

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 33 (1975)
Heft: 151

Heft

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

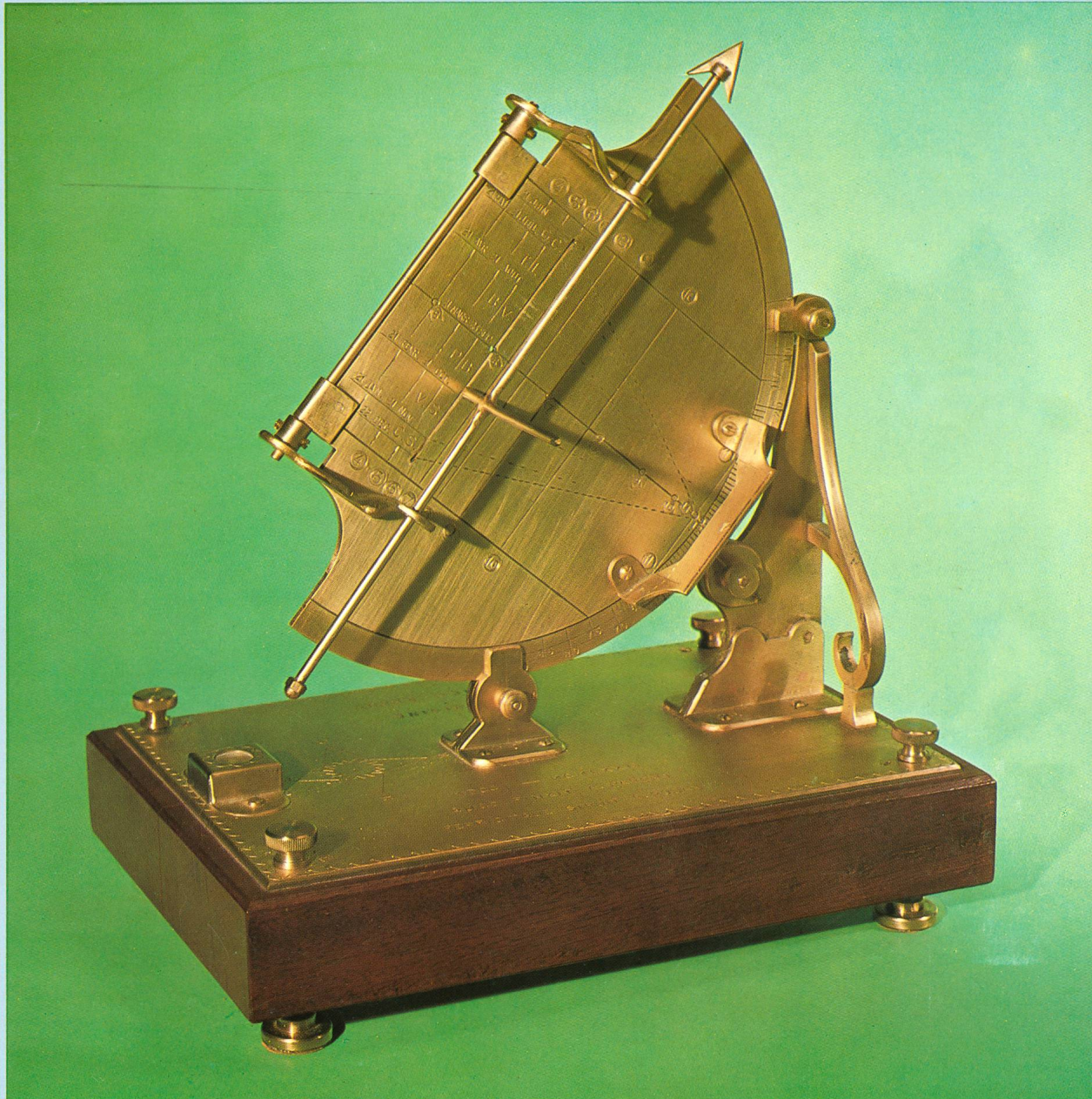
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media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

Download PDF: 01.08.2025

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

ORION

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



Cadrant oriental d'après L. Janin. (Cf. l'article p. 179 ff.)

In diesem Heft: Un cadran solaire oublié. Par L. Janin. — Zur Geschichte der Ideen über die Wirkung der Schwerkraft auf das Licht. Von H. - U. Fuchs. — Spektralaufnahmen der Nova Cygni 1975 — Neueste Farbaufnahmen von Jupiter und Saturn — Weitere 6 Farbaufnahmen von Objekten des Südhimmels — Calar Alto, Deutsch-spanisches Astronomisches Zentrum im Aufbau. Von M. Lammerer. — Weitere Aufnahmen des Kometen Kobayashi-Berger-Milon — Meteorströme. Von R. Germann. — Saturne, Présentation 1974/75. Par F. Jetzer. — Über die Bedeutung von Zeitzeichensendern. Von A. Brömme und A. Wörner. — Berechnung genauer Prüfwerte für Parabolspiegel. Von E. Wiedemann. — 9 Bibliographien und diverse Kurzmitteilungen.

33. Jahrgang
33^e année

Dezember
Décembre
1975

151

ORION

Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft (SAG)

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

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

Copyright: SAG – SAS. Alle Rechte vorbehalten.

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

Clichés: Steiner & Co., 4003 Basel.

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

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

Die Mitgliederbeiträge sind bis 31. März des laufenden Jahres zahlbar und zwar: von *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. 42.–, Ausland SFr. 48.–. Auf Grund eines Beschlusses der Generalversammlung der SAG sind die Jahresbeiträge pro 1975 der allgemeinen Teuerung anzupassen. Sie betragen dann: Schweiz: Fr. 47.–, Ausland SFr. 53.–. Neu eintretende Mitglieder erhalten alle Hefte des laufenden Jahres nachgeliefert.

ORION

Bulletin de la Société Astronomique de Suisse (SAS)

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

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

Copyright: SAG – SAS. Tous droits réservés.

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

Clichés: Steiner & Co., 4003 Bâle.

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

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

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

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

CALINA Ferienhaus und Sternwarte CARONA idealer Ferientreffpunkt aller Amateur-Astronomen



Programm 1975

- 5.—10. April 1976 **Elementarer Einführungskurs** in die Astronomie für Lehrkräfte
Leitung: Dr. M. Howald, Basel
- 19.—20. Juni 1976 **Wochenend-Kolloquium** Thema: «Planetoiden und ihre Beobachtung»
Leitung: Prof. Dr. M. Schürer, Bern
- 4.—9. Oktober 1976 **Elementare Einführungskurse** in die Astronomie für Lehrkräfte
11.—16. Okt. 1976 Leitung: Dr. M. Howald, Basel

Auskünfte und Anmeldungen:
Frau Lina Senn, Spisertor, CH-9000 St. Gallen
Telefon 071 / 23 32 52, Telex 77685

Technischer und wissenschaftlicher Berater:
Herr Erwin Greuter, Haldenweg 18, CH-9100 Herisau

Un cadran solaire oublié

par L. JANIN, Sèvres

Dans le volume consacré aux travaux de l'Académie Royale des Sciences en 1701¹⁾ une notice anonyme signale, sous la rubrique «Gnomonique», une importante communication de M. ANTOINE PARENT. Ce mathématicien, qui ne dédaignait pas de consacrer du temps aux recherches gnomoniques, s'est préoccupé de rendre utilisable sous toutes les latitudes un cadran couplé très en vogue à cette époque (fig. 1), dont il rappelle d'ailleurs l'inventeur²⁾. Sur la même platine et le même méridien sont installés un cadran horizontal classique avec style incliné dans la direction du monde et un cadran analemmatique dont le style vertical, mobile selon la date, porte ses ombres sur une graduation elliptique.

Le gros avantage de cette réunion de deux systèmes d'ombre sur la même table est de rendre l'ensemble auto-orientable. Car lorsque les ombres de ces deux manières d'utiliser le soleil marquent, chacune sur son cadran, la même heure, l'ensemble est orienté. On peut donc se passer de la boussole. Cette faculté a contribué à la diffusion de ce modèle, dont les plus grands artisans-cadraniers ont signé de nombreux exemplaires.

Mais ces deux cadrans associés sont construits pour une seule et même latitude. On ne peut pas dire, il est vrai, que l'ensemble soit aisément portable; c'est cependant un instrument susceptible d'être transporté d'un endroit à un autre, ou même d'être mis dans les bagages d'un voyageur; à cet effet certains modèles moins encombrants prévoient les deux styles rabattables. Il serait donc souhaitable qu'il soit adaptable à toutes les latitudes, de façon à «servir pour tous les pays du monde».

Considérant d'abord à ce point de vue le cadran analemmatique, A. PARENT³⁾ cherche à utiliser une échelle du déplacement du style sur le zodiaque, qui serait constante sous toutes les latitudes. On sait que ce déplacement est égal à $R \operatorname{tg} d \cos \varphi$ (R étant le demi-grand axe de l'ellipse, d la déclinaison du soleil le jour d'observation, φ la latitude du lieu d'observation). Afin que ce déplacement soit le même pour une

latitude φ' , il faut et il suffit que R' soit égal à $R \frac{\cos \varphi}{\cos \varphi'}$.

On peut alors inscrire sur le cadran plusieurs ellipses qui utiliseront le même déplacement (fig. 2). Déterminant sur chaque ellipse les points d'une même heure,

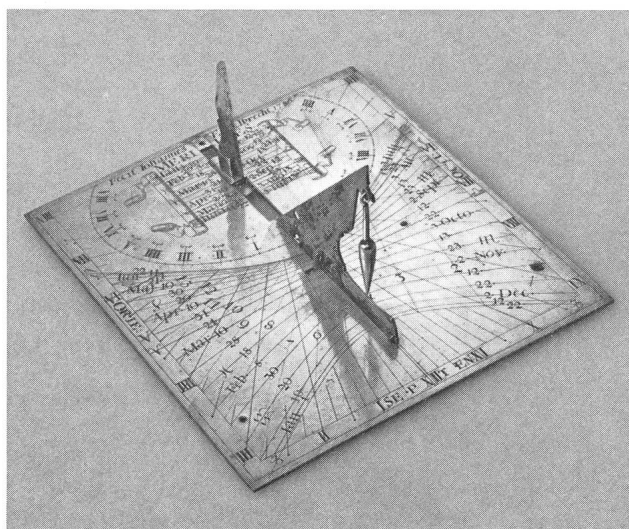


Fig. 1: Photo d'un cadran analemmatique couplé.

on les réunira par une courbe, qui sera celle de ladite heure. Une fois tracées les courbes des différentes heures, on pourra lire l'heure sous toutes les latitudes retenues, soit directement, soit par interpolation. Reste le cadran horizontal, nécessaire pour l'orientation et qu'il faut également rendre utilisable sous toutes les latitudes. A. PARENT propose alors de superposer le cadran horizontal et le cadran analemmatique par leurs

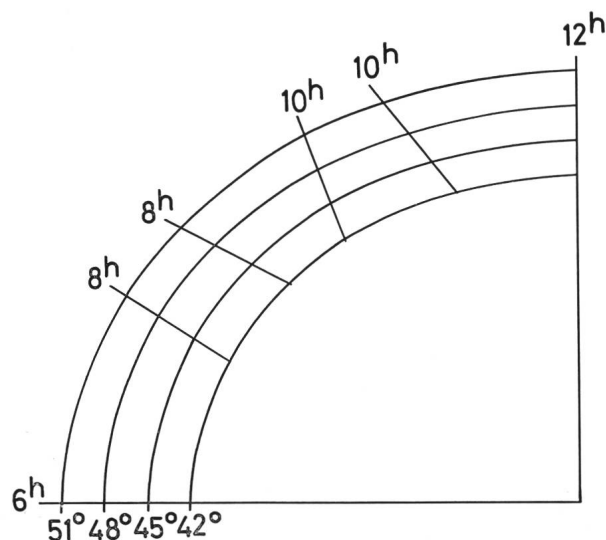


Fig. 2: Courbes et lignes horaires.

centres et par leurs méridiens; sur chaque courbe elliptique, justement appelée «horifère», on inscrira les points d'intersection des lignes horaires d'un cadran horizontal de latitude correspondante; réunis, ces points de contact donnent les courbes de même heure

du cadran horizontal, permettant la lecture de l'heure sous les latitudes retenues. Il est alors possible d'orienter l'ensemble de façon que, à la latitude du lieu, les deux cadrans indiquent la même heure: le cadran double est en état de fonctionnement. Mais A. PARENT fait aussitôt lui-même ce qu'on appellerait aujourd'hui son autocritique. Bien qu'il reconnaisse humblement que le résultat obtenu a été l'aboutissement de dix années de recherches, celui-ci ne lui donne pas entière satisfaction; les difficultés de réalisation pratique apparaissent: comment prévoir un style unique, valable pour les deux cadrans? Il y a deux séries de courbes délicates à tracer: les courbes elliptiques et les courbes de mêmes heures. Alors il cherche le moyen de «rendre cette espèce de quadrant encore plus pratique, tant pour sa description que pour son usage, sans diminuer ses autres utilités». Il cherche... et six mois après il trouve. Car, comme l'écrit avec enthousiasme son thuriféraire anonyme dans un style «siècle des lumières»: «On dirait que le travail peut tout!».

Et voici un nouveau cadran comportant notamment des tracés rectilinéaires⁴): Au lieu du couple horizontal des deux cadrans, imaginons l'ensemble mis en position polaire verticale, soit orientale, soit occidentale: que se passe-t-il? Le cadran horizontal prend alors la forme bien connue de l'«oriental» ou de l'«occidental». Le style, parallèle à la table, est à placer dans la direction de l'axe du monde; les lignes horaires sont parallèles au style. Le cadran est aisément utilisable sous différentes latitudes, en le suspendant de façon telle que son style dans la direction du pôle, c'est-à-dire qu'il fasse avec la verticale un angle égal au complément de la latitude du lieu.

De son côté l'analemmatique voit sa courbe ellipti-

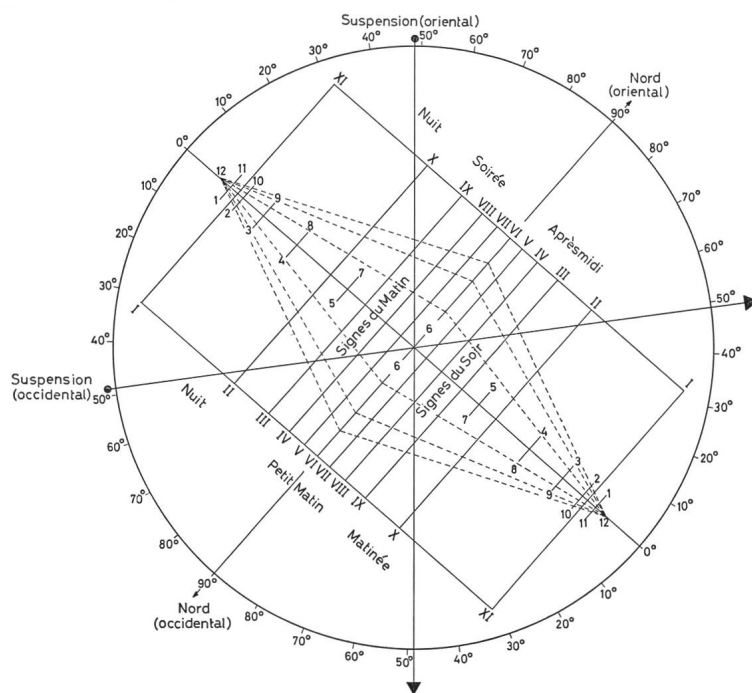


Fig. 3: Schémas pour cadrans orientaux et occidentaux.

que réduite à une ligne droite selon une équatoriale⁵), sur laquelle les points horaires sont des projections émanant de points équidistants du cercle construit initialement sur le grand axe de l'ellipse. L'échelle zodiacale correspondant au rayon du cercle reste inscrite sur l'axe du monde. Le style, toujours perpendiculaire à la table du cadran, donc en position horizontale, est à placer sur la graduation zodiacale selon la date. Son ombre donne les heures sur l'échelle équatoriale. Aussi facilement que le précédent, ce cadran est utilisable pour différentes latitudes, en le suspendant de façon telle que l'axe porteur de l'échelle des dates fasse avec la verticale un angle égal au complément de la latitude du lieu. La même inclinaison est, on le voit, valable pour les deux cadrans; ceux-ci forment alors un ensemble orientable qui se trouve placé sur un plan vertical Nord-Sud dès que les deux cadrans, inclinés en même temps selon la latitude locale, indiquent la même heure.

L'exposé d'A. PARENT n'est mentionné par aucun auteur et nous ne connaissons aucune réalisation pratique de ce double cadran ingénieux, resté perdu plus de deux siècles et demi dans la poussière des archives.

Certes les explications de A. PARENT sont un peu difficiles à suivre tellement elles sont parfois compliquées et d'une présentation différente de celle à laquelle un esprit moderne est habitué. D'autre part les figures qui devraient éclairer le texte sont petites, peu intelligibles et même quelquefois déroutantes. L'auteur a présenté, sur la même feuille, un analemmatique, un oriental et un occidental. Si la figure permet de vérifier la validité des graduations pour tous les cas, elle n'est pas sans présenter une certaine confusion; nous la reproduisons en l'explicitant au maximum (fig. 3), notamment pour la suspension en rapport avec l'orientation et la latitude. Il faut d'ailleurs reconnaître qu'avec un tel disque métallique suspendu, l'observateur aurait peine à obtenir une grande précision, devant considérer à la fois la graduation de la latitude et l'orientation Nord-Sud donnée par la concordance de l'heure marquée sur les deux cadrans. En outre on connaît la limitation du cadran oriental ou occidental, qui ne marque pas l'heure du midi, reportée à l'infini. De son côté le cadran analemmatique, tel qu'il est réduit, n'enregistre aucune heure aux équinoxes et ses indications sont d'autant plus précises que la date d'observation s'éloigne des équinoxes. L'auto-réglage sera donc à effectuer en dehors des équinoxes et pendant des heures de la journée où les deux séries d'ombres marquent le plus nettement les heures (par exemple 8-10 le matin ou 2-4 l'après-midi).

Ces remarques et restrictions n'ont pas empêché un très habile artisan, comme on n'en trouve pratiquement plus en France⁶), de réaliser récemment une pièce magnifique, dont nous donnons la reproduction en couleurs sur la couverture. Le disque métallique repose sur un berceau, ce qui dégage l'observateur des difficultés de lecture signalées; d'autre part il porte sur une face un analemmatique et un oriental et sur

l'autre face un analemmatique et un occidental, ce qui écarte toute confusion de lecture possible. Un ingénieux système, applicable par rotation sur l'une ou l'autre face, assure le glissement du style mobile de l'analemmatique sur le zodiaque, en conjonction avec le style fixe de l'oriental ou de l'occidental. La verticalité du berceau et du disque est assurée par un plateau réglable à l'horizontale par trois vis et un niveau d'eau. L'exécution de ce très bel instrument est une véritable résurrection du cadran de A. PARENT.

Mais l'esprit inventif d'A. PARENT ne s'est pas arrêté là. Constatant que le déplacement du style de l'analemmatique sur l'échelle des dates laissait place à une certaine inexactitude, il a envisagé de fixer ce style au centre de cette échelle. En tenant compte du cercle de base, il faut alors calculer pour chaque date – ou tout au moins pour les entrées dans les signes – le nouveau déplacement et la nouvelle graduation horaire. Ces échelles se contractent, tant en longueur qu'en largeur, des équinoxes aux solstices. On tracera ensuite les courbes de même heure; ci-joint un schéma (fig. 5). L'ombre du style central indiquera alors l'heure par son intersection avec l'échelle de la date et selon sa graduation horaire, le tout à observer directement ou par interpolation.

La construction de la nouvelle échelle zodiacale est plus longue et le tracé des lignes – devenues courbes horaires – est un peu délicat. Mais le style étant fixe peut être très mince et porter, à hauteur voulue, un croisillon également mince. Il en résultera un double jeu d'ombres plus fines, donc une lecture plus précise: par le croisillon sur le cadran oriental ou occidental, par le style prolongé au delà du croisillon de façon que son ombre atteigne la graduation du cadran analemmatique. Si le cadran a une face orientale et une face occidentale, rien n'empêche de prévoir un seul

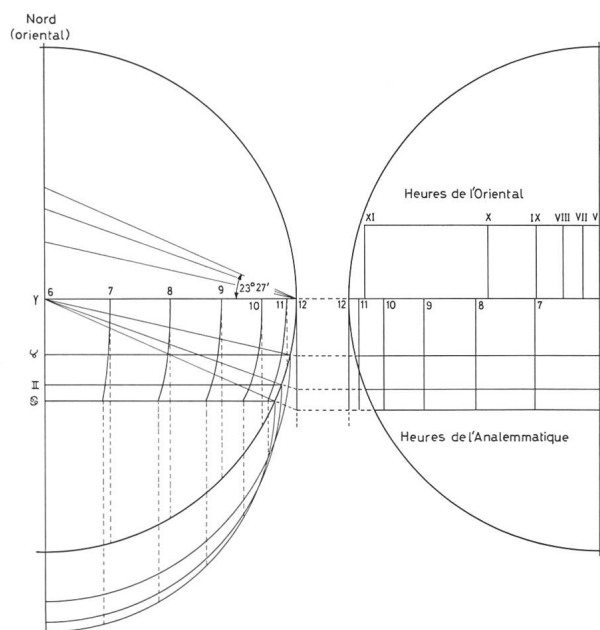


Fig. 5 et 6: Cadran oriental, courbes et lignes horaires.

style central traversant le disque, et dont chaque moitié serait rabattable sur sa face. On peut en outre remplacer la projection orthographique sphérique qui donne des courbes horaires (arcs d'ellipses) par la projection orthographique cylindrique qui donne des droites comme lignes horaires (fig. 6).

C'est alors qu'on obtient finalement le cadran rêvé par A. PARENT: un style fixe et des lignes horaires droites, tant pour l'analemmatique que pour l'oriental (fig. 7: dessin; fig. 8: vue perspective)⁷⁾.

De toute façon il faut rendre hommage à ANTOINE PARENT. Dans son éloge funèbre (1716), FONTENELLE

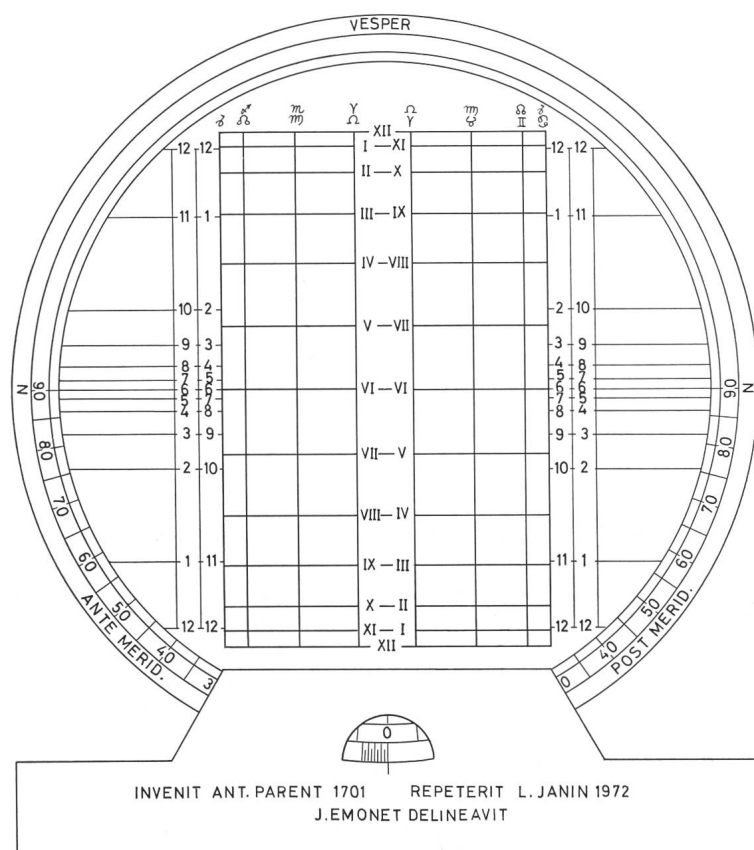


Fig. 7: Dessin d'un cadran-boussole, vue frontale.

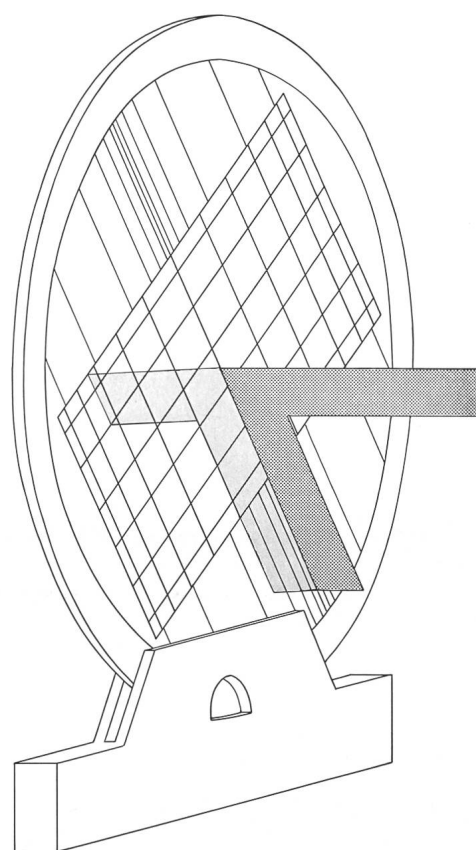


Fig. 8: Dessin d'un cadran-boussole, vue perspective montrant l'appareil sous la latitude de Paris (48°50') le 21 janvier (ou novembre) à 2h45m de l'après-midi.

rapporte qu'ayant de bonne heure épuisé les connaissances de son curé, il couvrait de notes à treize ans les livres de mathématiques qu'on lui donnait. A quatorze ans, il s'était fait sa gnomonique personnelle en partant de l'examen d'un cadran polyédrique. Bien que l'essentiel de son œuvre soit constitué par des recher-

ches mathématiques, ce savant n'en est pas moins revenu, à un âge mûr, à la science modeste qui avait ébloui son enfance. Appuyées sur de solides bases gnomoniques, ses réflexions fructueuses l'ont conduit à la création de ce cadran solaire qui, quoique d'utilisation délicate dans la pratique, reste unique en son genre et extrêmement original.

Littérature:

- 1) Histoire de l'Académie Royale des Sciences. Année 1701, pp. 114-119.
- 2) DE VAULEZARD, mathématicien. Traité ou usage du quadrant analemmatique. Paris, 1640.
- 3) Son exposé détaillé est contenu dans les Procès Verbaux de l'Académie Royale des Sciences, séance du 4 juin 1701, Folios 195 à 206. L'accès à ces documents a été grandement facilité par MM. les secrétaires généraux de l'Académie des Sciences et M. le bibliothécaire-conservateur des Archives.

- 4) Procès Verbaux de l'Académie Royale des Sciences, séance du 17 décembre 1701, Folios 416 à 420.
- 5) Le demi-petit axe de l'ellipse ($r = R \sin \varphi$) tend en effet vers zéro au fur et à mesure que la latitude diminue. Dans la position imposée à notre cadran, le tracé en est identique à celui d'un analemmatique qui serait en position horizontale à l'équateur.
- 6) M. EMILE ROUANET, Mazamet, Tarn.
- 7) M. JACQUES E MONET, Grenoble.

Sur la couverture: Photo en couleurs d'un cadran oriental d'après l'auteur, construit par M. E. ROUANET, Mazamet, Tarn.

Adresse de l'auteur:

M. LOUIS JANIN, 12, Rue de la Cerisaie, F-92310 Sèvres.

Zur Geschichte der Ideen über die Wirkung der Schwerkraft auf das Licht

von H.-U. FUCHS, Troy (U.S.A.)

Die Wende vom 18. zum 19. Jahrhundert hat der noch recht jungen Mechanik und der Gravitationstheorie einen Höhepunkt gebracht. 1799 erschien der erste Band von LAPLACE's «*Traité de Mécanique Céleste*». Das ganze Werk gilt als vollendete Darstellung der Himmelsmechanik. Der philosophische Materialismus schöpfte aus dieser Entwicklung der Naturwissenschaften und trieb teilweise richtungsweisende, teilweise aber auch seltsame Blüten.

Es ist darum vielleicht nicht so verwunderlich, dass in jener Zeit auch die Idee der Wirkung der Gravitation auf die Ausbreitung des Lichtes Fuss fasste und sorgfältig untersucht wurde. So ist LAPLACE's Arbeit (1799) über Sterne, die alles Licht zurückbehalten, Ausdruck dieser Tendenz¹⁾. Man findet dort Anklang an schwarze Löcher und die Wirkung massiver Sterne auf die Lichtgeschwindigkeit (und damit auf die Aberration des Sternlichtes). Zwei Jahre später – nämlich 1801 – erschien ein Aufsatz eines gewissen Herrn SOLDNER, betitelt «*Über die Ablenkung eines Lichtstrahls von seiner geradlinigen Bewegung, durch die Attraktion eines Weltkörpers, an welchem er nahe vorbeigeht*»²⁾. In gewisser Weise wird hier also schon wieder eine Betrachtung vorweggenommen, die richtigerweise erst in der allgemeinen Relativitätstheorie ihren Platz findet (1913–15). Man weiss ja, dass EINSTEIN die Ablenkung eines Lichtstrahls an der Sonnenoberfläche voraussagte³⁾, und dass dieser Effekt 1919 bei einer Sonnenfinsternisexpedition nachgewiesen werden konnte⁴⁾. Im wesentlichen soll hier dies zum erstenmal von SOLDNER beschriebene Phänomen und seine geschichtliche Entwicklung untersucht werden.

I. Die klassische Behandlung der Lichtablenkung. SOLDNER'S Arbeit

Wieso eigentlich kam SOLDNER schon vor mehr als 170 Jahren auf die Idee, ein Lichtstrahl, der nahe an der Sonne vorbeigeht, könnte gekrümmt werden? Einmal lag das Thema von der Entwicklung der Mechanik her natürlich in der Luft, wie schon eingangs erwähnt wurde. Dann aber gab wieder einmal die Astronomie einen weiteren Anstoss zum Nachdenken. SOLDNER schreibt zu dieser Motivation: «Bey dem jetzigen, so sehr vervollkommenen, Zustande der praktischen Astronomie wird es immer nothwendiger, aus der Theorie, d. h. aus den allgemeinen Eigenschaften und Wechselwirkungen der Materie alle Umstände zu entwickeln, welche auf den wahren oder mittleren Ort eines Weltkörpers Einfluss haben können (...). Dies sind ungefähr die Betrachtungen, welche mich bewogen haben, über die Perturbation der Lichtstrahlen, die meines Wissens noch von niemandem untersucht worden ist, weiter nachzudenken.» SOLDNER schreibt sich also selbst die Priorität für diese Idee zu. Wie es scheint zu Recht: in späteren Publi-

kationen findet man als Vorläufer EINSTEIN'S immer nur SOLDNER erwähnt⁵⁾.

Zuerst noch einige biographische Notizen zu JOHANN GEORG SOLDNER (1776–1833). Als Sohn mittelloser Eltern musste er sich sein Wissen als Autodidakt beibringen. Ende des 18. Jahrhunderts war er dann Schüler des Astronomen JOHANN ELERT BODE (1747–1826) in Berlin. Sein eigentliches und bedeutendes Fachgebiet wurde bald die Geodäsie. SOLDNER führte in Ansbach und Bayern Triangulierungen und topographische Aufgaben durch. 1815 wurde er zum Hofastronomen des bayrischen Kurfürsten ernannt. An der dortigen Sternwarte entfaltete er eine rege praktische astronomische Tätigkeit. Ihm verdankt ganz besonders Bayern den damals hohen Stand des Vermessungswesens.

SOLDNER'S Arbeit²⁾ weist in ihrer Darstellung eine hohe Ähnlichkeit mit LAPLACE's Aufsatz¹⁾ auf. Die hier verwendete Schreibweise ist uns nicht mehr ganz geläufig. Natürlich fehlen immer noch die modernen Hilfsmittel, die den Zugang zum Problem erleichtern: die *Erhaltungssätze* für Energie und Drehimpuls.

In der klassischen Mechanik gehen wir heute folgendermassen vor: Wir behandeln für unser Problem das Licht als materielles Teilchen (historische Überlegungen dazu siehe Ref. 1) ⁶⁾. Da wir z. B. wissen wollen, wie dieses Teilchen bei seiner Bewegung an der Sonne vorbei abgelenkt wird, müssen wir nichts anderes als die Bahn eines Körpers im Schwerfeld eines andern berechnen. Das ist das sogenannte *Zweikörper- oder KEPLERproblem*. Beispiele dazu: Erde – Sonne, Erde – Satellit, Komet – Sonne etc. Wie wir wissen, sind die möglichen Bahnen im Zweikörperproblem *Kegelschnitte* (Ellipsen, Parabeln, Hyperbeln). Im Detail können die folgenden Rechnungen in jedem Lehrbuch der Mechanik nachgesehen werden⁷⁾.

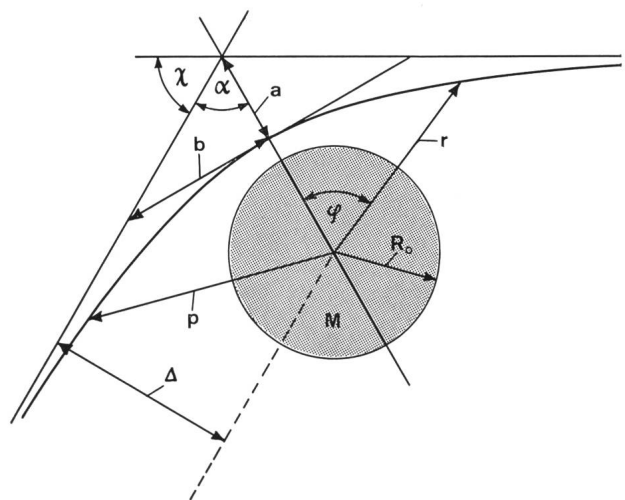


Fig. 1: Hyperbelbahn im KEPLER-Problem. Zentralkörper mit der Masse M

Man definiert folgende Grössen:

a) Totale Energie E:

$$E = \frac{1}{2}mv^2 + U \quad (1)$$

Für die Totale Energie E des «Lichtteilchens» gilt der Energieerhaltungssatz. Der erste Term in (1) ist die kinetische Energie des einfallenden Teilchens. U ist die potentielle Energie. Beim Gravitationspotential gilt

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

Dabei ist m die Masse des einfallenden kleinen Körpers. Man erkennt leicht, dass U im Unendlichen verschwindet. Da dort die Geschwindigkeit des Teilchens v gleich der Lichtgeschwindigkeit c ist (es handelt sich ja um Lichtteilchen), folgt für die totale Energie:

$$E = \frac{1}{2} m c^2. \quad (1a)$$

b) Drehimpuls L. Für diese Grösse gilt wieder ein Erhaltungssatz. Wie man leicht zeigen kann, entspricht der Drehimpulserhaltungssatz genau dem 2. KEPLER'schen Gesetz! Da L erhalten bleibt, können wir diese Grösse z. B. sehr leicht angeben, wenn sich das Teilchen m im Unendlichen vom grossen anziehenden Körper befindet:

$$L = m \cdot c \cdot \Delta. \quad (3)$$

Die Bahnkurve $\varphi(r)$ als Lösung des Problems sieht folgendermassen aus:

$$\varphi = \arccos \frac{\frac{L}{r} - \gamma \frac{m^2 M}{L}}{\sqrt{2mE + \frac{\gamma^2 m^4 M^2}{L^2}}} \quad (4)$$

Setzt man E und L ein, so erhält man eine von m unabhängige Form

$$\cos \varphi = \frac{\Delta^2 c^2 - r \gamma M}{r(\Delta \cdot c^2 - \gamma M)} = \frac{v^2 - 2gr}{r(v^2 - 2g)} \quad (5)$$

Der letzte Teil ist genau die von SOLDNER angegebene Formel⁸⁾. Man muss nur v mit c, $\gamma \cdot M$ mit 2g und $\Delta = 1$ identifizieren. Führt man in (4) die Abkürzungen

$$p = \frac{L^2}{\gamma m^2 M} \text{ und } \varepsilon = \sqrt{1 + \frac{2E \cdot L^2}{\gamma^2 m^3 M^2}} \quad (6)$$

ein, so erhält man

$$1 + \varepsilon \cdot \cos \varphi = \frac{p}{r} \quad (7)$$

Dies ist die Gleichung eines Kegelschnittes in Polarkoordinaten. ε ist die numerische Exzentrizität. In Fig. 1 sind p, a und b eingezeichnet. a und b sind die grosse und kleine Halbachse der Hyperbel. Das Re-

sultat muss nämlich eine Hyperbel sein, weil die Gesamtenergie grösser als Null ist. Nach (6) folgt daraus, dass $\varepsilon > 1$ ist (= Hyperbel).

Die Berechnung der Ablenkung des Lichtes, d. h. der Winkeländerung χ der Bahn (Fig. 1) ist nun leicht. Es gilt:

$$\chi = \pi - 2\alpha \text{ und } \operatorname{tg} \alpha = b/a \quad (8)$$

Aus der Theorie der Kegelschnitte kennt man die Beziehung zwischen ε , a, b:

$$\varepsilon = \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{a} \quad (9)$$

für Hyperbeln. Verwendet man (1a), (3), (6) und (9) und setzt in (8) ein, so folgt das Schlussresultat:

$$\chi = \pi - 2\alpha = \pi - 2 \cdot \arctan \frac{R_0 c^2}{\gamma M} \quad (10)$$

Es wurde nur $\Delta = R_0$ (Sonnenradius) gesetzt, weil wir ja die Ablenkung eines Lichtstrahles, der genau am Sonnenrand vorbeigeht, berechnen wollen. Setzt man in (10) die bekannten Grössen (Sonnenradius, Sonnenmasse, Gravitationskonstante, Lichtgeschwindigkeit) ein, so erhält man $\chi = 0.875$. SOLDNER gibt dafür 0.84 an. Dieser Wert beträgt nur die Hälfte des relativistischen, der mit 1.75 von EINSTEIN vorausgesagt und durch Messungen der Grössenordnung nach bestätigt worden ist. Die späteren Überlegungen werden zeigen, wieso bei der klassischen Rechnung ein falscher Wert herauskommt.

II. EINSTEINS frühe Arbeiten

Eines der frühesten astronomischen Resultate aus EINSTEINS wissenschaftlicher Tätigkeit bis 1907 war die Vorhersage der *Gravitationsrotverschiebung*, die das Licht im Schwerefeld erleiden muss. Damit wurde dieser Effekt zum ersten Mal erwähnt⁹⁾. Zwar könnte man meinen, die Rotverschiebung sei bei LAPLACE durch die Bemerkung über die Veränderung der Lichtgeschwindigkeit durch die Gravitationsanziehung eines Himmelskörpers vorweggenommen¹⁰⁾. Tatsächlich würden wir heute in einer halbklassischen Behandlung des Themas einem Lichtteilchen eine Pseudomasse zuordnen und dann seinen Energieverlust beim Verlassen eines Sterns berechnen. Aber in zweierlei Hinsicht wäre es LAPLACE damals nicht möglich gewesen, diese halbklassische Berechnung durchzuführen. Erstens kannte er den Zusammenhang zwischen Energie und Frequenz der Lichtteilchen (Photonen) nicht. Dieser wurde ja erst in der berühmten Arbeit «Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt» von A. EINSTEIN hergestellt (1905)¹¹⁾. EINSTEIN führt dort wieder die Vorstellung von Lichtteilchen ein (nachdem sich vor 100 Jahren die Wellentheorie des Lichtes durchgesetzt hatte), von denen jedes eine seiner Frequenz entsprechende Energie

$$E = h \cdot \nu \quad (11)$$

mit sich trägt. Die zweite Schwierigkeit liegt darin, dass man das Lichtteilchen in diesem Beispiel nicht ganz nach den Regeln der klassischen Mechanik behandeln darf, um das richtige Resultat zu erhalten. Bei der Energiebetrachtung stellt sich heraus, dass wir dem Teilchen nicht die klassische kinetische Energie $1/2 \cdot m \cdot c^2$ zuordnen dürfen. Vielmehr ist die Energie eines Photons mit Pseudomasse m durch

$$E = m \cdot c^2 \quad (12)$$

gegeben. Diese berühmte Gleichung, die eine Äquivalenz von Masse und Energie ausdrückt, folgerte EINSTEIN 1905 aus der kurz vorher geschaffenen speziellen Relativitätstheorie¹²⁾.

Die halbklassische Rechnung ergibt folgendes. Ein Photon, das z. B. die Sonnenoberfläche verlässt, erfährt eine Energieverminderung, die gerade der potentiellen Energie an der Sonnenoberfläche entspricht. Also:

$$h \cdot \nu - h \cdot \nu' = h \cdot \Delta\nu = \frac{\gamma m \cdot M}{R_0} \quad (13)$$

Weiter gilt:

$$h \cdot \nu = mc^2 \quad (14)$$

Daraus erhält man sehr leicht das gewünschte Resultat:

$$\frac{\Delta\nu}{\nu} = \frac{\gamma M}{R_0 c^2} \quad (15)$$

wo R_0 den Sonnenradius, M die Sonnenmasse darstellt.

Eine saubere Herleitung der letzten Gleichung wird aber durch *nichtklassische* Überlegungen geliefert. Diese nichtklassischen Betrachtungen zum Thema Gravitation legen auch den Grundstein zur allgemeinen Relativitätstheorie. Es ist darum interessant, EINSTEINS Voraussagen für *Rotverschiebung* und *Lichtablenkung* etwas genauer zu untersuchen.

In seiner Arbeit von 1907⁹⁾ spricht EINSTEIN zum ersten Mal genauer über eine Möglichkeit der Erweiterung des speziellen Relativitätsprinzips. Unter dem Titel «Relativitätsprinzip und Gravitation» bemerkt er, dass man homogene Gravitationsfelder in ihrer Wirkung durch Einführen beschleunigter Bezugssysteme aufheben kann. So würde man z. B. in einem frei fallenden Aufzug nichts mehr von der Erdanziehung spüren. Diese bekannte Feststellung ist nichts anderes als eine weitere Formulierung des Gesetzes von der Äquivalenz von schwerer und träger Masse, oder der Tatsache, dass alle Körper gleich schnell fallen. EINSTEIN fordert nun, dass man ein Bezugssystem mit Gravitationsfeld durch ein beschleunigtes ersetzen kann, und dass diese beiden Systeme in bezug auf die in ihnen ablaufenden Naturgesetze äquivalent seien. Er schreibt dazu: «Der heuristische Wert der Annahme liegt darin, dass sie ein homogenes Gravitationsfeld durch ein gleichförmig beschleunigtes Bezugssystem zu ersetzen gestattet, welcher letzterer Fall bis zu einem gewissen Grade

der theoretischen Behandlung zugänglich ist»¹³⁾. Die ersten Folgerungen aus diesem Äquivalenzprinzip sind die Berechnung der Gravitationsrotverschiebung eines Lichtstrahls an der Sonnenoberfläche und die Feststellung, dass Lichtstrahlen gekrümmt werden müssten. Den ersten Effekt berechnete EINSTEIN richtig zu $\Delta\nu/\nu = 2 \cdot 10^{-6}$. Bei der Lichtablenkung ist es interessant zu sehen, dass er scheinbar noch nicht an die Möglichkeit der Ablenkung durch die Sonne dachte. Er schreibt nur: «Leider ist der Einfluss des irdischen Schwerfeldes nach unserer Theorie ein so geringer (...), dass eine Aussicht auf Vergleichung der Resultate der Theorie mit der Erfahrung nicht besteht».

Damit war dieser spezielle Punkt für EINSTEIN bis zum Jahre 1911 erledigt. In diesem Jahr erschien eine weitere Arbeit unter dem Titel «Über den Einfluss der Schwerkraft auf die Ausbreitung des Lichtes»¹⁴⁾. Dort heisst es zu Beginn: «Die Frage, ob die Ausbreitung des Lichtes durch die Schwere beeinflusst wird, habe ich schon an einer vor drei Jahren erschienenen Abhandlung zu beantworten gesucht¹⁵⁾. Ich komme auf dies Thema wieder zurück, weil mich meine damalige Darstellung des Gegenstandes nicht befriedigt, noch mehr aber, weil ich nun nachträglich einsehe, dass eine der wichtigsten Konsequenzen jener Betrachtung der experimentellen Prüfung zugänglich ist. Es ergibt sich nämlich, dass Lichtstrahlen, die in der Nähe der Sonne vorbeigehen, durch das Gravitationsfeld derselben (...) eine Ablenkung erfahren, so dass eine scheinbare Vergrößerung des Winkelabstandes eines nahe an der Sonne erscheinenden Fixsternes von dieser im Betrage von fast einer Bogensekunde eintritt. «SOLDNER hatte damals noch gemeint, eine Ablenkung von 0."84 liesse sich nie nachweisen.

EINSTEIN zeigt in dieser Arbeit zuerst, dass dem Zuwachs von träger Masse durch Energiezufuhr (Gl. [12]) eine genau gleich starke Veränderung an gravitierender (schwerer) Masse entspricht («Schwere der Energie»). Wieder ist die wichtigste Stütze für spätere Überlegungen das *Äquivalenzprinzip*, das EINSTEIN hier erweitert: «Solange wir uns auf rein mechanische Vorgänge aus dem Gültigkeitsbereich von NEWTONS Mechanik beschränken, sind wir der Gleichwertigkeit der Systeme K (mit Gravitationsfeld; d. Verf.) und K' (gleichförmig beschleunigt; d. Verf.) sicher. Unsere Auffassung wird jedoch nur dann tiefere Bedeutung haben, wenn die Systeme K und K' in bezug auf *alle physikalischen Vorgänge gleichwertig* sind, d. h. wenn die Naturgesetze in bezug auf K mit denen in bezug auf K' vollkommen übereinstimmen.»¹⁴⁾. Die Erweiterung auf *alle* physikalischen Vorgänge entspricht dem sogenannten starken Äquivalenzprinzip, während die frühere Formulierung⁹⁾ nur das schwache enthält (Gleichheit schwerer und träger Masse). Zu dieser Unterscheidung muss weiter unten noch einiges gesagt werden.

Zur Berechnung der Folgerungen nehmen wir uns zuerst das beschleunigte System K' vor. Die Beschleunigung sei g (konstant). Wir betrachten die Lichtübertragung von S_2 nach S_1 (siehe Fig. 2). In S_2 sei die Frequenz des Lichtes ν_2 . Nach dem Doppler-Prinzip folgt, dass in S_1 die Frequenz

$$\nu_1 = \nu_2 \left(1 + \frac{g \cdot h}{c^2} \right) \quad (16)$$

beträgt. Da die Systeme K' und K äquivalent sind, muss (16) auch für K gelten, nur dass dann anstelle von g das Potential $\Phi = g h$ steht. Also

$$\nu_1 = \nu_2 \left(1 + \frac{\Phi}{c^2} \right), \quad (16a)$$

woraus sofort $(\nu_1 - \nu_2)/\nu_2 = \Delta\nu/\nu = \gamma M/c^2 \cdot r$ folgt. Dies ist genau die Gravitationsrotverschiebung (15).

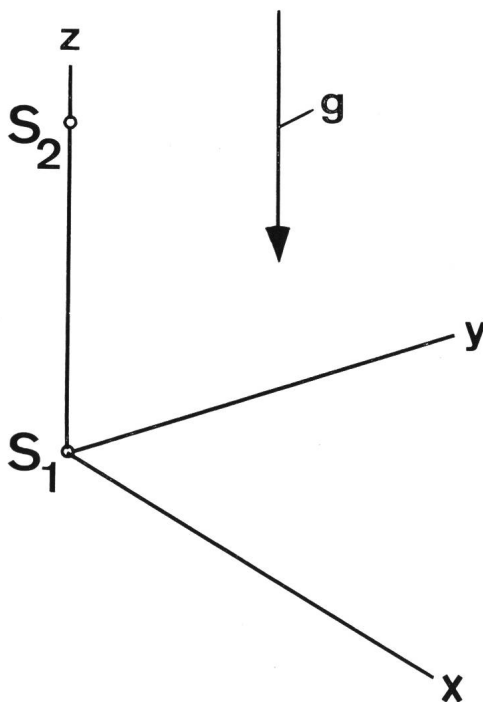


Fig. 2

16a) Die Arbeit von 1911 liefert das richtige Resultat (abgesehen davon, dass die Wirkung von Massen auf die Raumgeometrie noch nicht berücksichtigt wurde). EINSTEIN hat den richtigen Weg wohl intuitiv erfasst. Logisch sauber ist diese Arbeit nämlich noch nicht. Sie enthält einige begriffliche Ungereimtheiten.

Nach dem Ergebnis der Gl. (16) misst man (mit der gleichen Uhr!) an Stellen verschiedenen Gravitationspotentials verschiedene Frequenzen (ν_1 bei kleinem Potential [Sonne], ν_2 bei größerem Potential [Erde]). Da dies nach EINSTEIN logischen Unsinn bedeutet (die Frequenzen müssen «eigentlich» gleich bleiben), so müssen also die Uhren vom Gravitationspotential in ihrem Gang beeinflusst werden. EINSTEIN schliesst daraus auf folgendes Rezept: Um bei S_2 die Frequenz zu messen, verwendet man eine Uhr, die (in S_1 mit unserer Normaluhr verglichen) um den Betrag $(1 + \Phi/c^2)$ mal langsamer läuft. Dann wird man bei S_2 nicht ν_2 , sondern $\nu_2(1 + \Phi/c^2)$ messen (gleich ν_1 !).

Jetzt kommt die logisch unschöne Stelle: Um Gl. (17) zu erhalten, muss EINSTEIN anders vorgehen, als für Gl. (16). Er weiss, dass bei kleinerem Potential (Sonne) eine kleinere Lichtgeschwindigkeit herauskommen muss als bei größerem Potential (Erde). Um dies zu erreichen sagt er: Mit gleichen Uhren gemessen, erhält man die gleiche Lichtgeschwindigkeit c_0 bei der Sonne wie bei der Erde (bei der Lichtaussendung waren es verschiedene Frequenzen!). Da wir aber nach Rezept für die Messung bei der Erde eine langsamer laufende Uhr verwenden müssen, werden wir wie gewünscht auch eine grössere Lichtgeschwindigkeit erhalten.

Wie gesagt, das Resultat ist richtig (Rotverschiebung, Veränderung der Lichtgeschwindigkeit), aber die Erklärung für die Phänomene ist reichlich gewunden.

1922 bringt EINSTEIN denn auch eine in sich geschlossene Beschreibung des Einflusses von Massen auf den Ablauf von Naturvorgängen. Wichtigste Konsequenz: Je grösser die Massen, desto langsamer laufen die Vorgänge in ihrer Nähe ab (Siehe Ref. 24, S. 89–92). Z. B. schwingen Atome auf der Sonnenoberfläche langsamer als auf der Erde, die Spektrallinien sind also bei ihrer Entstehung gegenüber denen auf der Erde rotverschoben. Nach EINSTEINS früherem Verständnis der Sachlage (Gl. [16]) ist es aber genau umgekehrt. Frequenzen sind bei ihrer Entstehung auf der Sonne (ν_1) grösser als bei ihrer Ankunft auf der Erde (ν_2). Lichtstrahlen werden also erst auf dem Weg zu uns rotverschoben. Ausser der natürlichen Erklärung der Gravitationsrotverschiebung folgt auch, dass das Licht und die Uhren auf der Sonne langsamer laufen (von uns aus gesehen). Obwohl wir von der Erde aus eine Verlangsamung der Vorgänge feststellen, werden wir doch mit gleichen Uhren auf der Sonne wie auf der Erde die gleichen Frequenzen und die gleiche Lichtgeschwindigkeit messen, weil die Uhren in gleichem Masse wie die Naturvorgänge verlangsamt werden!

Diese logisch einwandfreie Sicht der Dinge erlangte EINSTEIN erst durch das tiefere Verständnis, das durch die ART gebracht wurde (nach 1915). Hier sei schon vorweggenommen: EINSTEIN erhielt 1911 das falsche Resultat für die Lichtablenkung, weil er nur einen Einfluss der Massen auf den Gang der Uhren, nicht aber auf die Längen von Maßstäben annahm. Die Gangverschiebung von Uhren $(1 + \Phi/c^2)$ liefert für die Lichtgeschwindigkeit auf der Sonne gegenüber der Erde $c(1 - \Phi/c^2)$. Die ART wird zeigen, dass Maßstäbe um einen weiteren Faktor $(1 + \Phi/c^2)$ beeinflusst werden, und zwar so, dass eine Lichtgeschwindigkeitsmessung (in der ja eine Wegmessung enthalten ist!) eine nochmals verkleinerte Lichtgeschwindigkeit ergeben wird: $c(1 - \Phi/c^2)(1 - \Phi/c^2) \approx c(1 - 2\Phi/c^2)$; d.h. eine doppelt so grosse Lichtgeschwindigkeitsveränderung, die auch eine doppelte Lichtablenkung zur Folge hat!

EINSTEIN folgert nun weiter, dass bei beliebigem Potential die Lichtgeschwindigkeit c gleich

$$c = c_0 \left(1 + \frac{\Phi}{c^2} \right) \quad (17)$$

ist, wobei c_0 bei Abwesenheit von Φ die Lichtgeschwindigkeit bedeutet. Die Lichtgeschwindigkeit ist also vom Gravitationspotential abhängig. Aus (17) folgt nun weiter, dass *ein Lichtstrahl im Gravitationsfeld abgelenkt werden muss*. Für die totale Richtungsänderung χ erhielt EINSTEIN¹⁶⁾:

$$\chi = \frac{2\gamma M}{R_0 c^2}. \quad (18)$$

Berechnet man daraus χ , so erhält man 0."87 (EINSTEIN schrieb 0."83). Man erhält also trotz Zuhilfenahme des Äquivalenzprinzips wieder den alten falschen klassischen Wert! Wie ist das möglich? Wieso

liefert das gleiche fundamentale Prinzip einmal richtige (Rotverschiebung), dann aber wieder falsche Resultate? ^{16 a)}.

III. Absoluter Raum, Äquivalenzprinzipien, MACHS Prinzip und Entwicklung der allgemeinen Relativitätstheorie

Was sind die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie? Die Beantwortung dieser Frage wird auch eine Lösung des oben gefundenen Paradoxons liefern.

Es gibt in der Physik mehrere verschiedene *Relativitätsprinzipien*. So gehorcht z. B. die klassische Mechanik dem GALILEISCHEN Relativitätsprinzip, das besagt, dass die Naturgesetze in allen *Inertialsystemen* die gleiche Form annehmen, dass also Inertialsysteme nicht voneinander unterschieden werden können. Was aber legt fest, was ein Inertialsystem ist? NEWTON meinte zur Beantwortung dieser Frage, dass es einen *absoluten Raum* geben müsse. Inertialsysteme sind nun solche, die gegen den absoluten Raum in Ruhe sind oder sich gegen ihn mit gleichbleibender Geschwindigkeit geradlinig bewegen. Dass NEWTON trotz seines «hypotheses non fingo» ein metaphysisches Etwas in die Physik eingeführt hat, ist ihm wohl entgangen. Er schrieb dem absoluten Raum physikalische Realität zu. Mit seinen Worten¹⁷⁾: «Der absolute Raum bleibt vermöge seiner Natur und ohne Beziehung auf einen äusseren Gegenstand, stets gleich und unbeweglich». Als Beweis führte NEWTON dafür das berühmte Experiment mit dem gefüllten und sich drehenden Wasserkübel an ¹⁸⁾. Die dabei auftretenden Zentrifugalkräfte schienen ihm die Existenz des absoluten Raumes genügend zu beweisen.

Den ersten konstruktiven Angriff gegen diese Auffassung führte der österreichische Physiker und Philosoph ERNST MACH (1838–1916). In seinem 1883 erschienenen Buch «Die Mechanik – historisch kritisch dargestellt» schrieb er dazu¹⁹⁾:

«Der Versuch NEWTONS mit dem rotierenden Wassergefäss lehrt nur, dass die Relativedrehung des Wassers gegen die Gefässwände keine merklichen Zentrifugalkräfte weckt, dass dieselben aber durch die Relativedrehung gegen die Masse der Erde und die übrigen Himmelskörper geweckt werden. Niemand kann sagen, wie der Versuch quantitativ und qualitativ verlaufen würde, wenn die Gefässwände immer dicker und massiger, zuletzt mehrere Meilen dick würden. Es liegt nur der eine Versuch vor, und wir haben denselben mit den übrigen uns bekannten Tatsachen, nicht aber mit unsern willkürlichen Dichtungen in Einklang zu bringen.» Oder S. 222: «Man versuche das NEWTONSche Wassergefäss festzuhalten, den Fixsternhimmel dagegen zu rotieren und das Fehlen der Fliehkräfte nun nachzuweisen.»

Mit anderen Worten: wir können nicht entscheiden, ob die Abplattung des Jupiter durch seine Rotation gegen den absoluten Raum oder nicht vielmehr durch die relative Rotation Jupiters gegenüber allen

Fixsternen verursacht wird. Die Hypothese, dass der Einfluss «der Masse der Erde und der übrigen Himmelskörper» die Inertialsysteme definiere, heisst MACHS *Prinzip*.

Das nächste Relativitätsprinzip (das Relativitätsprinzip der speziellen Relativitätstheorie) rüttelt noch nicht an den Grundfesten des absoluten Raumes. Die spezielle Relativitätstheorie war nötig geworden, weil sich gezeigt hatte, dass die Elektrodynamik nicht in das Relativitätsprinzip der klassischen Mechanik passt. Das Problem konnte aber behoben werden, indem man einfach andere Transformationsgesetze (LORENTZ-Transformation statt GALILEI-Transformation) zur Umrechnung von einem Inertialsystem in ein anderes vorschrieb. Die Inertialsysteme bleiben unter dem neuen Relativitätsprinzip (Invarianz der Naturgesetze gegenüber LORENTZ-Transformationen) aber immer noch bevorzugt.

Eine Antwort zum Trägheitsproblem bringt erst das *Äquivalenzprinzip*. (EINSTEIN, 1907). Gleichbedeutend damit ist das dritte Relativitätsprinzip, das sämtliche Bezugssysteme (auch beschleunigte) einander gleichberechtigt gegenüberstellt. Es sagt aus, dass die Naturgesetze invariant sein sollen unter allgemeinen Transformationen von beliebigen Bezugssystemen ineinander.

Die experimentelle Grundlage des Äquivalenzprinzips ist die Feststellung der Gleichheit von schwerer und träger Masse²⁰⁾ oder der Tatsache, dass alle Körper im Gravitationsfeld gleich schnell fallen. «Diese Erfahrung vom gleichen Fallen aller Körper im Gravitationsfeld ist eine der allgemeinsten, welche die Naturbeobachtung uns geliefert hat; trotzdem hat dieses Gesetz in den Fundamenten unseres physikalischen Weltbildes keinen Platz erhalten.» EINSTEIN²¹⁾. Mit der schweren und der trägen Masse eines Körpers hat es folgendes auf sich: In der Bewegungsgleichung der klassischen Mechanik

$$F = m_j \cdot a \quad (19)$$

ist der Proportionalitätsfaktor zwischen Kraft F und Beschleunigung a die träge Masse m_j . Im Gravitationsgesetz

$$F = m_g \cdot g \quad (20)$$

(g = Schwerebeschleunigung) steht aber die schwere Masse m_g eines Körpers. Aus (19) und (20) folgt sofort:

$$a = \left(\frac{m_g}{m_j} \right) g \quad (20a)$$

Wäre also das Verhältnis von schwerer zu träger Masse nicht für alle Körper gleich, so würden verschiedene Gegenstände verschieden schnell fallen, was der Erfahrung widerspricht.

EINSTEIN war nun der erste, der aus diesem allgemeinen Naturgesetz vollumfänglich die Konsequenzen zog. Dieses Gesetz besagt ja: Es ist für jeden fallenden Körper möglich, ein Bezugssystem zu finden,

in dem das Gravitationsfeld nicht mehr bemerkbar ist. Oder mit anderen Worten: In jedem Raumzeitpunkt eines allgemeinen Gravitationsfeldes kann ein lokales Inertialsystem so gewählt werden, dass – innerhalb einer genügend kleinen Umgebung des Raumzeitpunktes – die Gesetze der Bewegung von frei fallenden Teilchen die gleiche Form annehmen, wie in unbeschleunigten cartesischen Koordinatensystemen in Abwesenheit der Gravitation. Dies ist das sogenannte *schwache Äquivalenzprinzip*, das innerhalb der Grenzen der Messgenauigkeit durch die Messungen der Äquivalenz von schwerer und träger Masse bewiesen ist. Das *starke Äquivalenzprinzip* erhält man durch spekulative Erweiterung des schwachen: man setzt anstelle von «Gesetze der Bewegung frei fallender Teilchen» ganz einfach «alle Gesetze der Natur». Unter «alles» versteht man auch die Gravitation selbst. Allerdings sind die Messungen (z. B. von Eötvös) nicht genau genug, um festzulegen, ob Gravitationsbindungsenergien träge und schwere Masse gleichermaßen beeinflussen. Obwohl das starke Prinzip nicht bewiesen ist, ist es doch genau dieser Standpunkt, der zu den Feldgleichungen der ART führt.

Es ist aus den Herleitungen EINSTEINS²²⁾ leicht zu ersehen, dass das schwache Äquivalenzprinzip sofort zum korrekten Wert für die Gravitationsrotverschiebung führt. Der Nachweis dieser Frequenzverschiebung ist damit ein Beweis für das schwache Prinzip. In der Arbeit von 1911 (Ref. 14) tönt zwar das starke Prinzip schon heraus (siehe Zitat S. 185), es wurde aber in der nachfolgenden Berechnung der Lichtablenkung nicht berücksichtigt. Die Herleitung der Gleichung (18) erfolgt direkt aufgrund von Formel (17) ohne weitere Annahmen. D. h. dass die Lichtablenkung in EINSTEINS Aufsatz von 1911 rein aus dem schwachen Äquivalenzprinzip gefolgert wurde.

Nun bestimmt das schwache Prinzip zwar den Effekt der Gravitation auf beliebige physikalische Systeme, nicht aber die Feldgleichungen der Gravitation selbst. Zur Bestimmung der Differentialgleichungen, die das Gravitationsfeld beherrschen, braucht es eine andere Grundlage. Da erst die Lösung dieser Gleichungen die Lichtablenkung sauber ergibt, ist es nicht verwunderlich, dass EINSTEIN noch 1911 das falsche Resultat der klassischen Mechanik erhielt.

(Eine Zwischenfrage: Wusste EINSTEIN von SOLDNERS Arbeit? Wie es mir scheint, kann man diese Frage verneinen. Erstens findet man bei EINSTEIN selbst nicht den geringsten Hinweis, dass er SOLDNERS Aufsatz gelesen haben könnte. Zudem war für EINSTEINS Entdeckung diese alte Schrift in zweierlei Hinsicht nicht vonnöten. Erstens folgt automatisch aus den Überlegungen zum Gravitationsproblem, dass man an die Neuformulierung der Gleichungen der Elektrodynamik denkt, d. h. dass man sofort die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen untersucht. Und zweitens wurden EINSTEINS Gedanken in dieser Phase nicht vom Speziellen zum Allgemeinen gelenkt, sondern das Umgekehrte war der Fall. Nicht mög-

liche spezielle Effekte reizten zum Nachdenken, sondern das alte Problem von Raum und Zeit).

Zwischen 1911 und 1912 gab es dann Versuche von EINSTEIN, ABRAHAM und NORDSTRÖM, relativistische Feldgleichungen für ein skalares Gravitationsfeld aufzustellen. Aber diese Anfänge führten nicht zum erwünschten Ziel. Der entscheidende Durchbruch gelang EINSTEIN 1913, als er mit seinem Studienfreund, dem Zürcher Mathematiker MARCEL GROSSMANN, zusammenarbeitete²³⁾. Der Ansatz ist folgender: Die Formulierung des Äquivalenzprinzips (S. 187) ist bis auf die entsprechenden Begriffe dieselbe, die GAUSS für seinen Ansatz für eine nicht-euklidische Geometrie verwendet hatte. EINSTEIN und GROSSMANN sahen sich nun veranlasst, das Gravitationsfeld durch den metrischen Tensor $g_{\mu\nu}$ der RIEMANN'schen Geometrie zu beschreiben. (Der Tensor $g_{\mu\nu}$ beschreibt die Längenmessung auf einer beliebig gekrümmten Fläche: $ds^2 = g_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu$, ds = Längenelement). Damit war der Zusammenhang zwischen ART und RIEMANN'scher Geometrie hergestellt. (Es gibt ein einfaches Gedankenexperiment, das zeigt, dass in Anwesenheit von Gravitation die euklidische Geometrie versagt und durch eine nicht-euklidische ersetzt werden muss²⁴⁾).

In den folgenden Jahren ging EINSTEIN aber wieder von diesem vorgezeichneten Weg ab. Er glaubte schon, die Grundgesetze der ART entdeckt zu haben. 1915 aber sah er seinen Irrtum ein. In der Arbeit, die wohl als die erste der später anerkannten ART gelten kann, sagte EINSTEIN²⁵⁾: «Aus diesen Gründen verlor ich das Vertrauen zu den von mir aufgestellten Feldgleichungen vollständig und suchte nach einem Wege, der die Möglichkeiten (der Konstruktion von Feldgleichungen; d. Verf.) in einer natürlichen Weise einschränkte. So gelangte ich zu der Forderung einer allgemeineren Kovarianz der Feldgleichungen zurück, von der ich vor drei Jahren, als ich zusammen mit meinem Freunde GROSSMANN arbeitete, nur mit schwerem Herzen abgegangen war. In der Tat waren wir damals der im nachfolgenden gegebenen Lösung des Problems bereits ganz nahe gekommen.»

Die in diesem Aufsatz angegebenen Lösungen sind die Feldgleichungen der Gravitation:

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R = -8\pi\gamma T_{\mu\nu} \quad (21)$$

oder

$$R_{\mu\nu} = -8\pi\gamma \left(T_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} T^\lambda{}_\lambda \right) \quad (21a)$$

Dabei ist $R_{\mu\nu}$ der RICCI-Tensor, $g_{\mu\nu}$ der metrische Tensor, R der Krümmungsskalar und $T_{\mu\nu}$ der sogenannte Energie-Impuls-Tensor. Wollen wir z. B. die Feldgleichungen für das Gravitationsfeld der Sonne lösen (und zwar für das Feld ausserhalb der Sonne), so folgt aus (21a)

$$R_{\mu\nu} = 0, \quad (22)$$

weil im materiefreien Raum ausserhalb der Sonne der Energie-Impuls-Tensor $T_{\mu\nu}$ verschwindet.

Wie steht es nun aber mit dem Verhältnis des für die ART fundamentalen Äquivalenzprinzips zum MACH'schen Prinzip? EINSTEIN meinte zwar, er sei in diesem Punkt ein treuer Jünger MACHS, aber das stimmt nicht ganz. Das Äquivalenzprinzip liegt irgendwo zwischen NEWTONS Hypothese über den absoluten Raum und dem radikalen Prinzip von MACH. Nach EINSTEIN kann man Bezugssysteme wählen, in denen man nichts mehr von Gravitationsfeldern (auch nichts von solchen von ganz in die Nähe gebrachten grossen Massen) merken sollte. Als Beispiel: die grosse Masse des für uns relativ nahen Milchstrassenzentrums bestimmt einfach ein Inertialsystem. Das wäre ein System, das sich in freiem Fall Richtung Milchstrassenzentrum befände (z. B. unser Sonnensystem auf seiner Bahn um das Zentrum unserer Galaxis). In einem solchen Inertialsystem sollte man nun keinen Unterschied dabei feststellen, ob sich ein Körper auf das Milchstrassenzentrum zu oder von ihm weg bewegt. MACHS Ansicht über den Ursprung der Trägheit hingegen würde zur Folge haben, dass grosse Massen in ihrer Nähe leichte Änderungen der Trägheitskräfte verursachen könnten. Das hiesse, dass man in dem oben erwähnten Inertialsystem einen Unterschied erkennen sollte, falls man einen Körper darin gegen das Milchstrassenzentrum oder von ihm weg beschleunigte.

Um in dieser Frage entscheiden zu können, wurde schon ein Experiment durchgeführt²⁷⁾. Das Ergebnis scheint das Äquivalenzprinzip mehr zu stützen als MACHS Hypothese. Aber das Resultat ist noch nicht so zwingend, dass schon das letzte Wort in dieser Kontroverse gesprochen wäre.

IV. Die Lichtablenkung in der allgemeinen Relativitätstheorie (ART)

Um das richtige Verhalten eines Lichtstrahls in der Nähe der Sonne bestimmen zu können, müssen wir erst das Gravitationsfeld der Sonne berechnen, d. h. Gl. (22) lösen. EINSTEIN führte dazu noch ein Näherungsverfahren durch²⁸⁾. Aber schon im nächsten Jahr zeigte KARL SCHWARZSCHILD, dass sich Gl. (22) für eine stationäre kugelsymmetrische Massenverteilung streng lösen lässt²⁹⁾. Er erhielt

$$ds^2 = \left(1 - \frac{\alpha}{r}\right) dt^2 - \left(1 - \frac{\alpha}{r}\right)^{-1} dr^2 - r^2(d\theta^2 + \sin^2\theta d\varphi^2). \quad (23)$$

Über diese SCHWARZSCHILDmetrik erhält man dann für den Winkel der Lichtablenkung

$$\chi = 2\alpha/R_0 = 4\gamma M/R_0 c^2. \quad (24)$$

Dies ist nun der korrekte relativistische Wert, den schon EINSTEIN angab²⁸⁾. Numerisch erhält man 1."75.

Ein Vergleich von relativistischer und klassischer Rechnung zeigt sehr schön, warum sich die beiden

Ergebnisse um den Faktor 2 unterscheiden. Man geht folgendermassen vor³¹⁾: Die Metrik wird mit

$$ds^2 = f^2 dt^2 - d\sigma^2 \quad (25)$$

angesetzt. Definiert man noch

$$d\sigma^2 = k(dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2) + l(x_1 dx_1 + x_2 dx_2 + x_3 dx_3),$$

worin x_i die Raumkoordinaten bedeuten, sowie:

$$d\sigma_0^2 = dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2,$$

und schliesslich noch $h^2 = (d\sigma/d\sigma_0)^2$, (h = radiales Vergrösserungsverhältnis), so liefert die Lösung von (22):

$$f^2 = 1 - \frac{\alpha}{r} \text{ und } h^2 = 1/f^2, \quad (26)$$

wobei $\alpha = \frac{2\gamma M}{c^2}$ ist.

Die Bewegung eines Lichtstrahls zeichnet sich wie in der speziellen Relativitätstheorie dadurch aus, dass das Linienelement ds verschwindet. Für die wirkliche Bahn gilt dann noch, dass sie vom Licht in einer kürzest möglichen Zeit durchheilt wird (FERMAT'sches Prinzip der raschesten Ankunft). Also

$$\delta \int dt = \delta \int \frac{d\sigma}{f} = \delta \int \frac{h}{f} d\sigma_0 = \delta \int n d\sigma_0 = 0, \quad (27)$$

d. h. die Variation der obigen Integrale verschwindet. Die letzte Form gilt, wenn wir $n = h/f$ setzen. Sie entspricht dem Variationsprinzip der Optik, das den Weg eines Lichtstrahls durch ein Medium mit Brechungsindex n bestimmt. Das Gravitationsfeld der Sonne wirkt also auf das Licht wie ein optisches Medium mit Brechungsindex $n = h/f = 1/f^2$ oder in erster Näherung:

$$n^2 = 1 + \frac{4\gamma M}{c^2 \cdot r}. \quad (28)$$

In der klassischen Mechanik hingegen ziehen wir eine spezielle Form des Prinzips der kleinsten Wirkung zu Rate. Dieses Prinzip sagt ja, dass sich ein Massenpunkt so bewegt, dass die Variation der Wirkung

$$W = \int L dt = \int \left(\frac{1}{2} m v^2 - U \right) dt$$

$$\text{verschwindet: } \delta \int L dt = \delta \int \left(\frac{1}{2} m v^2 - U \right) dt = 0.$$

Die hier gebrauchte spezielle Form ist das sogenannte Prinzip von MAUPERTUIS³²⁾:

$$\delta \int \sqrt{2m(E - U)} d\sigma_0 = 0 \quad (29)$$

Dabei ist m die Masse des sich bewegenden kleinen Teilchens, E seine Gesamtenergie und U die potentielle Energie. Für das Lichtteilchen gilt also klassisch:

$$\begin{aligned} \delta \int \sqrt{m^2 c^2 + m^2 \frac{2\gamma M}{r}} d\sigma_0 &= \\ mc \cdot \delta \int \sqrt{1 + \frac{2\gamma M}{c^2 \cdot r}} d\sigma_0 &= 0 \\ \text{oder} \quad \delta \int \sqrt{1 + \frac{2\gamma M}{rc^2}} d\sigma_0 &= 0. \end{aligned} \quad (30)$$

$m \cdot c$ darf herausgenommen werden, weil diese Größen konstant sind! Hier wäre der «Brechungsindex»:

$$n^2 = 1 + \frac{2\gamma M}{rc^2}, \quad (31)$$

d. h. die Abweichung vom «Vakuum» ($n = 1$) ist im relativistischen Fall doppelt so gross wie im klassischen. WEYL beschreibt den Unterschied zwischen der NEWTON'schen und der EINSTEIN'schen Theorie folgendermassen³³⁾:

«Der Ablenkungseffekt rührt, wie man sieht, zur Hälfte her von dem Einfluss des Gravitationszentrums auf die Lichtgeschwindigkeit f (siehe Gl. (17); d. Verf.), zur Hälfte von seinem Einfluss auf die Raumgeometrie (auf h). Berechnet man die Bahn des Lichtstrahls nach der NEWTON'schen Theorie unter Berücksichtigung der Schwere des Lichts, nämlich als die Bahn eines Körpers, der im Unendlichen die Lichtgeschwindigkeit c besitzt, so tritt nur der erste Teil des Effektes auf, und darum liefert das NEWTON'sche Attraktionsgesetz eine halb so grosse Ablenkung wie das EINSTEIN'sche.»

Zum Effekt, der durch das schwache Äquivalenzprinzip beschrieben wird (Schwere der Energie) kommt also die Raumkrümmung hinzu, die sich nur über das starke Prinzip erfassen lässt. Deshalb also kam EINSTEIN anfangs (1907, 1911) auf den falschen Wert für die Lichtablenkung.

V. Die BRANS-DICKE Theorie

Schon öfter wurden Feldtheorien konzipiert, in denen das Feld durch einen Skalar beschrieben wird, statt durch einen metrischen Tensor $g_{\mu\nu}$ (ART, Gravitation) oder ein Vektorfeld A_μ (elektromagnetisches Feld). Wohl eine der besten neuen Skalarfeldtheorien stammt von BRANS und DICKE³⁴⁾.

EINSTEIN'S ART ist nicht die einzig mögliche Gravitationstheorie. BRANS und DICKE gehen denn auch nicht vom Äquivalenzprinzip aus, sondern von MACH'S Gedanken zum Thema Trägheit. Eine der unmittelbarsten Folgen ist dann, dass universelle Konstanten gar nicht so konstant sein können. Die träge Masse von Elementarteilchen würde durch die Wechselwirkung der Teilchen mit irgendeinem kosmischen Feld beeinflusst. Weiter würde sich die Gravitationskonstante mit der Zeit verändern.

Obwohl sich die Voraussagen der BRANS-DICKE Theorie über die Lichtablenkung und die Periheldrehung (Merkur) nicht stark von denjenigen der ART unterscheiden (siehe unten), ist es dennoch kei-

ne akademische Frage, wer hier recht hat. Die Bedeutung der Veränderlichkeit universeller «Konstanten» hätte kaum übersichtbare Folgen für unsere Vorstellungen über Sternentwicklung und Kosmologie.

Neben dem Tensorfeld $g_{\mu\nu}$ kommt in der BRANS-DICKE Theorie zur Beschreibung der Gravitation ein Skalarfeld Φ hinzu. Der Ansatz für eine entsprechende Feldgleichung ist nach BRANS und DICKE:

$$\left(\nabla^2 - \frac{\delta^2}{\delta t^2}\right) \Phi = 4\pi\lambda T_\mu^\mu \quad (32)$$

wobei ∇^2 der LAPLACEoperator ist. $T_{\mu\nu}$ ist der Energie-Impuls-Tensor der Materie (ohne Gravitations- und Φ -Feld). λ ist die noch unbekannte Kopplungskonstante der Theorie. Setzen wir noch

$$\omega = \frac{1}{\lambda} - \frac{3}{2} \quad (33)$$

so folgt für Lichtablenkung χ und Periheldrehung $\Delta\varphi$ nach der neuen Theorie:

$$\Delta\varphi_{BD} = \frac{3\omega+4}{3\omega+6} \Delta\varphi_E \quad (34)$$

$$\chi_{BD} = \frac{2\omega+3}{2\omega+4} \chi_E \quad (35)$$

Dabei stehen die Indizes BD für BRANS-DICKE, E für EINSTEIN. In erster Näherung gilt für (34) und (35):

$$\Delta\varphi_{BD} = \left(1 - \frac{2}{3}\lambda\right) \Delta\varphi_E; \quad \chi_{BD} = (1 - \lambda/2) \chi_E \quad (34a), (35a)$$

DICKE und GOLDENBERG³⁵⁾ massen 1967 die Sonnenscheibe aus und fanden eine Abplattung der Sonne von 5.0 ± 0.7 Teilen in 10^5 ³⁶⁾. Wenn dieses Resultat stimmt³⁷⁾, so lassen sich von der klassisch unerklärbaren Perihelbewegung des Merkur (43."11 pro Jahrhundert) weitere 3."4 auf diese Abplattung zurückführen. EINSTEIN'S Voraussage von 43."03 wäre demnach um etwa 8% falsch. Aus der Messung von DIKKE und GOLDENBERG lässt sich nun λ eichen; man findet $\lambda \approx 0.12$.

VI. Signalverzögerung im Schwerefeld³⁸⁾

EINSTEIN hatte drei Tests für seine Theorie vorge schlagen: a) Gravitationsrotverschiebung, b) Lichtablenkung, c) Merkurperihelbewegung. Die Entwicklung der modernen Technik (Radar, Raumfahrt) ermöglichen nun die Überprüfung eines neuen Effektes, dem das Licht unterworfen ist. Es handelt sich dabei um die sogenannte Signalverzögerung. Nach Gl. (17) ist die Lichtgeschwindigkeit mit dem Gravitationsfeld veränderlich; deshalb erfährt ein Lichtstrahl (oder ein Radiosignal) eine Laufzeitveränderung, wenn er z. B. sehr nahe an die Sonne herankommt. Vielleicht wird die Messung dieses Phänomens die erste Entscheidung zwischen der ART und der BRANS-DICKE-Theorie bringen.

VII. Die Beobachtungsdaten

Dass NEWTONS Theorie die Wirkung der Schwere auf das Licht nicht genügend genau wiedergibt, zeigten schon die ersten Messungen der Lichtablenkung durch die Sonne (1919). Die Entscheidung zwischen ART und Skalarfeldtheorie ist aber nicht so einfach.

Im folgenden werden einige Messungen von Rotverschiebung (kein wirklicher Test der ART!),

Lichtablenkung und Signalverzögerung angeführt. Dabei wurde $\lambda = 0.12$ verwendet.

Die letzten beiden Messungen, die hier angegeben sind, scheinen die ART zu bevorzugen. Aber eine Entscheidung zwischen der ART und der BRANS-DICKE-Theorie käme wohl noch zu früh.

	Datum	Theorie		Messung	
		ART	BD		
Rotverschiebung					
40 Eridani B	1954	$(5.7 \pm 1) \cdot 10^{-5}$		$(7 \pm 1) \cdot 10^{-5}$	39)
Sonne	1961	$2.12 \cdot 10^{-6}$		$(2.23 \pm 0.11) \cdot 10^{-6}$	40)
	1971			$(2.14 \pm 0.1) \cdot 10^{-6}$	41)
Erde	1960	$2.46 \cdot 10^{-15}$		$(2.57 \pm 0.26) \cdot 10^{-15}$	42)
Lichtablenkung		1."75	1."64		
	1919			$1."98 \pm 0.16$	43)
	1929			$2."24 \pm 0.10$	43)
	1952			$1."70 \pm 0.10$	43)
Radiowellenablenkung	1970			$1."77 \pm 0.20$	44)
	1972			$1."76 \pm 0.09$	45)
Signalverzögerung	1970	200 μ s	186 μ s	204 μ s	46)

VIII. DEMOKRIT, EPIKUR, LUKREZ: *Der Materialismus*

Bei LAPLACE blieb noch unklar, ob er in seiner Arbeit über «schwarze Löcher» das Licht bewusst als materielles Teilchen behandelte⁴⁷⁾. Hier taucht nun eine Bemerkung SOLDNERS die Sachlage in ein eindeutiges, klares Licht: SOLDNER ging bewusst von der Vorstellung des Lichtes als aus materiellen Körpern bestehend aus⁴⁸⁾. Er schrieb: «Hoffentlich wird es niemand bedenklich finden, dass ich einen Lichtstrahl geradezu als schweren Körper behandle. Denn dass die Lichtstrahlen alle absoluten Eigenschaften der Materie besitzen, sieht man an dem Phänomen der Aberration, welches nur dadurch möglich ist, dass die Lichtstrahlen wirklich materiell sind. – Und überdies, man kann sich kein Ding denken, das Existieren und auf unsere Sinne wirken soll, ohne die Eigenschaften der Materie zu haben. –»

Und dann zitiert er den römischen Dichter LUKREZ (allerdings nicht völlig korrekt):

praeterea nihil est quod possis dicere ab omni
corpore seiunctum secretumque esse ab inani,
quod quasi tertia sit numero natura reperta.⁴⁹⁾

(Ausserdem ist nichts, was von jedem Körper getrennt du / heissen könntest und annehmen abgeschieden vom Leeren, / was als dritte Natur gleichsam an Zahl sich erfände.)

SOLDNERS eindeutiges Bekenntnis zu einem philosophischen Materialismus macht uns die Sache natürlich leicht. Es ist nun keine Hexerei mehr hinter der Berechnung der Lichtablenkung im Jahre 1801 zu entdecken. Es bleibt noch die Frage, wo denn die

Wurzeln von SOLDNERS Materialismus zu suchen sind.

Auch wenn in einem Philosophie-Lexikon⁵⁰⁾ geschrieben steht, man könne erst seit DESCARTES von Materialismus sprechen (man muss dazu «Materie» als absoluten Gegenpol von «Geist» verstehen), so werden doch viel allgemeiner die Ansätze zu dieser philosophischen Richtung bis mindestens zu den Griechen zurückverfolgt.

LEUKIPPOS von Milet (5. Jhdt. v. Chr.) war einer der frühesten Vertreter des Materialismus. Bei ihm findet man auch die ersten Hinweise zu einer Atomtheorie. Dieser Atomismus verband sich in der Folge immer mit der materialistischen Grundhaltung. Einziges überliefertes Bruchstück von LEUKIPPOS Lehre ist der Satz «Kein Ding entsteht planlos, sondern alles aus Sinn und Notwendigkeit»⁵¹⁾. Damit sprach er sich schon gegen einen irgendwie gestalteten Mystizismus aus. Wir wissen auch, dass LEUKIPPOS den Begriff des leeren Raumes entwickelte. Raum und Atome, das sind die einzigen Bestandteile dieser Welt. Dass es in unserem Weltall nur Atome und Raum gebe, das ist ein Kernsatz auch der späteren Materialisten.

DEMOKRIT (460?–362?) baute den Atomismus in eine abgerundete Lehre des Materialismus ein, die man etwa so beschreiben kann: «Keine Intelligenz leitet die Atome, keine 'Liebe', kein 'Hass' vereint oder trennt sie, sondern die Notwendigkeit – die natürliche Auswirkung inhärenter Ursachen – beherrscht alles. Es gibt keinen Zufall (.....). Die Menge der Materie bleibt sich immer gleich, keine

Materie wird je neu geschaffen, keine je zerstört; nur die Atomverbindungen ändern sich.»⁵²).

Aber dieser Materialismus ist keine «geistlose» Angelegenheit. Es gibt die Seele, nur besteht sie eben auch aus Atomen. Auf diesem materialistischen Fundament errichtete DEMOKRIT eine Ethik, die durchaus nicht «seelenlos» ist, eine Moral, die sich sehen lassen kann.

Die Philosophie entwickelte sich weiter, während sich Griechenland und seine Freiheit dem Ende näherten. Anwesenheit königlicher Garnisonen in Athen bedrängte die Redefreiheit. Und so bestimmte sich denn auch der weitere Lauf der Philosophie. Politische Probleme wurden aus der Diskussion ausgeklammert; es handelte sich nun nicht mehr darum, einen gerechten Staat zu errichten, sondern ein abgeklärtes und glückliches Individuum heranzuziehen.

So ist denn auch EPIKURS philosophisches System Ausdruck seiner Zeit. EPIKUR (342–270) errichtete auf den Fundamenten von DEMOKRITS Materialismus und Atomismus eine Philosophie der Ethik. Es sei nicht von Bedeutung, dem Studium der Natur zu viel Zeit zu widmen, meinte er. «Wir dürfen ruhig annehmen, die Sonne und der Mond seien ungefähr so gross, wie sie uns scheinen, und dann können wir uns ganz dem Studium des Menschen zuwenden.»⁵³. Nach EPIKUR ist es das Ziel der Philosophie, die Menschen von Furcht zu befreien (vor allem von Götterfurcht). Die Religion sei Ausfluss aller Übel. Die Götter existieren zwar, halten sich aber fernab von der Erde im Weltall auf und mischen sich in keine irdischen Angelegenheiten. Der Abwesenheit von Furcht entspricht auf der positiven Seite ein glückliches Leben. Die Philosophie soll zeigen, wie man durch richtigen Vernunftgebrauch zu vollem Genuss und grösster Glückseligkeit kommen kann. Wahres Glück kann aber nie durch grobe Sinnenslust erreicht werden. (In diesem Punkt wurde EPIKUR oft falsch verstanden. Heute steht sein Name fälschlich für «Genussmensch».)

Der Maßstab der Wahrheit ist die sinnliche Wahrnehmung, auf die auch alle Vernunftkenntnis sich aufbaut. Da die Sinne aber nicht so ganz objektiv sind (und uns nicht das «Ding an sich» zeigen), aber trotzdem die einzige Quelle der Erfahrung darstellen, sollen wir uns am besten an DEMOKRITS Ansicht halten, dass ausser Raum und Atomen nichts existiere oder unserem Wissen zugänglich sei.

Alles, was hier vorgezeichnet war, wurde in dem grössten und schönsten Lehrgedicht der Antike niedergeschrieben: in «De rerum natura» des römischen Dichters LUKREZ (TITUS LUCRETIVS CARUS; 99?–55?). LUKREZ lebte in der Zeit der Revolutionen, die das römische Reich durchmachte (135–30 v. Chr.). Die GRACCHEN versuchten, dem immer mehr verelendenden Proletariat durch Agrarreformen zu helfen – und wurden ermordet. Der aus den niedersten Schichten stammende Feldherr MARIUS rettete Rom vor den Germanen und wurde zu mächtig – worauf

die Reaktion des Adels nicht lange auf sich warten liess. Blutigste Unterdrückungen auf beiden Seiten waren die Folge. Dann erhoben sich die Bundesgenossen Roms gegen die Stadt. Aus dem Bundesgenossenkrieg wurde bald ein Bürgerkrieg. Von 73 bis 71 erhoben sich mehr als 100000 Sklaven unter SPARTAKUS im dritten Sklavenkrieg gegen ihre Unterdrücker – und wurden fast alle vernichtet.

LUKREZ' Leben durchmass also ein halbes Jahrhundert der römischen Revolutionen, der Kriege und Massaker. Die Welt war am Zerfallen. Darum suchte der junge LUKREZ nach Sicherheit und Frieden. Er beschrieb die Unruhe der Seele in jener Zeit⁵⁴) und fand die Ruhe in der Natur. Sein Werk wurde ein Hymnus an die Grossartigkeit und Schönheit der Natur. «Kein Dichter vor ihm hatte der Grossartigkeit der Welt in ihrer Vielfalt und ihrer zusammengeballten Kraft einen derartigen Ausdruck verliehen. Hier bemächtigte sich endlich die Natur der Burgfesten der Literatur und lohnte ihren Dichter mit einer Kraft des beschreibenden Ausdrucks, die nur noch von HOMER und SHAKESPEARE übertroffen ist»⁵⁵).

LUKREZ fand in EPIKURS Philosophie die ihm entsprechende Weltanschauung. Vielleicht kann folgende Zeile aus «De rerum natura» als Angelpunkt für das Verständnis von LUKREZ angesehen werden:

tantum religio potuit suadere malorum⁵⁶)

Wir entdecken hier wieder EPIKURS Hass auf die gängige Religion. Trotzdem war LUKREZ in seiner Haltung tief religiös.

Wie bei EPIKUR leben die Götter irgendwo abgewandt von unserer Erde, sich um nichts kümmernd. Sie sind nicht die Urheber dieser Welt, der Schöpfung und der Ereignisse. Das Weltall ist selbstherrlich; es hat kein Gesetz ausser sich. Die Natur vollbringt alles aus eigenem Antrieb. «Kein Ding entsteht planlos, sondern alles aus Sinn und unter Notwendigkeit.» (LEUKIP).

Es gibt nur Atome und den leeren Raum. Die Atome lagern sich zusammen, bilden Stoffe, die Erde, die Sonne und die Sterne. Auf der Erde entsteht das Leben, der Mensch erscheint. Wie bei DARWIN finden wir hier bei LUKREZ die Vorstellung der Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl⁵⁷). Die Natur hat sämtliche Möglichkeiten der Erschaffung von Leben und Lebewesen durchgespielt.

Der Geist und die Seele des Menschen – diese Höhepunkte der Natur – bestehen genauso wie alles andere aus Atomen. Die Willensfreiheit des Menschen erklärt sich durch eine eigentümliche Art von Freiheit und Spontaneität der Atome. (Man sollte sich hüten, heute die Unbestimmtheit der Ereignisse in der Quantenmechanik zu zitieren, um sie mit LUKREZ' Theorie zu vergleichen! Unbestimmtheitsrelation und «Willensfreiheit» vertragen sich wie Feuer und Wasser!) Allerdings ist alles das, was den Menschen ausmacht (Leben, Seele), nichts Unmaterielles. Mit dem Tode des Körpers wird auch die Seele sterben. Alles was geworden ist, verfällt auch wieder:

Organismen, Familien, Planeten, Sterne. Nur die Atome bleiben stets erhalten.

Wie ein roter Faden zieht sich das Weltbild des Materialismus – das bei LUKREZ in dieser vollendeten Form seiner Verse aufgezeichnet liegt – durch die Geistesgeschichte der Menschheit. OVID meinte, diese Verse würden bis ans Ende der Welt dauern. Bis heute taten sie es schon. Um 1650 herum erweckte PIERRE GASSENDI (1592–1655) die Atomtheorie zu neuem Leben. In der französischen Aufklärung (vor der französischen Revolution) wurde der Materialismus zu neuer Blüte gebracht (DIDEROT; LAMETTRIE:

L'homme machine; HOLBACH). Und im 19. Jhdt. entwickelten sich aus dieser Bewegung und den fortschreitenden Erkenntnissen der Naturwissenschaften der naturwissenschaftliche und der dialektische Materialismus (CH. DARWIN, E. HAECKEL, W. OSTWALD, K. MARX).

J. SOLDNER dürfte ganz in der Tradition des Materialismus der Aufklärung gelebt haben (1801!). Damit erscheinen die Fragen nach dem Ursprung von SOLDNERS (und vielleicht auch von LAPLACE's) Arbeit in einem recht klaren Licht.

Literaturverzeichnis und Anmerkungen

- 1) H. U. FUCHS: P. S. LAPLACE's «Schwarze Löcher». ORION 32 (1974), S. 182–188.
- 2) J. SOLDNER: Sammlung astronomischer Abhandlungen, Beobachtungen und Nachrichten 1801; S. 161–172.
- 3) A. EINSTEIN: Sitzungsberichte d. preuss. Akad. d. Wissensch. 47, 831 (1915).
- 4) F. W. DYSON, A. S. EDDINGTON, C. DAVIDSON: Phil. Trans. Roy. Soc., 220A, 291 (1920). Mem. Roy. Astron. Soc., 62, 291 (1920).
- 5) MAX BORN: Die Relativitätstheorie EINSTEINS. Springer. Berlin 1969, 5. Auflage. S. 308.
- 5) DEWITT, MATZNER, MIKESSELL: Sky and Telescope, 47, 302 (1974).
- 6) siehe Kap. VIII.
- 7) z. B. in L. D. LANDAU, E. M. LIFSCHITZ: Lehrbuch der theoretischen Physik, Bd. I: Mechanik. Fr. Vieweg u. Sohn, Braunschweig, 1970, S. 36–47.
- 8) J. SOLDNER: a.a.O. S. 166.
- 9) A. EINSTEIN: Über das Relativitätsprinzip und die aus demselben gezogenen Folgerungen. Jahrbuch für Radioaktivität und Elektronik. 4, 411 (1907). Hier S. 459.
- 10) P. S. LAPLACE: zitiert bei 1), S. 182.
- 11) A. EINSTEIN: Annalen der Physik. 17, 132 (1905).
- 12) A. EINSTEIN: Annalen der Physik. 17, 891 (1905) und Annalen der Physik. 18, 639 (1905).
- 13) A. EINSTEIN: a.a.O., (Ref. 9) S. 454.
- 14) A. EINSTEIN: Annalen der Physik. 35, 898 (1911).
- 15) Damit dürfte die Bemerkung in Sky and Telescope (siehe Ref. 5) unrichtig sein, EINSTEIN habe SOLDNERS falsches Resultat schon 1905 wiederholt!
- 16) A. EINSTEIN: a.a.O., (Ref. 14) S. 908.
- 17) I. NEWTON: Principia Mathematica Naturalis. Übersetzt von J. P. WOLFERS. Wiss. Buchgesellschaft, Darmstadt. 1963. S. 25.
- 18) I. NEWTON: a.a.O., S. 29.
- 19) E. MACH: Die Mechanik. Wiss. Buchgesellsch. Darmstadt. 1973. S. 226.
- 20) R. VON EÖTVÖS: Math. nat. Ber. Ungarn. 8, 65 (1890) und Annalen der Physik. 68, 11 (1922).
- 21) A. EINSTEIN: a.a.O., (Ref. 14) S. 899.
- 22) A. EINSTEIN: a.a.O., (Ref. 9, 14).
- 23) A. EINSTEIN: Phys. Z. 14, 1249 (1913). A. EINSTEIN und M. GROSSMANN: Z. Math. Phys. 62, 225 (1913); 63, 215 (1914).
- 24) A. EINSTEIN: Grundzüge der Relativitätstheorie. Vieweg u. Sohn, Braunschweig. 5. Auflage, 1973. S. 61–63.
- 25) A. EINSTEIN: Sitz.-Ber. preuss. Akad. Wiss. 44, 778 (1915).
- 26) siehe Ref. 1. S. 186.
- 27) S. WEINBERG: Gravitation and Cosmology. Wiley. S. 86–88.
- 28) A. EINSTEIN: a.a.O., (Ref. 3).
- 29) K. SCHWARZSCHILD: Sitz. ber. preuss. Akad. Wiss., 189 (1916).
- 30) Für die Definition von α siehe Ref. 1. S. 186, Gl. (21).
- 31) H. WEYL: Raum, Zeit, Materie. Springer, 6. Auflage, 1970. S. 250–59.
- 32) LANDAU, LIFSCHITZ: a.a.O., S. 174.
- 33) H. WEYL: a.a.O., S. 258.
- 34) C. H. BRANS, R. H. DICKE: Phys. Rev. 124, 925 (1961). R. H. DICKE: Phys. Rev. 125, 2163 (1962).
- 35) DICKE, GOLDENBERG: Phys. Rev. Letters. 18, 313 (1967).
- 36) S. WEINBERG: a.a.O., S. 200.
- 37) Zur Diskussion siehe S. WEINBERG: a.a.O., S. 200–201.
- 38) S. WEINBERG: a.a.O., S. 201–207.
- 39) S. WEINBERG: a.a.O., S. 81, 82.
- 40) S. WEINBERG: a.a.O., S. 81.
- 41) Sterne und Weltraum. 11, 233 (1972).
- 42) S. WEINBERG: a.a.O., S. 83. Heute ist man schon bis 1% an Voraussage.
- 43) S. WEINBERG: a.a.O., S. 193.
- 45) REINHARDT: Sterne und Weltraum, 12, 211 (1973).
- 44) S. WEINBERG: a.a.O., S. 194.
- 46) H. MÜLLER: ORION. 29, 18 (1971).
- 47) H. U. FUCHS: a.a.O., S. 187–188.
- 48) J. SOLDNER: a.a.O., S. 171.
- 49) LUKREZ: De rerum natura. Deutsch von K. Büchner. Reclam. I, 430.
- 50) Fischer Lexikon (Philosophie): S. 156. Frankfurt 1967.
- 51) W. DURANT: Kulturgeschichte der Menschheit. Bd. V. Ex Libris. S. 182.
- 52) W. DURANT: a.a.O., S. 184.
- 53) W. DURANT: a.a.O., Bd. VI. S. 322.
- 54) LUKREZ: a.a.O., III, 1053.
- 55) W. DURANT: a.a.O., Bd. VII. S. 268.
- 56) LUKREZ: a.a.O., I, 101.
- 57) LUKREZ: a.a.O., V, 419 und 837.

Adresse des Autors: H.-U. FUCHS, 8, Georgian Terrace, Apt. 5, Troy, N. Y. 12181 (U.S.A.).

Zu verkaufen:

Celestron 8"-Spiegelteleskop

mit Stativ u. diversem Zubehör, neuwertiges Gerät.

Preis Fr. 4500.—.

Bruno Lüscher,
Metzgergasse 7,
CH-5034 Suhr,
Tel. 056/31 32 75

Zu verkaufen:

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

1 Sucherfernrohr 50 mm,
2 Fernrohre auch für terrestrische Beobachtungen geeignet 75 mm und 40 mm Öffnung, 1 Bader-Planetarium, 1 Feldstecher 7x50.

Preise nach Vereinbarung.

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

Dr. Paul Wild entdeckt Supernova in NGC 7723

Wie dem IAU-Zirkular 2858 zu entnehmen war, hat Dr. PAUL WILD Ende Oktober 1975 in der Galaxie NGC 7723 eine Supernova entdeckt, die am 28. 10. 1975 eine Helligkeit von 14^m erreichte. Die ORION-Redaktion gratuliert dem so erfolgreichen Beobachter einmal mehr und wünscht ihm weitere schöne Entdeckungen am Sternenhimmel.

Weitere Aufnahmen des Kometen Kobayashi-Berger-Milon (1975 h)

Als Nachtrag und Ergänzung zu dem in ORION 33, 144 (1975) No. 150 erschienenen Bericht seien zunächst zwei Aufnahmen wiedergegeben, die im letzten ORION-Heft keinen Platz finden konnten: Bild 1 zeigt eine Aufnahme der Jugendgruppe Ettlingen der astronomischen Vereinigung Karlsruhe, die mit einem Kleinbildobjektiv 1:3.5 und 25cm Brennweite mit einer Belichtungszeit von 60 Minuten am 5. 8. 1975

erhalten wurde. Bild 2 ist ein Ausschnitt aus einer Aufnahme von H. BLICKISDORF, die mit einer nach den Rechnungen des ORION-Redaktors gänzlich im Selbstbau hergestellten MAKUTOV-Kamera 1:3.1 und 50 cm Brennweite mit einer Belichtungszeit von 20 Minuten am 4. 8. 1975 auf Kodak Tri-X-Panfilm erhalten wurde.



Bild 1: Eine Aufnahme der Jugendgruppe Ettlingen (U. GÖRZE, G. NICKEL, P. WEBER und J. LINDER) der Astronomischen Vereinigung Karlsruhe, welche die Polnähe des Kometen am 5. 8. 1975 zeigt. Aufnahme um 22^h26 MEZ mit Kleinbild-Objektiv 250 mm 1:3.5. Belichtungszeit 60 Minuten. Nachführung von Hand. Schweiflänge ca. 7.2°.

Besonders interessant sind die beiden nachfolgenden Aufnahmen (Bild 3 und Bild 4) des Kometen, die unser Ehrenmitglied J. LIENHARD mit der von ihm selbst gebauten SCHMIDT-Kamera 1:1.6, $f = 25$ cm am 30. 7. 1975 und am 1. 8. 1975 mit je 15 Minuten Belichtungszeit auf Kodak Tri-X-Orthofilm erhalten konnte. Diese Aufnahmen zeigen, was an anderen Aufnahmen höchstens andeutungsweise zu erkennen ist, eine doppelte Schweifbildung. Ein Schweif verläuft in Richtung Strahlungsdruck und Sonnenwind,



Bild 2: Aufnahme von H. BLICKISDORF am 4. 8. 1975, 21^h50m–22^h10m MEZ mit selbstgebaute MAKUTOV-Kamera 1:3.1, $f = 50$ cm auf Kodak Tri-X-Panfilm (Ausschnitt).

der andere Schweif aber offenbar in der Bahnrichtung des Kometen. Um dies zu verdeutlichen, ist im oberen Bild 3 die Richtung des Strahlungsdrucks (P) eingezeichnet, zudem ist unter (p) der berechnete Positionswinkel angegeben (S ist eine zufällig mit aufs Bild gekommene Satelliten-Spur). In seinem Kommentar zu den beiden Aufnahmen weist J. LIENHARD auch darauf hin, dass, wie besonders an Bild 4 zu erkennen ist, der Schweif etwas exzentrisch aus dem Kometenkopf austritt.

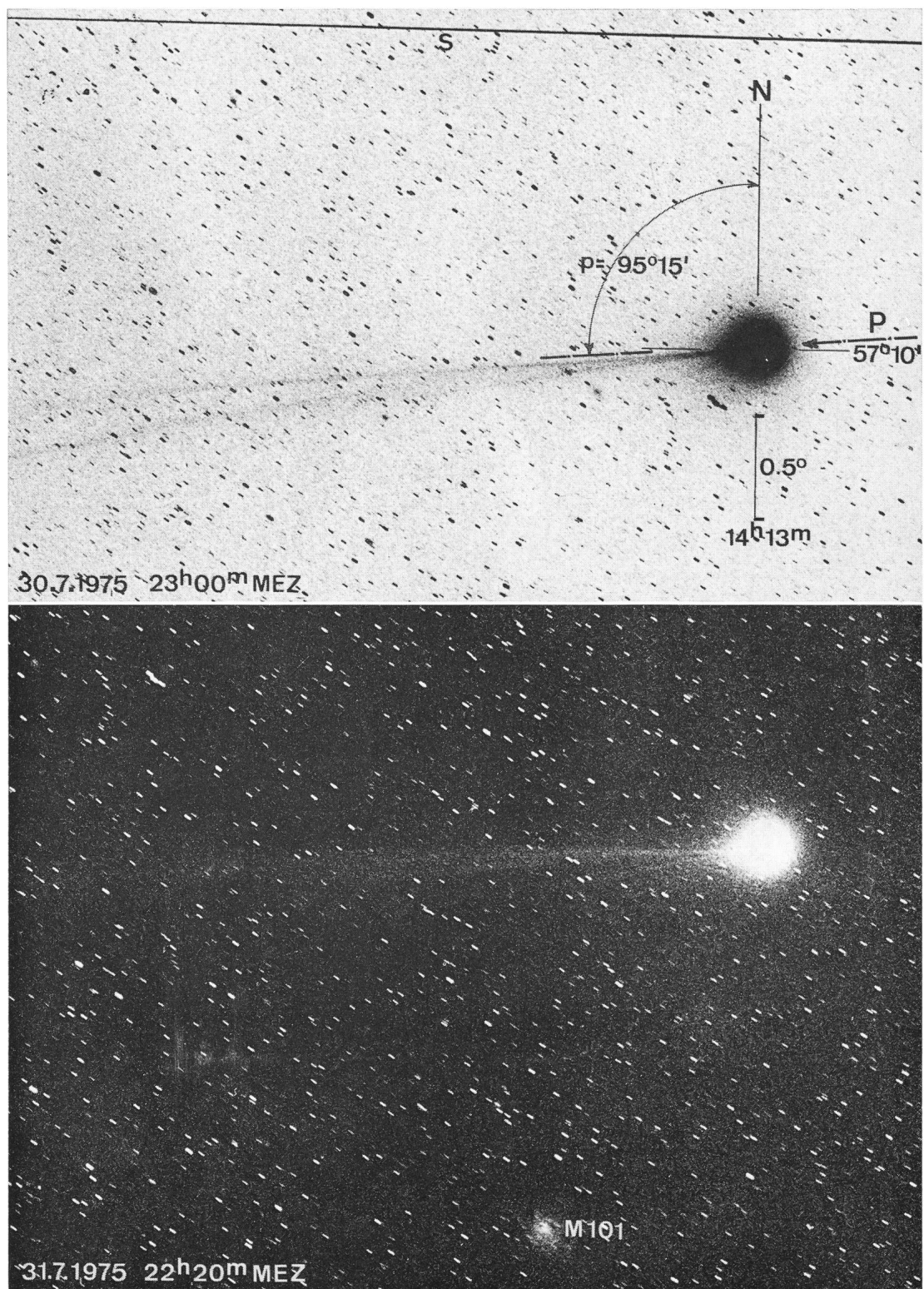


Bild 3 (oben) und Bild 4 (unten):

Komet KOBAYASHI-BERGER-MILON (1975 h) am 30. 7. 1975 und am 31. 7. 1975, aufgenommen von J. LIENHARD mit selbst gebauter SCHMIDT-Kamera 1:1.6, $f = 25$ cm auf Kodak Tri-X-Orthofilm. Belichtungszeit je 15 Minuten. Die doppelte Schweifbildung ist deutlich zu erkennen, die Schweiflängen betragen etwa 5° (die Länge von 0.5° ist in Bild 3 eingezeichnet).

Meteorströme

Beobachtungen in der Schweiz in und Deutschland

Juli–September 1975

mitgeteilt von R. GERMANN, Wald

Über Meteorbeobachtungen in der Schweiz wurde zuletzt in ORION 33, 13 (1975), No. 146 berichtet. Diese Beobachtungen wurden dieses Jahr fortgesetzt.

Beobachter waren:

ANDREAS DIEM und JÜRGEN NEF, Herisau,
BEAT BOOZ und ein Mitarbeiter, Möhlin,

IRENE JAHN, Rorschach, sowie eine deutsche Gruppe mit THOMAS SCHWEITZER und STEFAN SCHMIDT, Lüdenscheid.

Die Beobachtungen von A. DIEM und B. BOOZ in der Schweiz sind in der nachstehenden Tabelle 1 zusammengefasst.

Nr.	Meteorstrom, Beobachter, Datum	Koordinaten 1950.0 (ermittelt vom Berichterstatter)	Anzahl der Meteore
1	α = Capricorniden ANDREAS DIEM 8.7.1975	$\alpha = 20^{\text{h}}30^{\text{m}} = 307.5^{\circ}$ $\delta = -13^{\circ}$	4
2	Capricorniden ANDREAS DIEM 11.7.1975	$\alpha = 21^{\text{h}}14^{\text{m}} = 318.5^{\circ}$ $\delta = -30^{\circ}$	3
3	Cygniden ANDREAS DIEM 8.7.1975	$\alpha = 20^{\text{h}}49^{\text{m}} = 312.2^{\circ}$ $\delta = +33^{\circ}$	5
4	Cygniden BEAT BOOZ 7.8.1975	$\alpha = 20^{\text{h}}55^{\text{m}} = 313.7^{\circ}$ $\delta = 46^{\circ}30'$	8
5	Ophiuchiden (?) ANDREAS DIEM 8.7.1975	$\alpha = 17^{\text{h}}45^{\text{m}} = 266.2^{\circ}$ $\delta = +9^{\circ}$	2
6	Cepheiden (?) ANDREAS DIEM 8.7.1975	$\alpha = 21^{\text{h}}14^{\text{m}} = 318.5^{\circ}$ $\delta = +68^{\circ}$	2
7	Aquariiden ANDREAS DIEM 11.7.1975 BEAT BOOZ	$\alpha = 22^{\text{h}}58^{\text{m}} = 344.5^{\circ}$ $\delta = -1^{\circ}$ Angaben unsicher	5 3
8	Pisciden ANDREAS DIEM 11.7.1975	$\alpha = 01^{\text{h}}30^{\text{m}} = 22.5^{\circ}$ $\delta = +2^{\circ}$	1
9	α Draconiden ANDREAS DIEM 11.7.1975	$\alpha = 14^{\text{h}}06^{\text{m}} = 211.5^{\circ}$ $\delta = +65^{\circ}$	3
10	χ Draconiden BEAT BOOZ 7.–9.8.1975	$\alpha = 17^{\text{h}}58^{\text{m}} = 269.5^{\circ}$ $\delta = +72^{\circ}$	2
11	θ Draconide BEAT BOOZ 7.–9.8.1975	Angabe unsicher	1
12	Sagittariden ANDREAS DIEM 11.7.1975	$\alpha = 18^{\text{h}}24^{\text{m}} = 276^{\circ}$ $\delta = -8^{\circ}$	3
13	Perseiden BEAT BOOZ 7.–9.8.1975	$\alpha = 02^{\text{h}}40^{\text{m}} = 40^{\circ}$ $\delta = +52^{\circ}30'$ (Koordinaten am 8.8.1975)	11

Tabelle 1: Meteore in der Schweiz 1975.

Die Radianten dieser Meteore sind der Übersichtlichkeit halber in der Abbildung 1 in einen Ausschnitt der SIRIUS-Sternkarte eingezeichnet.

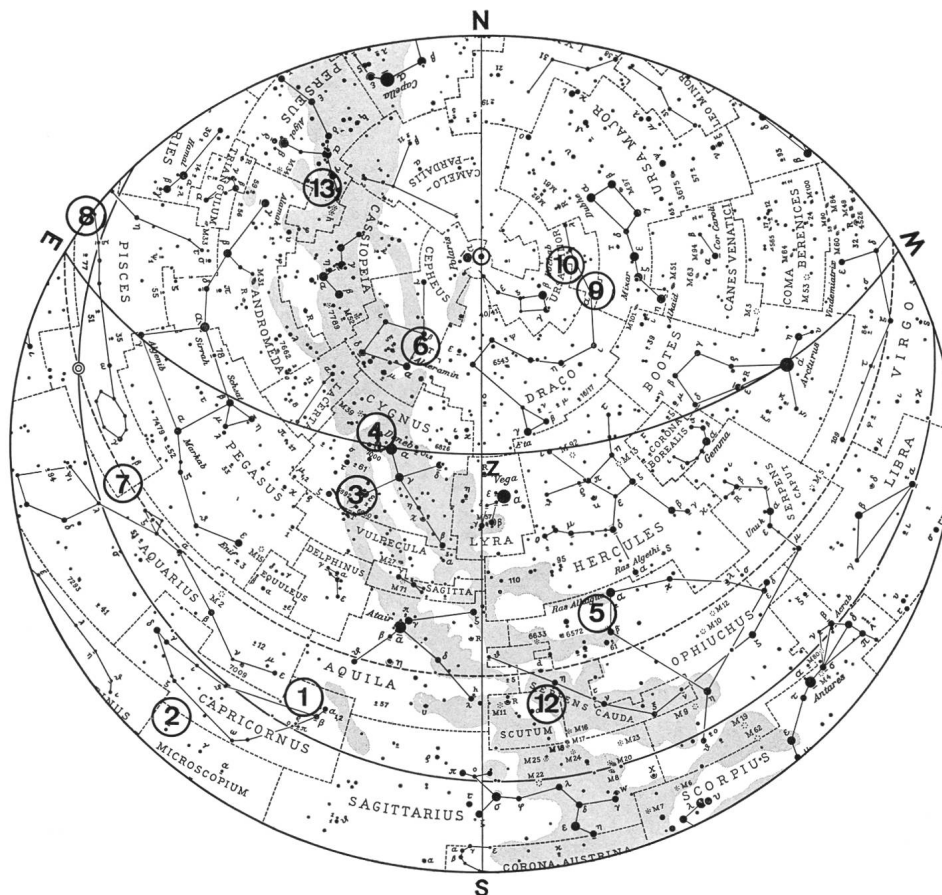


Abb. 1: Die Radianten der Meteore der Tab. 1.

Ausser den in der Schweiz beobachteten Meteoren hat TH. SCHWEITZER 115 Perseiden-Meteore beobachtet, von denen 22 heller als 0^m vis waren. Während 13 Stunden erschienen im Durchschnitt 9 Meteore pro Stunde. Die Entwicklung dieser Erscheinungen ist in Abbildung 2 dargestellt. Für den Radiant der Perseiden-Meteore gilt als Stichtag der 8. 8. 1975.

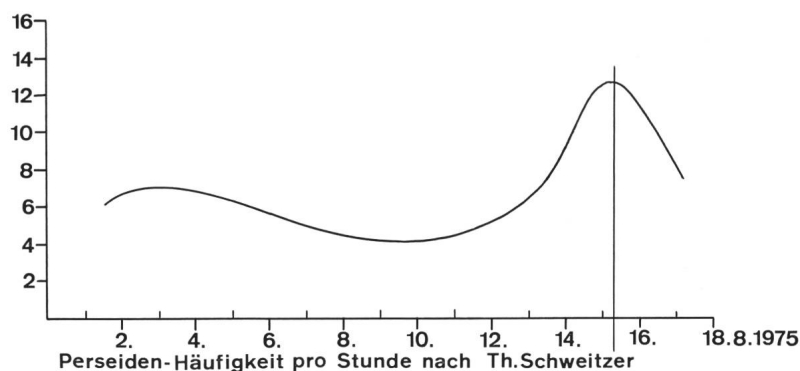


Abb. 2: Häufigkeit der Perseiden-Meteore pro Stunde in der Zeit vom 2. 8. 1975 bis zum 16. 8. 1975 (Th. SCHWEITZER).

Abbildung 2 erhebt allerdings keinen Anspruch auf Vollständigkeit, da für einen Teil der Beobachtungen nur *ein* Beobachter zur Verfügung stand. Trotzdem kann mit ziemlicher Sicherheit das Perseiden-Maximum am 13. August 1975 angenommen werden. Die Beobachtungsaufzeichnungen von TH. SCHWEITZER und B. BOOZ sind dem Berichtersteller von Frau D. NAEF, Meilen, übermittelt worden, jene von A. DIEM erhielt der Berichtersteller direkt vom Beobachter.

In der nachfolgenden Tabelle 2 sind noch die Anteile der verschiedenen Meteorströme nach Anzahl der beobachteten Meteore und ihrem prozentualen

Anteil zusammengestellt. Zweck dieser Tabelle ist es, einen Überblick über die Verteilung der Meteorströme zu geben, der allerdings mit Vorsicht aufzunehmen ist, da von nur 1–3 beobachteten Meteoren natürlich noch lange nicht auf den Bestand eines Meteorstroms geschlossen werden darf. Es ist deshalb auch schwierig, einen Vergleich mit den 1974 angestellten Beobachtungen zu ziehen, wie sie in ORION No. 146 mitgeteilt wurden. Trotzdem darf angenommen werden, dass der Cygniden-Strom 1975 beinahe die Stärke des Perseiden-Stroms erreichte. Beobachtungen von HERMANN SCHAUFELBERGER (Wald) und des Berichterstatters bestätigen diese Annahme.

Datum und Beobachter Meteorströme	Anzahl beobachteter Meteore	Prozentualer Anteil (%)
7./8.7.1975 ANDREAS DIEM (Herisau)		
α Capricorniden	4	25
Cygniden	5	31.5
Ophiuchiden (?)	2	12.5
Cepheiden	2	12.5
andere	3	18.8
Total 16		100.0
10./11.7.1975 ANDREAS DIEM (Herisau)		
Capricorniden	3	16.7
Sagittariden	3	16.7
Aquariiden	5	27.8
Pisciden (?)	1	5.5
α Draconiden	3	16.7
andere	3	16.7
Total 18		100.0
7./8./9.8.1975 BEAT BOOZ (Möhlín)		
Perseiden	11	29.8
γ Draconiden	2	5.4
θ Draconide	1	2.7
Cygniden	8	21.6
Aquariiden	3	8.1
? nahe Cassiopeia	5	13.5
andere	7	18.9
Total 37		100.0
9./10.8.1975 ANDREAS DIEM (Herisau)		
Perseiden	15	65.2
Aquariiden	4	17.4
Capricorniden	2	8.7
η Draconiden	2	8.7
andere	0	0.0
Total 23		

Tabelle 2: Anzahlen der beobachteten Meteore und ihre prozentuale Verteilung.

Nicht in dieser Tabelle enthalten sind zwei sehr helle, von I. JAHN beobachtete Pisciden-Meteore vom 12. 9. 1975:

00^h19^m MEZ -3^{mvis} , hell, Länge 25°,
sehr langsam, und:

00^h25^m MEZ -2^{mvis} , hell, Länge 20°,
etwas schneller.

Der Berichtersteller dankt allen Beobachtern für ihre Mitarbeit und Frau D. NAEF für die Übermittlung des Beobachtungsmaterials von TH. SCHWEITZER und B. BOOZ.

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

Neueste Farbaufnahmen von Jupiter und Saturn

Ein interessanter Vergleich von Sternwarten- und Amateur-Aufnahmen

Die ORION-Redaktion erhielt zufälligerweise fast gleichzeitig die auf dieser Seite in Farbe wiedergegebenen Aufnahmen der Planeten Jupiter (links) und Saturn (rechts). Die beiden oberen Bilder hat C. P. CRUMP mit einem 60 cm-Teleskop auf Mauna Kea, Hawaii, erhalten. Vergleichende Aufnahmeversuche mit einem Teleskop von 2.2 m Öffnung ergaben nach einer Mitteilung des Autors keine besseren Bilder.

Die beiden unteren Bilder haben E. AEPPLI und E. LIPS mit dem von E. AEPPLI gebauten 50 cm-Tele-

skop erhalten, das auf dem Cheisacher (Lägeren, Jura) installiert ist. Ein Vergleich dieser Aufnahmen mit jenen von Mauna Kea zeigt, dass bei der Planetenphotographie mit Äquivalentbrennweiten von 15 bis 30 m die Amateure die Leistung der Fachastronomen praktisch erreicht haben – ein sehr bemerkenswertes Ergebnis, besonders wenn man bedenkt, dass die Teleskope auf Mauna Kea in einer Höhe von über 4000 m installiert sind, wo auch die klimatischen Bedingungen jene des Schweizer Juras bei weitem übertreffen.

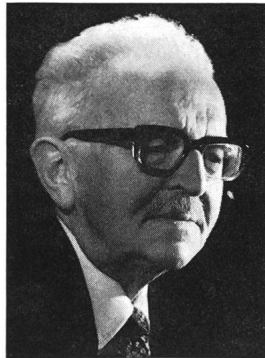


Obere Bilder: Aufnahmen des Jupiters und des Saturns von P. C. CRUMP. Keine Angabe von Datum und Belichtungszeit. Kodachrome 25-Film.

Untere Bilder: Aufnahmen des Jupiters und des Saturns von E. AEPPLI und E. LIPS.

Jupiter am 22. 10. 1975, Äquivalentbrennweite 30 m, Kodachrome 64-Film, Belichtungszeit 3 Sekunden. Planetendurchmesser auf dem Film: ca. 6.75 mm. Saturn am 23. 1. 1974, Äquivalentbrennweite 15 m, Kodachrome II-Film, Belichtungszeit 3 Sekunden. Ringdurchmesser auf dem Film: ca. 3.25 mm.

Hans Rohr zum 80. Geburtstag



Wenn der Nestor der schweizerischen Astroamateure demnächst – am 19. Januar 1976 – seinen 80. Geburtstag bei bester Gesundheit in unveränderter Frische und Aktivität begehen wird, ist dies für ihn und seine vielen Freunde wahrlich ein Grund zum Feiern, aber auch ein Grund, Rückschau zu halten auf die grossartige Arbeit, die der Jubilar, inspiriert durch die Freude an der Sternenwelt, für die Amateurastronomie geleistet hat und weiterhin leistet. Kaum zu zählen sind die Zuhörer seiner ausgezeichneten Vorträge, mit denen er wie kaum jemand anderer Begeisterung für die Sternenwelt zu wecken versteht, sowie die Leser und Freunde seiner in vielen Auflagen erschienenen Bücher, die über Anleitungen zum Selbstbau von Teleskopen hinaus sowohl mit wichtigen astronomischen Befunden, wie auch mit den Schönheiten des gestirnten Himmels vertraut machen. Grosses Wissen, mit gesunder Kritik gepaarte Intelligenz, sowie eine hervorragende Erzählergabe stehen dabei Pate, und so ist es nicht verwunderlich, dass den Jubilar auch viele Freundschaften mit Fachastronomen verbinden, die sein Werk 1972 mit der Ver-

leihung der Ehrendoktorwürde anerkannt und ausgezeichnet haben.

Es ist schon sehr viele Jahre her, dass der Unterzeichnete – ebenfalls als Sternfreund – Verbindungen zu Gleichgesinnten wünschte und daher den Jubilar aufsuchte; dieser empfing ihn damals mit offenen Armen und stand ihm mit Rat und Tat zur Seite, woraus sich schliesslich eine sehr erfreuliche Zusammenarbeit im Vorstand der SAG und eine persönliche Freundschaft entwickeln sollte. Es ist sicher Dein Wunsch, lieber Hans, dass es möglichst vielen Sternfreunden ähnlich erginge, da die Astronomie wie kaum ein anderes Wissensgebiet dazu berufen ist, uns mit dem Blick in die Unendlichkeit kleinlichen Sorgen des Alltags zu entheben und uns selbst in ein angemessenes Verhältnis zum Kosmos zu setzen. In diesem Bestreben warst und bist Du, lieber Hans, uns allen ein Vorbild, und so wünschen wir Dir zu Deinem Festtag, dass Du Dich für viele weitere Jahre bester Gesundheit und Aktivität erfreuen mögest, denn: anderen Freude zu bereiten, ist doch die schönste Belohnung für die eigene Arbeit! Dein Erwin.

Amateurastronomen-Tagung in Luxemburg

Wie die Vereinigung der Amateurastronomen von Luxemburg (AAL) mitteilt, beabsichtigt sie voraussichtlich im September 1976 eine etwa 3-tägige internationale Tagung der Astroamateure zu veranstalten. Zunächst versendet sie hierzu einen Fragebogen, der vom Generalsekretär AAL, Herrn JOSEPH VON GRAES, 12, Route d'Etsch, Kayl (Luxemburg) angefordert werden kann. Interessenten, die diesen Fragebogen ausgefüllt zurücksenden, erhalten dann prompt alle weiteren Informationen. Die SAG emp-

fehlt allen ihren Mitgliedern, den Fragebogen anzufordern, der zu nichts verpflichtet. Entsprechendes Interesse vorausgesetzt, dürfte diese Tagung dank der vorgesehenen Teilnahme von Astroamateuren aller umliegenden Länder ein sehr interessantes Programm bieten. Anmeldungen zur Teilnahme können an den Generalsekretär der SAG, Herrn W. LÜTHI, Hohengasse 23, CH-3400 Burgdorf, gerichtet werden, der sie gerne weiterleiten wird.

Weitere Farbaufnahmen von Objekten des Südhimmels

nach dem Dreifarbenverfahren von Dr. E. BRODKORB und E. ALT

Die Redaktion konnte in ORION No. 150 vier neue, von der diesjährigen Expedition der Herren E. ALT, E. BRODKORB, R. MEHRMANN und K. RIHM nach Südafrika stammende Farbaufnahmen zum Abdruck bringen. Diese Reproduktionen in Farbe fanden so grossen Anklang, dass sich die Redaktion im Einver-

nehmen mit den Autoren entschloss, in diesem Heft sechs weitere Farbaufnahmen aus der grossen Ausbeute der Expeditionsteilnehmer zum Abdruck zu bringen. Die Seiten 199–206 von ORION No. 151 zeigen der Reihe nach:

Bei allen Aufnahmen ist Norden oben.



A) *Die kleine Magellansche Wolke*, aufgenommen mit MAKUTOV-Kamera 150/200, $f = 350$ mm.
Belichtungszeiten: Blau: 28 Min., Grün: 39 Min., Rot: 50 Min.

Wir hoffen, dass auch diese Belege der Schönheit des gestirnten Himmels bei unseren Lesern Gefallen finden werden, zumal sie zum Teil Erstaufnahmen in Farben darstellen und in bezug auf die korrekte Farb-

wiedergabe unübertroffen sind. Die Redaktion dankt auch an dieser Stelle den Autoren für die Überlassung der Reproduktionsrechte und ihre Mitwirkung bei der Drucklegung der Bilder.



B) *M 8 und M 20*, aufgenommen mit МАКСУТОВ-Кamera 150/200, $f = 350$ mm.
Belichtungszeiten: Blau: 9 Min., Grün: 12 Min., Rot: 16 Min.



C) oben: *M 20*, aufgenommen mit 20 cm NEWTON 1:6 ($f = 1200$ mm).
Belichtungszeiten: Blau: 37 Min., Grün: 33 Min., Rot: 45 Min.

ORION 33. Jg. (1975) No. 151

D) unten: *NGC 253*, aufgenommen mit 20 cm NEWTON 1:6
($f = 1200$ mm). Belichtungszeiten: Blau: 60 Min., Grün:
57 Min., Rot: 72 Min.



E) unten: *NGC 7293*, aufgenommen mit 20 cm NEWTON 1:6 ($f = 1200$ mm). Belichtungszeiten: Blau: 66 Min., Grün: 62 Min., Rot: 80 Min. F) oben: *M 17*, aufgenommen mit 20 cm NEWTON 1:6 ($f = 1200$ mm). Belichtungszeiten: Blau: 26 Min., Grün: 24 Min., Rot: 33 Min.

ORION

Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft (SAG)
Bulletin de la Société Astronomique de Suisse (SAS)

33. Jahrgang/33^e année

No. 146-151
1975

Seiten/Pages 1-228

Inhaltsverzeichnis/Table des matières

Titelbilder in Vierfarbendruck

Observatorien auf Mauna Kea (Hawaii): No. 146, S. 1
ROBERT R. McMATH-Sonnenteleskop (Kitt Peak, Arizona): No. 147, S. 33
Die Plejaden, Neuaufnahme von E. ALT: No. 148, S. 65
N. U. MAYALL-4 m-Teleskop (auf Kitt Peak, Arizona): No. 149, S. 97.
 η Carinae (NGC 3372), Neu-Aufnahme von E. ALT, E. BRODKORB, R. MEHRMANN und K. RIHM: No. 150, S. 133
Cadrans solaire von L. JANIN: No. 151, S. 177

Sternkarten

Februar-März: No. 146, S. 19
August-September: No. 149, S. 132
Oktober-November: No. 150, S. 176

Inhaltsverzeichnisse der Hefte

No. 146: S. 29. No. 147: S. 62. No. 148: S. 93. No. 149: S. 128.
No. 150: S. 171. No. 151: S. 224.

1. Vorstand und Sektionen/Comité et Sections

Zentralvorstand | Comité central

RINALDO ROGGERO, Prof. Dr.-Ing., Via Simen 3, 6600 Locarno, *Zentralpräsident*
ERWIN WIEDEMANN, Dr.-Ing., Garbenstrasse 5, 4125 Riehen, *Vizepräsident und ORION-Redaktor vom Dienst*
WERNER MAEDER, 18, Rue du Grand Pré, 1202 Genève, *Vizepräsident und ORION-Redaktor*
HANS ROHR, Dr. phil. h. c., Vordergasse 57, 8200 Schaffhausen, *ORION-Redaktor*
WERNER LÜTHI, Hohengasse 23, 3400 Burgdorf, *Generalsekretär*
WALTER STAUB, Dipl. Math. ETH, Meieriedstrasse 28b, 3400 Burgdorf, *Protokollführer*
JOSEF KOFMEL, Eierbrechtstrasse 39, 8053 Zürich, *Zentralkassier*

Rechnungsrevisoren | Vérificateurs des comptes 1975

M. ROUD, Ing., 64, Avenue de Rumine, 1005 Lausanne
R. HOLZGANG sen., Sonnenweg 5, 3400 Burgdorf

Ehemalige Präsidenten

M. GOLAY, Prof. Dr. phil., 1290 Versoix
A. KAUFMANN, Prof. Dr. phil., Untere Greibengasse 5, 4500 Solothurn, *Ehrenmitglied*
E. LEUTENEGGER, Dr. phil., Rüegerholzstrasse 17, 8500 Frauenfeld, *Ehrenmitglied*
M. SCHÜRER, Prof. Dr. phil., Astronomisches Institut der Universität, Sidlerstrasse 5, 3000 Bern, *Ehrenmitglied*
F. EGGER, Dipl. phys. ETH, Untergütschstrasse 37, 6003 Luzern, *Ehrenmitglied*
E. WIEDEMANN, Dr.-Ing., Garbenstrasse 5, 4125 Riehen
E. HERMANN, Dr. phil., Sonnenbergstrasse 6, 8212 Neuhausen/Rheinfall, *Ehrenmitglied*
W. STUDER †, Kaselfeldstrasse 39, 4512 Bellach

Weitere Ehrenmitglieder

E. ANTONINI, 11, Chemin de Conches, 1231 Conches/Genève
R. A. NAEF †, Orion Auf der Platte, 8706 Meilen
E. BAZZI †, 7549 Guarda
H. ROHR, Dr. phil. h. c., Vordergasse 57, 8200 Schaffhausen
J. LIENHARD, Sustenstrasse, 3862 Innertkirchen
H. MÜLLER, Prof. Dr. phil., Herzogenmühlestrasse 4, 8051 Zürich
N. HASLER-GLOOR, Dr. med., Huzlenstrasse 3, 8604 Volketswil

ORION-Redaktion (ad interim)

E. WIEDEMANN, *wissenschaftlicher und technischer Redaktor ad interim*, Redaktions-Adresse: Garbenstrasse 5, CH-4125 Riehen
H. ROHR, *wissenschaftlicher Redaktor*
W. MAEDER, *Rédacteur de langue française*

ORION, Clichés und Druck

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

Sektionen der SAG – Sections de la SAS

Aarau – Baden – Basel – Bern – Biel – Bülach – Burgdorf – Genève – Glarus – Kreuzlingen – La Tour-de-Peilz – Lausanne – Luzern – Rheintal – St. Gallen – Schaffhausen – Solothurn – Ticino – Winterthur – Zürich (Gesellschaft der Freunde der Urania-Sternwarte) – Zürich (Astronomische Vereinigung) – Zürcher Oberland – Zug.

2. Autoren-Register – Table d'Auteurs

(Die Seitenzahlen von Original-Beiträgen sind kursiv gedruckt)

AEPPLI, E.: 195
ALBRECHT, C.: 212
ALEAN, J.: 15, 82
ALT, E.: 67, 152, 201
ANTONINI, E.: 29, 91
BISSIRI, D.: 167
BRODKORB, E.: 152, 201
BRÖMME, A.: 214
BRUNNER, W.: 44, 128
CRUMP, P. C.: 199
DARNELL, P.: 151
EGGER, F.: 84
FEHRENBACH, R.: 112
FRITZ, U.: 38
FUCHS, H.-U.: 59, 75, 120, 183
GERMANN, R.: 13, 196
GERSTER, A.: 60
GRIESSER, M.: 135
GROWTHER, J. G.: 114
JANIN, L.: 179
JETZER, F.: 158, 213
KOCH, M.: 89
KRUG, E.: 9
LAMMERER, M.: 3, 99, 165, 205
LIENHARD, J.: 194
LIPS, E.: 195
LOCHER, K.: 27, 150
MEHRMANN, R.: 152, 201
MÜLLER, H.: 25, 26, 27, 60, 61, 91, 104, 126, 170, 171,
222, 223
RIHM, K.: 152, 201
ROBSON, E. I.: 103
ROGGERO, R.: 86
ROHR, H.: 24, 29, 90, 148
RUSCHE, J.: 67
SCHNEIDER, R.: 55
SPEYR, A. v.: 164
STEPHENSON, F. R.: 139
STOBIE, R. S.: 71
STUDER, W.: 87
TREUTNER, H.: 3, 38, 51, 99
VEIO, F. N.: 48
VOGT, O.: 38
WIEDEMANN, E.: 20, 28, 35, 80, 85, 92, 118, 127,
142, 144, 194, 200, 219, 221, 223
WIEDEMANN, D.: 126
WÖRNER, A.: 214

3. Sachregister – Table des matières

Amateur-Astronomen: 9, 135
Amateur-Teleskope: 23, 165, 167
Amateur-Sternwarten: 89
Astrophotographie, speziell auch in Farben: 67, 122, 147, 152, 201
BBSAG-Bulletins: 8, 47, 92, 111, 141
Belegen grosser Teleskopspiegel: 21
Bibliographien: 25, 26, 27, 28, 29, 60, 91, 92, 126, 127, 128, 170, 171, 221, 222, 223
Fixsterne: 42, 117, 139, 142, 212
Grossteleskope: 3, 35, 71, 205
Internationale Union der Astro-Amateure (IUAA): 8
Internationales astronomisches Jugendlager (IAJ): 211
Kometen: 8, 123, 124, 144, 194
Kosmologie: 103
Kuriosa: 23
Legat: 59
Lichtgeschwindigkeit, Messung nach O. ROEMER: 75, 120
Meteore: Beobachtungen: 13; Bahnbestimmung: 15; Ströme: 196
Navigation, biologische: 150
Nekrologe: 24, 62, 82, 84, 85, 93, 111, 118
Novae und Supernovae: 117, 139, 142, 194, 212
Nordlicht: 164
Parabolspiegel, Prüfung: 219
Planetarien: 112
Planeten: 44, 158, 199, 213
Planetoiden: 43, 82
Protuberanzenfernrohr: 51
Raumforschung und Satelliten: 22, 44, 80, 88, 92, 104, 141, 148, 156, 164
Reisen: 25, 150
Schweizerische Astronomische Gesellschaft (SAG): 24, 61, 86, 87
SCHMIDTspiegel mit Korrektor: 20
Sonnenflecken: Positionsbestimmung: 38; Polartätsbestimmungen: 48
Sonnenuhren: 44, 179
Spektroskopie: 55, 212
Sternwarten: 3, 59, 99, 114, 205
Tagungen: 80, 86
Teleskope: 3, 20, 21, 167, 219
Okular für Bedeckungsbeobachtungen: 151
Relativitätstheorien: 183
Weltzeit (Coordinated Universal Time CUT): 21
Zeitzeichen-Sender und -Empfänger: 214

Calar-Alto, Deutsch-Spanisches Astronomisches Zentrum im Aufbau

VON MAX LAMMERER, Lichtenfels

Der 17. Juli des Jahres 1972 war für die beobachtende Astronomie Deutschlands und Spaniens ein bedeutendes Datum, das eine grosse gemeinsame Entwicklung einleitete. An diesem Tag setzten der spanische Aussenminister DON GREGORIO LÓPEZ BRAVO und der deutsche Botschafter in Madrid, Prof. Dr MEYER-LINDENBERG in Madrid im Ministerium für Auswärtige Angelegenheiten ihre Unterschriften unter ein Vertragswerk, das den Weg frei gibt zur Errichtung eines «*Deutsch-Spanischen Astronomischen Zentrums*» auf dem 2168 m hohen Calar Alto in der Sierra de los Filabres, Provinz Almeria/Südostspanien.

Vorausgegangen war eine zweijährige Zeitspanne der Sicht- und Extinktionsmessungen zur Festlegung des Standorts des Observatoriums des MAX PLANCK-Instituts für Astronomie im Mittelmeerraum, wobei man sich hauptsächlich auf die Provinz Almeria in Südspanien und auf das Parnon-Gebirge (Peloponnes) in Griechenland konzentrierte.

Vorausgegangen war aber auch eine lange Zeit, in der sich die beobachtende Astronomie in Deutschland mit gemessen an heutigen internationalen Maßstäben vergleichsweise kleinen, zum Teil veralteten Instrumenten begnügen musste, die noch dazu in der Bundesrepublik unter ungünstigen klimatischen Bedingungen viel zu selten zum Einsatz kommen konnten.

Das im Jahre 1967 gegründete MAX PLANCK-Institut für Astronomie mit Sitz in Heidelberg hat es sich nun zur Aufgabe gemacht, neben der Errichtung eines zentralen Instituts in Heidelberg auch 2 Sternwarten zu erstellen und zwar eine auf der Nordhalbkugel und eine auf der südlichen Hemisphäre. Für die Nordhalbkugel ist die Entscheidung mit Calar Alto gefallen. Auf der Südhalbkugel soll ein entsprechendes Observatorium entweder auf dem Gamsberg in Südwestafrika oder auf einem Berg in den chilenischen Anden errichtet werden.

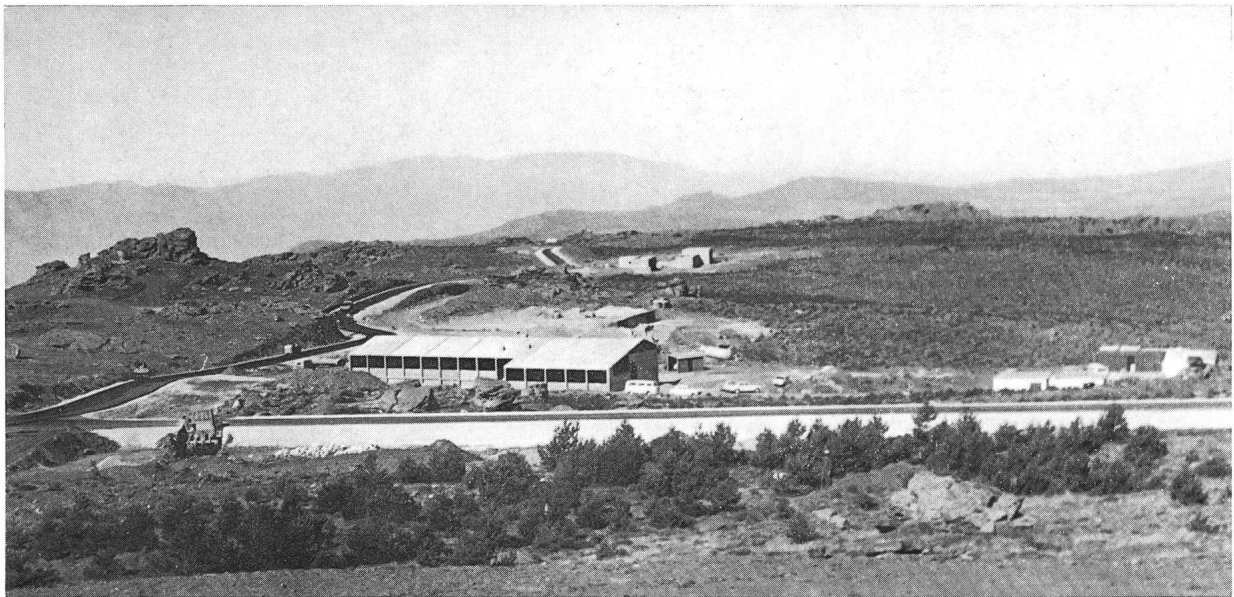


Abb. 1: Ein Blick von der Rundgalerie der Kuppel des 1,23 m-Teleskops über das Gipfelplateau des *Calar Alto*: In der Mitte das im Rohbau befindliche Auswertungsgebäude; am rechten Bildrand die provisorischen Verwaltungsgebäude. Im Hintergrund die etwa 70 km entfernte Sierra Nevada. Aufnahme G. DIETZ.

Der Calar Alto

Dieser 2168 m hohe Berg in der südspanischen Provinz Almeria ist die bedeutendste Erhebung in der Sierra de los Filabres. Von der Hafenstadt Almeria aus, die auch über einen gut ausgebauten Flughafen verfügt, ist der Gipfel des Berges in etwa 2 Autostunden zu erreichen. Die Reise führt durch die gebirgige, oft wüstenartige Landschaft der Provinz

Almeria bis zur Ortschaft Gérgal. Von dort aus beginnt der eigentliche Aufstieg auf den Berg auf einer hervorragend ausgebauten, breiten Asphaltstrasse, die in vielen Windungen zum Gipfel führt.

Vom Gipfelplateau des Berges hat man eine herrliche Aussicht auf die Sierra de los Filabres, auf die Provinz Almeria und auf die etwa 70 km entfernte

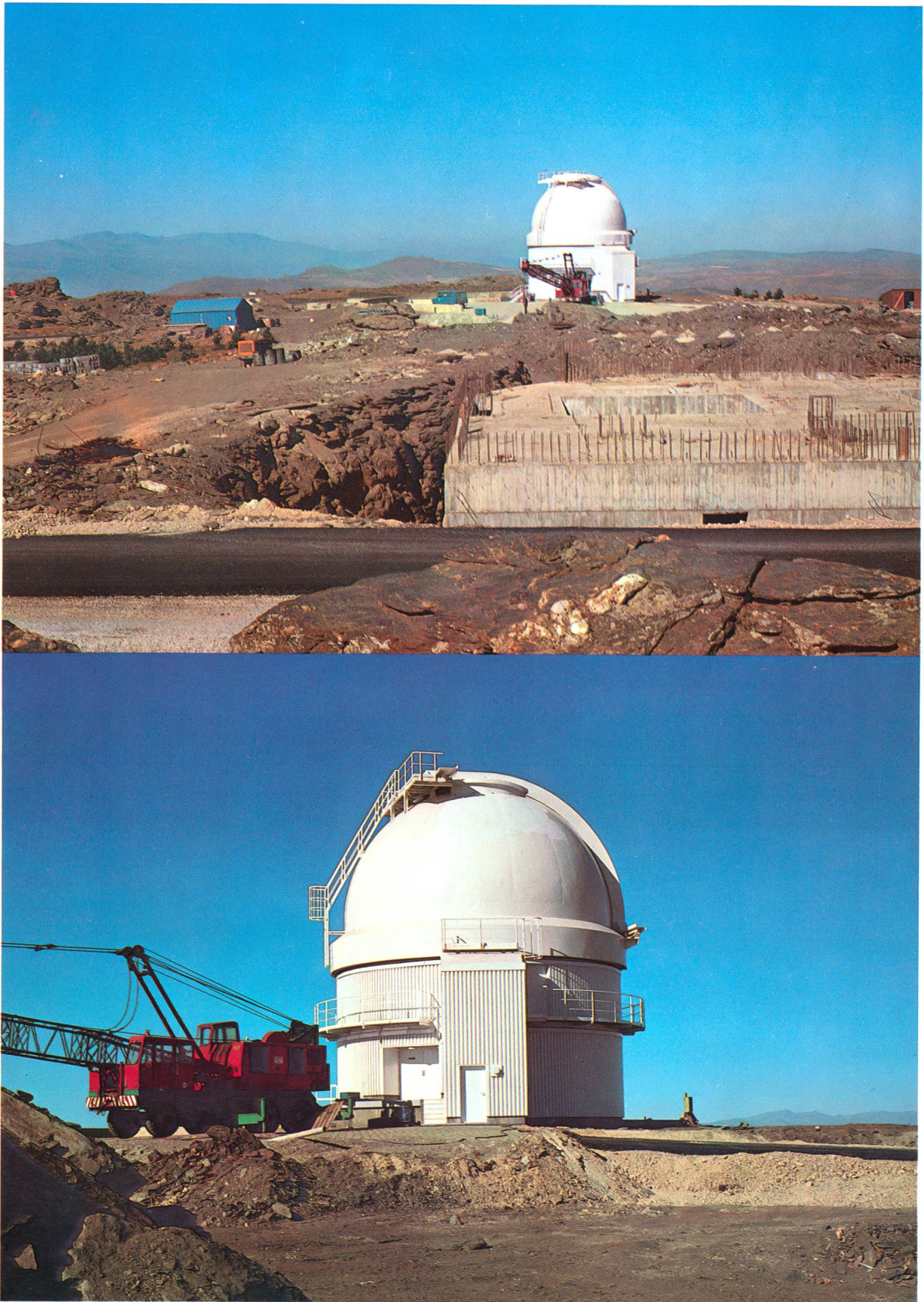


Abb. 2: Der Kuppelbau des ersten fertiggestellten (1,23 m-) Teleskops auf dem *Calar Alto*. Aufnahmen: M. LAMMERER.

Sierra Nevada mit dem Mulhacen, der mit 3481 Metern Höhe der höchste Berg Spaniens ist.

Die Sichtbedingungen für astronomische Forschung auf dem Calar Alto sind in etwa denen anderer grosser hervorragend gelegener Observatorien in der Welt vergleichbar. Man hat am Calar Alto im Durchschnitt 220 klare Nächte im Jahr, in denen photographische, photometrische und spektroskopische Untersuchungen möglich sind.

Dem Verfasser dieses Berichts war es vergönnt, anlässlich einer Reise durch Südspanien, zusammen mit Herrn GERHARD DIETZ das Observatorium zu besuchen. Für das gezeigte Entgegenkommen und für die freundliche Aufnahme sei an dieser Stelle besonders Herrn Prof. Dr. HANS ELSÄSSER, Direktor des MAX PLANCK-Instituts für Astronomie in Heidelberg, und Herrn Dr. K. BIRKLE, Direktor des Observatoriums auf dem Calar Alto gedankt. In gleicher Weise sei der Firma Carl Zeiss für die freundlicherweise überlassenen Werkfotos gedankt.

Instrumente und Einrichtungen

Der Deutsch-Spanische Vertrag von 1972 sieht beim Aufbau des Observatoriums auf dem Calar Alto eine Verteilung der Lasten vor. Spanien, das das weitläufige Gelände des Gipfelplateaus kostenlos zur Verfügung stellt, errichtet und unterhält die viele Kilometer lange Zufahrtsstrasse, daneben erstellt es die Hochspannungsleitung, die vom Tal heraufführt, und baut die Wasserversorgung. Eine 5 km nördlich des Berges gelegene Quelle ist stark genug, das Observatorium zu versorgen. Ausserdem wird Spanien ein eigenes 1,5 m Teleskop aufstellen.

Deutschland erstellt 4 Teleskope, ein 1,23-m Teleskop, ein 2,20-m Teleskop, ein 3,50-m Teleskop und einen grossen SCHMIDT-Spiegel. Ausserdem ist Deutschland verantwortlich für die Teleskopgebäude und für die sonstigen Einrichtungen auf Calar Alto. Vorgesehen sind neben einem Auswertungsgebäude Unterkünfte für die Astronomen, ein Betriebsgebäude, Wohnungen für das Personal und ein Hotel. Schliesslich übernimmt Deutschland die laufenden Betriebskosten.

Das 1,5-m Teleskop Spaniens

Dieses Instrument wird an der nördlichen Begrenzung des Geländes des Observatoriums stehen. Das Teleskop ist optisch ein RITCHY-CHRÉTIEN-System und ähnelt im Aufbau stark dem in La Silla in Chile aufgestellten 1,5-m Spiegel. Optik wie Mechanik befinden sich gegenwärtig in der Bearbeitung bei der Firma REOSC in Paris.

Das 1,23-m Zeiss RC Teleskop

Als erstes der für Calar Alto bestimmten Instrumente konnte dieses Gerät im Spätsommer dieses Jahres in Betrieb genommen werden. Abb. 3 zeigt es bei einem der ersten mit diesem Teleskop durchgeführten Programmen mit einer Bildwandlerkamera für Aufnahmen im nahen Infrarot.

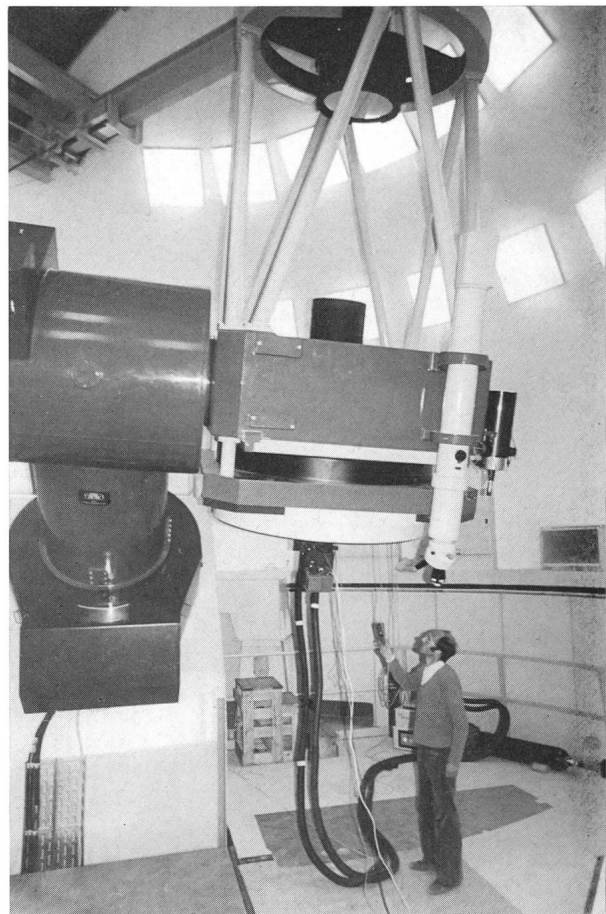


Abb. 3: Der Direktor des Observatoriums *Calar Alto*, Dr. K. BIRKLE, am 1,23 m Zeiss-RC-Teleskop. Am Okular-ende des Instruments befindet sich eine Bildwandler-Kamera für Aufnahmen im nahen Infrarot. Aufnahme: M. LAMMERER.

Optisch stellt das Teleskop ein modifiziertes RITCHY-CHRÉTIEN-System mit deformierten Haupt- und Sekundärsiegeln dar. Mit Hilfe eines afokalen zweilinsigen Korrektors kann ein maximales Bildfeld von $1,5^\circ$ Durchmesser erreicht werden. Der Hauptspiegel besitzt eine Öffnung von 1,23 m und ein primäres Öffnungsverhältnis von 1:3. Das System weist eine Gesamtbrennweite von 9,8 m auf, wobei die gesamte Länge des Tubus nur 3,30 m beträgt. Wahlweise kann das Instrument entweder am Tubus-Ende im CASSEGRAIN-Fokus oder durch das Umklappen eines Planspiegels in einem NASMYTH-Fokus rechts seitlich des Tubus benutzt werden. Damit ist die Möglichkeit gegeben, Zusatzinstrumente, die längere Zeit gebraucht werden, am NASMYTH-Fokus zu belassen. Es genügt dann einfach das Umklappen des Planspiegels, um sie verwenden zu können.

Die bewegte Masse des Teleskops beträgt etwa 14 t und wird in beiden Achsen durch die neuartige Zeiss-Poluniversal-Montierung schwimmgelagert. Das gesamte Gewicht wird von einem extrem reibungsarmen sphärischen Öldrucklager aufgefangen, wobei

eine hochgenaue Lagerkugel im Schnittpunkt von Deklinations- und Stundenachse die Bewegungen des Instruments um beide Achsen ermöglicht.

Der Antrieb des Teleskops erfolgt durch zwei Gleichstrom-Scheibenläufermotoren. Die Grobgeschwindigkeiten betragen 110° und 12° pro Minute. Für mittlere und langsame Bewegungen verwendet das Teleskop eine Schrittsteuerung. Dabei entspricht ein Einzelschritt einer Richtungsänderung von 0,1 Bogensekunden am Tubus.

Das Teleskop kann sowohl von einem Steuerpult als auch vom Tubus aus überwacht und gesteuert werden. Alle wichtigen Daten werden am Steuerpult digital angezeigt. Ein sog. Korrekturintegrator kann zur Winkelmessung zwischen benachbarten Himmelsobjekten benutzt werden. Für den Photo-Ansatz sind Platten im Format von 24×24 cm vorgesehen. Ergänzt wird das Instrument durch einen Feinsucher mit 15 cm Öffnung und 1,65 m Brennweite.

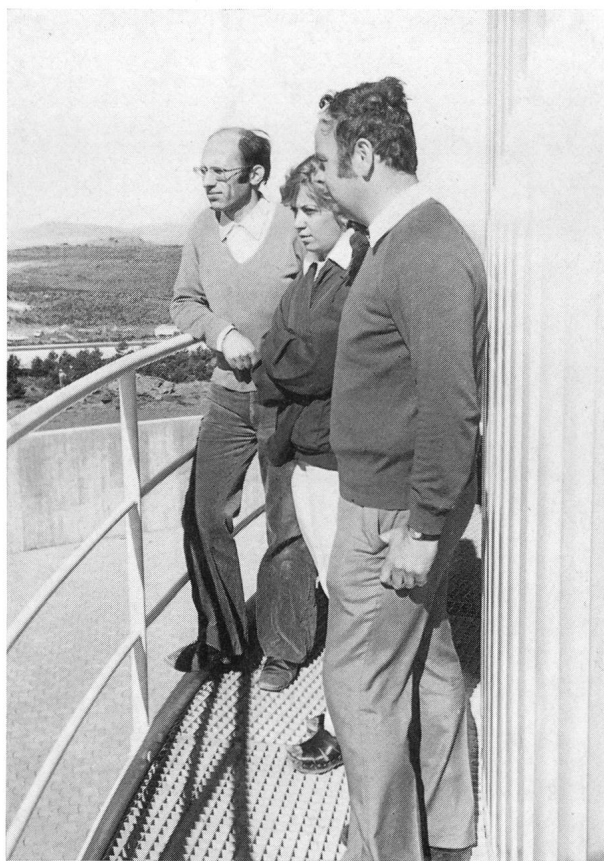


Abb. 4: Auf der Rundgalerie des Gebäudes des 1,23 m-Teleskops. Von links nach rechts: Dr. BIRKLE, Senorita ANTONIA OSORIO, die Fahrerin des Autos aus Gergal und der Verfasser dieses Berichts. Aufnahme: G. DIETZ.

Der grosse SCHMIDT-Spiegel

Für die grossen RITCHY-CHRÉTIEN-Systeme, die auf Calar Alto aufgestellt werden, bedeutet ein SCHMIDT-Spiegel mit seiner relativ hohen Lichtstärke und seinem grossen Feld eine sehr wertvolle Ergän-

zung. Allerdings ist die für Calar Alto vorgesehene SCHMIDT-Kamera kein neues Instrument, sondern ein Instrument, das bereits seit August 1955 auf der Sternwarte Hamburg-Bergedorf in Betrieb war. Mit diesem Spiegel wurden in den vergangenen 20 Jahren eine Unzahl von Aufnahmen gemacht, doch für weite Kreise bekannt wurde das Instrument erst, als im Jahre 1973 der tschechische Astronom Dr. LUBOS KOHOUTEK den nach ihm benannten Kometen 1973 f damit entdeckte.

Die ständig schlechter werdenden Sichtbedingungen in Bergedorf liessen es geraten erscheinen, das Instrument auf dem Calar Alto aufzustellen, um es voll ausnützen zu können. Gegenwärtig steht es noch in Hamburg. Bei der Verlegung des SCHMIDT-Spiegels bereiten die verschiedenen geographischen Lagen der Standorte Probleme, so dass die von der Hamburger Firma Heidenreich & Harbeck erstellte Montierung wegen des Polhöhenunterschieds nicht mehr verwendet werden kann und durch eine neue ersetzt werden muss.

Der grosse Hamburger SCHMIDT-Spiegel – Hamburg besitzt noch einen kleinen, den 1. Original-SCHMIDT-Spiegel von 1930 – hat eine Öffnung der Korrektionsplatte von 80 cm, einen Spiegeldurchmesser von 120 cm, ein Öffnungsverhältnis von 1:3 und ein Bildfeld von 5×5 Grad.

Das 2,20-m Teleskop

Von diesem Teleskop wurden bei Carl Zeiss zwei nahezu identische Exemplare für das MAX PLANCK-Institut für Astronomie gebaut: je eines für das Observatorium der nördlichen und für das Observatorium der südlichen Hemisphäre. Das für Calar Alto bestimmte Instrument war im Herbst 1973 im Werksaufbau bei Carl Zeiss fertiggestellt, wurde dann zerlegt und in Kisten verpackt per Schiff nach Almeria gebracht und schliesslich mit dem Lastwagen auf den Berg befördert. Die mechanischen und optischen Teile dieses Grossinstruments liegen gegenwärtig verpackt in einer Lagerhalle auf dem Gipfelplateau. – Das zweite 2,20-m Teleskop ist z. Zt. (Herbst 1975) bei Carl Zeiss im Werksaufbau fertiggestellt. Für das für Calar Alto bestimmte Instrument ist das Fundament für den Kuppelbau auf dem Berg bereits errichtet. Es befindet sich in der Nähe des 1,23-m Teleskops. Ausserdem ist vor kurzer Zeit die für das Gebäude bestimmte Stahlkuppel mit 20 m Basisdurchmesser bei der Firma DSD Dillinger Stahlbau GmbH, Werk Homburg, fertiggestellt worden.

Man rechnet heute die Teleskope der 2-m Klasse zu den «Arbeitspferden der beobachtenden Astrophysik», weil mit ihnen heute Aufgaben bewältigt werden können, die früher nur den Grossinstrumenten vorbehalten waren. Abb. 5 und Abb. 6 zeigen das Teleskop im Schnitt und im Werksaufbau in der grossen Montagehalle bei Carl Zeiss in Oberkochen/Württemberg.

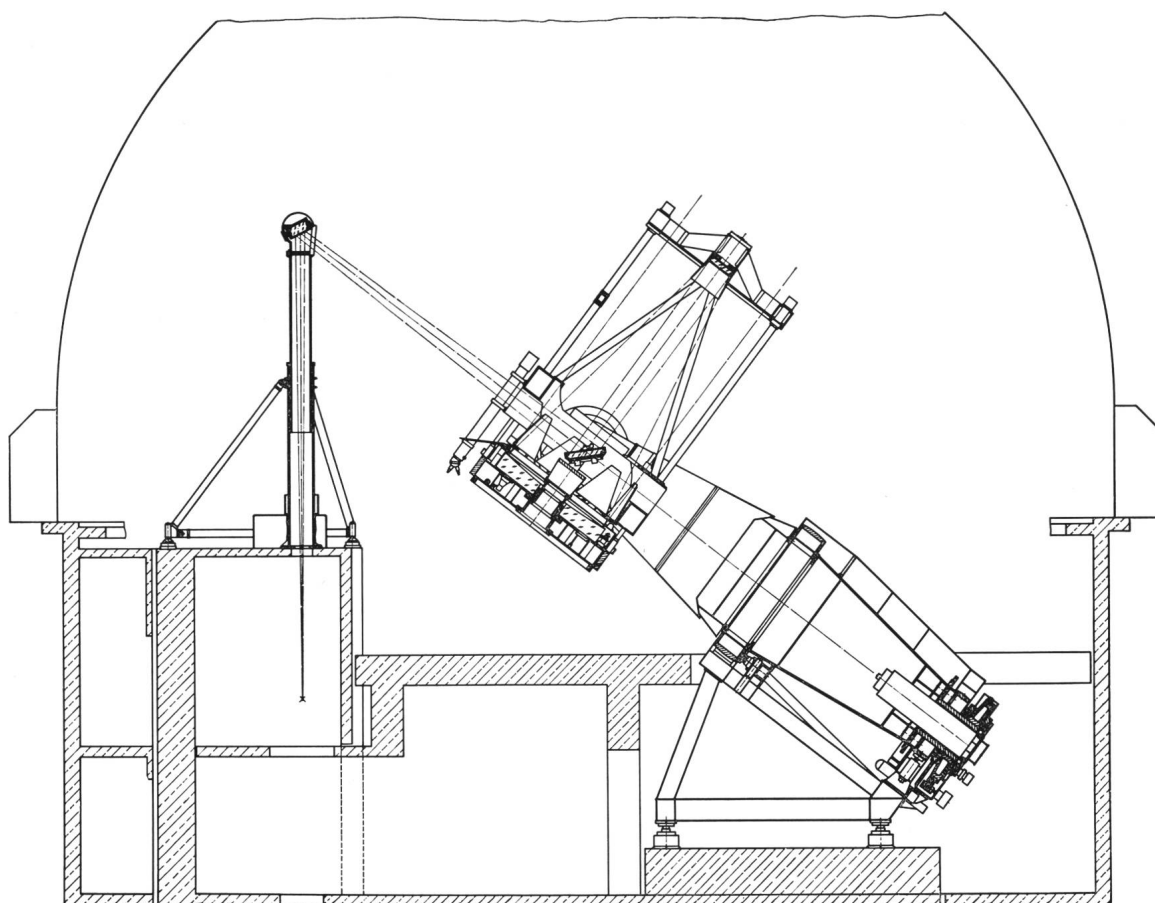


Abb. 5: Schnittzeichnung des 2.20 m-Zeiss-RC-Teleskops für Calar Alto. Die Zeichnung zeigt die neuartige Führung des COUDÉ-Strahlengangs, die gegenüber herkömmlichen Teleskopen mit einem Planspiegel weniger auskommt und flachen Strahleinfall bei den Reflexionen vermeidet. Werkphoto: Carl Zeiss, Oberkochen.

Optisch ist das 2,20-m Teleskop ebenfalls ein RITCHIEY-CHRÉTIEN-System mit einer primären Brennweite (unbenutzt) von 6,60 m, einer sekundären Brennweite von 17,61 m ohne Verwendung eines Korrektors (mit Korrektor 17,04 m) und einer Brennweite im COUDÉ-Fokus von 88 m. Im RC-Fokus werden, je nachdem der Korrektor verwendet wird, für fotografische Aufnahmen Platten im Format 18×18 cm oder 30×30 cm benutzt. Die Optik (Haupt- und Sekundärspiegel) besteht aus Zerodur, einer Glas-keramik mit extrem niedrigem Ausdehnungskoeffizient der Firma Schott, Mainz. Bei diesem Spiegelmaterial geht künftig keinerlei Beobachtungszeit für eventuelles Austemperieren der Spiegel mehr verloren.

Für die Montierung wählte man die weithin bei Teleskopen dieser Größenordnung übliche Gabelmontierung, weil sie ohne Gegengewicht auskommt und eine gute Zugänglichkeit des RC-Fokus des Instruments gewährleistet. Der einzige Nachteil, den diese Montierungsform bei früher gebauten Instrumenten aufweist, ist die zwangsläufig recht umständliche Führung des COUDÉ-Lichtbündels, das mit Hilfe von

3 Planspiegeln sowohl durch die hohle Deklinations-Achse als auch durch die durchbohrte Stundenachse geführt werden musste. Unangenehm war besonders die sehr flache Reflexion am letzten Planspiegel.

So hat man für das 2,20-m Teleskop eine andere Lösung des Problems gefunden, die zwar im Prinzip nicht neu ist – sie wurde bereits beim 36-Zoll-Reflektor in Cambridge angewendet – aber in ihrer konsequenten Durchführung zum ersten Mal mit dem 2,20-m Teleskop bei einem Grossinstrument verwirklicht wurde.

Wie die Schnittzeichnung Abb. 5 zeigt, wird das COUDÉ-Lichtbündel durch einen Planspiegel in der Polachse *aufwärts* gelenkt und durch einen zweiten bodenfesten Planspiegel in der Kuppel senkrecht nach unten gelenkt. Diese Anordnung bringt eine ganze Reihe von Vorteilen mit sich: 1. man kommt statt mit 3 nur mit 2 Planspiegeln aus, 2. flache Reflexionen werden vermieden, 3. die Fokusposition liegt günstig, etwa in Höhe des Kuppelbodens, 4. die gesamte Gebäudehöhe der Kuppel steht als Kollimatorlänge für den Spektrographen zur Verfügung.

Diese Vorteile haben jedoch auch ihren Preis, den



Abb. 6: Das 2.20 m-Zeiss-RC-Teleskop für *Calar Alto* beim Werksaufbau in der grossen Montagehalle von Carl Zeiss, Oberkochen. Deutlich ist die zusätzliche Verknotung im Gittertubus (vorne) zu sehen, die notwendig ist, um den neuartigen Strahlengang des CouDé-Lichtbündels zu ermöglichen. Werkphoto: Carl Zeiss, Oberkochen.

man in Form eines höheren technischen Aufwands zahlen muss: Um alle Deklinationsbereiche für den COUDÉ-Fokus zu erreichen, muss der Frontring des Teleskops geschlitzt sein und der Zentralkörper des Tubus auf zwei Seiten in verschiedenen Richtungen gekröpft sein, damit das Lichtbündel bei seinem Weg aufwärts nicht behindert wird. Auch wird es nötig sein, in bestimmten Deklinationsbereichen das Teleskop in der Reversionslage zu benutzen.

Einem Team von Wissenschaftlern des MAX PLANCK-

Instituts ist es in enger Zusammenarbeit mit der Firma Carl Zeiss gelungen, all diese Probleme zufriedenstellend zu lösen. So wird das 2,20-m Teleskop auf dem Calar Alto als eines der modernsten seiner Klasse gelten können.

Das 3,5-m Teleskop

Dieses Teleskop wird das grösste und wahrscheinlich auch das letzte Teleskop sein, das auf Calar Alto installiert werden wird. Es soll Anfang der Achtziger

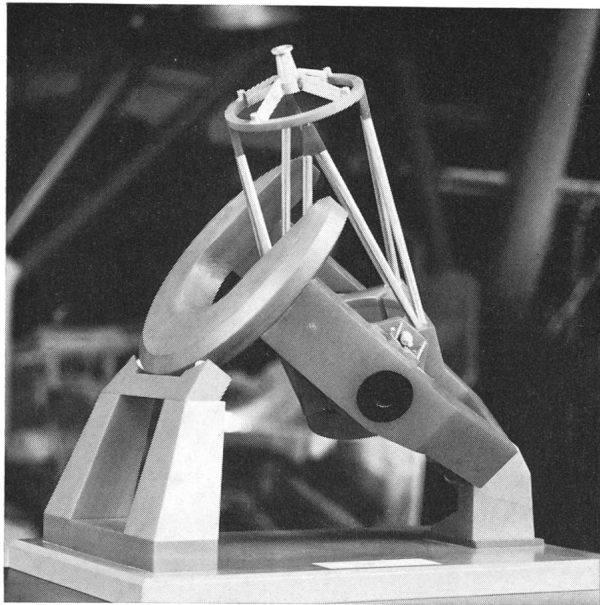


Abb. 7: Das Modell des 3,5 m-Teleskops, des grössten auf dem *Calar Alto* zu installierenden Instruments. Es befindet sich zur Zeit bei Carl Zeiss, Oberkochen, in Konstruktion und soll in etwa 5-6 Jahren an seinem Bestimmungsort aufgestellt werden. Werkphoto: Carl Zeiss, Oberkochen.

Literatur:

Verschiedene Hefte von «Sterne und Weltraum»: 12/69, 10/71, 8/9/72, 4/73, 12/74.

R. RIECKHER «Fernrohre und ihre Meister» 1957.

Anschrift des Verfassers:

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

Jahre auf den Berg gebracht werden. Lange Zeit war man der Meinung, dass dieses Teleskop eventuell günstiger auf der Süd-Sternwarte des MAX PLANCK-Instituts aufgestellt werden sollte, doch entschloss man sich, es doch auf Calar Alto zu installieren, da der Nachholbedarf der südlichen Hemisphäre an Grossteleskopen in den letzten Jahren weitgehend gedeckt worden ist.

Gegenwärtig befindet sich das Teleskop, das Abb. 6 im Modell zeigt, in der Konstruktion bei Carl Zeiss. Die Optik, deren Rohlinge von Schott, Mainz aus Zerodur gefertigt wurden, befindet sich z. Zt. ebenfalls bei Zeiss in der Bearbeitung.

Das 3,5-m Teleskop wird auf dem Calar Alto Forschung an den Grenzen des Alls ermöglichen. Es wird den Grossteleskopen, die in letzter Zeit in vielen Teilen der Erde aufgestellt worden sind, in keiner Weise nachstehen.

Das Deutsch-Spanische Astronomische Zentrum auf dem Calar Alto hat heute bereits die sehr schwierige Anfangsphase überwunden. Einen zügigen weiteren Ausbau vorausgesetzt, wird es Astronomen beider Länder optimale Arbeitsbedingungen bieten. Schließlich bleibt zu erwarten, dass der Berg in der Sierra de los Filabres im Süden Spaniens zu einer Stätte der Begegnung für Astronomen aus aller Welt werden wird.

Internationales astronomisches Jugendlager 1976

Dieses 8. internationale astronomische Jugendlager findet vom 15. Juli–14. August 1976 in Israel statt. Es wird organisiert von Herrn E. J. NATHANIEL von der Tel-Aviv Universität in Ramat-Aviv unter der Mitwirkung deutscher, holländischer und canadischer Astronomie-Studenten. Es findet entweder im Beit-Berl-Studien-Zentrum nahe bei Tel-Aviv oder in Sdeh-Boker beim Wise-Observatorium im zentralen Teil Israels statt.

Voraussetzungen für die Teilnahme:

1. Alter 16–22 Jahre,
2. Grundkenntnisse und Verständigungsmöglichkeiten in englischer Sprache (Englisch ist die offizielle Lagersprache),
3. Grundkenntnisse in Astronomie.

Programm: Als Themen sind vorgesehen:

Milchstrassen-Struktur – Bedeckungsveränderliche – Variable – Physik der Meteore – künstliche Satelliten – allgemeine Themen, wobei Beobachtungen

und Auswertungen unter fachmännischer Anleitung erfolgen. Alle entsprechenden Hilfsmittel (einschliesslich jener für photographische Arbeiten) stehen zur Verfügung.

Unterkunft, Verpflegung und Freizeitbeschäftigungen:

Hierfür wird in jeder Hinsicht sehr gut gesorgt sein; Möglichkeiten zur Sportausübung, ein Schwimmbad und drei freie Tage, um Land und Leute kennen zu lernen, werden geboten. Interessenten wenden sich bitte an den Organisator E. J. NATHANIEL (in englischer Sprache).

Da die Zahl der Teilnehmer auf etwa 50 beschränkt ist, und mit einer interessanten internationalen Teilnahme zu rechnen ist, empfiehlt es sich, bald mit dem Organisator Kontakt aufzunehmen. Bekanntlich leistet die SAG an ihre Jugendmitglieder, die an diesem Lager teilnehmen wollen, einen finanziellen Zuschuss; die Teilnahme ist also auch dem Generalsekretär der SAG, Herrn WERNER LÜTHI, Hohengasse 23, 3400 Burgdorf, zu melden.

Spektralaufnahmen der Nova Cygni 1975

Wie Herr C. ALBRECHT, Kronberg (Taunus) mitteilt, war es ihm gelungen, am 1. und 2. September 1975 das Spektrum der Nova Cygni 1975 aufzunehmen. Hierzu diente ein 110 mm NEWTON-Teleskop 1:4 ($f=440$ mm) mit vorgesetztem 30° -Kronglasprisma. Die Registrierung erfolgte auf Kodak Recording Film. Das Sternscheibchen wurde entsprechend den Helligkeiten von etwa 2.1^m vis am 1. 9. 1975 und von etwa 4.4^m vis am 2. 9. 1975 $5\times$ (Bild 2) bzw. $20\times$

(Bild 3) entlang dem RA-Faden exponiert. Die Abbildung zeigt von oben nach unten:

Bild 1: Vergleichsspektrum eines Sterns der Spektralklasse A.

Bild 2: das Nova-Spektrum am 1. 9. 1975, 01^h45^m MEZ, und

Bild 3: das Nova-Spektrum am 2. 9. 1975, 21^h30^m MEZ.

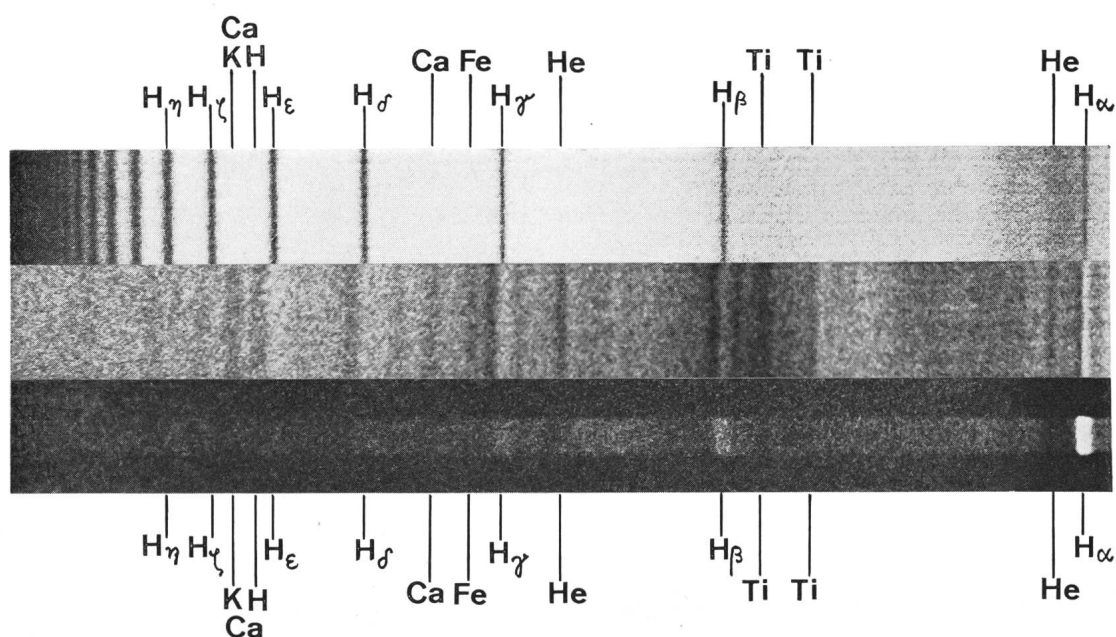


Bild 1 zeigt die BALMER-Serie der Wasserstofflinien von H_α über H_η hinaus in Absorption (Vergleichsspektrum).

Bild 2, das etwa einen Tag nach Erreichen des Maximums aufgenommen ist, zeigt u. a. die ersten 5 BALMER-Linien in Emission. Aus der Violettverschiebung der Absorptionslinien errechnet sich zusammen mit den Aufnahmezeiten für H_γ eine Wellenlängen-Differenz von $33 \text{ \AA}$, entsprechend einer Geschwindigkeits-Differenz von 2100 km/s zwischen den absorbierenden und emittierenden Gashüllen des Sterns. Nimmt man die emittierende Atmosphäre als ruhend

an, so expandierte also die absorbierende Gashülle zum Zeitpunkt der Aufnahme mit 2100 km/s .

Bild 3, rund 20 Stunden später aufgenommen, zeigt zufolge der Helligkeitsabnahme weniger Einzelheiten, dafür aber wesentlich stärkere Emissionslinien in Verbreiterung. Dieser Befund entspricht der von vielen Beobachtern mitgeteilten gelben Farbe der Nova, die einem Stern der Spektralklasse K 5 entspräche.

Die Redaktion dankt Herrn C. ALBRECHT für die in der Abbildung wiedergegebenen Aufnahmen und den dazu übermittelten Kommentar, der inhaltlich unverändert wiedergegeben ist.

Galaxie,

das Mitteilungsblatt unserer welschen Sternfreunde, bringt in seiner No. 14 vom August 1975 wiederum mehrere interessante Beiträge: E. LAUPER berichtet über die Sonnenaktivität März–Juni 1975, F. MEYER beschreibt ausführlich, was wir von unserem Nachbarplaneten Mars wissen, und J. THURNHEER gibt einen Überblick über die Sternklassifikationen. M. DÜRRORR berichtet sodann über die Herbst-Exkursion der Société Vaudoise d'Astronomie (SVA) nach Loèche zur neuen Satelliten-Empfangsstation der PTT, die

sich auf dem Plateau Loèche-Brentjong befindet. In einer Artikelfolge über Sternkonstellationen erzählt F. MEYER viel Wissenswertes über das Sternbild Schwan (Cygnus), und weiter über das Sternbild Leier (Lyra). Ein Aktualitätsbericht befasst sich schließlich mit dem «präzisesten Teleskop der Welt», dem 4 m-Instrument von Siding Spring in Australien (worüber der ORION bereits früher berichtet hat), sowie über das Projekt EISCAT zur weiteren Erforschung der Ionosphäre.

Saturne: Présentation 1974/75

Opposition: 6 janvier 1975
Rapport No. 31 du Groupement planétaire SAS
par F. JETZER, Bellinzona

Observateurs	Instrument	Qualité des imm.	Dessins	Photo	T	Période d'observation
G. A. N. *) Napoli	tél. 600 mm	—	—	2	?	—
F. JETZER, Bellinzona	tél. 200 mm	5.6	8	—	117	23 décembre 1974 – 27 avril 1975
F. MEYER, Lausanne	lun. 162 mm	—	—	1	—	23 décembre 1974
R. PEZZOLI, Minusio	tél. 200 mm	5.8	17	—	160	9 décembre 1974 – 8 mai 1975
G. SPINEDI, Bellinzona	tél. 150 mm	(5)	1	—	—	6 février 1975
P. TAMI, Bellinzona	tél. 140 mm	(3.5)	2	—	—	16 décembre 1974 – 30 janvier 1975

*) Gruppo Astrofili Napoletani.

1. Considérations générales:

La documentation que nous avons reçue de nos collaborateurs nous a permis d'avoir une vue d'ensemble sur la planète Saturne pendant cette opposition. Nous regrettons cependant que seul un nombre restreint d'observateurs nous aient envoyé leurs résultats surtout en ce qui concerne les observations photographiques. Les conditions atmosphériques sont restées toujours assez bonnes. La planète se trouvait très haut sur l'horizon.

2. Description détaillée (Dénomination B.A.A.):

S.P.R. Sombre et large, visible aussi sur les photographies, son bord nord n'était cependant pas toujours très bien délimité.
S.T.Z. Cette zone était légèrement sombre comme d'habitude; la STB n'a pas été vue par nos observateurs.
S.E.B. Comme d'habitude large et sombre, vue souvent sous forme de deux composantes. La partie nord était plus sombre. La

coloration de cette bande était nettement rougeâtre, fait confirmé par les photos prises dans la longueur d'onde du violet: la bande apparaissait alors plus sombre (G.A.N.).
E.Z. Très claire; aucun détail apparent n'a été observé. La EB a été notée deux fois, mais elle était plutôt faible.
Anneau A Un peu plus sombre à l'extérieur qu'à l'intérieur; dans de bonnes conditions on pouvait observer la division de ENCKE (JETZER-PEZZOLI).
Anneau B Très brillant, un peu moins vers l'intérieur.
Division de CASSINI Toujours bien visible, on pouvait la suivre sur presque tout le pourtour visible de l'anneau.
Anneau C Toujours bien visible et bien séparé de l'anneau B. Comme d'habitude devant le disque il était plus clair.

3. Photographies:

Nous avons reçu quelques photos assez bien réussies, le G.A.N. nous a envoyé deux photos faites avec des films Tri-X-Pan et Microfilm de Kodak. F. MEYER nous a fait parvenir une photo faite avec un film Plus-X 22 DIN.

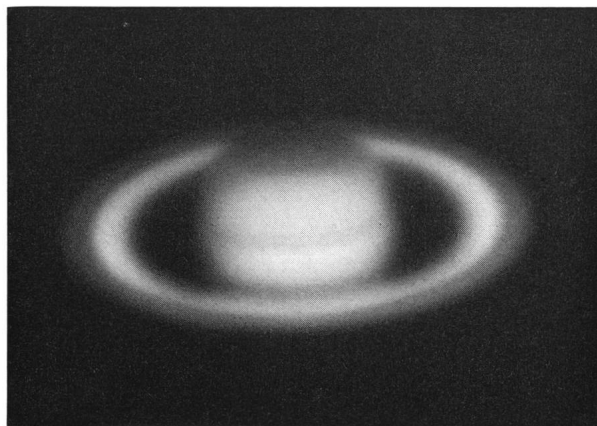


Photo de Saturne prise le 11 décembre 1973 avec un télescope de 45 cm. Pose de 7 sec. Observatoire S. Vittore, Bologna.

4. Cotes d'intensité T:	Observateurs			Moyennes	
Objet	PEZZOLI	JETZER	G.A.N.	1974/75	1971/74
SPR	4.1	4.4	5.1	4.5	4.9
STZ	3.1	3.0	3.1	3.1	3.0
SEBs	3.6	—	4.3	4.0	—
SEBn	4.3	—	5.2	4.8	—
SEB	4.2	4.1	—	4.2	4.5
EZ	2.2	1.4	2.0	1.9	1.7
EB	—	3.0	4.0	3.5	—
Anneau A extérieur	3.2	3.4	3.0	3.2	3.5
Anneau A intérieur	—	2.6	2.9	2.8	2.6
Anneau B extérieur	1.4	0.6	0.5	0.8	1.0
Anneau B intérieur	2.5	1.1	3.4	2.3	1.5
Anneau C	7.6	7.2	7.3	7.4	7.2
Division de CASSINI	8.3	9.3	9.0	8.9	8.5
Division de ENCKE	5.8	6.5	6.0	6.1	6.6
Anneau C en projection devant le disque	5.9	5.4	6.0	5.8	5.4
Ombre du globe sur les anneaux	9.5	9.3	9.0	9.3	8.7
Ombre des anneaux sur le globe	—	—	8.5	8.5	—
Zone entre SEBs et SEBn	4.0	—	—	4.0	3.5

Les valeurs T sont normales. Les différences entre les divers observateurs sont assez minimes, sauf pour la valeur de la partie intérieure de l'anneau B, ce qui, à notre avis, provient de la difficulté de bien déterminer la limite entre l'anneau B et C.

5. Latitude des bandes:

Ces latitudes ont été calculées au départ de 13 observations de PEZZOLI et de 5 faites par le soussigné. Elles ne diffèrent pas beaucoup de celles de l'année passée. La latitude du centre était $+24.5^\circ$. Cette année nous sommes parvenus à mesurer aussi la latitude de la EB.

Objet	y = Sin (b'-B')	Lat. Saturnicentr. C 1974/75	1973/74
SPR bord n.	-0.704	-69°8	-73°8
SEB bord s.	-0.013	-25°2	-24°9
SEB bord n.	+0.329	-7°0	-6°6
EB centre	+0.554	+5°9	—
An. C bord int.	+0.690	+14°9	+16°7

6. Conclusions:

La planète a été calme durant toute la présentation. Les données numériques telles que latitudes des bandes et intensité T sont restées dans la normalité.

Adresse de l'auteur:

F. JETZER, via Lugano 11, 6500 Bellinzona.

Über die Bedeutung von Zeitzeichensendern

unter besonderer Berücksichtigung des Senders DCF 77 in Mainflingen bei Frankfurt (n. Br. $50^\circ 01'$ und ö. L. $09^\circ 00'$)
und über einen darauf abgestimmten Zeitzeichenempfänger mit Decodierung und Digitalanzeige¹⁾

von A. BRÖMME und A. WÖRNER, Darmstadt

Für den Berufsastronomen ist eine genaue Kenntnis der Zeit, vor allem der Sternzeit, seit langem eine Selbstverständlichkeit. Für den Astroamateur wird diese Kenntnis dann wichtig, wenn er der Astronomie nützliche Dienste leisten möchte, wozu *Beobachtungen desselben Ereignisses*, wie: Sternbedeckungen, Sonnenfinsternisse, Flareausbrüche, Meteore und Meteoritenfälle *an verschiedenen Orten* zu zählen sind. Mangelhafte Zeitbestimmungen solcher Ereignisse mindern deren Wert ganz erheblich. Diesem Umstand kann durch den Einsatz von mobilen Zeitzeichenempfängern gänzlich abgeholfen werden, da deren von Sendern übernommene Zeitangaben auf Millisekunden genau sind. Hierüber soll im folgenden berichtet werden.

1. Die Zeitarten

Grundsätzlich ist zwischen zwei Zeitarten zu unterscheiden: Die *Ephemeridenzeit* (UT 1) wird auf Grund astronomischer Beobachtungen ständig neu berechnet, da sie aus der aus verschiedenen Gründen (Gezeitenreibung, Eismassenverteilung, tektonischen Veränderungen u.s.w.) nicht ganz konstanten Erdrotation abgeleitet wird. Schwankungen der Erdrotationszeit sind von unmittelbarer Bedeutung für die Navigation und für astronomische Messungen. Da sich die Erdrotationszeit ausserdem etwas verlangsamt, würde eine darauf beruhende gleichmässige Zeit zu immer grösseren Zeitdifferenzen zwischen dieser und der tatsächlichen Tageszeit führen.

Diese Schwierigkeiten werden durch die *Atomzeit* (AT) und die Anschlüsse daran behoben. Hierzu werden die extrem konstanten Schwingungen des Cäsium-Atoms (Cs 133) kontinuierlich mit der Ephemeridenzeit verglichen. Tritt zwischen diesen Zeiten eine Differenz von höchstens 0.7 Sekunden auf, so wird bei der koordinierten Weltzeit (UTC) durch eine Schaltsekunde die Differenz verkleinert. Da die Atomsekunde konstant ist, kann eine Korrektur nur in Schritten von z. B. einer Sekunde erfolgen. Die nachfolgende Fig. 1 erläutert dies graphisch.

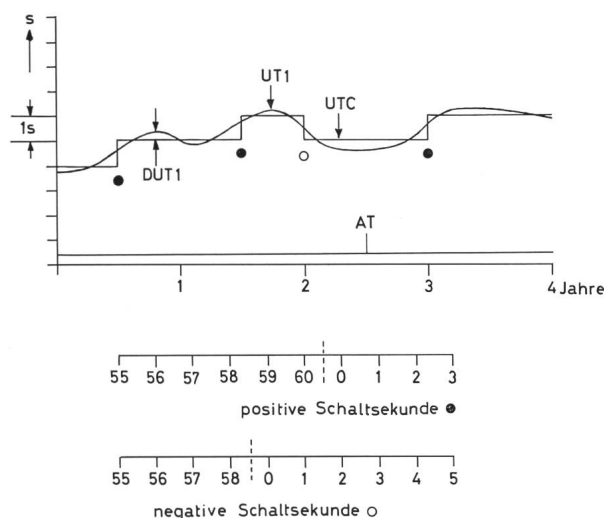


Fig. 1: Der Zusammenhang zwischen AT, UT 1, UTC und DUT 1 in graphischer Darstellung.

2. Die Uhren

Sieht man von den relativ ungenauen Wasser-, Sand- und Sonnenuhren ab, so kann man zwischen mechanischen und elektronischen Uhren unterscheiden. Die *mechanischen Uhren* umfassen die Pendel- und die Unruh-Uhren. Pendeluhren können sehr hohe Ganggenauigkeiten erreichen (SHORTT-Uhr und RIEFLER-Uhr), sind aber an gegebene Standorte gebunden. Unruh-Uhren sind als Armbanduhren weit verbreitet. Ihre Ganggenauigkeit kann ± 1 Minute/Monat erreichen. Da die Ganggenauigkeit mit der Frequenz des Schwingers steigt, wird mit Stimmgabel-Armbanduhren eine höhere Genauigkeit, nämlich bis ± 1 Minute/4–6 Monate erreicht. Da die Frequenz einer Quarz-Armbanduhr, die bereits zu den *elektronischen Uhren* zählt, nochmals um einen Faktor 10 höher ist, wird mit diesen modernen Armbanduhren eine Ganggenauigkeit von ± 30 Sekunden/Jahr erreicht. Die nachstehende Fig. 2 veranschaulicht diese Verhältnisse.

Da heute gute Quarz-Armbanduhren bereits weniger als Fr. 200.— kosten, kann der Astroamateur schon mit ihnen die eingangs erwähnten Zeitbestimmungen bis auf wenige Sekunden genau durchführen.

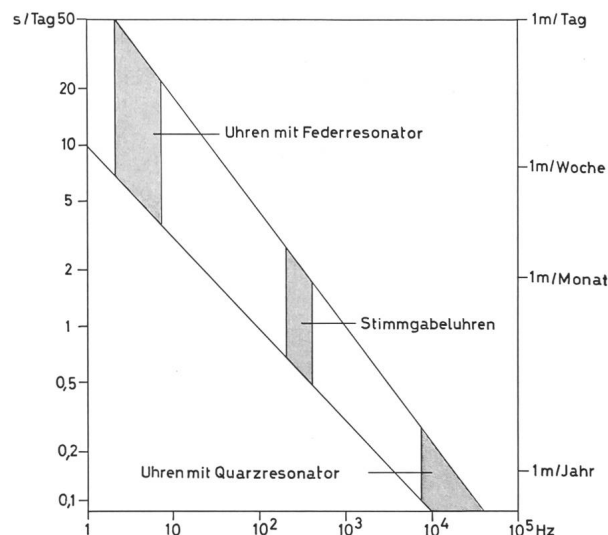


Fig. 2: Prinzipielle Abhängigkeit der Ganggenauigkeit von der Frequenz des benützten Schwingers.

Noch genauere vergleichende Zeitbestimmungen sind mit Hilfe einer Atomuhr möglich, deren Zeitangabe von einem Sender ausgestrahlt und von an den Beobachtungsorten befindlichen Empfängern (unter Berücksichtigung der Signal-Laufzeit) streng synchron angezeigt wird.

3. Die Atomuhr (abgebildet auf der Titelseite von ORION 136)²⁾

Die Atomuhr, deren Ganggenauigkeit praktisch nicht mehr messbar ist, beruht auf der Quanten-Emission angeregter Cäsium-Atome (Cs 133), die, bei der Rückkehr in den Grundzustand, entsprechend der konstanten Energie-Differenz zweier bestimmter Niveaus, ebenfalls frequenzkonstant ist. 9 192 631 770 Perioden einer Schwingung, die bei einer genau definierten Anregung des Cäsiums entsteht, sind als eine (Atom-)Sekunde definiert worden. Diese Anzahl Perioden wurde gewählt, um eine möglichst genaue Angleichung an die Ephemeriden-Sekunde zu erzielen. Die bei einer Atomuhr möglichen Störeinflüsse (Geschwindigkeit der Atome, Magnetfeld, Resonatorfehler u.s.w.) können zusammen eine Ungenauigkeit von 4×10^{-13} Sekunden erreichen, was aber nur einem Fehler von einer Sekunde in 100 000 Jahren entspricht. Eine Atomsekunde ist gegenwärtig um etwa 3×10^{-8} Sekunden kürzer als die zur Zeit gültige Ephemeridensekunde.

In Amateursternwarten, die über einen Anschluss ans Lichtnetz (220 V, 50 Hz) verfügen, sind auch *Synchronuhren* für Welt- und Sternzeit gebräuchlich. Abgesehen davon, dass die Uhren ortsgebunden sind, ist die Sollfrequenz von 50 Hz lastabhängig, so dass bei der Zeitanzeige Abweichungen bis zu ± 30 Sekunden auftreten können. Diese Abweichungen werden zwar von den Kraftwerken durch Drehzahländerungen der Generatoren wieder ausgeglichen, so dass Synchronuhren im Durchschnitt genaue Zeitangaben vermitteln; da aber kein Verlass darauf ist, dass eine Synchronuhr in einem bestimmten Augenblick UT oder ST korrekt anzeigt, scheiden Synchronuhren für exakte Zeitmessungen aus.

4. Die Zeitzeichensender

Es wurde bereits gezeigt, dass eine *laufend genaue* Zeitangabe ohne örtliche Bindung nur mit einer mobilen Quarzuhr und eine *maximal genaue* Zeitangabe nur mit einer Atomuhr über einen Radiosender und einen mobilen Empfänger möglich sind. Dafür sind auf der ganzen Welt zahlreiche *Zeitzeichensender* eingerichtet worden. Diese senden zum Teil auf Kurzwelle (Frequenzbereich 3000–10 000 kHz), zum Teil auf Langwelle (Frequenzbereich 60–80 kHz). Da der Kurzwellenempfang jedoch nicht unbedingt von Störungen frei ist, empfiehlt es sich, die Zeitsignale von den Langwellensendern zu empfangen. In Europa stehen dafür zur Verfügung:

Der Zeitzeichensender Englands in Rugby,

Frequenz 60 kHz,

der Zeitzeichensender der Schweiz in Prangins,

Frequenz 75 kHz, und

der Zeitzeichensender Deutschlands in Mainflingen, Frequenz 77.5 kHz.

Diese Sender arbeiten nach dem Prinzip des unterbrochenen Dauertons, wobei der Beginn der Unterbrechung den *Beginn* einer Sekunde bedeutet. Minuten werden durch einen doppelten, Stunden durch einen dreifachen Impuls markiert. Zwischen der 1. und 15. Sekunde übertragen diese Sender auch DUT1 = UT1 – UTC, also die Differenz zwischen der Ephemeridenzeit und der koordinierten Weltzeit. Darüber hinaus sendet der Mainflinger Sender DCF 77 als erster und bisher einziger Sender eine vollständige, codierte Zeit- und Datumsangabe, so dass man die Nummern der Stunden und Minuten nicht zu kennen braucht, um eine eindeutige Zeitangabe zu bekommen. Darüber hinaus erlaubt eine Decodierung der Signale im Empfänger, Jahr, Monat, Wochentag, Tag, Stunden, Minuten und Sekunden (beispielsweise mit Leuchtdioden-Röhren) digital anzuzeigen. Ein derartiger, mit NC-Akkumulatoren betriebener Empfänger, wie er in der Folge beschrieben wird, stellt also praktisch *einen nicht ortsgebundenen Atomuhr-gesteuerten Zeitmesser höchster Genauigkeit mit allen den erwähnten Anzeigen* dar.

5. Der Zeitzeichensender DCF 77

Der Sender von Mainflingen mit dem Kennzeichen DCF 77 befindet sich etwa 24 km südöstlich von Frankfurt am Main. Seine Koordinaten sind: 50°01' nördl. Breite und 09°00' östl. Länge. Er ist ein Langwellensender mit der Trägerfrequenz 77.5 kHz, die eine hochstabilisierte Normalfrequenz darstellt, die mit der internationalen Atomzeitskala mit einer Unsicherheit von weniger als 2×10^{-13} Sekunden übereinstimmt. Die Frequenz-Mittelwerte zeigen über eine Woche eine relative Genauigkeit von 10^{-12} Sekunden. Die abgestrahlte Leistung dieses Senders beträgt 27 kW; er kann daher praktisch in ganz Europa empfangen werden. Bei automatischer Auswertung der Sendesignale (Decodierung) kann mit einer Reichweite von mindestens 1000 km gerechnet werden; Feldstärkenmessungen ergaben beispielsweise in Berlin 0.8 mV/m und in München 4.4 mV/m. Die ungehinderte Ausbreitung der Bodenwelle (keine tote Zone) und ihre weitgehende Unabhängigkeit von möglichen Störeinflüssen (Tageszeit, Sonnenaktivität) lässt die Langwellensender gegenüber den Kurzwellensendern im Vorteil erscheinen³⁾. Es kommt dazu, dass Zeitübermittlungen bei Langwellensendern wegen der praktisch geradlinigen Ausbreitung der Wellen eine Laufzeitberücksichtigung für maximale Genauigkeit zulassen. Beträgt beispielsweise die Entfernung des Empfängers vom Sender 1000 km, so beträgt die Laufzeit des Signals

$$T = \frac{1000}{300} \text{ ms} = 3.3 \text{ ms},$$

da sich die elektromagnetischen Wellen mit Lichtgeschwindigkeit (300 000 km/s) ausbreiten. Dem gegenüber sind die Zeitverzögerungen im Empfänger nur von der Größenordnung von 10 μ s.

Der Zeitzeichensender DCF 77 arbeitet durchgehend; er unterbricht seinen Betrieb nur jeden zweiten Dienstag im Monat von 05 Uhr bis 09 Uhr wegen Wartungsarbeiten und muss sonst nur bei sehr starken örtlichen Gewittern abgeschaltet werden.

Sek.-No.	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44							
BCD-Code	S	1	2	4	8	10	20	40	P1	1	2	4	8	10	20	P2	1	2	4	8	10	20	1	2	4							
Zuordnung		Minuten									Stunden									Kalendertag									W.-Tag			
Bit-Beispiel	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0							
Decodierung		26 Minuten									13 Stunden									3.									Montag			

Fortsetzung:

Sek.-No.	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	00
BCD-Code	1	2	4	8	10	1	2	4	8	10	20	40	80	P3	–	–
Zuordnung	Monat					Jahr										
Bit-Beispiel	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	–	0
Decodierung	11.					75										

Tab. 1: Zuordnung der Bits beim Zeitzeichensender Mainflingen DCF 77. Das Bit-Beispiel ergibt die Daten: 03.11.75 13.26.05 h Montag.

Die codierte, vollständige Zeit- und Datumsangabe des Senders DCF 77 wird seit dem Juni 1973 ausgestrahlt. Die vielfachen Informationen werden wie folgt übermittelt: Die (an sich konstante) Trägeramplitude wird zu Beginn einer jeden Sekunde auf 25% ihres Wertes abgesenkt und dann wieder angehoben, womit (im Vergleich mit einer Unterbrechung) die Normalfrequenz durchgehend zu empfangen ist. Der Beginn einer neuen Minute wird durch Auslassung der Markierung der 59. Sekunde angezeigt, so dass die nachfolgende Absenkung der Trägeramplitude den Beginn der 0. Sekunde bedeutet. Die Codierung der Zeitinformationen erfolgt durch die Dauer der Trägeramplitude-Absenkungen, die 0.1 oder 0.2 Sekunden beträgt, wobei im Dualsystem 0.1 den Wert «0» und 0.2 den Wert «1» bedeuten. Eine logische Überlegung ergibt, dass zur Übermittlung der vollständigen Zeit- und Datumsinformation, wenn Jahrtausend und Jahrhundert ausgelassen werden, 35 Stellen notwendig sind, wozu noch 4 Prüfbits kommen. Die Zuordnung der insgesamt 39 Bits geht aus der nachfolgenden Tab. 1 hervor. In jeder Minute werden die Nummer der folgenden Minute sowie die dazugehörenden Nummern von Stunde, Kalendertag, Wochentag, Monat und Jahr im «BCD-Code» übertragen. Der Prüfbit S in der 20. Sekunde ist immer eine «1», die den Beginn der Zeit- und Datums-codierung anzeigt, während die Prüfbits P 1, P 2 und P 3 nur zur Kontrolle der Informationsübermittlung dienen.

Die Codierung des Zeitzeichensenders DCF 77 berücksichtigt auch die zur Anpassung der Atomzeit UTC an die Weltzeit UT 1 gelegentlich erforderliche Einfügung einer positiven oder negativen Schaltsekunde. Beispielsweise manifestiert sich die Einfügung einer positiven Schaltsekunde wie folgt:

Anzeige der Uhr:

Datum	Stunde	Minute	Sekunde
01.07.75	00	59	57
01.07.75	00	59	58
01.07.75	00	59	59
01.07.75	00	59	00
01.07.75	01	00	00
01.07.75	01	00	01

Während der ersten 15 Sekunden einer jeden Minute wird die Differenz zwischen UT 1 und UTC auf 0.1 Sekunden gerundet übermittelt. Diese Zeitdifferenz wird mit $DUT\ 1 = UT\ 1 - UTC$ bezeichnet. Der Betrag von $DUT\ 1$ wird durch die Anzahl der verlängerten Sekundenmarken zwischen der 1. und 15 Sekunde angegeben. Die Anzahl der hervorgehobenen Sekundenmarken $\times 0.1$ ist dann gleich $DUT\ 1$, wobei die ersten 7 Sekunden positive und die Sekunden 9–15 negative Werte bedeuten. Die 8., 16., 17., 18. und 19. Sekundenmarken sind in jedem Fall kurz, bleiben also unverändert. Da jeder Zeitzeichensender auf Grund internationaler Übereinkommen auch in regelmässigen Abständen sein Kennzeichen ausstrah-

len muss, sendet DCF 77 während der 19., 39. und 59. Minute «DCF 77» in Morsezeichen mittels Tonmodulation in 250 Hz ohne Störung der laufenden Zeitinformationen. Diese werden von den Atomuhren der physikalisch-technischen Bundesanstalt in Braunschweig geliefert, die gleichzeitig die Genauigkeit vom DCF 77 überwacht.

5. Empfangsmöglichkeiten der Zeitsignale

Die Zeitsignale vom DCF 77 (wie auch jene anderer Zeitzeichensender) können mit dem Langwellenteil normaler Radioempfänger nicht aufgenommen werden, da der Radio-Langwellenbereich erst bei 145 kHz beginnt, während die Zeitzeichensender im Frequenzbereich von 60–80 kHz arbeiten.

Eine erste Möglichkeit zum Empfang der Zeitzeichensender mit dem Langwellen-Teil eines Radioapparates besteht in der Hinzunahme eines Frequenzwandlers, der die Zeitzeichensender-Frequenz verdoppelt, entweder nach dem GRAETZ-Prinzip der Vollweg-Gleichrichtung oder nach dem Überlagerungsprinzip. Der Frequenzwandler besteht im Prinzip aus einem auf die Zeitzeichensender-Frequenz abgestimmten Empfänger (Ferritantenne, abgestimmter Kreis) und der Einrichtung zur Frequenzverdopplung. Der Ausgang des Konverters wird mit der Ferritantenne des Radioempfängers gekoppelt. Man hört dann einen im Sekundenrhythmus unterbrochenen Dauerton und lernt mit der Zeit die langen und kurzen Unterbrechungen zu unterscheiden und damit den Code des DCF 77 zu entschlüsseln.

Eine zweite Möglichkeit zum Empfang der Zeitzeichensender besteht in der Erstellung eines einfachen Empfängers, bei dem man dann die Unterbrechungen als 0.1- und 0.2-Sekunden-Tonsignal hörbar machen kann.

Die weitaus beste und eleganteste Empfangsart insbesondere des DCF 77 besteht jedoch in einem Empfänger, der automatisch decodiert und sämtliche Daten anzeigt. Ein solcher Zeitzeichenempfänger soll im folgenden beschrieben werden.

6. Der Zeitzeichenempfänger mit vollständiger Digitalanzeige

Eine erste vollständige Bauanleitung für einen codeauswertenden Zeitzeichenempfänger des DCF 77 ist von P. HETZEL und L. ROHBECK gegeben worden⁴⁾. Fig. 3 zeigt das Blockschaltbild dieses Empfängers. Dessen Ferritantenne wird in Richtung 90° zur Minimumspeilung auf den Sender ausgerichtet. Sie bildet mit dem Eingang des Antennenverstärkers ein abgestimmtes, breitbandiges LC-Filter, auf das ein Quarzfilter hoher Güte folgt, das die Bandbreite verringert und gleichzeitig Störeinflüsse vermindert. Darauf folgt ein Verstärker mit Schwundausgleich und Feldstärke-Messgerät. Im nachfolgenden Demodulator werden die Eingangssignale in Rechteckimpulse umgewandelt, die dann in der Logikschaltung ausgewertet werden. Der Impulslängendecodierer er-

kennt die Länge oder das Fehlen einer Sekundenmarke (bei der 59. Sekunde) und erzeugt ein «0»- oder ein «1»-Signal bzw. einen Sekundenimpuls, wobei der Impuls der 0. Sekunde zur Synchronisation der Uhr verwendet wird. Die Sekundenmarken werden über einen Zähler der Anzeige zugeführt; die langen und kurzen Impulse werden in Dualform einem Schieberegister zugeleitet, das sie mit Hilfe eines Speichers für eine Anzeige in digitaler Form bereithält.

7. Der verbesserte Zeitzeichenempfänger

Das Prinzip des Empfängers wurde nicht geändert, dagegen war es möglich, die Güte des Antennenverstärkers und des Verstärkers zu verbessern. Um den Empfänger transportabel zu machen, wurde sein Betrieb mit wiederaufladbaren Ni-Cd-Akkumulatoren eingeführt. Für eine genaue Antennenausrichtung wurde ein Feldstärke-Messgerät eingebaut. Testversuche ergaben vom Bereich unmittelbarer Sender-

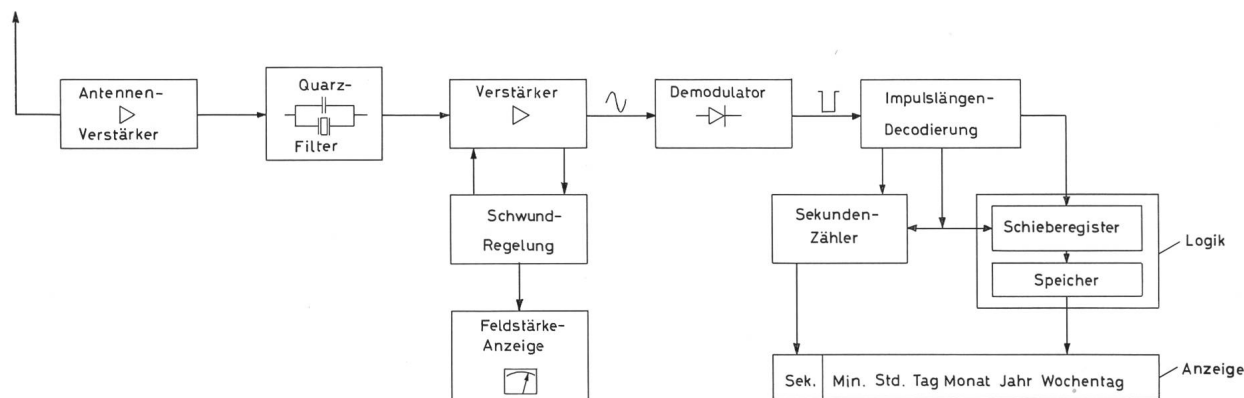


Fig. 3: Blockschaltbild des Zeitzeichenempfängers mit Decodierung und kompletter Digitalanzeige.

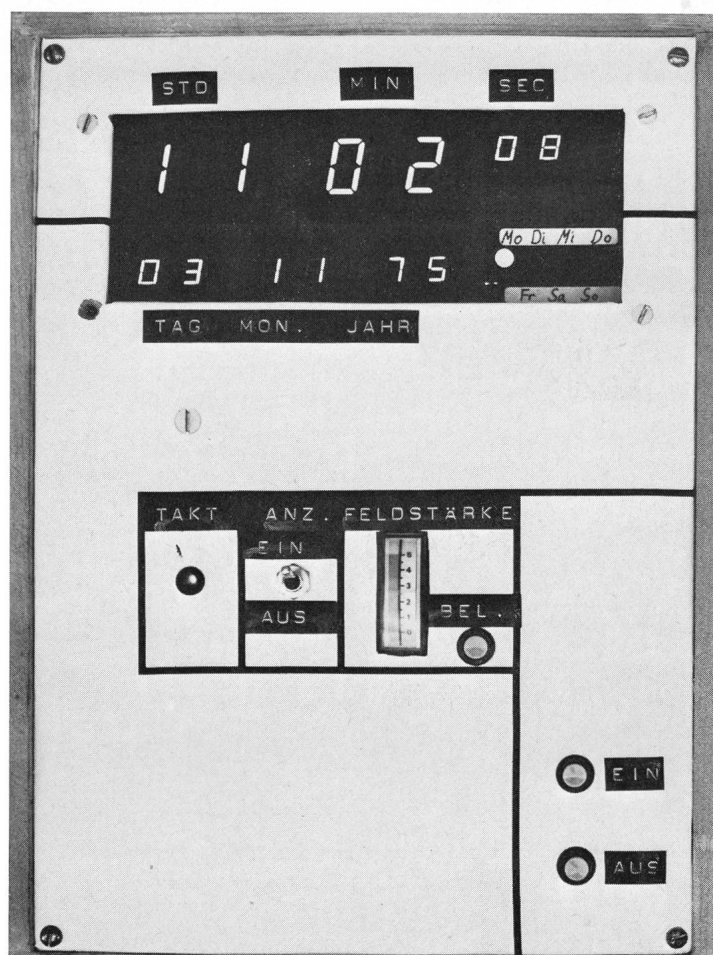


Fig. 4: Frontansicht des beschriebenen Zeitzeichenempfängers, aufgenommen am Montag, den 3.11.75 um 11^h 02^m 08^s UT.

nähe bis im Tessin einwandfreies Arbeiten des Empfängers. Da aber der relativ hohe Stromverbrauch (Wiederaufladen des Akkumulators nach einer Stunde Betrieb) Betriebsunterbrüche (Akkumulatorwechsel) bedingt, erwiesen sich Verbesserungen der integrierten Schaltkreise und der Anzeige als notwendig. Dabei haben sich bisher Grösse des Empfängers und sein Strombedarf bei gleichzeitiger Verbesserung der Eingangsempfindlichkeit erheblich verringern lassen.

8. Probleme der Weiterentwicklung des Zeitzeichenempfängers

Die nachfolgend aufgeführten Verbesserungs- und Weiterentwicklungsmöglichkeiten des Zeitzeichenempfängers sind in Angriff genommen worden:

1. Einbau einer zusätzlichen quartzesteuerten Impulsstufe, womit, ähnlich wie bei elektrischen Uhren mit Gangreserve, Sender-Störungen und -Ausfälle überbrückt werden können (unter der Voraussetzung, dass der Empfänger vorher noch vom

Literatur:

- 1) Erweiterte Fassung eines Vortrags von A. BRÖMME anlässlich der 4. Frühjahrstagung der VdS in Würzburg am 5. 4. 1975.
- 2) MÜLLER, H., Die Rotation der Erde und unsere Uhrzeit. *ORION* 31, 79 (1973), No. 136. Das Titelbild dieser Nummer zeigt die Atomuhr OSCILLATOM I der Oscilloquartz S. A., Neuchâtel.
- 3) BECKER, G., Einführung eines neuen Zeitsystems mit Schaltsekunden. PTB-Mitteilungen No. 3 (1971).

Adresse des Verfassers:

A. BRÖMME, Länggasserweg 5, D-61 Darmstadt, BRD.

Sender synchronisiert werden konnte, also für mehr als 2 Minuten ungestörten Empfang hatte).

2. Anschlussmöglichkeit für eine elektronische Stoppuhr (für sofort ablesbare Zeitdifferenzen neben der absoluten Zeit). Werden beide Werte (Zeit und Zeitdifferenz) synchron aufgezeichnet, so wird damit eine Dokumentation gegeben, die im Falle simultan an verschiedenen Orten durchgeführter Beobachtungen (visuell oder photographisch) einen nahezu perfekten Vergleich der Werte ermöglicht. Zudem kann die z. B. auf Magnetband festgehaltene Information dem Zeitzeichenempfänger wieder zugeführt und auf dessen Anzeigefront reproduziert werden.
3. Möglichkeit einer Vorprogrammierung des Empfängers durch ein Zusatzgerät mit beliebig wählbarer Zeitdifferenz, beispielsweise der Anzeige MEZ statt MOZ.

Über diese Weiterentwicklungen des beschriebenen Zeitzeichenempfängers soll zu gegebener Zeit berichtet werden.

- 4) HETZEL, P. und ROBECK, L., Datums- und Zeitangabe drahtlos empfangen. *Funkschau* No. 19 (1974).
- 5) BECKER, G. und HETZEL, P., Codierte Zeitinformationen über den Zeitmarken- und Normalfrequenzsender DCF 77. PTB-Mitteilungen No. 83 (1973).
- 6) SCHREIBER, H., Empfänger für Zeitzeichensendungen. *Funktechnik* No. 9 (1973).
- 7) VOGEL, H.-W., Aufbau einer Zeitdekodiereinrichtung für den Zeitzeichensender DCF 77. Diplomarbeit TH Darmstadt, Fachgebiet Hochfrequenztechnik, No. D 925 (1975).

Berechnung genauer Prüfwerte für Parabolspiegel

VON E. WIEDEMANN, Riehen

Veranlassung zu dieser kleinen Mitteilung war ein Brief von Herrn K. MONKEWITZ in Zürich an den Autor, worin die Gültigkeit der «wichtigsten Formel für den Spiegelschleifer»

$$s = \frac{r^2}{R_0} \quad 1)$$

angezweifelt und mit dem Vorschlag einer Änderung auf die Formel

$$s = \frac{3}{2} \frac{r^2}{R_0} \quad 2)$$

begegnet worden ist. Eine Überprüfung dieses Vorschlags ergab, dass die Formel (1) eine Näherungsformel ist, die im Bereich der praktisch zu realisierenden Öffnungsverhältnisse sicher genau genug ist, während die Formel (2) mit steigendem Öffnungsverhältnis an Genauigkeit gewinnt, um bei $R = 1:0.25$ genau richtig zu sein.

Im Zusammenhang mit einer Ableitung der genauen Formel für s , die der Autor Herrn MONKEWITZ nicht vorwegnehmen möchte, war es jedoch von Interesse,

die *genauen* Werte von s (in Fig. 1 und im folgenden mit AD bezeichnet) zu berechnen.

Die aus Fig. 1 ableitbaren Vorgänge der Berechnung von AD wurden in einem kleinen Computer-Programm zusammengefasst, das es erlaubt, in beliebig wählbaren Schritten von Parabelpunkt zu Parabelpunkt die interessierenden Längen MD, DE, ME und AD mit wählbarer Stellen-Genauigkeit zu berechnen und auszudrucken und dazu das jeweilige Öffnungsverhältnis anzugeben. Die Längen für andere Brennweiten werden mittels eines Proportionalitätsfaktors erhalten.

Die Computer-Berechnung ergibt die Längenwerte MD, DE, ME und AD mit jeder gewünschten Genauigkeit für alle (auch sehr grosse) Öffnungsverhältnisse, und zwar für jede mögliche Art der Messung, über deren Durchführung bei anderer Gelegenheit berichtet werden soll.

Der Verfasser ist gerne bereit, diese Daten für Parabolspiegel beliebiger Brennweite und Öffnungsverhältnisse zu berechnen und zur Verfügung zu stellen.

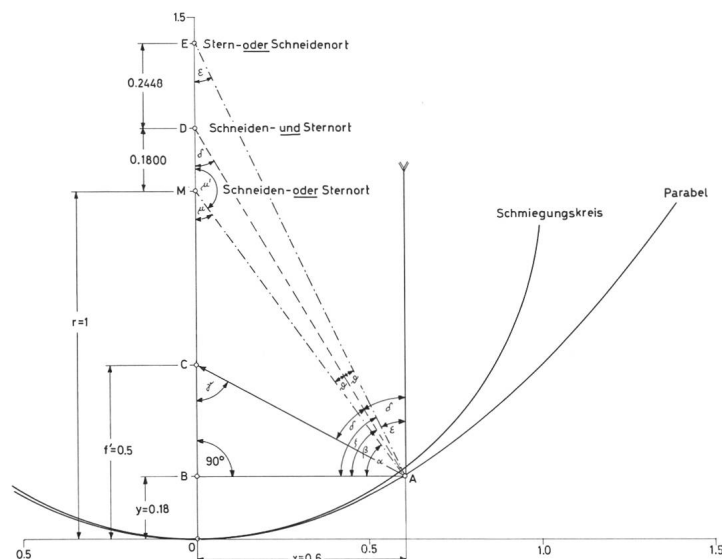


Fig. 1: Parabel mit dem Schmiegunskreis-Radius = 1 und der Brennweite 0.5, sowie den Hilfskonstruktionen zur Berechnung von MD, DE, ME und AD.

BESTIMMUNG DER ABSTAEDE ME, DE, ME UND AD DER PARABEL $x^2/2=y$

N	X(N)	DELTA X(N)	Y(N)	DELTA Y(N)	MD(N)	DE(N)	ME(N)	AD(N)
1	.01000	.01000	.00005	.00005	.00005	.00005	.00010	1.00005
2	.02000	.01000	.00020	.00005	.00020	.00020	.00040	1.00020
3	.03000	.01000	.00045	.00005	.00045	.00045	.00090	1.00045
4	.04000	.01000	.00080	.00005	.00080	.00080	.00160	1.00080
5	.05000	.01000	.00125	.00005	.00125	.00125	.00250	1.00125
6	.06000	.01000	.00180	.00005	.00180	.00181	.00361	1.00180
7	.07000	.01000	.00245	.00005	.00245	.00246	.00491	1.00245
8	.08000	.01000	.00320	.00005	.00320	.00322	.00642	1.00319
9	.09000	.01000	.00405	.00005	.00405	.00408	.00813	1.00404
10	.10000	.01000	.00500	.00005	.00500	.00505	.01005	1.00499
11	.11000	.01000	.00605	.00005	.00605	.00612	.01217	1.00603
12	.12000	.01000	.00720	.00005	.00720	.00730	.01450	1.00717
13	.13000	.01000	.00845	.00005	.00845	.00859	.01704	1.00841
14	.14000	.01000	.00980	.00005	.00980	.00999	.01979	1.00975
15	.15000	.01000	.01125	.00005	.01125	.01150	.02275	1.01119
16	.16000	.01000	.01280	.00005	.01280	.01313	.02593	1.01272
17	.17000	.01000	.01445	.00005	.01445	.01487	.02932	1.01435
18	.18000	.01000	.01620	.00005	.01620	.01672	.03292	1.01607
19	.19000	.01000	.01805	.00005	.01805	.01870	.03675	1.01789
20	.20000	.01000	.02000	.00005	.02000	.02080	.04080	1.01980
21	.21000	.01000	.02205	.00005	.02205	.02302	.04507	1.02181
22	.22000	.01000	.02420	.00005	.02420	.02537	.04957	1.02391
23	.23000	.01000	.02645	.00005	.02645	.02785	.05430	1.02611
24	.24000	.01000	.02880	.00005	.02880	.03046	.05926	1.02840
25	.25000	.01000	.03125	.00005	.03125	.03320	.06445	1.03078
26	.26000	.01000	.03380	.00005	.03380	.03608	.06988	1.03325
27	.27000	.01000	.03645	.00005	.03645	.03911	.07556	1.03581
28	.28000	.01000	.03920	.00005	.03920	.04227	.08147	1.03846
29	.29000	.01000	.04205	.00005	.04205	.04559	.08764	1.04120
30	.30000	.01000	.04500	.00005	.04500	.04905	.09405	1.04403

Fig. 2: Beispiel eines Computer-Ausdrucks der Berechnung der erwähnten Längen.

Literatur:

- 1) HANS ROHR, Das Fernrohr für Jedermann. Rascher, Zürich 1964, S. 198.
- 2) Briefliche Mitteilung von Herrn K. MONKEWITZ, Zürich, an den Autor.

Adresse des Autors:

Dr.-Ing. E. WIEDEMANN, Garbenstrasse 5, CH-4125 Riehen.

Bibliographie

Es folgen hier 9 Rezensionen; weitere 11 Rezensionen werden in ORION 152 erscheinen.

Astronomie vom Altertum bis heute, von J. DORSCHNER, CH. FRIEDEMANN, S. MARX und W. PFAU, Umschau-Verlag Frankfurt 1975, Lizenzabgabe der Edition Leipzig und gedruckt in Erfurt (Deutsche Demokratische Republik), 208 Seiten, viele, zum Teil mehrfarbige Abbildungen. Dies ist ein Text- und Bilder-Buch, das dem Laien eine Einführung in die Astronomie von ihren Anfängen bis heute vermitteln soll. Es umfasst 4 Kapitel, denen eine Tabelle astronomischer Daten, eine Zeittafel, ein Glossar und ein Bildquellen-Verzeichnis begefügt sind. Da die Kapitel ineinander übergehend gestaltet sind, sei zunächst bemerkt, dass sich der etwa die ersten 50 Seiten umfassende historische Teil durch eine sehr sorgfältige Auswahl des Mitgeteilten in Text und Bild auszeichnet. Auch die Entwicklung der astronomischen Hilfsmittel bis zu den Radioteleskopen und den extraterrestrischen Möglichkeiten (S. 51–86) ist gut beschrieben. Der restliche Teil des Buches befasst sich mit den (jüngeren) Forschungsergebnissen, zuerst mit jenen an Sternen und Sternassoziationen, dann mit jenen an nicht selbstleuchtenden kosmischen Objekten (Planeten, Planetoiden, kosmischem Staub) und schliesslich mit der Frage des Lebens im Weltall. Die bereits erwähnten Tabellen runden das Werk ab. Gestaltung und Ausführung des Buches sind vorzüglich und sehr ansprechend, auch wenn gewisse mehrfarbige Abbildungen (S. 93, 101, 114, 115, 126, 127, 140) nicht dem letzten Stand der Möglichkeiten entsprechen. Von den vielen Büchern, die in der letzten Zeit erschienen sind und eine Popularisierung astronomischer Grundkenntnisse bezwecken, scheint das vorliegende Buch eines der besten zu sein. Es wird sicherlich seiner Aufgabe gerecht und daher in vielen Bibliotheken jenen Platz erhalten, den es verdient.

E. WIEDEMANN

KENNETH R. LANG, *Astrophysical Formulae*, A Compendium for the Physicist and Astrophysicist. XXVII + 735 Seiten, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York 1974. DM. 192.— Dieses Buch, das dem Vernehmen nach bereits an sehr vielen Hochschulinstituten Bestandteil ihrer Bibliotheken geworden und als Nachschlagewerk ausserordentlich geschätzt ist, stellt keine Formelsammlung im üblichen Sinne dar. Der Autor hat vielmehr die Mühe nicht gescheut, die über 2100 Formeln, zum Teil eingehend, zu erläutern, wozu auch 46 Abbildungen beitragen, und seinem Werk neben einem Autoren- und Sachverzeichnis ein praktisch vollständiges Literaturverzeichnis von nicht weniger als 62 Seiten beizufügen. Der Benutzer dieses Werkes findet somit im Falle einer ihn interessierenden Formel nicht nur eine Erklärung, die ihm ermöglicht, zu entscheiden, ob die betreffende Formel auf sein Problem anwendbar ist oder nicht, sondern auch noch – ausser der Formel selbst – die vollständige Literatur darüber, so dass es ihm möglich ist, gegebenenfalls die Gedankengänge des Formel-Autors zu verfolgen, was ihm ebenfalls weiterhelfen kann. Umgekehrt kann der Leser auch die Arbeiten der Formel-Autoren mit Hilfe von deren Namen auffinden oder sich an Hand des Sachverzeichnisses über die Formel-Autoren informieren. Dies alles ist erfahrungsgemäss bei wissenschaftlichen Arbeiten wichtig, um vorwärts zu kommen und Leerarbeit auszuschliessen. Die Berücksichtigung der Literatur bis und mit 1973 bietet schliesslich eine breite und moderne Basis für alle wissenschaftlich arbeitenden Benutzer des Werkes.

Den 5 Abschnitten des Buches, die die Kontinuumsstrahlung, die monochromatische Strahlung, die Gasprozesse, die Astrophysik der Atomkerne und jene der Teilchen hoher Energie, sowie die Astrometrie und die Kosmologie behandeln, ist eine Tabelle der physikalischen Konstanten vorangestellt, deren Symbole ja immer wieder gebraucht werden, und im Text finden sich zusätzlich 69 Tabellen, die Text und Formeln weiter erläutern, und die alle auf den neuesten Stand nachgeführt sind. Es würde an dieser Stelle zu weit führen, alle diese Tabellen des näheren zu besprechen; es sei nur darauf hingewiesen, dass beispielsweise die Wellenlängen der interstellaren Moleküle von

1.1 Å bis über 230 GHz zusammen mit ihren Verursachern vollständig aufgeführt sind, was gleicherweise für die Tabelle der möglichen Massendefekte der Elemente bis zum Atomgewicht 257 (Lr) zutrifft. Berücksichtigt man dies alles, insbesondere auch die bis an die Grenzen gesicherter Erkenntnis reichenden Formeln der modernen Kosmologie, so kann man nicht umhin, der ausserordentlich sorgfältigen und umfassenden Arbeit des Verfassers volle Anerkennung zu zollen.

Für den durchschnittlichen Astroamateure ist dieses Buch freilich zu hoch; nur jene mit entsprechender wissenschaftlicher Vorbildung werden sich seiner mit Nutzen bedienen können. Dem Physiker, Astrophysiker und Astronomen aber ist es ein äusserst wertvolles, um nicht zu sagen einmaliges Nachschlagewerk, das er schon im Hinblick auf eine rationelle Führung seiner Arbeit gerne und immer wieder befragen wird. Es bleibt zu wünschen, dass es in allen einschlägigen Bibliotheken der Institute und Gelehrten seinen Platz erhält und behält.

E. WIEDEMANN

New Frontiers in Astronomy – Readings from Scientific American, with introductions by OWEN GINGERICH. 369 S., 329 Illustrationen. W. H. Freeman and Co., Reading, 1975. Paperbound £ 3.80, Clothbound £ 7.60. Wenn ein so bekannter Professor für Astronomie (Harvard-Universität) wie OWEN GINGERICH zum zweiten Mal seit 5 Jahren die in *Scientific American* erschienenen astronomischen Aufsätze zusammenfasst und gelegentlich ergänzt, so darf man mit grossen Erwartungen an deren Lektüre gehen, zumal seit Jahren bekannt ist, wie sorgfältig die Redaktion von *Scientific American* die in ihm erscheinenden Artikel prüft und bearbeitet. Dieses Erwartungen werden in der Tat nicht enttäuscht. OWEN GINGERICH hat bei seiner Zusammenfassung den Stoff in 7 Hauptkapitel unterteilt, von denen jedes ausser seiner Einführung aus 3–6 Publikationen besteht, die, wie bei *Scientific American* üblich, hervorragend anschaulich illustriert sind.

Im *ersten Kapitel*, das das Planetensystem behandelt, wird zunächst von P. M. HURLEY die Drift der Kontinente behandelt, dann folgt ein sehr ausführlicher Bericht von B. C. MURRAY über die Ergebnisse von Mariner 9 am Mars mit zum Teil sehr guten Illustrationen; ein nächster Aufsatz von F. L. WHIPPLE befasst sich sodann mit den Kometen und der Analyse ihrer Erscheinungen und Bahnen. Weiter berichtet R. S. RICHARDSON am Beispiel der Entdeckung des Kleinplaneten Ikarus über diese Körperklasse des Sonnensystems im allgemeinen und über ihre Bahnen im besonderen. Die letzte Arbeit dieses Kapitels stammt von J. S. LEWIS und behandelt die Chemie des Sonnensystems, und zwar sowohl die Querschnittsbeschaffenheit der Planeten, als auch ihrer Gashüllen.

Im *zweiten Kapitel*, das der Sonne gewidmet ist, berichtet zunächst J. M. PASACHOFF über die Untersuchungsmethoden der Sonnenkorona und deren Ergebnisse. Es folgt dann ein Aufsatz von E. N. PARKER über den Sonnenwind und seine Wirkungen, weiter ein Bericht von J. N. BAHCALL über die von der Sonne ausgeschleuderten Neutrinos und die Methoden ihrer Feststellung und Messung.

Das *dritte Kapitel* ist der Sternentwicklung gewidmet. Hier berichtet zunächst S.-S. HUANG über mehr oder weniger Bekanntes (HERTZSPRUNG-RUSSEL-Diagramm, Doppelsterne, Novae), dann I. IBEN über Kugelsternhaufen; B. J. BOK beschreibt dann die heutigen Annahmen über die Geburt von Sternen, worauf G. H. HERBIG die jüngsten (T Tauri-) Sterne behandelt.

Das *vierte Kapitel* hat die Milchstrasse zum Thema. Hier beschreiben zunächst G. und M. BURBIDGE die Populationen I und II, dann H. SANDERS und G. T. WRIXON das Milchstrassen-Zentrum. Ein Aufsatz von B. E. TURNER geht auf unser bisheriges Wissen über interstellare Moleküle ein. G. NEUGEBAUER und E. E. BECKLIN behandeln sodann ein ebenfalls recht aktuelles Thema, nämlich die Infrarot-Strahlungsquellen, deren hellste bekanntlich η Carinae ist.

Das *fünfte Kapitel* behandelt die Galaxien im allgemeinen. R. P. KRAFT beschreibt im ersten Aufsatz die pulsierenden Sterne (Cepheiden) und die mit ihnen ermöglichte Distanzmessung, während H. C. ARP im Anschluss daran die Entwicklung der Galaxien erläutert. M. J. REES und J. SILK gehen dann auf den Ursprung der Galaxien mit Hilfe der «Urknall»-Theorie ein, während R. J. WEYMANN das Thema der SEYFERT-Galaxien behandelt.

Das *sechste Kapitel* ist der Hochenergie-Astrophysik, also der Radio-Strahlung gewidmet. F. J. DYSON gibt hier zunächst einen Überblick über den Energiefluss und das Energiegleichgewicht im Universum, worauf P. GORENSTEIN und W. TUCKER auf die «Rückstände» der Supernovae eingehen. H. GURSKY und E. P. J. VAN DEN HEUVEL berichten in der Folge über die RÖNTGENSTRahlung von Doppelstern-Systemen. Diese Mitteilung wird logischerweise gefolgt von einem Bericht von J. P. OSTRIKER über Pulsare, sowie von einem weiteren über «Schwarze Löcher» von K. S. THORNE. Hier wird der Leser an die neuesten Forschungsergebnisse herangeführt.

Im letzten, *siebten Kapitel* wird die Cosmologie im allgemeinen behandelt. In einem ersten Aufsatz von A. R. SANDAGE werden die Rotverschiebung und die sich daraus ergebenden Konsequenzen behandelt, dann folgt ein Bericht von G. GAMOW über die Arbeiten von LOBACHEVSKI, RIEMANN, EINSTEIN, DE SITTER und LEMAITRE in Zusammenfassung, wozu D. SCIAMIA die Situation vor und nach der Kenntnis der Quasare erläutert. A. WEBSTER geht in einem weiteren Artikel auf die kosmische Hintergrundstrahlung ein, während M. SCHMIDT und F. BELLO die Entwicklung der Quasare beschreiben. In der letzten Arbeit dieses Kapitels berichtet schliesslich D. N. SCHRAMM über das Alter der Elemente. Biographische Notizen und ein vom Herausgeber erweitertes Literaturverzeichnis, sowie ein Stichwortregister beschliessen den Band.

Es sei bemerkt, dass Alter und Niveau der einzelnen Beiträge etwas unterschiedlich sind; allen gemeinsam sind jedoch eine hervorragende klare Darstellung und vorzügliche Illustrationen, besonders was die Zeichnungen betrifft. Die Autotypen in schwarz/ weiss und Farbe entsprechen leider nicht ganz dem heutigen Stand der Wiedergabetechnik, doch wird man angesichts der Fülle des Materials und des bescheidenen Preises dieses Buches hier gerne Zugeständnisse machen. Dieses Buch richtet sich im Prinzip nicht an den Fachastronomen – dieser wird vielmehr die Originalarbeiten der Autoren studieren –, sondern, wie *Scientific American* selbst, an den gebildeten Laien und im vorliegenden Fall besonders an den Astroamateurl, der damit auf – man ist versucht zu sagen: bequemste und angenehmste Weise seine Kenntnisse erweitern und à jour bringen kann, wenn er nur englisch zu lesen versteht. Leider fehlt im deutschen Sprachgebiet ein ähnliches Werk! So kann und muss der vorliegende 2. Band der Zusammenfassung der in *Scientific American* erschienenen Übersichtberichte über die in der Astronomie erzielten Fortschritte allen Sternfreunden wärmstens zur Anschaffung empfohlen werden.

E. WIEDEMANN

PHILIPPE DE LA COTARDIÈRE, *La découverte du cosmos par l'astronomie, l'astrophysique et l'astronautique*, Eyrolles éditeur Paris, 1975. 96 Seiten, zahlreiche Abbildungen, 8 Bildtafeln; broschiert, 33.— ffr.

Wenn die Entdeckung des ganzen Kosmos durch Astronomie, Astrophysik und Astronautik auf 96 relativ kleinen Seiten, die ausser dem Text noch Abbildungen enthalten, und mit Hilfe von 8 doppelseitigen Bildtafeln beschrieben werden soll, kann man wohl nicht erwarten, eine absolut vollständige und erschöpfende Darstellung zu erhalten. Es ist immerhin erstaunlich, wieviel doch gebracht wird. Es beginnt mit dem Sternenhimmel, mit den Fixsternen und ihren Lebenswegen, dann folgt ausführlicher das ganze Sonnensystem mit Sonne, Mond und Planeten samt den dazugehörigen Entstehungstheorien. Sodann wird kurz der Aufbau unseres Milchstrassensystems besprochen, auch die Welt der anderen Galaxien wird betrachtet und vor allem werden einige kosmologische Theorien diskutiert. Es bleibt sogar noch Platz, verschiedene Instrumente, wie Refraktoren, Spiegelteleskope, Spektralapparaturen zu erklären, und auch der Raumfahrt sind einige Seiten gewidmet.

Hervorzuheben ist, dass im allgemeinen noch die allerneuesten Ergebnisse vermittelt werden, wie z. B. die vom Mariner 10 über Merkur. Bei anderen Angaben kennen wir seit einiger Zeit schon bessere Daten, wie beim Durchmesser und bei der Dichte vom Neptun, auch fehlt der 13. Jupitermond, um nur einiges zu nennen. Sehr schön sind die meisten der auf der einen Seite stets farbigen Bildtafeln, so z. B. das Bild der Erde von Apollo 17 aus, oder das vom Jupiter vom Pioneer 10 aufgenommen, sodann der Krabben-Nebel, der Cirrus-Nebel, der Orion-Nebel und anderes. Diese Bilder allein könnten einen dazu veranlassen, dieses Büchlein anzuschaffen, auch viele der Bilder im Textteil sind recht gut. Im ganzen gilt das schon am Anfang Gesagte: Man bekommt einige Prunkstücke der Forschungsergebnisse vorgesetzt, hingegen reicht der Platz nicht für tiefergehende Erläuterungen, auch würde mancher den ganzen Aufbau vielleicht anders gestalten.

HELMUT MÜLLER

Problems in Stellar Atmospheres and Envelopes, edited by B. BASCHKE, W. H. KEGEL, G. TRAVING, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 1975. XIX + 375 Seiten, zahlreiche Abbildungen; DM. 48.—.

Das vorliegende Werk enthält 11 Arbeiten, die ALBRECHT UNSÖLD zu seinem 70. Geburtstag gewidmet sind, und alle 11 Autoren kommen aus UNSÖLDS berühmter Schule. Recht verschiedene Probleme werden in den einzelnen Aufsätzen behandelt, aber es sind alles solche, mit denen sich auch UNSÖLD selber, wenigstens am Rande, beschäftigt hat, und stets spürt man seine originellen Gedankengänge in der Art der Durchführung. Es sollen hier nicht alle 11 Artikel aufgezählt werden, wir begnügen uns mit einigen, die gerade den Referenten besonders fesselten. Gleich der erste gehört dazu, in dem neue Messungen des Strahlungsflusses der Sonne in verschiedenen Spektralbereichen von Flugzeugen in 11 km Höhe aus, die zu Standard-Werten vorgeschlagen wurden, einer sehr gründlichen und ersten Kritik unterzogen werden. Bei einer weitgehenden Diskussion des Aufbaues, des Zustandes, der Lebensdauer, der Zahl der Weissen Zwerge ist besonders ihr hier abgeschätzter Beitrag zur Masse unserer Galaxis zu beachten, aber auch der Hinweis, dass wohl die meisten Sterne als Weisse Zwerge enden, auch solche weit oberhalb der CHANDRASEKHARSchen Massengrenze bis zu vielleicht 5–6 Sonnenmassen nach vorheriger Massenabgabe im Riesenstadium und danach. Dieses letzte Problem wird in einem Aufsatz über Zirkumstellare Hüllen und Massenverluste roter Riesen noch speziell erörtert. Vergleiche der HERBIG-HARO-Objekte mit Nebeln um T-Tauri-Sterne und Gedanken über deren Rolle in der frühen Phase der Sternentwicklung werden sicher sehr viele interessieren. Auch Eigenschaften und Probleme der Helium-Sterne oder Anomalien in der Häufigkeit der Elemente in Sternen früher Typen sind reizvolle Themen. Diese wenigen Beispiele mögen genügen, doch soll betont werden, dass andere sich sicher genau so an den übrigen Artikeln erfreuen werden. Hervorzuheben ist, dass alle Aufsätze mit einer umfassenden und sehr nützlichen Einführung beginnen, und dass sie alle ganz allgemein sehr klar und überzeugend geschrieben sind. Nicht nur der Fachmann, auch mancher Amateurastronom wird vom Studium dieses Werkes reichen Gewinn davontragen.

HELMUT MÜLLER

S. FRED SINGER, *The Changing Global Environment*, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht-Holland/Boston-U.S.A., 1975. VIII + 423 Seiten, zahlreiche Abbildungen; Dfl. 95.—.

«Die Wandlungen der Erdhülle» könnte man vielleicht den Titel des vorliegenden Buches übersetzen, und gemeint sind damit die Veränderungen der Atmosphäre, der Meere und auch der festen Oberflächenschichten, wie sie einerseits durch langfristige natürliche Entwicklungen zustandekommen, aber auch andererseits sehr kurzfristig durch das Tun der Menschen verursacht werden. In der Hauptsache wird hier speziell dieses letzte Problem erörtert, und es ist ein brennendes Problem, das alle Menschen angeht, aber in besonderer Weise auch den Astronomen interessiert, denn die Erde ist ein Himmelskörper, und ein Astronom sollte wissen, wie solche sich ändern können.

Die genannten Fragen werden in diesem Werk von Grund auf und sehr ausgiebig behandelt. Es wird dabei auch stets gegenübergestellt, wie gross der Einfluss des Wirkens der Menschen im Vergleich zur natürlichen Entwicklung ist, wie rasch vor allem beide Vorgänge ablaufen und wo die Gefahr besteht, dass es zu nachteiligen und irreversiblen Änderungen oder unter Umständen gar zu katastrophalen Schädigungen der ganzen Menschheit kommt. Die Aufsätze sind alle von namhaften Fachleuten geschrieben. Verschiedene Autoren behandeln oft das nahezu gleiche Thema, so dass es viele Überschneidungen gibt, was aber hier nur lehrreich ist. Man erkennt beim Studium dieser Arbeiten, wie schwierig es ist, die Einflüsse und die vermutlichen Entwicklungen im richtigen Mass einzuschätzen, und man sieht, dass die Autoren oft zu sehr voneinander abweichen, bisweilen sich sogar widersprechenden Ergebnissen kommen. In einem Punkt sind sich aber alle einig. Wir müssen sehr sorgfältig alle Änderungen, wie z. B. Kohlensäure- und Ozongehalt der Atmosphäre, die Menge der in der Luft schwebenden festen Teilchen, Nitrate in Flüssen und Seen, Giftstoffe in den Meeren, um nur einiges zu nennen, beobachten und messen, und zwar an vielen Orten, die über die ganze Erde verteilt sind, damit wir ganz klar die Tendenzen erkennen und stoppen können, bevor es zu spät ist. Es ist sicher angebracht, dass sich jeder mit solchen Problemen beschäftigt.

HELMUT MÜLLER

New Problems in Astrometry, Proceedings of I.A.U.-Symposium No. 61, held in Perth, Australia, 13–17 August, 1973, edited by W. GLIESE, C. A. MURRAY, R. H. TUCKER, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht-Holland/Boston-U.S.A., 1974. XII + 334 Seiten, zahlreiche Abbildungen; Dfl. 100.—.

Das Bemerkenswerte an dem Symposium in Perth ist, dass hier erstmals Fachleute der optischen Astronomie und solche der Radio-Astronomie zusammenkommen, um Probleme der Astrometrie zu behandeln. Man denke daran, dass vor gar nicht langer Zeit die Radio-Astronomie hinsichtlich der Genauigkeit von Positionsmessungen der optischen Astronomie hoffnungslos unterlegen war, sie aber jetzt bereits zu überflügeln beginnt. Darum ist heute eine Diskussion von Fachleuten aus diesen beiden Lagern durchaus angebracht, notwendig und erfolgversprechend. Die zahlreichen längeren und kürzeren Vorträge, die bei dem Symposium gehalten wurden, sind im vorliegenden Band publiziert und damit einem grossen Leserkreis zugänglich gemacht worden. Die meisten sind vollständig, oft noch durch eine Zusammenfassung und durch die Diskussionsbeiträge ergänzt, wiedergegeben, bei andern muss man sich mit der Zusammenfassung begnügen.

Die Referate sind nach 7 Themenkreisen geordnet: Bezugssysteme. Pläne für Bezugssysteme auf der südlichen Hemisphäre. Radio-Astrometrie. Astrometrie mit grossen Teleskopen. Eigenbewegungen und galaktische Probleme. Probleme der astronomischen Refraktion. Astrometrische Technik. In allen Abschnitten, ausser in dem kurzen vorletzten, finden sich 1 bis 3 Vorträge, die von der Leitung des Symposiums angefordert wurden und die den jeweiligen Themenkreis umfassend darstellen, während die übrigen Referate speziellere Untersuchungen bringen. Diese umfassenden Berichte sind für viele besonders wertvoll. Heute sind alle Fachleute derart spezialisiert, dass die meisten eine Einführung in benachbarte Spezialgebiete nötig haben, um dort alles verstehen und beurteilen zu können. So sind, um nur ein Beispiel anzuführen, für die Astronomie die beiden Aufsätze über die Anwendungsmöglichkeiten diverser interferometrischer Methoden und Apparaturen in der Radio-Astronomie unerlässlich, während andererseits die Radio-Astronomen aus anderen Aufsätzen sehr viel über die grundlegende Bedeutung fundamentaler Bezugssysteme und über viele Einzelheiten, die hier eine wichtige Rolle spielen, lernen werden. Auch für den Amateur werden gerade diese umfassenden Berichte aufschlussreich und interessant sein, er wird einen Einblick in Probleme bekommen, die er vorher gar nicht kannte. Einen guten Überblick über alles, was bei diesem Symposium behandelt wurde, liefert die zusammenfassende Schlussbetrachtung von Bart J. Bok. Beim Studium dieses Werkes wird man vielleicht am besten mit ihr beginnen.

HELMUT MÜLLER

The World of Quantum Chemistry, Proceedings of the Fifth International Congress of Quantum Chemistry, held at Menton, France, July 4–10, 1973, edited by R. DAUDEL and B. PULLMAN, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht-Holland/Boston-U.S.A., 1974. XIV + 316 Seiten, zahlreiche Abbildungen; Dfl. 100.—.

1973 fand erstmals ein internationaler Kongress über Quanten-Chemie statt, an dem über 400 Wissenschaftler teilnahmen. Der äussere Anlass dazu war, dass gerade vor 50 Jahren DE BROGLIE in seinen Arbeiten über Wellenmechanik die Fundamente für die Quanten-Chemie gelegt hat. Die zwingende innere Notwendigkeit für das Abhalten eines solchen Kongresses ist darin zu sehen, dass in der letzten Zeit durch die Möglichkeiten des Computers die praktische Bedeutung der Quanten-Chemie so zugenommen hat, dass man auf weltweiter Basis über alle dabei aufgetauchten Probleme diskutieren muss.

Der Kongress war so organisiert, dass an fünf Vormittagen fünf Symposien stattfanden, bei denen über abgeschlossene Themenbereiche einige vorbestellte umfassende Vorträge gehalten und ausgiebig erörtert wurden, während an den Nachmittagen die Teilnehmer Berichte über Spezialfragen und Originalarbeiten vorlegten. Die Symposium-Vorträge sind im vorliegenden Buch vollständig abgedruckt, allerdings ohne die Diskussionsbeiträge, auch fehlen die Nachmittags-Referate. Die fünf Themen lauteten: Methoden der Quanten-Chemie. Elektronische Struktur und Aufbau von Molekülen. Allgemeine Theorie der chemischen Reaktionsfähigkeit. Bildung und Entwicklung von Molekülen in angeregten Zuständen. Einfluss der Umgebung auf das Verhalten der Moleküle.

Das Werk vermittelt einen vollständigen und tiefgehenden Einblick in die Hauptprobleme, welche die Quanten-Chemie erfüllen. Es ist in der Hauptsache für die bestimmt, die in der Quanten-Chemie, in der physikalischen Chemie oder in der Biologie aktiv tätig sind. Vieles davon wird auch für andere wertvoll und aufschlussreich sein, wie z. B. gleich der erste Aufsatz über die historische Entwicklung der Methoden der Quanten-Chemie. Dass man auch in astronomischen Kreisen an diesem Wissenschaftsbereich nicht uninteressiert ist, ist dadurch zu verstehen, dass man in jüngster Zeit immer mehr recht komplizierte organische Moleküle im interstellaren Raum nachgewiesen hat, und dass man nun sehr darüber nachdenkt, wie sie sich gebildet haben können und wie überhaupt die Voraussetzungen für das Entstehen von organischem Leben geschaffen wurden.

HELMUT MÜLLER

Astronomie heute und morgen, Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen No. 28/1976. Verfasser des Heftes: Dr. h. c. HANS ROHR. 90 Seiten, 28 Abbildungen, z. T. in Farbe. Kommissionsverlag P. Meili und Co., Schaffhausen. Fr. 18.—. Für die grosse Mehrzahl unserer Leser hiesse es Eulen nach Athen tragen, wenn man ihr den Autor dieses Neujahrsblattes vorstellen wollte. Dr. h. c. HANS ROHR ist durch seine literarischen Arbeiten für die Astroamateure und eine breitere Öffentlichkeit längst ein Begriff geworden, denn seine Bücher zeichnen sich durch eine hervorragende Klarheit der Darstellung und ebenso saubere und schöne Abbildungen aus.

Diese Sicherheit, in Wort und Bild zu berichten, verrät zwischen den Zeilen das profunde Wissen des Autors, der – im Gegensatz zu vielen anderen Autoren – niemals vom jeweiligen Stand der Wissenschaft abweicht und wohl auch gerade deshalb das Vertrauen einer sehr grossen Leserschaft besitzt. Dies alles trifft auch für diese seine jüngste Publikation zu, die sich an die Astroamateure und allgemein an gebildete Laien wendet und ihnen in der hervorragenden Art des Autors einen Querschnitt durch das astronomische Wissen von heute vermittelt, nicht ohne auf die Wege hinzuweisen, welche die Forschung in naher Zukunft zu gehen Veranlassung haben wird. Dieses im übrigen sehr schön gedruckte und ausgestattete Neujahrsblatt weist nach der Meinung des Rezensenten nur einen Fehler auf: Die Auflage ist knapp bemessen! Die grosse Zahl der Liebhaber der Astronomie wird also gut daran tun, sich ihr Exemplar recht bald zu sichern, um nicht auf den Genuss einer besonders schönen Darstellung unseres heutigen Weltbildes und dessen, was sich innerhalb desselben vollzieht, verzichten zu müssen.

E. WIEDEMANN

Nachwort der Redaktion

Mit der Herausgabe von ORION 151 ist der 33. Jahrgang dieser Zeitschrift abgeschlossen. Zugleich endet damit auch die Tätigkeit des Redaktors, der vor 4½ Jahren seinen Dienst «ad interim» übernommen hatte, weil damals keine hauptamtlichen Redaktoren gefunden werden konnten. In dieser Zeit konnte sich der ORION in einer Folge von 27 Nummern trotz mancher Schwierigkeiten, wie der Kosteninflation, erfreulich weiter entwickeln, so dass er heute im In- wie im Ausland beliebt ist und zu den führenden Zeitschriften seiner Art gezählt werden darf. Er glaubt nun, die Wünsche vieler Sternfreunde zu treffen, wie aus zahlreichen Zuschriften an die Redaktion hervorzugehen scheint. Wenn es gelungen ist, den Inhalt des ORION ansprechend zu gestalten und die einzelnen Nummern rechtzeitig und trotz steigender Aufwendungen im Rahmen der zur Verfügung ste-

henden Budgets herauszubringen, so war dies nur mit der Unterstützung der Redaktion durch die Autoren, die Inserenten, die Clichieranstalt und die Druckerei möglich, denen der scheidende Redaktor auch an dieser Stelle danken möchte. Das sehr gute Einvernehmen aller am Zustandekommen der Hefte Beteiligten spielte dabei eine wesentliche Rolle.

Die ORION-Redaktion wird am 1. 1. 1976 in jüngere Hände übergehen, und es ist der Wunsch des scheidenden Redaktors, dass sich auch in den kommenden Jahren die Fortschritte, wie sie zuletzt den ORION geprägt haben, manifestieren werden, damit diese Zeitschrift nicht nur ihren weitreichenden Leserkreis im In- und Ausland behalten, sondern darüber hinaus auch weitere Freunde gewinnen kann.

E. WIEDEMANN

Inhaltsverzeichnis – Sommaire – Sommario

L. JANIN, Un cadran solaire oublié	179
H.-U. FUCHS, Zur Geschichte der Ideen über die Wirkung der Schwerkraft auf das Licht	183
Redaktion: Weitere Aufnahmen des Kometen KOBAYASHI-BERGER-MILON (1975 h)	194
R. GERMANN, Meteorströme	196
Redaktion: Neueste Farbaufnahmen von Jupiter und Saturn	199
E. WIEDEMANN, Hans Rohr zum 80. Geburtstag	200
Redaktion: Weitere Farbaufnahmen von Objekten des Südhimmels	201
M. LAMMERER, Calar Alto, Deutsch-spanisches Astronomisches Zentrum im Aufbau	205
Redaktion: Spektralaufnahmen der Nova Cygni 1975	212
F. JETZER, Saturne: Présentation 1974/75	213
A. BRÖMME und A. WÖRNER, Über die Bedeutung von Zeitzeichensendern	214
E. WIEDEMANN, Berechnung genauer Prüfwerte für Parabolspiegel	219
Bibliographien	221

Zu verkaufen:

Schmidt-Cassegrain-System 250/3750, Hohlspiegel ϕ 250 mm, Brennweite 750 mm, Korrekionsplatte 265 mm ϕ , Spiegel Alu mit Quarzschuttschicht, Korrekionsplatte beidseits vergütet.

Schmidt-Kamera 150/225/450
Hohlspiegel ϕ 225, Duran 450 mm Brennweite, Alu mit Quarzschuttschicht, Korrekionsplatte ϕ 160, Material Schott UBK7 vergütet, 3 Bildfeldebungslinsen.
Optik; evtl. Fassung und Rohre vorhanden.

Angebote an: Dr. Walter Hepp, Gotthardstr. 71b, D8 München 21.

Sterne und Weltraum

die verbreitetste deutschsprachige astronomische Monatszeitschrift, mit aktuellen Berichten aus der Forschung und Amateurastronomie, zugleich Nachrichtenblatt der Vereinigung der Sternfreunde. 1976 im 15. Jahrgang. Probeheft mit Bezugsbedingungen kostenlos durch:

Verlag Sterne und Weltraum
Dr. Vehrenberg
D-4000 Düsseldorf 14, Postfach 140165

Royal



Präzisions- Teleskope

Sehr gepflegte japanische Fabrikation

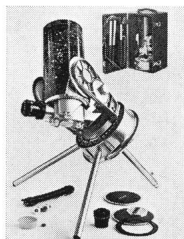
**Refraktoren mit Objektiven von
60—112 mm Öffnung**

**Reflektoren mit Spiegeln von
84—250 mm Öffnung**

Grosse Auswahl von Einzel- und Zubehörteilen

Verkauf bei allen Optikern

Generalvertretung, **GERN**, Optique, Neuchâtel



In einem Gerät vereinigt:

1. Super-Fernrohr, ab 40 x, aufrechtes Bild. Einstellbereich von 3 m bis Unendlich. Bequeme Bedienung, feinste Präzision.

2. Super-Teleskop, 40-250 x, größte Schärfe. Mit parallakt. Montierung. Elektrische Nachführung. Auch für Sonnenbeobachtung und Astrofotografie.

3. Super-Teleobjektiv, f/1400 mm, für KB und Filmkameras. 24 verschiedene

Brennweiten einstellbar. Jedem Teleproblem gewachsen.

Questar (USA) . . . das beste Kompaktteleskop der Welt.

Das vollständige Observatorium in kleinem Lederkoffer, 6,5 kg. Ab DM 4.300,—. Prospekte frei.

Alleinvertrieb: Helmuth T. Schmidt

Sondererzeugnisse der Optik und Elektronik

D 6000 Frankfurt-M., Steinweg 5, Tel. (0611) 29 57 80

Im Neujahrsblatt Nr. 28/1976 der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen berichtet Dr. h. c. **Hans Rohr** über

«Astronomie heute und morgen»

Der Verfasser gibt auf 64 Textseiten eine für den interessierten Laien gut verständliche Übersicht, die durch 22 SW- und 14 Farbaufnahmen ergänzt wird.

Format 18x24 cm, Preis Fr. 18.—.

Erhältlich bei Ihrer Buchhandlung oder direkt beim Kommissionsverlag: P. Meili & Co., Schaffhausen

Recent Books

Structure and Evolutionary History of the Solar System

by Hannes Alfvén and Gustav Arrhenius
(*Geophysics and Astrophysics Monographs* 5)

1975, xvi + 280 pp.

Cloth Dfl. 80,— / US \$32.00

Paper Dfl. 60,— / US \$24.00

The Solar Chromosphere and Corona Quiet Sun

by R. Grant Athay

(*Astrophysics and Space Science Library* 53)

1975, approx. 540 pp.

Cloth approx. Dfl. 150,— / US \$59.00

X-ray Astronomy

edited by R. Giacconi and H. Gursky

(*Astrophysics and Space Science Library* 48)

1974, x + 450 pp.

Cloth Dfl. 145,— / US \$50.00

Paper Dfl. 85,— / US \$29.00

Neutron Stars, Black Holes and Binary X-ray Sources

edited by H. Gursky and R. Ruffini

(*Astrophysics and Space Science Library* 48)

1975, xii + 441 pp.

Cloth Dfl. 135,— / US \$54.00

Paper Dfl. 65,— / US \$22.50

Aurora

by A. Vallance Jones

(*Geophysics and Astrophysics Monographs* 9)

1974, xvi + 301 pp.

Cloth Dfl. 85,— / US \$34.00

Paper Dfl. 65,— / US \$24.00

The Moon in the Post-Apollo Era

by Zdenek Kopal

(*Geophysics and Astrophysics Monographs* 7)

1974, viii + 223 pp.

Cloth Dfl. 70,— / US \$25.00

Paper Dfl. 45,— / US \$16.50

Mapping of the Moon

Past and Present

by Zdenek Kopal and Robert W. Carder

(*Astrophysics and Space Science Library* 50)

1974, viii + 237 pp.

Cloth Dfl. 70,— / US \$27.00

The Light of the Night Sky

by F. E. Roach and J. L. Gordon

(*Geophysics and Astrophysics Monographs* 4)

1973, xii + 125 pp.

Cloth Dfl. 42,— / US \$16.50

Paper Dfl. 25,— / US \$ 9.90

Solar Prominences

by Einar Tandberg-Hanssen

(*Geophysics and Astrophysics Monographs* 12)

1974, xiv + 155 pp.

Cloth Dfl. 50,— / US \$19.50

Paper Dfl. 33,— / US \$12.50

Catalogues and Brochures are available

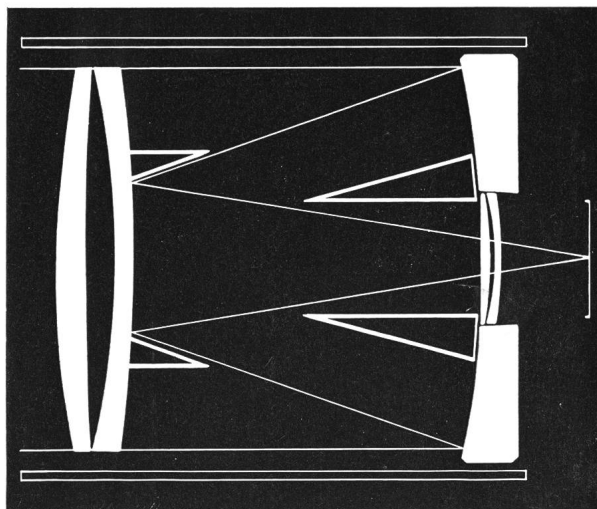


D. Reidel Publishing Company

P.O. Box 17,
Dordrecht-Holland
306 Dartmouth Street
Boston, MA 02116 - U.S.A.

Heliotar 175/500

Neues sehr lichtstarkes System für die Astro-photographie (vergl. ORION 32, 116 (1974), + Patent Dr. E. Wiedemann No. 559.372). Lichtstärke 1:3 nom., 1:3.5 eff., Bildformat 6x6 cm.



Besondere Vorteile: Baulänge nur $\frac{1}{4}$ von der einer **Schmidt**-Kamera und nur $\frac{1}{2}$ von der einer **Matsutov**-Kamera. Streng geebnetes Bildfeld, Fokus ausserhalb des Systems, Aufnahmen mit normalen Kameraansätzen (Anschluss vorgesehen)

Preis des kompletten Systems: DM 3850.—
Auf Bestellungen bis zum 31. 12. 1975 10% Preisnachlass!

Hersteller:

Astro-Arbeitsgemeinschaft Westerholt

D-4356 Herten-Westerholt, Ostring 17

Bitte ausführliche Unterlagen anfordern! Separatabzüge aus ORION 32, 116 (1974) No. 142 sind in beschränkter Anzahl vom Patentinhaber erhältlich.

Spiegel-Teleskope

für astronomische und terrestrische Beobachtungen

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

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

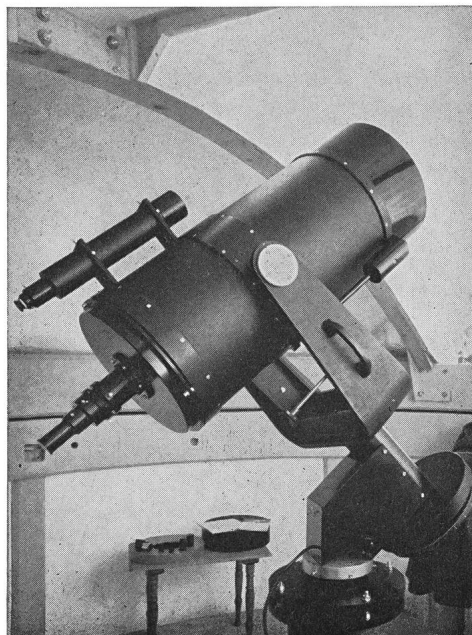
Günstige Preise, da direkt vom Hersteller:

E. Popp
TELE-OPTIK * 8731 Ricken

Haus Regula Tel. (055) 72 16 25

Beratung und Vorführung gerne und unverbindlich!

Maksutow-Teleskop 300/4800



Astro-Bilderdienst der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft

Neuer Katalog vom April 1975

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

Verkaufsprogramm

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

NEU: Nasa-Zeiss Farbdiaserie

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

7 Farb-Poster (Format 74x58 cm)

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

NEUE Schwarz-Weiss-Aufnahmen

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

Lieferfrist ca. 3 Wochen. Kataloge und Bestellscheine/Preislisten bei Astro-Bilderdienst SAG, Walter Staub, Meierriedstrasse 28 B, CH-3400 Burgdorf

Délai de livraison: env. 3 semaines. Catalogue et bulletin de commande/prix courant chez

Nouveau catalogue d'avril 1975

Commandez s.v.p. avec le **bulletin de commande/prix courant d'avril 1975**.

Nouveaux rabais: rabais de quantité 5% pour paiement d'avance, 5% pour membres de la SAS. Livraison contre paiement d'avance ou avec facture, plus de paiement contre remboursement.

Programme de vente

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

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

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

7 posters en couleur

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

NOUVELLES images en noir et blanc,

(photos 18 x 24 cm et 40 x 50 cm ou dias):

lever de la lune, éclipse 1947: couronne minimale, éclipse 1973: couronne entre min. et max., éclipse 1970: couronne maximale.

Service de photographies de la Société Astronomique de Suisse

Das beliebte Jahrbuch von Robert A. Naef † erscheint weiterhin (Herausgeber: Dr. Paul Wild, Astronomisches Institut der Universität Bern). Die äussere Gestaltung ist erneuert und die erklärenden Texte sind etwas umgestellt worden; die Haupteinteilung und die charakteristische Darstellungsweise dagegen bleiben unverändert.

Jahresübersicht und Monatsübersichten enthalten wie gewohnt zahlreiche Kärtchen zur Darstellung des Laufs von Planeten und Planetoiden, zur Veranschaulichung der je zwei Sonnen- und Mondfinsternisse, usw.

Der Astro-Kalender vermittelt rasch greifbar die genauen Zeiten und Umstände aller zu beobachtenden Erscheinungen, wie z. B. Planeten-Konjunktionen, Vorübergänge des Mondes an hellen Sternen, Sternbedeckungen, Jupitermond-Phänomene, Algol-Minima, u. a. m.

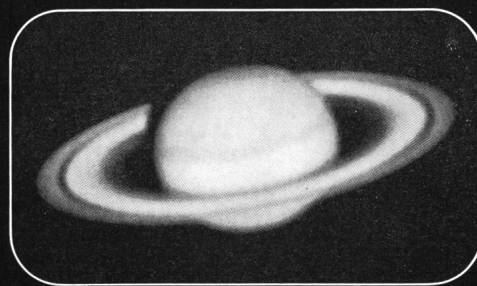
Dem Anfänger erleichtern Sternkarten mit Legende die Orientierung am Himmel, und auch dem erfahrenen Beobachter dient vortrefflich die umfangreiche «Auslese lohnender Objekte», welche die wichtigsten Angaben über 560 helle oder besondere Sterne, Sternhaufen, Nebel etc. enthält.

Dieses Jahrbuch ist für alle geschrieben, die sich in der grossen Fülle der Himmelserscheinungen zurechtfinden wollen. Es kann auch viele Anregungen für den Schulunterricht bieten und sei daher Lehrern besonders empfohlen.

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

DER STERNENHIMMEL 1976

36. 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

Redaktion:

Paul Wild, Astronomisches Institut der Universität Bern

Verlag Sauerländer Aarau

Was Sie mit einem Celestron alles sehen und photographieren können:

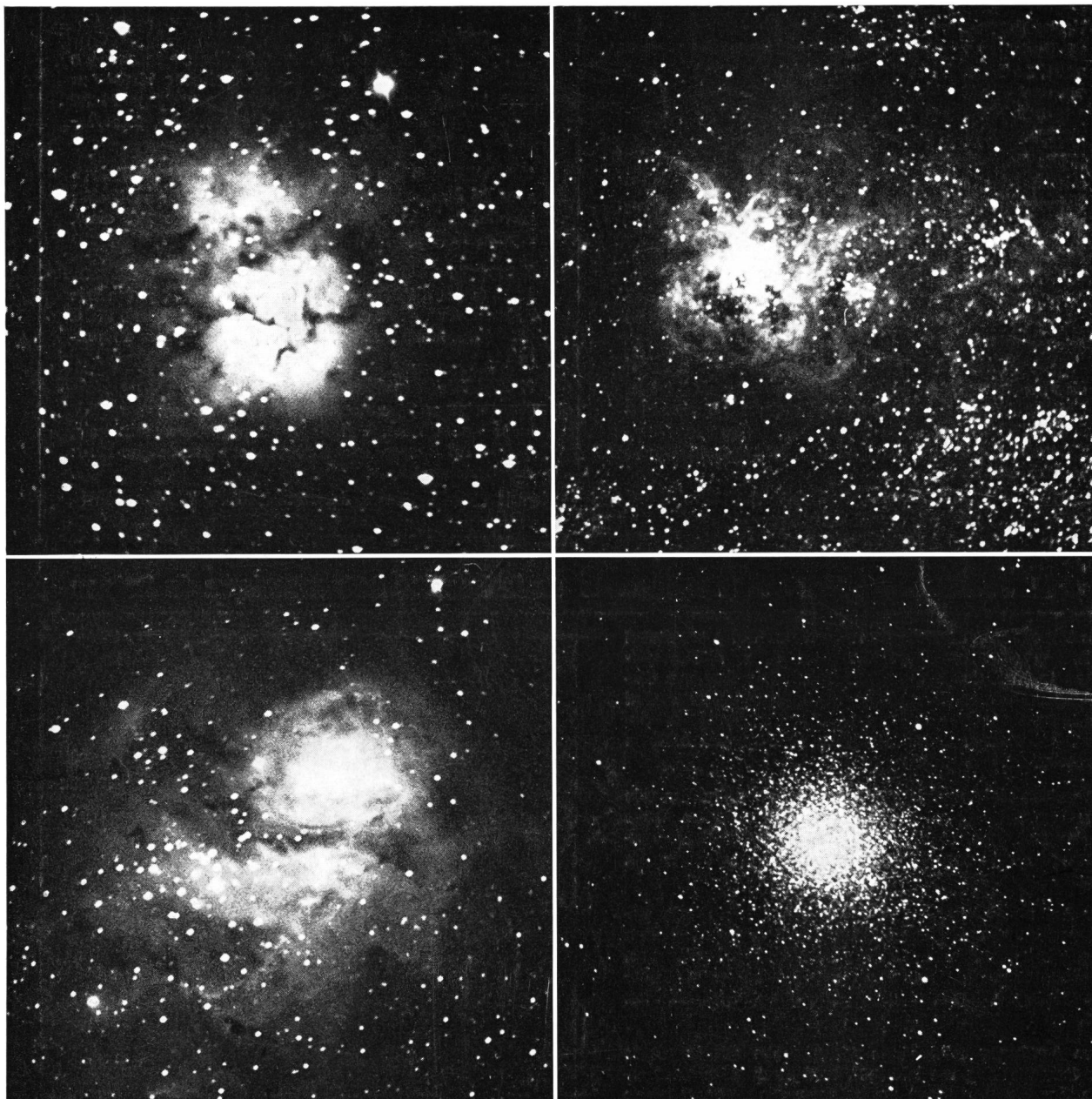


Bild 1: M 20 (Trifid-Nebel)

Bild 2: M 8 (Lagunen-Nebel)

Bild 3: NGC 2070 (Tarantel-Nebel)

Bild 4: NGC 5139 (ω Cen)

Reproduktionen von Astrophotos, die im Mai 1975 im Primärfokus eines serienmässigen **Celestron 8**-Teleskops + Spiegelreflexkamera (ohne Optik) in Südwestafrika aufgenommen worden sind (Fokus und Nachführung noch nicht optimal). — Gleichwertige Aufnahmen können Sie mit **Celestron**-Teleskopen auch in Mitteleuropa erzielen, wenn Sie Stadtlicht meiden, klare Nächte abwarten und eine ruhige Hand haben. Auch nur visuelle Beobachter werden von der vorzüglichen **Celestron**-Optik begeistert sein! Verlangen Sie unseren neuen Farbprospekt und eröffnen Sie sich ein Feld neuer Astro-Freuden!

Celestron vertreten für Deutsche Bundesrepublik, die Benelux-Länder, Oesterreich und die Schweiz durch:
Treugesell-Verlag, Abt. II, D-4000 Düsseldorf 14, Postfach 1140165, Tel. (0211) 67 20 89 / 67 20 80.
 Celestrons sind jederzeit zu besichtigen bei: **Optik Christener**, Marktgass-Passage 1, Bern.