0
29. 8. 74	9007	3.979	-1.441	343.525	-7.823	23 1.5
30. 8. 74	9008	3.977	-1.443	243.394	-7.875	23 1.1
31. 8. 74	9009	3.975	-1.445	343.264	-7.927	23 0.6
1. 1. 75	9132	5.321	-1.165	342.909	-7.805	22 58.8
2. 1. 75	9133	5.335	-1.163	343.078	-7.738	22 59.4
3. 1. 75	9134	5.349	-1.160	343.249	-7.670	23 0.1
4. 1. 75	9135	5.363	-1.158	343.422	-7.601	23 0.7
5. 1. 75	9136	5.377	-1.155	343.597	-7.531	23 1.4
6. 1. 75	9137	5.390	-1.153	343.773	-7.461	23 2.0
7. 1. 75	9138	5.404	-1.150	343.952	-7.390	23 2.7
8. 1. 75	9139	5.417	-1.148	344.132	-7.318	23 3.3
9. 1. 75	9140	5.430	-1.146	344.315	-7.245	23 4.0
10. 1. 75	9141	5.444	-1.144	344.498	-7.172	23 4.7
11. 1. 75	9142	5.457	-1.141	344.684	-7.098	23 5.4
12. 1. 75	9143	5.469	-1.139	344.872	-7.023	23 6.1
13. 1. 75	9144	5.482	-1.137	345.061	-6.948	23 6.8
14. 1. 75	9145	5.495	-1.135	345.252	-6.872	23 7.5
15. 1. 75	9146	5.507	-1.133	345.444	-6.795	23 8.2
16. 1. 75	9147	5.520	-1.131	345.638	-6.718	23 8.9
17. 1. 75	9148	5.532	-1.129	345.834	-6.640	23 9.6
18. 1. 75	9149	5.544	-1.127	346.031	-6.561	23 10.4
19. 1. 75	9150	5.556	-1.125	346.230	-6.482	23 11.1
20. 1. 75	9151	5.567	-1.123	346.430	-6.402	23 11.8
21. 1. 75	9152	5.579	-1.121	346.632	-6.322	23 12.6
22. 1. 75	9153	5.591	-1.119	346.835	-6.241	23 13.3
23. 1. 75	9154	5.602	-1.117	347.039	-6.159	23 14.1
24. 1. 75	9155	5.613	-1.115	347.245	-6.077	23 14.8
25. 1. 75	9156	5.624	-1.114	347.452	-5.995	23 15.6
26. 1. 75	9157	5.635	-1.112	347.661	-5.911	23 16.4
27. 1. 75	9158	5.645	-1.110	347.871	-5.828	23 17.1
28. 1. 75	9159	5.656	-1.109	348.082	-5.744	23 17.9
29. 1. 75	9160	5.666	-1.107	348.294	-5.659	23 18.7
30. 1. 75	9161	5.676	-1.106	348.508	-5.574	23 19.5
31. 1. 75	9162	5.686	-1.104	348.722	-5.488	23 20.3

*Literatur:*

W. LASKA, Lehrbuch der Astronomie, Bd. I/II.  
K. STUMPF, Himmelsmechanik, Bd. I.

*Adresse des Autors:*

ROLAND SCHNEIDER, St. Johannesstrasse 23, CH-6300 Zug.

## Einweihung der Volkssternwarte Soresina (Italien)

40-Jahrfeier der Astronomischen Gesellschaft Bologna

Einer freundlichen Einladung von Sindaco PIERO BORELLI, dem Stadtpräsidenten von Soresina – einer norditalienischen Stadt rund 30 km nordwestlich Cremona – Folge leistend, hatte der Berichterstatter am 1. und 2. Juni 1974 an der feierlichen Einweihung der dortigen neuen Sternwarte auf dem Gebäude der Scuola Technica – der ersten eigentlichen Volkssternwarte Italiens – teilgenommen. Das neue Observatorium arbeitet im Rahmen der unter dem Präsidium von Dr. LUIGI BALDINELLI (Bologna) geleiteten International Union of Amateur Astronomers (IUAA) – der auch die Schweizerische Astronomische Gesellschaft als Mitglied angehört – eng zusammen mit der vorzüglich gelegenen Bergsternwarte Tizzano der Astronomischen Gesellschaft Bologna. Von kirchlicher Seite wurde die neue Sternwarte Soresina durch den Geistlichen Don LINO BORNATI, Parroco di Soresina, eingeseget. Als Direktor des neuen Observatoriums amtiert Professor ACHILLE LEANI. Die Einweihung der Sternwarte hatte internationalen Charakter, waren doch neben zahlreichen Vertretern aus verschiedenen Gebieten Italiens auch Gäste aus England, Irland, Kanada, der Tschechoslowakei, Polen und der Schweiz erschienen. Die Sternwarte verfügt über einen modernen, elektronisch gesteuerten 30 cm-NEWTON/COUDÉ-Reflektor, verbunden mit einem 12 cm-Refraktor von 1.80 m Brennweite. Neben öffentlichen Demonstrationsabenden auf der Sternwarte sind auch Vorführungen für Schulklassen vorgesehen.

Im Anschluss fand am 3. und 4. Juni 1974 in Bologna eine Feier zum 40jährigen Bestehen der Associazione Astrofili Bolognese, der Astronomischen Gesellschaft von Bologna statt. Der Präsident der Gesellschaft, Prof. Dr. ALFIO BETTI und Dr. LUIGI BALDINELLI gaben einen Überblick über die Aktivität der Gesellschaft in den vergangenen vier Jahrzehnten. Dr. PATRICK MOORE (England) hielt anschliessend in englischer Sprache ein bemerkenswertes Referat über die neuesten Entdeckungen in der Welt der Planeten. Am zweiten Abend fand unter dem Vorsitz des Di-

rektors des Amtes für Bildung und Kultur, Prof. Dr. ANGELO PESCARINI, ein internationales Kolloquium zum Thema «Die Astronomie an den Schulen» statt, an welchem auch die Gäste aller vertretenen Länder referierten. Zum Abschluss der Tagung hatten es sich einige Besucher, darunter auch der Berichterstatter, nicht nehmen lassen, auf der Sternwarte Tizzano, unter besten Beobachtungsbedingungen, die partielle Mondfinsternis vom 4./5. Juni 1974 zu verfolgen.

Wir wünschen der neuen Sternwarte in Soresina eine erfolgreiche Zukunft und der Associazione Astrofili Bolognesi eine weitere erspriessliche Entwicklung in den kommenden Jahren.

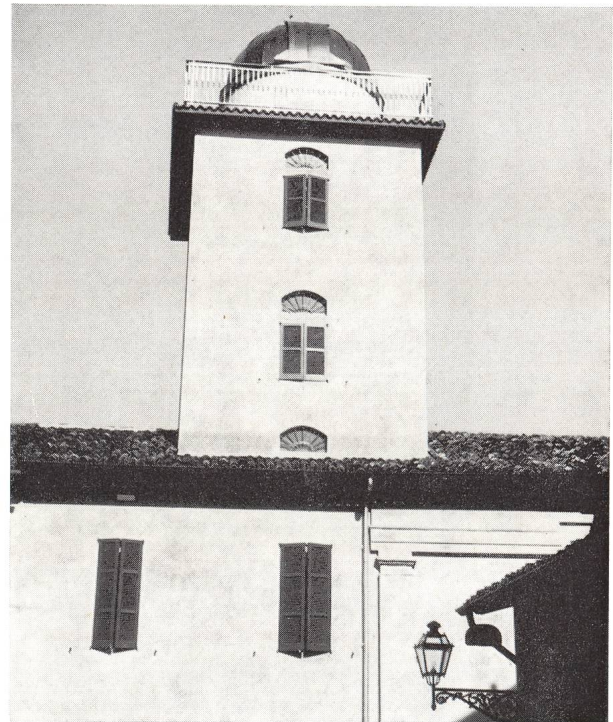


Abb. 1: Die neue Volkssternwarte auf dem Gebäude der Scuola Technica, Soresina. (Photo FRANCESCO FIGIMONE-PRIORI).

ROBERT A. NAEF, «Orion», Platte, CH-8706 Meilen (Zürich)

### Kuriosum

Wegen «unerlaubter Betätigung und Parasitentum» ist der tschechoslowakische Astrologe RUDOLF HREBACKA nach einer Meldung der Prager Zeitung «Zemedelske Novinz» zu drei Jahren Freiheitsentzug und 10 000 Kronen Geldstrafe verurteilt worden. Die Beweisaufnahme habe ergeben, dass der gelernte Dachdecker seit 1973 keiner geregelten Arbeit mehr nachgegangen sei und durch das Erstellen von Ho-

roskopen mindestens 61 000 Kronen erschwindelt habe.

Anmerkung der Redaktion: Wenn es auch zu begrüssen ist, dass das Gewerbe der Astrologie als Betrug und Schwindel gebrandmarkt wird, so darf doch vermutet werden, dass nicht diese Einstellung der tschechoslowakischen Behörden, sondern vielmehr eine mit Recht vermutete Steuerhinterziehung zu dieser Verurteilung Anlass geboten hat...

## Am Tage sichtbare helle Feuerkugel am 15. Juni 1974

Herr KONRAD HAENSELER, Im Haardli, Buchberg (SH) – 2 km östlich Eglisau (ZH) – beobachtete am 15. Juni 1974, am helllichten Tage, um 11<sup>h</sup>10<sup>m</sup> MEZ, von seinem Garten aus, eine sehr helle, intensiv grün leuchtende Feuerkugel. Für den Standort des Beobachters schoss das Meteor hinter dem Dachrand seines Hauses hervor, bewegte sich ungefähr waagrecht in Richtung Ost-West und blieb noch vier Sekunden sichtbar. Es wurde keine Detonation wahrgenommen.

Der Berichterstatter hatte Gelegenheit, anlässlich eines Besuches in Buchberg, nachträglich an Ort und Stelle, nach Angaben von Herrn HAENSLENER, die Höhe und genaue Richtung der Flugbahn zu bestimmen. Die Abmessung ergab, dass das hellglänzende Meteor in einer Höhe von 50° über dem Horizont erschien und in Richtung WNW in einer Höhe von 45° erlosch. Über die Richtung und Höhe des Aufleuch-

tens der Feuerkugel sind noch keine Beobachtungen bekannt geworden.

Da das Aufleuchten der Meteore in grosser Höhe beginnt, dürfte die seltene Erscheinung, ausser in der Schweiz, auch in Süddeutschland und vielleicht auch in Ländern östlich der Schweiz beobachtet worden sein. Der Berichterstatter hat daher eine ziemlich gross angelegte Umfrage bei geeigneten Stellen in der Schweiz und in Süddeutschland sowie bei Meteorberichtsammelstellen in Österreich und in der Tschechoslowakei durchgeführt. Bis zur Niederschrift dieses Berichtes sind noch keine weiteren positiven Meldungen eingegangen. Da eine Bahnbestimmung der Feuerkugel von Interesse wäre, werden allfällige weitere Beobachter oder Leser von diesbezüglichen Berichten in der Tagespresse gebeten möglichst genaue Angaben mitzuteilen an

ROBERT A. NAEF, «Orion», Platte, CH-8706 Meilen (Zürich).

### Elektronische Bildverstärker in der Astronomie

Aufregende neue astronomische Beobachtungen, wie zum Beispiel der rasche Intensitätswechsel der optischen Strahlung von Pulsaren, sind nur dadurch möglich geworden, dass das beobachtende Auge oder die Photokamera durch Fernseh-Aufnahme-Kameras hoher Empfindlichkeit mit nachgeschaltetem Elektronen-Vervielfacher ersetzt wurden. Das Wesentliche dieser Fernseh-Kameras sind hochempfindliche Bildröhren, zu denen mit dem Plumbicon (Philips) ein wesentlicher Beitrag geleistet wurde. Im Anschluss daran sind Sekundär-Elektronen-Röhren (SEC-Röhren) und Silizium-Röhren (EBS-Röhren) mit Bildverstärkern entwickelt worden (Westinghouse). Mit solchen Röhren ist es möglich, bei einer Bildauflösung von 600 Linien (horizontal) noch Objekte wiederzugeben, deren Leuchtdichte nur  $2 \times 10^{-5}$  Normalkerzen beträgt. Bei einer Bildauflösung von 200 Linien steigt die Empfindlichkeit auf  $2 \times 10^{-7}$  Normalkerzen. Die Zeit der Impuls-Integrierung kann von einem Sekunden-Bruchteil bis auf mehrere Stunden erweitert werden. Zweifelsohne wird diese in der Fachastronomie bereits in grossem Umfang angewandte neue Bildaufzeichnungstechnik auch beim fortgeschrittenen Amateur Eingang finden, sobald das «elektronische Auge» zu einem erschwinglichen Preis erhältlich sein wird. Gegenwärtig kostet eine derartige Einrichtung noch gegen Fr. 80 000.—; es ist indessen damit zu rechnen, dass die grossen Fortschritte der einschlägigen Technik in absehbarer Zeit dazu führen werden, dass auch der Amateur sich der neuen Bildaufzeichnungstechnik bedienen können. Sie wird ihm dann ein weiteres grosses Feld für seine Betätigung eröffnen.

### Voranzeige

Zwei bestbekannte Autoren dieser Zeitschrift haben vor kurzem eine Reise beendet, die sie ausser zu den grossen Sternwarten im Westen der Vereinigten Staaten von Amerika auch nach Hawaii auf die in einer Höhe von über 4000 m gelegene *Sternwarte auf Mauna Kea* geführt hat. Da bei dem Klima von Hawaii in dieser Höhe einzigartige Arbeitsmöglichkeiten für Astronomen bestehen, weshalb auch der Ausbau der Sternwarte auf Mauna Kea entsprechend gefördert wird, hat die ORION-Redaktion um einen Bericht über diese Sternwarte gebeten, der ihr bereits zugesagt wurde. Die Sternwarte auf Mauna Kea stellt ein in voller Entwicklung stehendes astronomischen Forschungszentrum dar, über das in Europa noch kaum berichtet worden ist. Es wird deshalb unsere Leser interessieren, in einem der nächsten ORION-Hefte in Text und Bildern Näheres über dieses in naher Zukunft vielleicht bedeutendste astronomische Forschungszentrum zu erfahren.

### Skorpion,

das Mitteilungsblatt unserer Tessiner Sternfreunde, erschien als No. 20 des 4. Jahrgangs im Juli 1974. Es bringt in 9 Beiträgen Wissenswertes und Aktuelles für den Astroamateur.

### BBSAG-Bulletin No. 16

erschien am 8. August 1974 als 49. Liste der Minima von Bedeckungsveränderlichen. Es umfasst 220 visuell beobachtete Minima der Monate Juni und Juli 1974 und kann von Interessenten wie üblich bei Herrn K. LOCHER, Rebrainstrasse, CH-8624 Grüt bei Wetzikon, angefordert werden.

## MARS: Présentation 1973

Opposition: 25 octobre 1973  
 Rapport No. 28 du «Groupement planétaire SAS»  
 par S. CORTESI, Locarno-Monti

Observateur, lieu	Instrument	Dessins
S. CORTESI, Locarno-Monti	tél. 250 mm	1
F. JETZER, Bellinzona	tél. 200 mm	14
G. MACARIO, Cava dei Tirreni	lun. 101 mm	4
F. MEYER, Lausanne	lun. 162 mm	5

En considération de la rareté et de la qualité inférieure de la documentation en notre possession cette année, nous renonçons à toute description de la planète pour cette présentation.

En fait, sur les dessins que nous avons reçu, *aucune particularité intéressante ou nouvelle n'a été mise en évidence!*

Depuis un article paru dans «Sky and Telescope» (vol. 47 No. 1), il paraît que la tempête de sable signalée en 1971 (v. ORION 134, p. 19/20) a laissé des traces sur le sol de la planète en effaçant certains détails autrefois apparents, surtout dans les régions de Solis Lacus et de Mare Sirenum. Nos observations du mois d'octobre au contraire indiquent un contraste normal des taches entre M. Cimmerium, Syrtis M. et Sinus Meridiani.

Nous profitons de cette occasion pour nous adresser une fois de plus aux observateurs planétaires qui lisent notre revue, en les priant de bien vouloir faire parvenir leurs observations, surtout s'ils ont pris des photographies bien réussies de Jupiter et de Saturne, à l'une des deux adresses suivantes:

S. CORTESI, Specola Solare, CH-6605 Locarno-Monti.  
 F. JETZER, via Lugano 11, CH-6500 Bellinzona.

## SATURNE: Présentation 1973/74

Opposition: 23 décembre 1973  
 Rapport No. 29 du «Groupement planétaire SAS»  
 par F. JETZER, Bellinzona

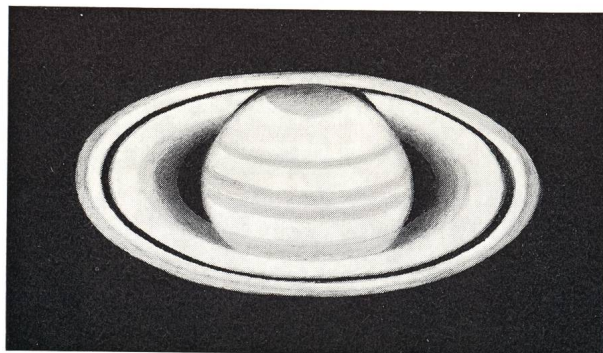


Fig. 1: Saturne le 25. 1. 1974, 18.50 TU. Dessin de F. JETZER.  
 Imm. 6-7, Gr. 280 ×.

Observateur	Instrument	Qualité des imm.	Dessins	T	Latitude des bandes	Période d'observation
F. JETZER Bellinzona	Tél. 200 mm	5.0	11	178	6	29. 12. 1973 4. 4. 1974
G. MACARIO Cava dei Tirreni	Lun. 101 mm	—	4	60	—	4. 1. 1974 13. 1. 1974
F. MEYER Lausanne	Lun. 162 mm	(7.5)	1	—	—	15. 12. 1973
R. et V. PEZZOLI Minusio	Tél. 200 mm	6.7	24	125	4	14. 2. 1974 25. 4. 1974
Total			40	363	10	

PROFIL PHOTOMETRIQUE ANNEAUX SATURNE  
(G.P. S.A.S. 1971/1974)

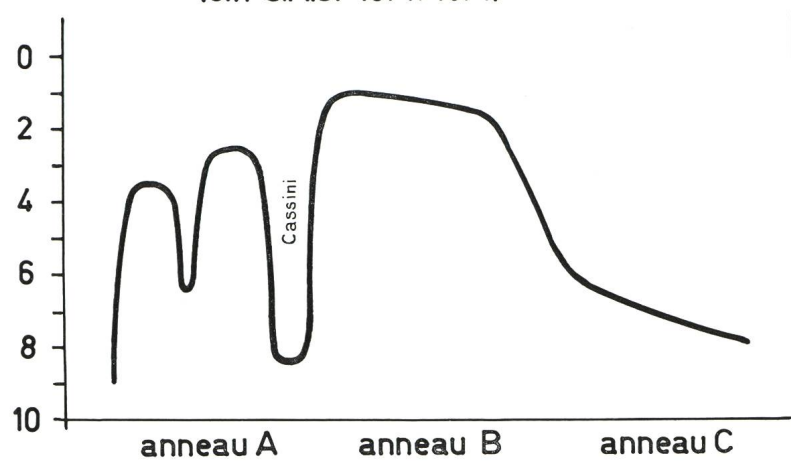


Fig. 2: Profil photométrique des anneaux de Saturne.

Latitudes des bandes:			
Objet	$y = \sin$ ( $b'-B'$ )	Lat. Saturnicentr. C	
		1973/74	1972/73
SPR bord n.	-0.720	-73°8	-75°1
SEB bord s.	+0.039	-24°9	-24°7
SEB bord n.	+0.378	- 6°6	- 7°4
An. C bord int.	+0.746	+16°7	+16°2

Cotes d'intensité (T):

Objet	Observateurs			Moyenne	
	JETZER	PEZZOLI	MACARIO	73/74	71/73
SPR	4.7	4.1	5.7	4.8	5.0
STZs	2.4	-	-	2.4	2.5
STZn	3.1	2.6	1.9	2.5	3.2
SEB	4.0	4.1	4.6	4.2	4.6
EZ	1.4	2.0	0.8	1.4	1.8
Anneau A extérieur	3.3	3.1	3.4	3.3	3.6
Anneau A intérieur	2.3	-	3.0	2.6	2.6
Anneau B extérieur	0.6	1.5	0.6	0.9	1.0
Anneau B intérieur	1.1	-	1.8	1.4	1.6
Anneau C	7.5	6.7	7.9	7.4	7.1
Division de CASSINI	9.0	8.2	8.5	8.6	8.4
Division de ENCKE	6.5	-	-	6.5	6.6
Ombre du globe sur les anneaux	9.0	9.6	7.9	8.8	8.6
Anneau C en projection devant le disque	5.4	-	5.2	5.3	5.4
Zone entre SEBs et SEBn	3.5	-	-	3.5	-



#### Anneaux

Anneau A Sombre à l'extérieur, un peu moins vers l'intérieur; entre les deux on distinguait la division de ENCKE.

#### Division de

CASSINI Toujours bien observable; on pouvait la suivre sur presque tout le pourtour visible de l'anneau.

Anneau B Très brillant, légèrement moins vers l'intérieur.

Anneau C Bien visible et bien séparé de l'anneau B. Plus clair devant le disque, où on pouvait même voir le disque à travers l'anneau.

Cette année nous avons reçu plus d'observations de ce genre que l'année passée. Les valeurs T sont toutes normales. Les différences entre les divers observateurs sont assez réduites.

Nous avons publié ci-joint un profil photométrique des anneaux de Saturne; ce profil a été obtenu grâce aux observations des intensités T faites par le Groupement planétaire SAS pendant ces trois dernières oppositions.

Ces latitudes ont été calculées en se basant sur les observations visuelles effectuées par F. JETZER et R. PEZZOLI. Elles ne diffèrent pas de celles de l'année passée, ce qui est d'ailleurs normal. Le système d'observations des latitudes des bandes adopté par notre groupement semble être assez précis. Nous ne pouvons donc qu'inciter les observateurs de la planète d'utiliser le système décrit dans ORION No. 138, page 150 et No. 76, pages 138/139.

#### Adresse de l'auteur :

F. JETZER, via Lugano 11, 6500 Bellinzona.

#### Considérations générales :

Durant cette opposition Saturne était particulièrement haut dans le ciel et son diamètre apparent au maximum. En effet, le 8 janvier la planète est passée au périhélie. Pour avoir de nouveau des conditions aussi favorables il faudra attendre l'année 2003. Quant aux conditions atmosphériques, elles ont été meilleures que celles observées durant la présentation 1972/1973.

#### Description détaillée (Dénomination BAA):

##### Disque

S.P.R. Comme d'habitude cette région était sombre, sans aucun détail apparent.

S.T.Z. Cette zone était en général légèrement sombre, mais souvent il y avait des parties plus claires, spécialement dans le voisinage de la SPR.

S.T.B. Cette bande était très fine, sans aucun détail apparent, et un peu plus sombre que la STZ (JETZER-PEZZOLI).

S.E.B. La bande était comme d'habitude large et sombre; on a pu la voir souvent sous forme de deux composantes. La zone ainsi formée entre les deux composantes était assez sombre ( $T = 3.5$ ).

E.Z. Était très claire. On n'a pas observé de taches claires ou d'autres détails.

#### Conclusions :

Cette année la planète avait son aspect habituel, sans détails particuliers. Les intensités T comme les latitudes des bandes sont restées dans la normalité.

## Astronomische und verwandte Tagungen

Vom 16.–20. September 1974 fand in Würzburg die *Tagung der (deutschen) Astronomischen Gesellschaft* statt, an der unter anderen auch unsere Mitglieder CH. TREFZGER und H. RITTER, die zur Zeit in Heidelberg und Hamburg tätig sind, Vorträge hielten. Die ORION-Redaktion hofft, im nächsten Heft Auszüge der wichtigsten Vorträge dieser Tagung veröffentlichen zu können.

Zur Zeit des Erscheinens dieses Heftes, vom 11.–13. Oktober 1974, findet in Neuchâtel die 154. Jahresversammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft statt, in deren Rahmen am 12. Oktober in der *Sektion Astrophysik und Astronomie* 9 Vorträge gehalten werden, über die ebenfalls im nächsten Heft dieser Zeitschrift zu berichten sein wird.

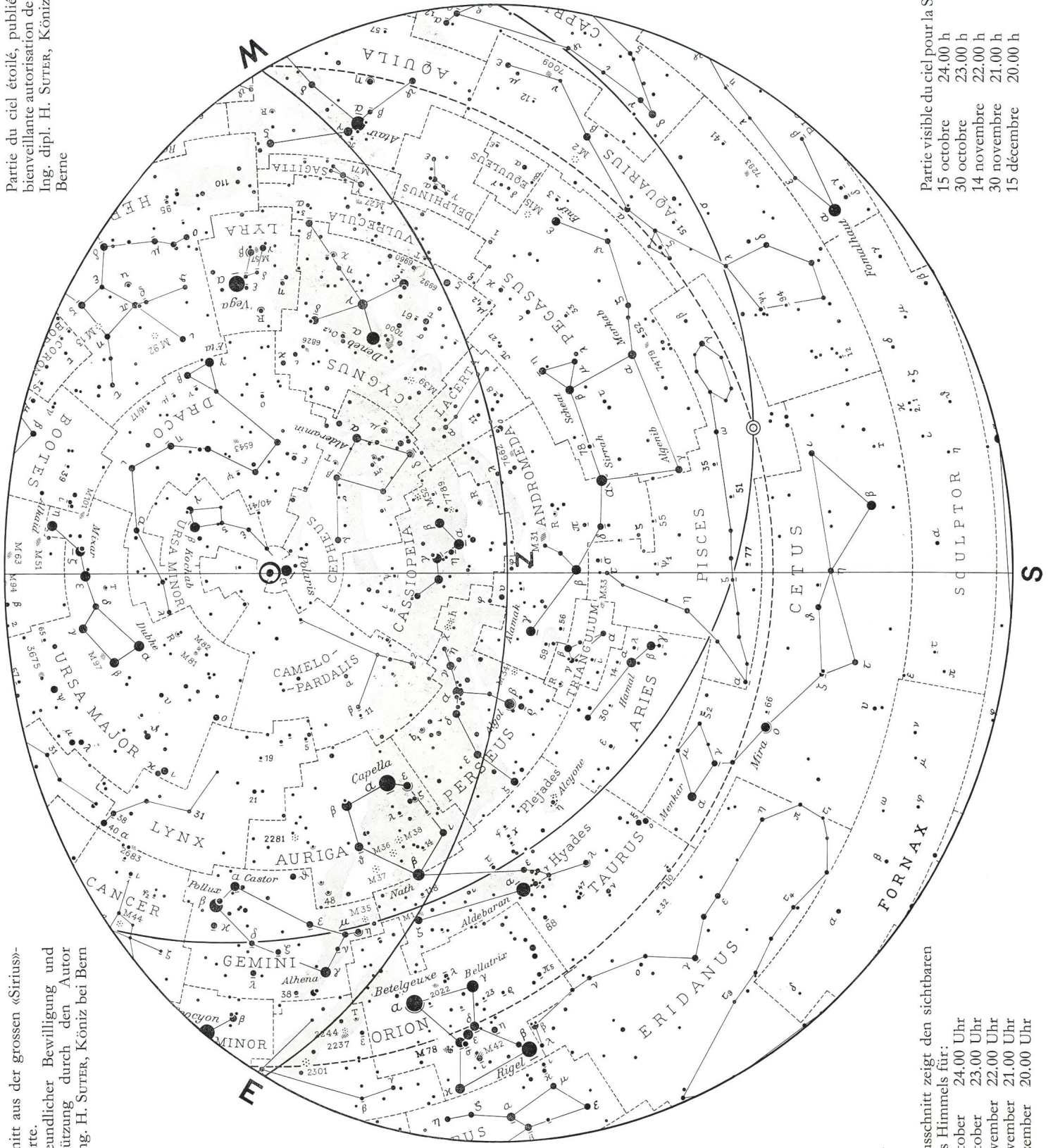
Gleichzeitig, nämlich auch am 12. Oktober 1974, veranstaltet die *Astronomische Vereinigung Karlsruhe* ei-

ne 1. Regionaltagung mit einem für Astroamateure ausserordentlich interessanten Programm: Vom Montierungsbau bis zur lichtelektrischen Photometrie, von Objektivprismen-Aufnahmen bis zur Astro-Farbphotographie am Südhimmel und von fachhistorischen Berichten bis zu alten Sonnenuhren reicht die Auswahl der Themen, über die weit über ihre Landesgrenzen hinaus bekannte Amateure berichten. Die ORION-Redaktion hat den Veranstalter dieser Tagung um einen Bericht gebeten und wird diesen in der nächsten Nummer dieser Zeitschrift veröffentlichen.

Am 30. Oktober 1974 findet schliesslich in Heerbrugg die Tagung der *Schweizerischen Gesellschaft für Optik und Elektronenmikroskopie, Sektion Optik* statt. Gegebenenfalls soll auch über diese Tagung kurz in dieser Zeitschrift berichtet werden.

Partie du ciel étoilé, publié avec la  
 bienveillante autorisation de l'auteur,  
 Ing. dipl. H. SUTER, Köniz près de  
 Berne

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



Partie visible du ciel pour la Suisse, le:  
 15 octobre 24.00 h  
 30 octobre 23.00 h  
 14 novembre 22.00 h  
 30 novembre 21.00 h  
 15 décembre 20.00 h

Der Ausschnitt zeigt den sichtbaren  
 Teil des Himmels für:  
 15. Oktober 24.00 Uhr  
 30. Oktober 23.00 Uhr  
 14. November 22.00 Uhr  
 30. November 21.00 Uhr  
 15. Dezember 20.00 Uhr

## Zur Entwicklung der Radioastronomie in England

Freie Übersetzung eines Berichts  
von PATRICK MOORE, Selsey

Bis vor etwa 40 Jahren beruhte die Astronomie hinsichtlich ihrer Beobachtungen ausschliesslich auf der Anwendung optischer Instrumente. Alle Informationen, seien sie von nahen Himmelskörpern, wie vom Mond, oder von fernen Objekten, wie von Fixsternen, waren letzten Endes mit Hilfe der sichtbaren Strahlung gewonnen worden.

In Kenntnis des elektromagnetischen Spektrums, dessen Umfang ein Vielfaches des optischen Spektrums beträgt, und mit der Annahme, dass die Himmelskörper nicht nur sichtbare Strahlung aussenden, dämmerte die Erkenntnis, dass die bisherigen Informationen über die Himmelskörper lückenhaft sein müssen.

Eine Verbesserung der optischen Hilfsmittel durch Verbesserung ihrer Strahlenvereinigung und ihrer lichtsammelnden Kraft durch immer grössere Reflektoren konnte nur in begrenztem Umfang die Informationen vermehren, weil die Erdatmosphäre den Durchlassbereich der optischen Strahlung von etwa 650 nm bis 280 nm beschränkt. Es war daher von erheblicher Bedeutung, als man erkannte, dass diese Beschränkung für langwelligere Strahlung nicht oder nur teilweise zutrifft.

### *Erste Arbeiten*

Anfangs der 30er Jahre entdeckte der Amerikaner KARL JANSKY eine Radiowellenstrahlung, die er dem Gebiet der Milchstrasse zuordnen konnte. Seine Beobachtung wurde kaum beachtet, und es dauerte bis zum Ende des 2. Weltkrieges, bis die Radioastronomie anfang, Bedeutung zu erlangen. Die ersten wesentlichen Arbeiten auf diesem Gebiet wurden im Anschluss an die Entwicklung der Radar-Ortung in England durchgeführt, vor allem durch BERNARD LOVELL und seine Mitarbeiter, denen die Errichtung des radioastronomischen Observatoriums von *Jodrell Bank* in der Grafschaft Cheshire im Nordwesten des Landes zu verdanken ist. Das dort erbaute, inzwischen berühmt gewordene grosse Radioteleskop ist wie fast alle seine Nachfolger den optischen Teleskopen prinzipiell ähnlich. Es benützt wie diese die Sammelwirkung eines Rotationsparaboloids, nur muss es, der viel grösseren Wellenlänge entsprechend, viel grösser sein, ohne indessen – wiederum wegen der viel grösseren Wellenlänge – eine punktuelle Abbildung wie optische Instrumente zu erreichen. Es kann indessen Radioquellen am Himmel lokalisieren, wenn es auf diese ausgerichtet ist, und die Emission der Radiostrahlung kann auf ihre Intensität in Abhängigkeit von der Wellenlänge untersucht werden.

Diese Überlegungen waren für BERNARD LOVELL massgeblich, ein Radioteleskop, also eine Parabol-Antenne gewaltigen Ausmasses, nämlich von 76 m Durchmesser zu erbauen, die im übrigen auf jeden Punkt des Himmels gerichtet und auch nachgeführt werden kann.

### *Radiostrahlung aus dem Raum*

Bald wurde festgestellt, dass die Sonne, der Planet Jupiter und auch andere Objekte Radiostrahlung aussenden. Mehr und interessantere Strahlung kommt aber von fernerer Himmelskörpern. Besondere Strahlungsquellen sind die Überreste von Supernovae (M 1!) und ferne Sternhaufen. Die Fachliteratur berichtet im übrigen laufend von neu entdeckten Strahlungsquellen (Cygnus X 1–3!), deren Untersuchung in der Folge das astronomische Wissen durch die Definition neuer stellarer Objekte (Pulsare, Quasare) bereichert hat. In diesem Zusammenhang sei bemerkt, dass durch die Kombination von optischen Strahlungsempfängern mit elektronischen Bildverstärkern die Pulsare auch optisch als solche nachgewiesen werden konnten.

Bei allen diesen Forschungsarbeiten nimmt Jodrell Bank eine führende, zentrale Stellung ein. Mit der Ausweitung dieser Arbeiten war es nur selbstverständlich, dass – nicht zuletzt auch im Hinblick auf den Kontakt mit Weltraumsonden und Raumschiffen – in aller Welt Radioteleskope erbaut wurden, und dass diese (schon im Hinblick auf die Erdrotation) untereinander in Verbindung stehen. In England selbst sind weitere Radioteleskope gebaut worden, darunter eines mit einer Parabol-Antenne von 64 m Durchmesser; es sind aber auch andere Formen von Radioteleskopen bekannt geworden.

Das Instrument von Jodrell Bank ist in der Öffentlichkeit durch seine Verfolgung von Satelliten und Raumsonden besonders bekannt geworden; es sei aber ausdrücklich darauf hingewiesen, dass dies nie seine Hauptaufgabe gewesen ist oder sein wird. Immer steht die astronomische Forschung im Vordergrund. Dies gilt insbesondere auch für die radioastronomische Station von Cambridge.

Das Mullard-Radio-Observatorium von Cambridge unter der Leitung von MARTIN RYLE verfügt nicht nur über Parabol-Antennen (siehe Bild), sondern auch über eine Serie von auf Schienen beweglichen Antennen, die untereinander elektrisch verbunden werden können. Diese Anordnung ist eine der möglichen Methoden, um das immer noch zu geringe Auflösungsvermögen selbst der grössten Parabol-Antennen weiter zu steigern. Man ergänzt dabei eine An-

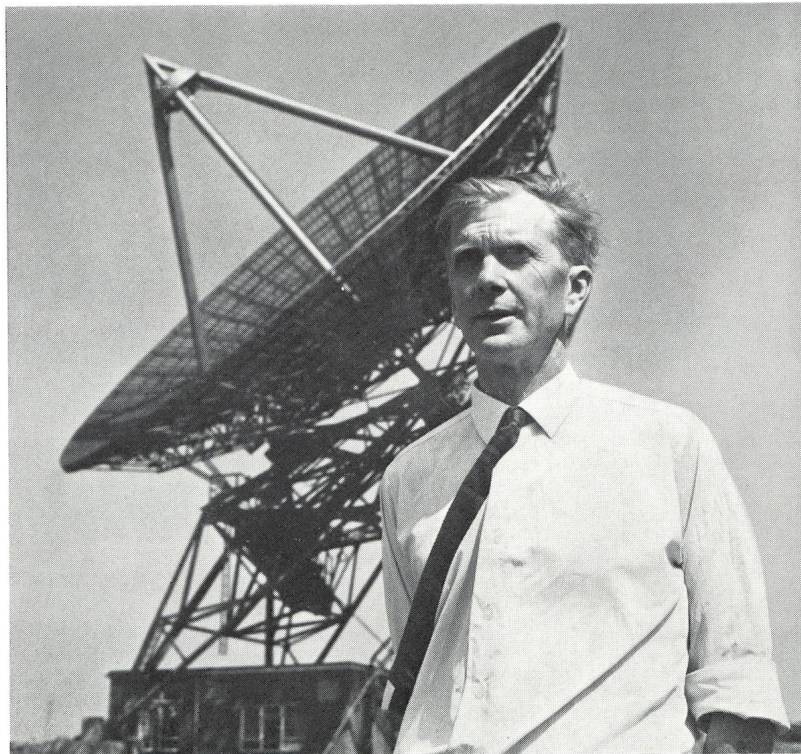
zahl (kleinerer) Antennen zu einem Riesen-Paraboloid, das dann zwar als solches nur partiell ist, dafür aber ein viel höheres Auflösungsvermögen besitzt und eine entsprechend bessere Lokalisierung der Radioquellen ermöglicht.

Mit einer solchen Anordnung hat JOCELYN BELL die bereits erwähnten *Pulsare* entdeckt, Radioquellen, die in sehr kurzen Intervallen Strahlung aussenden und als Überreste zusammengefallener Sterne interpretiert werden. Die in jüngster Zeit möglich gewordene optische Bestätigung dieses Befundes wurde bereits erwähnt.

Im übrigen geht die Errichtung weiterer Radio-Observatorien fort. Man wird diese aber mehr und

mehr in entlegenen Gegenden erstellen müssen, da es sich gezeigt hat, dass die mit den hochempfindlichen Parabol-Antennen aus dem Weltraum aufgefangenen Strahlungen in der Nähe bewohnter Gegenden durch elektrische Interferenzen gestört werden. Dazu tragen elektrische Überlandleitungen, Fahrstromleitungen der Bahnen, elektrische Zentren und Fabriken in besonderem Masse bei.

Vorläufig sind aber die grossen Stationen von Jodrell Bank und Cambridge die grossen Zentren der Radioastronomie in England. Sie dürften stolz darauf sein, wesentliche Beiträge an die Entwicklung der Radioastronomie und die radioastronomische Forschung geleistet zu haben und weiter zu leisten.



*Bild:* Prof. MARTIN RYLE, Direktor des Mullard-Observatoriums für Radioastronomie der Universität Cambridge vor einem der dortigen Radioteleskope.

*Adresse des Autors:* PATRIK MOORE, Farthings, 39 West Street, Selsey, Sussex, England.

---

### Meteorfall am 30. August 1974

Am 30. August 1974 um  $2^h24^m \pm 15^s$  wurde aus dem Radiantengebiet der Cygniden ein Meteor von der Helligkeit des Halbmondes über eine Bahnlänge von mindestens  $30^\circ$  beobachtet. Die Leuchterscheinung zeigte intensiv blaue Farbe, war ohne Schweif und dauerte 4–5s. Die Winkelgeschwindigkeit war relativ klein, die Bahnrichtung zielte vom Beobachtungsstandort aus gegen Polaris und lag nördlich des Fuhrmann. Das Bahnende war eines Hindernisses wegen nicht zu beobachten, doch war um  $2^h26^m \pm 15^s$  aus

der Zielrichtung eine deutliche Detonation zu vernehmen, die an die Explosion einer sehr grossen, doch weit entfernten Sprengladung erinnerte. 30 sec später wurde ein weiteres Geräusch vernommen, dessen Assoziation mit dem Objekt jedoch nicht sicher ist. Sternfreunde, die dieses Objekt ebenfalls beobachten haben, sind um Meldung an die ORION-Redaktion oder an Herrn R. A. NAEF, Auf der Platte, 8706 Meilen/ZH gebeten.

JÜRGEN ALEAN, Rainstrasse 26, 8908 Hedingen.

## Bibliographie

Dem ORION-Mitarbeiterstab ist THOMAS MICHAEL SCHMIDTS Buch «Musik und Kosmos als Schöpfungswunder» zur Rezension zugesandt worden. Ich kann es keinem Leser zur Anschaffung empfehlen, möchte mich aber hier eingehend und zum Teil lobend mit dem offenkundigen Motiv des Verfassers auseinandersetzen:

Schöpfungsbewusstes Naturverständnis ist in unserer Zeit der geistigen Desorientierung ein erstrangiges Leitbild, weshalb es mir nicht leicht fällt, an diesem gänzlich hierauf ausgerichteten Werk einen Schönheitsfehler freizulegen. Trotzdem fühle ich mich dazu im Wissenschaftlichen Interesse unserer Leser verpflichtet:

Im zentralen, naturphilosophisch bedeutsamen Teil verspüre ich den *Unterton eines Missbehagens gegen die Physik*, welcher er auch S. 247 kausalistische Befangenheit und technischen Utilitarismus vorwirft. Hier bin ich mit vielen Zeitgenossen beleidigt, die ebenso wie ich fast ein Jahrzehnt lang aus rein philosophischen Motiven Physik studiert haben. Herr SCHMIDT scheint nur das technokratische Zerrbild der Physik zu kennen oder dann aus unerkenntlichen Gründen voranzustellen. Deswegen geht er mit seiner echt schöpferischen Mathematik an unzählige Naturerscheinungen heran, die leider allesamt im heutigen physikalischen Weltbild als vordergründige Bagatellen gelten und nirgends die tiefgründigen Naturgesetze offenbaren, die besonders in diesem Jahrhundert unser philosophisches Weltbild so bereichert haben. *Und eben diese Bereicherung verdanken wir weitgehend Physikern, die auffallend dasselbe Schöpfungsbewusstsein, dieselbe geistesgeschichtliche Rückverwurzelung und dieselbe Abscheu gegen die Technik hatten wie Herr SCHMIDT!*

Die sprachlichen Symptome verraten unverkennbar die jahrelange Auseinandersetzung mit bedeutender naturphilosophischer Literatur. Wer dies in diesem Jahrhundert des Umbruchs im physikalischen Weltbild tut, sollte sich nicht scheuen, sich gründlich mit den so bedeutsamen Ergebnissen der neueren Physik und Astronomie zu befassen, wie dies etwa die Philosophen BERGSON, CAPEK, CASSIRER, DE SOLAGES, VON WEIZSÄCKER taten und sich dann aus ähnlichen Motiven, in ähnlicher Sprache an einen ähnlichen Leserkreis wandten, aber mit unvergleichlich besserer Fundierung. Solche Autoren sind dem naturphilosophisch interessierten ORION-Leser nahelegen.

KURT LOCHER

J. H. TASCH, *The Moon*. Tasch Associates, Sudbury, Massachusetts 1974, 340 Seiten. Das in englischer Sprache geschriebene und im Offset-Verfahren hergestellte Werk ist eine gründliche Zusammenfassung unserer Kenntnisse über den Erdtrabant. Im Stil von Vorlesungs-Notizen gehalten, gibt es Auskunft über sehr viele einschlägige Fragen, von der Entwicklungsgeschichte des Mondes im Zusammenhang mit dem Planetensystem über einen Zeitraum von 4.6 Milliarden Jahren unter Einschluss mehrerer Hypothesen der Mondentstehung angefangen bis zu allgemeinen Fragen der Selenologie der neuesten Zeit. Einige – eher weniger gute – Skizzen versuchen, den Text zu erläutern. Das ausführliche, fast 50 Seiten umfassende Literaturverzeichnis erwähnt merkwürdigerweise nur Arbeiten in englischer Sprache. Im Hinblick auf diese kleinen Mängel sei daran erinnert, dass KURD VON BÜLOW kurz vor den grossen Mondflügen in den *Mondlandschaften*, erschienen 1969 in der Reihe der BI-Hochschultaschenbücher eine Arbeit in deutscher Sprache vorgelegt hat, die umfassende Auskünfte über den Mond vermittelt und die bis zu den Ergebnissen der Mondflüge der Russen und Amerikaner reicht. Das Buch von J. H. TASCH kann damit als Fortsetzung des Werkes von KURD VON BÜLOW betrachtet und als solches empfohlen werden. Der Vergleich der beiden Bücher zeigt die stürmische Entwicklung auf, die die Mondforschung mit den Raumflügen erfahren hat und die nach einer durch die gegenwärtigen Raumforschungsprogramme bedingten Pause vielleicht nochmals weitergeführt werden wird.

R. GERMANN

MARKUS GRIESSER: *Himmelsphotographie, Technik und Hilfsmittel der Astrophotographie*, Hallwag Taschenbuch 108, Hobby. 64 Seiten, Fr. 5.80.

Ich begrüsse das Erscheinen dieses Büchleins. Die Zahl der Fernrohr-Besitzer in der Schweiz, in Europa überhaupt, ist in stetem, eindrucklichem Wachsen. Allein die Zahl beobachtender Sternfreunde an selbstgebauten Teleskopen geht in die Tausende. Es ist daher nicht zu verwundern, dass der Entschluss, mit seinem Fernrohr Himmelsphotographien zu machen, allgemein um sich greift. Und da nun kommt das kleine Werk GRIESSERS wie gerufen.

Das bescheidene Buch hilft vor allem dem Anfänger und führt ihn systematisch in das weite Reich ein. Knapp und präzise – man spürt den Praktiker auf jeder Seite – wird dem Sternfreund gesagt, was er mit seinem meist bescheidenen Instrument erreichen kann – und was nicht. Dabei werden Kameras, von der einfachen Box bis zu den neuesten Spiegelreflex-Kameras, Weitwinkel-Aufnahmen bis zu Detail-Photos mit BARLOW-Linsen (Brennweite-Verlängerungen) an Teleskopen besprochen. Das ganze Gebiet bis zur Farbenphotographie im Tiefkühlverfahren wird in zahlreichen Illustrationen dargestellt, beginnend mit einem Brillenglasfernrohr bis zu kostbaren, elektronisch gesteuerten Teleskopen heutiger Amateure, von einfachsten Photo-Bildchen bis zu den erstaunlichen Aufnahmen einzelner Köpfer.

GRIESSERS Büchlein ist kein grosses Photo-Handbuch. Aber es verschafft dem Anfänger eine solide Grundlage, den klaren Blick über ein faszinierendes Hobby. Der Text ist weitgehend frei von Fehlern. Erwünscht wäre, nach Ansicht des Referenten, eine kurze Bezeichnung der drei verschiedenen, modernen optischen Systeme auf Seite 49. Dagegen aber ein grosser Wunsch an den Drucker! Druckfachleute machen sich normalerweise keinen Begriff, welche Qualitätsansprüche an die Wiedergabe astronomischer Aufnahmen gestellt werden. Der Sternfreund sucht in den Abbildungen des schwarzen Nachthimmels *mit der Lupe* nach schwachen Objekten, seien es ferne Galaxien, Planetarische Nebel oder enge Doppelsterne. Un da nun fand ich in meinem Exemplar auf den meisten Aufnahmen kleine «Ring-Nebel» sonder Zahl: Unsauberkeiten im Druck.

Nur ein Beispiel (Plejaden, Seite 30): auf dieser Photo allein «prangen» 14 «Ring-Nebel», meist ohne Lupe gut erkennbar – ärgerlich und durchaus vermeidbar, wenn sich der Drucker dieser ungewöhnlichen Ansprüche bewusst ist. Eine kleine Frage drängt sich ebenfalls auf bei der Abb. 27, Mondfinsternis: *Erdbeer-Rot?* Besser kupferfarben! Abb. 29 ist so dunkel, dass kaum etwas erkennbar ist. – Doch das sind alles Kleinigkeiten, die in der zweiten Auflage ohne jede Mühe ausgemerzt werden könnten.

Ich freue mich, GRIESSERS verdienstvolles Büchlein jedem Sternfreund empfehlen zu dürfen.

HANS ROHR

B. LOVELL, *Out of the Zenith*, Jodrell Bank 1957–1970. Oxford University Press, London 1973. 255 Seiten, illustriert, gebunden, £ 5.50. In einem früheren Werk hat B. LOVELL über das Entstehen des Radio Teleskops auf *Jodrell Bank* berichtet (B. LOVELL: *The Story of Jodrell Bank*, London 1968). Im vorliegenden Buch geht es um die seit der Inbetriebnahme im Jahr 1957 erzielten wissenschaftlichen Erfolge und um die Erneuerung und den Umbau der Anlage im Jahre 1970. Es ist weder Lehrbuch, noch richtet es sich nur an einen kleinen ausgewählten Fachkreis. Der Autor ist vielmehr bestrebt, einem möglichst grossen Leserkreis die Gelegenheit zu geben, etwas über die Forschungsarbeiten und Forschungsziele von *Jodrell Bank*, sowie über die damit verbundenen Schwierigkeiten zu erfahren. Viele astronomische und insbesondere radioastronomische Probleme, aber auch technische Fragen, die *Jodrell Bank* seit 1957 beschäftigt haben, kommen dabei zur Sprache.

B. LOVELL beginnt seine Beschreibungen mit dem 14. August 1970. An jedem Tag wurde das *Mark I Radio Teleskop* zum

«letzten Mal» eingesetzt. Jener Augenblick bedeutete für *Jodrell Bank* jedoch kein Ende. Er war vielmehr der Auftakt zu einer neuen Epoche. Die Instrumente, die während dreizehn Jahren gedient hatten, wurden verbessert und ausgebaut. Das *Mark I Radio Teleskop* – es soll das Erste seiner Art gewesen sein – hat beim Versuch, das Universum als Ganzes und die Stellung des Menschen innerhalb der Welt zu erforschen, grosse Dienste geleistet.

*Jodrell Bank* hat sich vor allem mit seinen radioastronomischen Himmelsaufnahmen und der Erforschung der Polarisation der Emissionsspektren von Radiogalaxien und Quasaren durch R. G. CONWAY und anderen einen Namen gemacht, aber auch allgemein auf dem Gebiete der Kosmologie. Weitere be-

deutende Erfolge erzielten die Wissenschaftler bei der Erforschung der *Pulsare* und der «*Flare Stars*». Der Autor lässt auch nicht aus, das «long-baseline» Interferometer zu beschreiben und auf die Bedeutung der Computertechnik einzugehen.

LOVELL hebt hervor, dass die gute Zusammenarbeit mit den USA und der UdSSR wesentlich zum Erfolg von *Jodrell Bank* beigetragen haben. Bei all seinen Schilderungen verzichtet er indessen nicht darauf, auch seine eigene Meinung zu sagen.

Von Anfang an ist die menschliche Seite ein Bestandteil des Buches und jeder, der an der Erforschung des Weltraums interessiert ist, wird das Werk «*Out of the Zenith*» als angenehme und ansprechende Lektüre empfinden und gerne lesen.

D. WIEDEMANN

## Nach Redaktionsschluss

sind der ORION-Redaktion zwei interessante Beiträge zugegangen, die sie im nächsten ORION-Heft bringen wird:

1. ein ausführlicher Bericht über die Mariner 10-Mission zu Venus und Merkur mit Original-Bildern der NASA von Prof. Dr. H. MÜLLER, und
2. die NASA-News 74-238 (10. 9. 1974), in denen die von Pioneer 10 ermittelten Ergebnisse am Grossplaneten Jupiter zusammenfassend dargestellt sind. Dieser Bericht wird in etwas gekürzter Form in französischer Sprache erscheinen.

## Wichtige Mitteilung für die Inserenten des ORION

Der Insertionstarif No. 5, gültig ab 1. 1. 1974, dürfte allen unseren Inserenten bekannt sein. Da inzwischen die Papier- und Druckkosten um 30% bzw. 15% gestiegen sind, sieht sich die ORION-Redaktion leider gezwungen, ab 1. 1. 1975 die Insertionspreise um 20% anzuheben. Aufträge für die Weihnachtsnummer 145 des ORION, die in etwas erweitertem Umfang am 15. Dezember 1974 erscheinen wird, werden selbstverständlich noch nach dem Insertionstarif No. 5 ohne Zuschlag berechnet.

## Inhaltsverzeichnis – Sommaire – Sommario

E. AEPPLI:	Amateur schleift 800 mm Ritchey-Chrétien-Optik. . . . .	179
H.-U. FUCHS:	PIERRE SIMON LAPLACES «Schwarze Löcher» . . . . .	182
J. CLASSEN:	Ein Meteoriten-Museum in der DDR . . . . .	188
R. SCHNEIDER:	Die Vorausberechnung eines Planeten-Ortes (Ephemeride) . . . . .	190
R. A. NAEF:	Einweihung der Volkssternwarte Soresina (Italien) . . . . .	196
Redaktion:	Kurzmitteilungen . . . . .	193, 196, 197, 200, 203
S. CORTESI UND F. JETZER:	Mars: Présentation 1973 . . . . .	198
F. JETZER:	Saturn: Présentation 1973/74 . . . . .	198
	Sirius-Sternkarte für 15. Oktober–15. Dezember . . . . .	201
P. MOORE:	Zur Entwicklung der Radioastronomie in England . . . . .	202
	Bibliographie . . . . .	204
	Vorschau auf ORION 145 . . . . .	197, 205

Zu verkaufen:

### Maksutow-Spiegelteleskop

200 mm mit Stativ.  
Fr. 3000.—  
Tel. 071/24 71 62

Schwere Montierung

m. guter Nachführung  
zu kaufen gesucht.

K. Wälke D-61 Darmstadt  
Rilkeweg 14

Zu verkaufen:

1 20 cm Maksutow-Teleskop 1:16, 320 cm Brennweite mit 3 Okularen, Barlow-Linse, Zenitprisma und Kameraadapter, kompl. Fr. 1 900.—.

K. E. Stalder,  
Wanderstr. 135, 4054 Basel,  
Tel. 061/20 33 63,  
ab 19.00 Uhr 061/39 16 35.

## 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

## 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.

Schweizerische Astronomische Gesellschaft

## Materialzentrale

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

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

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

Bitte verlangen Sie unverbindlich unsere Preisliste.

## Spiegel-Teleskope

für astronomische und terrestrische Beobachtungen

**Typen:**

- \* Maksutow
- \* Newton
- \* Cassegrain
- \* Spezialausführungen

**Spiegel- und  
Linsen- $\varnothing$ :**  
110/150/200/300/450/600 mm

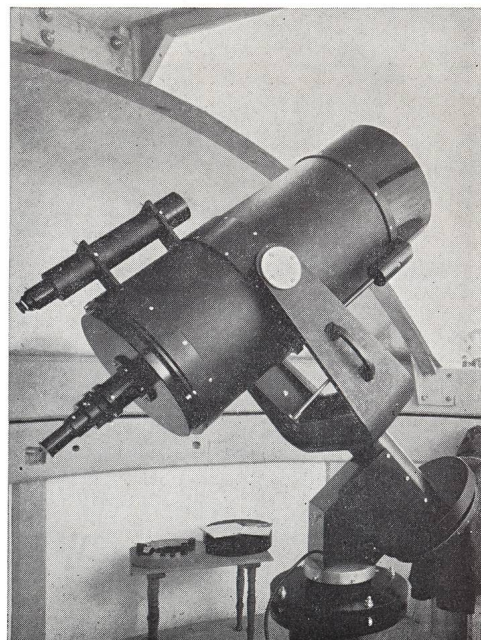
Günstige Preise, da direkt vom Hersteller:

**E. Popp  
TELE-OPTIK\* 8731 Ricken**

Haus Regula Tel. (055) 72 16 25

Beratung und Vorführung gerne und unverbindlich!

## Maksutow-Teleskop 300/4800



## 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, 24, 25 und Jupiter.  
Preis: Schweiz: Fr. 21.50 + Nachnahme, Ausland: sFr. 25.—.

### Durch die Sahara zur Sonnenfinsternis 1973

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

### Farb-Postkarte Komet Bennett

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

### Planetarium, Modell des Sonnensystems

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

### 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

### Das reich illustrierte Jahrbuch

veranschaulicht in praktischer und bewährter Weise, mit leichtfasslichen Erläuterungen, den Ablauf aller Himmelserscheinungen; es leistet sowohl angehenden Sternfreunden als auch erfahrenen Liebhaber-Astronomen und Lehrern das ganze Jahr wertvolle Dienste.

### 1975 ist wieder aussergewöhnlich reich an seltenen Phänomenen:

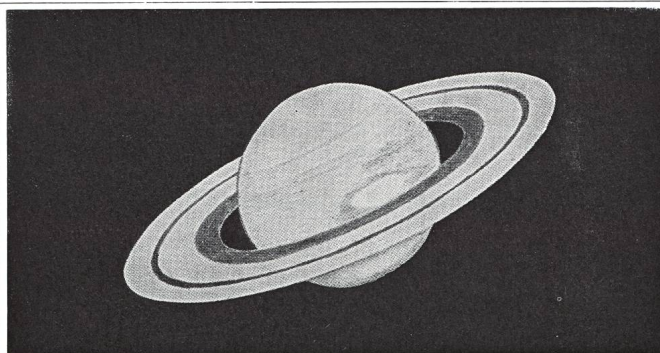
Die vier Sonnen- und Mondfinsternisse des Jahres, von denen zwei in Mitteleuropa sichtbar sind, werden ausführlich beschrieben (Kärtchen, Illustrationen und Zeittabellen), ferner die aussergewöhnlich grosse Annäherung des Planetoiden Eros an die Erde, die Merkur-Bedeckung, Sternbedeckungen (alle bis 7.5<sup>m</sup>), bemerkenswerte Planetenkonjunktionen, seltene Jupiter-Trabantenerscheinungen, Mira Ceti, Algol-Minima u. a. m.

### Der Astro-Kalender für jeden Tag vermittelt rasch greifbar und übersichtlich alle Beobachtungsdaten und -zeiten.

Zahlreiche Kärtchen für die Planeten und Planetoiden u. a. Erscheinungen, Sternkarten mit praktisch ausklappbarer Legende zur leichten Orientierung am Fixsternhimmel.

Die neue Auslese lohnender Objekte mit 560 Hauptsternen, Doppel- und Mehrfachsternen, Veränderlichen, Sternhaufen und Nebeln verschiedenster Art sowie Radioquellen wird laufend neuesten Forschungsergebnissen angepasst.

Erhältlich in jeder Buchhandlung (ab Dez.)  
Verlag Sauerländer AG, 5001 Aarau



## Der Sternenhimmel

1975

35. Jahrgang

KLEINES ASTRONOMISCHES JAHRBUCH  
FÜR STERNFREUNDE

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

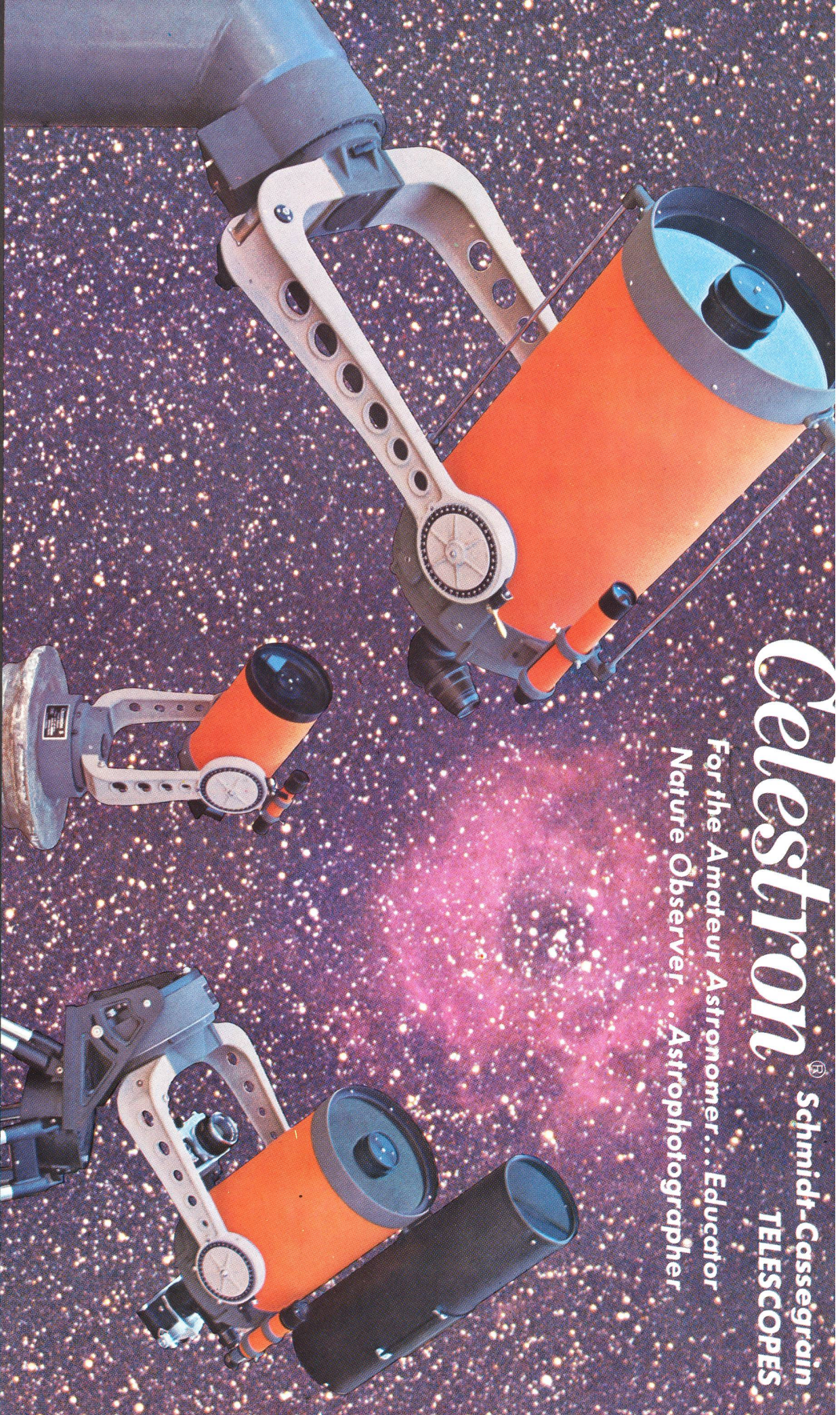
ROBERT A. NAEF

Verlag Sauerländer Aarau



# Celestron<sup>®</sup> Schmidt-Cassegrain TELESCOPES

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



Celestron 14

Celestron 5

Celestron 8 (Astrophot 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 Währungsverhältnisse beigetragen haben. **Celestron-Schmidt-Cassegrain**-Teleskope (made in U.S.A.) sind jetzt in Europa erhältlich. Der Repräsentant für Europa hält ausführliche Unterlagen bereit.

Im Hintergrund: Rosetten-Nebel, aufgenommen mit CELESTRON 14 cm f/1,55 Schmidt-Kamera

CELESTRON	5	8	14
Freie Öffnung:	12,7 cm	20 cm	35,5 cm
Lichtstärke:	f/10	f/10	f/11
Gewicht:	5,5 kg	10 kg	50 kg
Richtpreise in sfrs.:	2536.—	3653.—	13'200.—

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)