Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 42 (1984)
Heft: 202

Heft

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

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

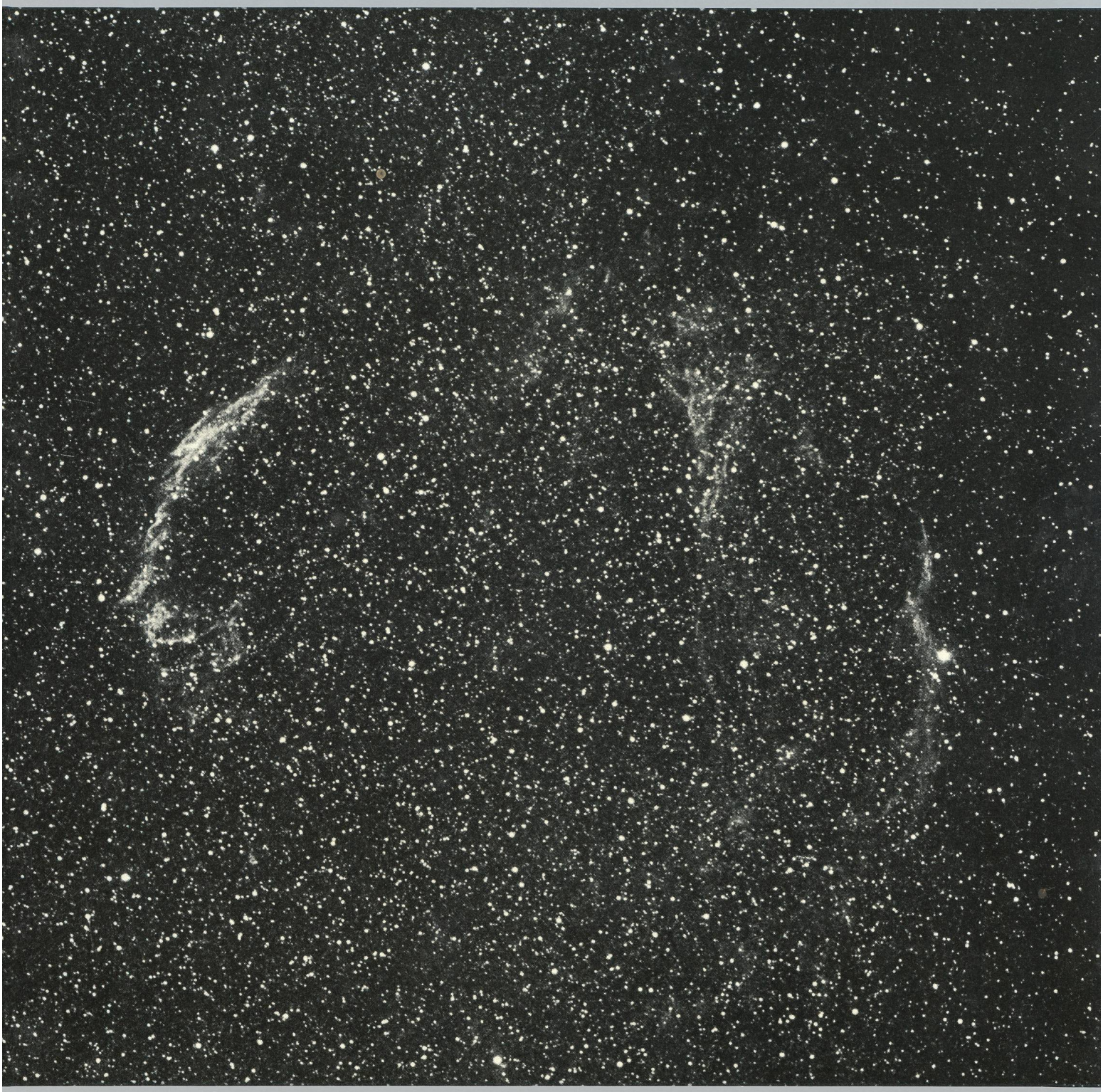
Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on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

Download PDF: 31.08.2025

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

202

Juni · Juin · Giugno 1984



ORION

Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft · Revue de la Société Astronomique de Suisse · Rivista della Società Astronomica Svizzera

ORION

Leitender Redaktor:
Karl Städeli, Rossackerstrasse 31, CH-8047 Zürich

Manuskripte, Illustrationen und Berichte sind an obenstehende Adresse oder direkt an die zuständigen Redaktoren zu senden. Die Verantwortung für die in dieser Zeitschrift publizierten Artikel tragen die Autoren.

Technischer Redaktor:
Men J. Schmidt, Zürcherstrasse 2, CH-8620 Wetzikon

Ständige Redaktionsmitarbeiter:

Astrofotografie:
Werner Maeder, 18, rue du Grand Pré, CH-1202 Genf

Astronomie und Schule:
Dr. Helmut Kaiser, Burgfeldermattweg 27, CH-4123 Allschwil

Astro- und Instrumententechnik:
Herwin Ziegler, Ringstrasse 1a, CH-5415 Nussbaumen

Der Beobachter: vakant

Fragen-Ideen-Kontakte:
Erich Laager, Schlüchtern 9, CH-3150 Schwarzenburg

Meteore-Meteoriten:
Werner Lüthi, Eymatt 19, CH-3400 Burgdorf

Mitteilungen der SAG:
Andreas Tarnutzer, Hirtenhofstrasse 9, CH-6005 Luzern

Neues aus der Forschung:
Ernst Hügli, Im Dörfli, CH-4703 Kestenholz

Redaktion ORION-Zirkular:
Kurt Locher, Dipl. phys., Rebrain 39, CH-8624 Grüt

Reinzeichnungen:
H. Bodmer, Greifensee; B. De Bona, Reussbühl;
H. Haffler, Weinfelden

Übersetzungen:
J.A. Hadorn, Ostermundigen

Auslandkorrespondent:
Reinhard Wiechoczek, Postfach 1142, Hohefeld 24,
D-4790 Paderborn

Inserate:
Kurt Märki, Fabrikstrasse 10, CH-3414 Oberburg

Auflage: 2700 Exemplare. Erscheint 6x im Jahr in den Monaten Februar, April, Juni, August, Oktober und Dezember.

Copyright: SAG-SAS. Alle Rechte vorbehalten.

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

Bezugspreis, Abonnemente und Adressänderungen: siehe SAG

Redaktionsschluss ORION 203: 22.6.1984

SAG

Anfragen, Anmeldungen, Adressänderungen und Austritte (letzteres nur auf Jahresende) sind zu richten an:
Zentralsekretariat der SAG, Andreas Tarnutzer,
Hirtenhofstrasse 9, CH-6005 Luzern.

Mitgliederbeitrag SAG (inkl. Abonnement ORION)
Schweiz: SFr. 47.—, Ausland: SFr. 53.—
Jungmitglieder (nur in der Schweiz): SFr. 25.—
Mitgliederbeiträge sind erst nach Rechnungsstellung zu begleichen.
Zentralkassier: Edoardo Alge, Via Ronco 7, CH-6611 Arcegno,
Postcheck-Konto SAG: 82-158 Schaffhausen.

Einzelhefte sind für SFr. 8.— zuzüglich Porto und Verpackung beim Zentralsekretär erhältlich.

ORION

Rédacteur en chef:
Karl Städeli, Rossackerstrasse 31, CH-8047 Zurich

Les manuscrits, illustrations et rapports doivent être envoyés à l'adresse ci-dessus ou directement aux rédacteurs compétents. Les auteurs sont responsables des articles publiés dans cette revue.

Rédacteur technique:
Men J. Schmidt, Zürcherstrasse 2, CH-8620 Wetzikon

Collaborateurs permanents de la rédaction:

Astrophotographie:
Werner Maeder, 18, rue du Grand-Pré, CH-1202 Genève

Astronomie et Ecole:
Dr. Helmut Kaiser, Burgfeldermattweg 27, CH-4123 Allschwil

Technique astronomique et instrumentale:
Herwin Ziegler, Ringstr. 1a, CH-5415 Nussbaumen

L'observateur: vacant

Questions-Tuyaux-Contacts:
Erich Laager, Schlüchtern 9, CH-3150 Schwarzenburg

Météores-Météorites:
Werner Lüthi, Eymatt 19, CH-3400 Berthoud

Bulletin de la SAS:
Andreas Tarnutzer, Hirtenhofstrasse 9, CH-6005 Lucerne

Nouveautés de la recherche:
Ernst Hügli, Im Dörfli, CH-4703 Kestenholz

Rédaction de la Circulaire ORION:
Kurt Locher, phys. dipl., Rebrain 39, CH-8624 Grüt

Dessins:
H. Bodmer, Greifensee; B. De Bona, Reussbühl;
H. Haffler, Weinfelden

Traduction:
J.-A. Hadorn, Ostermundigen

Correspondant pour l'étranger:
Reinhard Wiechoczek, Postfach 1142, Hohefeld 24,
D-4790 Paderborn

Annonces:
Kurt Märki, Fabrikstrasse 10, CH-3414 Oberburg

Tirage: 2700 exemplaires. Paraît 6 fois par année, en février, avril, juin, août, octobre et décembre.

Copyright: SAG-SAS. Tous droits réservés.

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

Prix, abonnements et changements d'adresse: voir sous SAS

Dernier délai pour l'envoi des articles ORION 203: 22.6.1984

SAS

Informations, demandes d'admission, changements d'adresse et démissions (ces dernières seulement pour la fin de l'année) sont à adresser à:
Secrétariat central de la SAS, Andreas Tarnutzer,
Hirtenhofstrasse 9, CH-6005 Lucerne.

Cotisation annuelle SAS (y compris l'abonnement à ORION)
Suisse: fr.s. 47.—, étranger: fr.s. 53.—.
Membres juniors (seulement en Suisse): fr.s. 25.—.
Le versement de la cotisation est à effectuer après réception de la facture seulement.
Trésorier central: Edoardo Alge, Via Ronco 7, CH-6611 Arcegno.
Compte de chèque SAS: 82-158 Schaffhouse.

Des numéros isolés peuvent être obtenus auprès du secrétariat central pour le prix de fr.s. 8.— plus port et emballage.

42. Jahrgang
42e année
Nr. 202, Juni 1984
No. 202, juin 1984

Seiten 97–132
pages 97–132

ORION

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

Inhaltsverzeichnis / Sommaire

Raumsonde Galileo erforscht Jupitersystem 100
ISO: un nouveau projet scientifique pour l'ESA 102
En bref 103
Wandel der Problemstellungen und Lösungsmethoden in der Himmelsmechanik während der letzten 400 Jahre 104

Neues aus der Forschung

Countdown für den Flug zum Kometen Halley ist angelaufen 109
Der Komet kommt / Le second rendez-vous du siècle ... 110
Hercules X-1 leuchtet wieder 112

Mitteilungen

Sternkarte Schweiz – Unser Sternenhimmel im Sommer 113
Rapport annuel du secrétaire central 1984 115

Der Beobachter

Sonnenfleckenrelativzahlen 117
La comète périodique Crommelin (1983n) 117
Mars in Opposition 118

Astrophotographie

Astrofoto mit einfachen Mitteln / Astrophotographie avec des moyens simples 119
Partielle Sonnenfinsternis am 30. Mai in der Schweiz .. 119

Astro- und Instrumententechnik

Ein einfacher Stereokomparator 120
Eine optoelektronische Nachführung für die Langzeitfotografie 121

Fragen – Ideen – Kontakte

Filme für die Astrofotografie 127
Computerfans sind angesprochen 128

Meteore und Meteoriten

Meteore / Meteoriten 129
«Feuerball» vom 25. März 1984 129

Titelbild / Couverture

Herrn WERNER MAEDER gelang diese prächtige Aufnahme des Cirrus-Nebels im Sternbild Schwan. Das Foto wurde am 12.7.77 mit einer Schmittkamera 1,5/305 gewonnen. Als Film wurde der Kodak 103a-E benutzt. *(Bild: W. MAEDER)*

Raumsonde Galileo erforscht das Jupitersystem

MEN J. SCHMIDT

Um grundlegende Kenntnisse, zum Beispiel über das Wettergeschehen in der Jupiteratmosphäre, zu erhalten, sind Beobachtungen vor Ort notwendig. Aus diesem Grunde hat sich die amerikanische Raumfahrtbehörde NASA entschlossen, ein Projekt für einen Jupitersatelliten auszuarbeiten. Zu Ehren des grossen italienischen Astronomen GALILEO GALILEI, des Entdeckers der vier grössten Jupitermonde im Jahre 1610, wurde das Projekt mit dem Namen «Galileo» betitelt.

Die beiden amerikanischen Raumsonden Voyager 1 und 2 haben bei ihren Vorbeiflügen am Jupiter und an seinen Monden den Wissenschaftlern eine Fülle von neuen Informationen vermittelt. So wurden beispielsweise ein Ringsystem um den Riesenplaneten entdeckt und auf dem innersten Mond lokative Vulkane fotografiert, und beim Mond Kallisto wurden so viele Krater wie nirgends im ganzen Sonnensystem beobachtet. Auch wenn die Ausbeute an wissenschaftlichen Informationen ungeheuer gross ist, so zeigt eine solche Mission doch «nur» eine momentane Situation auf.

Zum erstenmal in der Geschichte der interplanetaren Raumfahrt soll eine Raumsonde in eine Umlaufbahn um einen der äusseren Planeten gebracht werden. Zu den äusseren Planeten zählen Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun und Pluto. Die automatische Sonde soll den Riesenplaneten Jupiter während insgesamt zwanzig Monaten erforschen. Die Wissenschaftler erhoffen sich neue Erkenntnisse auf dem Gebiet der Meteorologie.

Mit Swing-by-Technik zum Jupiter

Damit die Beobachtungen ohne aufwendige Brems- und Beschleunigungsmanöver durchgeführt werden können, wird die bereits erfolgreich angewandte Swing-by-Technik verwendet. Bei dieser Technik wird die Masse eines Planeten oder Mondes ausgenützt, um Richtungsänderungen passiv auszuführen. Es wird dabei kein Treibstoff benötigt, was einerseits eine Einsparung an Gewicht bedeutet und sich anderseits kostengünstig auf den Roboter auswirkt. Jupiter ist der Planet mit der grössten Masse in unserem Sonnensystem (318mal die Erde).

Je nach Winkelneigung zur Bahnebene, Entfernung zum Massenzentrum und Geschwindigkeit der Sonde wird diese durch den Jupiter oder einen seiner Monde abgelenkt und steuert einem neuen Ziel zu. So beschreibt die Raumsonde eine lange Ellipse um einen dieser Körper, trifft einige Monate später auf einen anderen und wird wiederum zu einem neuen Zielobjekt umgelenkt. Geplant sind bei der Galileo-Mission mindestens elf Umläufe, wobei die relativ grosse Masse des Mondes Ganymed ausgenützt wird, um die Sonde umzulenken.

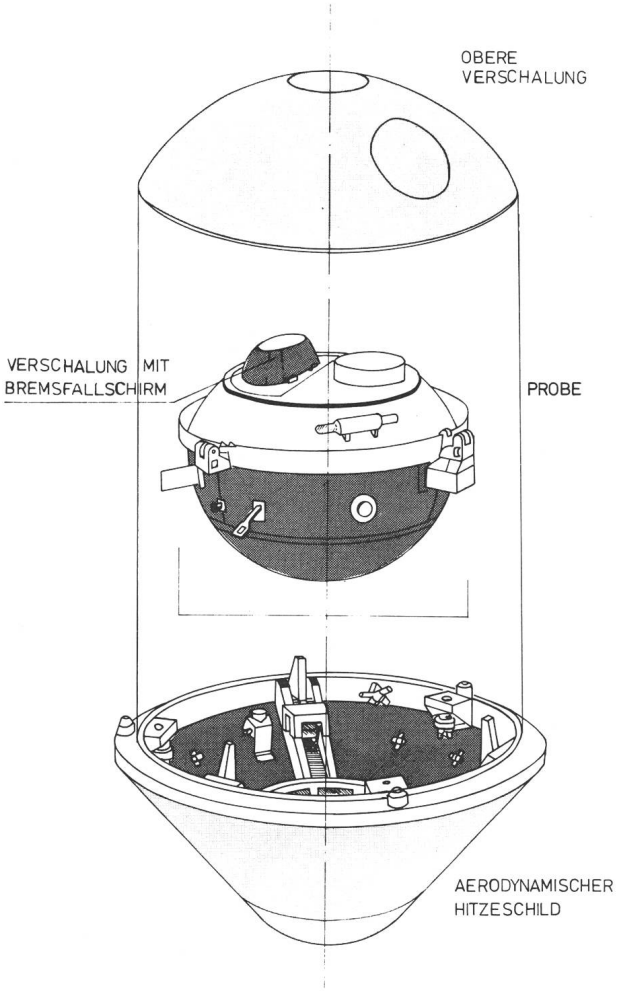


Abb. 1: Auf dieser Zeichnung ist der Aufbau der Atmosphärensonde «Probe» dargestellt. Der Deckel beinhaltet den Stabilisierungs- und Bremsfallschirm und wird beim Eintauchen in die Lufthülle des Planeten abgestossen. Die Kugel in der Mitte ist die eigentliche Sonde und musste wegen des ungeheuren Drucks auf Jupiter so konstruiert werden. Der untere, aerodynamische Teil bildet den Hitzeschutzschild der Sonde und wird, nachdem die Sonde genügend abgebremst worden ist, ebenfalls weggesprengt. (Zeichnung: A. WALSER, ESA).

Startfenster im Frühling 1986

Der Start dieses Raumflugkörpers wird zwischen dem 23. Mai und dem 2. Juni 1986 mit einer Shuttle-Centaur-Kombination erfolgen. Dies ist die Zeitspanne des sogenannten Startfensters, das heisst, zu dieser Zeit kann mit einem mini-

malen Energieaufwand zum Jupiter gestartet werden. Die Zeit zwischen dem Verlassen der Erde und der Ankunft bei Jupiter wird als «Cruise-Science-Phase» bezeichnet. Während dieser Phase werden interplanetare Messungen durchgeführt[1]).

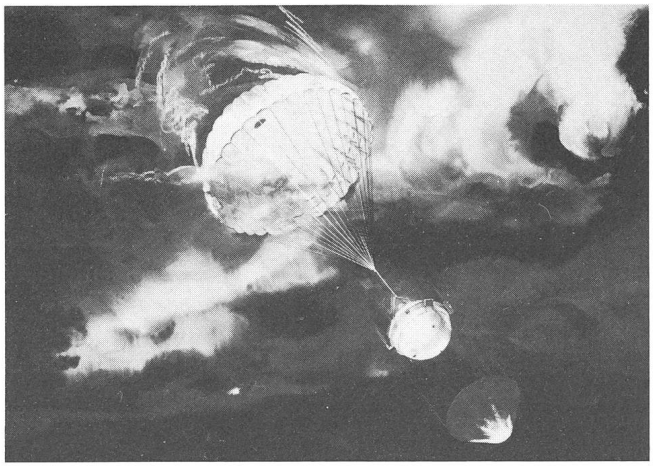


Abb. 3: Eintauchen der «Probe» in die dichte Jupiteratmosphäre. Der aerodynamische Hitzeschild ist durch die gewaltige Reibungshitze rotglühend. Die «Probe» wird noch zusätzlich durch einen grossen Fallschirm abgebremst. Sie soll ungefähr eine Stunde lang Daten aus der Atmosphäre des Riesenplaneten zum Orbiter übertragen. (Bild: MBB/Archiv SCHMIDT).

Die Raumsonde Galileo wird zum ersten interplanetaren Raumflugkörper, welcher mit der amerikanischen Raumfähre «Space Shuttle» in eine Erdumlaufbahn transportiert wird. Mittels einer mitgeführten Centaur-Oberstufe wird dann die Raumsonde auf die nötige Fluchtgeschwindigkeit beschleunigt, um dann nach einem Flug von zwei Jahren und vier Monaten das Jupitersystem zu erreichen. Der Orbiter soll am 27. August 1988 beim Jupiter eintreffen. Die Raumsonde besteht aus zwei Teilen, einem Orbiter (Mutterschiff) und einer Probe (Atmosphärensonde). Diese wird 60 Tage vor Erreichen des Jupiterorbits vom Orbiter getrennt und wird mit 60 km/s in die Atmosphäre des gasförmigen Riesen eintauchen. Ungefähr eine halbe Stunde lang wird die Probe Messwerte an den Orbiter übertragen, bevor sie in der Tiefe der Atmosphäre versinkt und verstummt.

Die europäische Beteiligung am Galileo-Projekt

Das Antriebsmodul des Orbiters, mit dem während des Raumflugs zum Jupiter Kurskorrekturen ausgeführt sowie der Einschuss in den Jupiterorbit bewerkstelligt werden, ist von der deutschen Firma MBB (Messerschmitt-Bölkow-Blohm) entwickelt worden.

Es ist dies das erste Mal, dass bei einer interplanetaren Mission der NASA ein missionskritischer Teil der Raumsonde in Europa gebaut wird.

Während der Cruise-Science-Phase werden unter anderem Mikrometeoritenmessungen im interplanetaren Raum durchgeführt. Das Experiment wurde vom Max-Planck-Institut in Heidelberg vorgeschlagen und realisiert.

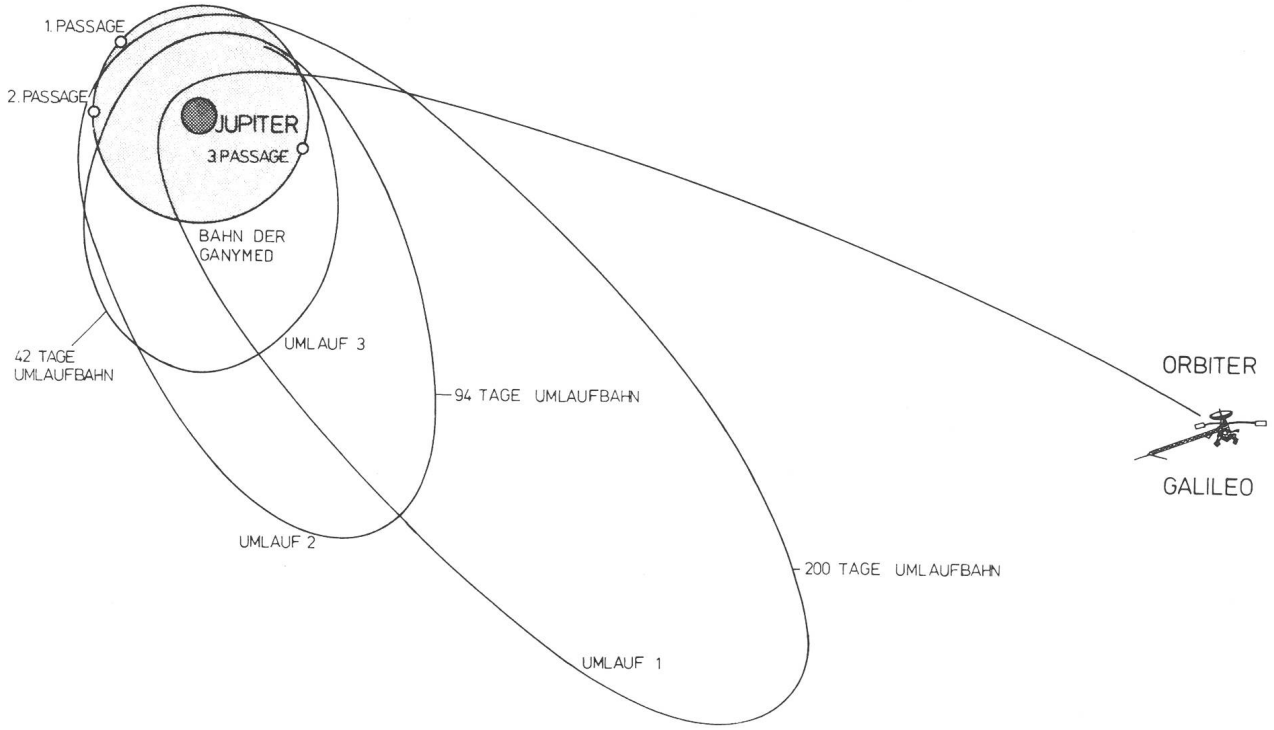


Abb. 2: Auf dieser Zeichnung sind die ersten vier Umläufe des Orbiters der Galileo-Raumsonde um den Jupiter eingezeichnet. Dabei wird der Orbiter bei seinen Begegnungen mit dem grössten Jupitermond Ganymed jeweils wieder auf eine neue Bahn umgelenkt. (Zeichnung: A. WALSER, ESA).

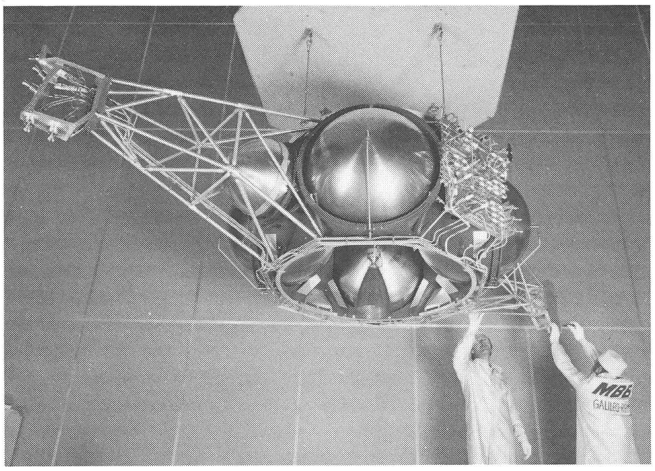


Abb. 4: Montagearbeiten am Galileo-Antriebsmodul in der Montagehalle der Firma MBB in Ottobrun. Zum erstenmal in der Geschichte der interplanetaren Raumfahrt wird ein Teil einer amerikanischen Raumsonde im Ausland gebaut. Das Antriebsmodul hat die Aufgabe, während des Hinfluges zum Jupiter Kurskorrekturen der Raumsonde auszuführen. Auch die Einbremsung zu einer langen Ellipse um den Jupiter ist Aufgabe dieses technischen Meisterwerkes. (Bild: MBB/Archiv SCHMIDT*).*

Ausserdem sind verschiedene deutsche Experimentatoren während dieser Zeit an insgesamt fünf Feld- und Teilchenexperimenten beteiligt. Der Datenstrom wird von der 30 Meter hohen Antenne in Weilheim gesammelt und über das Kontrollzentrum in Oberpfaffenhofen den verschiedenen Experimentatoren zugeführt.

Die DFVLR (Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt) stellt nicht nur einen optimalen wissenschaftlichen Datenrückfluss während der Cruise-Science-Phase sicher, sondern ist auch für den operationellen Betrieb des Antriebsmoduls während der gesamten Missionsdauer verantwortlich. Die wissenschaftliche Auswertung von Bilddaten, vor allem der Jupitermonde, wird vom deutschen Science-Imaging-Teammitglied Dr. NEUKUM (DFVLR, früher Uni München) und seinem Team vorgenommen. Ziel ist, über die Auswertung der Kraterprofile der einzelnen Monde eine Altersbestimmung vorzunehmen. Untersuchungen dieser Art wurden bereits beim Erdmond und beim Mars erfolgreich durchgeführt.

Adresse des Autors:
Men J. Schmidt, Zürcherstr. 2, 8620 Wetzikon.

ISO: Un nouveau projet scientifique pour l'ESA

MEN J. SCHMIDT

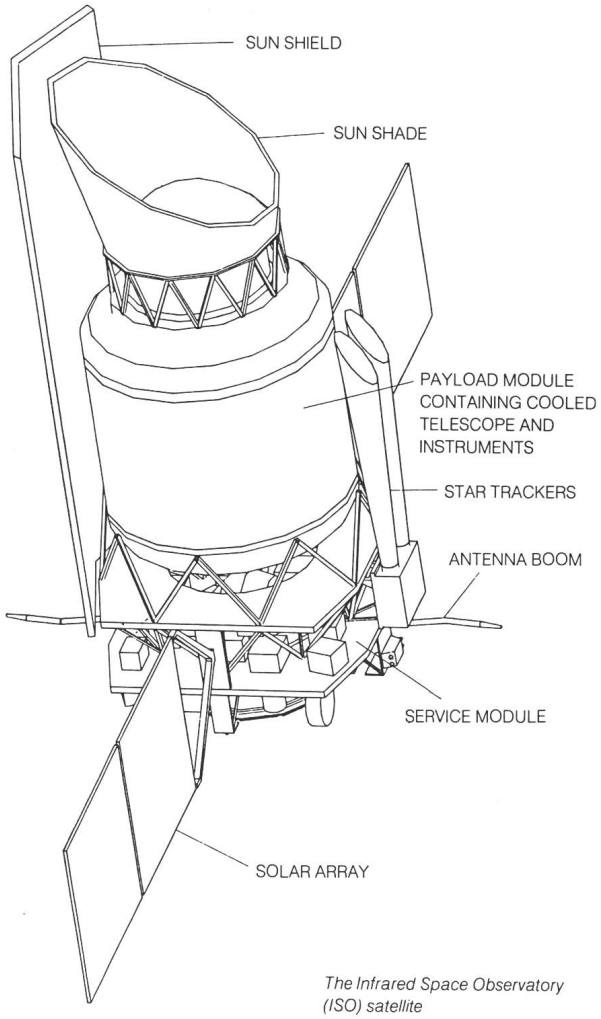
Le Comité du Programme scientifique de l'ESA, réuni les 29 et 30 mars 1983, a approuvé le nouveau projet scientifique proposé par le Directeur général de l'Agence: une mission astronomie dans l'infrarouge.

Le véhicule spatial, appelé ISO (Infrared Space Observatory: Observatoire spatial dans l'infrarouge), permettra aux astronomes de disposer dans l'espace d'un observatoire au moyen duquel ils procéderont à des observations d'une sensibilité sans précédent dans la bande infrarouge du spectre.

L'ISO consiste pour l'essentiel en un télescope de 60 cm de diamètre doté d'une gamme d'instruments au plan focal, sensibles au rayonnement infrarouge (de 1 à 200 micromètres environ). Pour réduire le rayonnement thermique du télescope et assurer les conditions de température nécessaires au fonctionnement des détecteurs infrarouge, le télescope et l'ensemble au plan focal sont refroidis et portés à des températures extrêmement basses (environ −260°C). On obtient ce résultat en installant le tout dans un cryostat refroidi à l'hélium et à l'hydrogène liquides. De par sa nature même, l'ISO doit avoir une durée de vie opérationnelle d'au moins 18 mois, et il doit permettre de procéder à des observations répétées dans la totalité du ciel. Des études ont montré que cette longévité sera atteinte avec des marges de sécurité confortables.

Parmi de nombreux domaines scientifiques, c'est dans celui de l'astronomie extragalactique que l'on attend d'ISO les retombées les plus importantes l'observation précise de galaxies sélectionnées, et notamment la spectroscopie des plus proches et des plus brillantes d'entre elles, fourniront des informations inédites et très précieuses. Pour celles des galaxies qui contiennent de grandes quantités de poussière, les mesures dans l'infrarouge permettront d'explorer des régions qui sont complètement occultées dans le visible. Etendre les observations jusqu'aux galaxies les plus lointaines devrait permettre de réévaluer l'échelle des distances dans l'Univers. A cet égard, les mesures d'ISO compléteront les études entreprises dans la gamme du visible par le télescope spatial*).

Les étoiles se forment au sein d'immenses nuages de gaz et de poussière, et l'on sait que cette formation ne peut être observée dans le visible. Les observations effectuées avec l'ISO dans l'infrarouge exploreront ces régions ce qui permettra d'étudier en détail ce processus et les mécanismes astrophysiques qui déclenchent initialement la formation des étoiles. L'analyse spectroscopique du rayonnement infrarouge émis par diverses régions de notre propre galaxie et d'autres galaxies proches permettra de mieux connaître l'évolution chimique et dynamique de ces objets. Au sein du système solaire, les études des planètes géantes, des astéroïdes et des comètes tireront un énorme profit de la haute sensibilité



The Infrared Space Observatory (ISO) satellite

d'ISO et de la gamme de mesures qui pourront être prises avec les instruments infrarouge.

Il est prévu de mettre l'ISO à la disposition de la communauté scientifique toute entière. L'exploitation du véhicule spatial et le pointage du télescope seront assurés pratiquement en permanence par l'intermédiaire d'une liaison de télémesure avec un centre de réception et de contrôle au sol. Le travail de l'observateur-hôte ressemblera à celui qu'il effectuerait dans un observatoire au sol doté de dispositifs d'affichage en direct, alors que le satellite sera en orbite à des milliers de kilomètres de la Terre.

Les instruments infrarouge installés sur l'ISO permettront d'étudier en détail et avec une extrême sensibilité des régions choisies du ciel. On procèdera à des analyses spectroscopiques et photométriques qui pourront aboutir à l'identification des matériaux dont sont composés ces objets ou ces régions, ainsi que les conditions physiques locales.

Venant après le succès du lancement et de l'exploitation du satellite IRAS**), la réalisation de l'ISO vient à point nommé pour fournir ces informations détaillées. Les cartes du ciel que l'IRAS établit dans un certain nombre de bandes dans l'infrarouge et l'analyse astrophysique qui s'ensuivra, fourniront une excellente base pour procéder à une étude photométrique et spectroscopique plus détaillée au moyen de l'Observatoire spatial dans l'infrarouge, ISO, qui devrait être prêt à être lancé au début de la prochaine décennie.

Men. J. Schmidt

(Communiqué de l'ESA)

*) Le programme de télescope spatial assure le fonctionnement pendant au moins quinze ans d'un télescope de 2,4 m de diamètre qui sera mis sur orbite en 1986 par la Navette spatiale.

**) IRAS: Satellite d'Astronomie dans l'Infrarouge – Ce projet entrepris en commun par la NASA, l'Agence aérospatiale néerlandaise (NIVR) et le Science et Engineering Research Council (SERC) du Royaume-Uni a été lancé par la NASA le 25 janvier 1983.

EN BREF... EN BREF...

Kometenüberrest entdeckt?

Der amerikanische Infrarot-Satellit IRAS hat ein Objekt entdeckt, welches auf seiner Bahn sich bis an 15 Millionen Kilometern der Sonne nähert. Der sonnenfernste Bahnpunkt, das Aphelion liegt etwas ausserhalb der Marsbahn. Der neuentdeckte Himmelskörper erhielt die Bezeichnung 1983 TB. Inzwischen konnte auch mit dem Hale-Teleskop von Mount Palomar das rätselhafte Objekt im sichtbaren Licht aufgezeichnet werden. Auf den Bildern hat der Planetoid eine Helligkeit der 16. Grösse. Für einen Sonnenumlauf benötigt dieser Himmelskörper 1,5 Jahre. Der Ursprung dieses Kleinplaneten ist noch nicht ganz geklärt. Da die Bahndaten mit dem Gemminiden-Meteorenstrom zusammenfallen, ist 1983TB möglicherweise der Rest eines Kometen. Nach dem vollständigen Entgasen eines Kometen bleibt ein Kleinplanet zurück, welcher von einem gewöhnlichen Planetoiden kaum zu unterscheiden ist. Dieser kleine Gesteinsklumpen von weniger als einem Kilometer Durchmesser kommt der Erde zuweilen relativ nahe. Berechnungen haben ergeben, dass im Jahre 2115 der Asteroid zwischen Erde und Mond durchlaufen wird. Es ist nicht ausgeschlossen, dass er dabei mit der Erde zusammenprallt. MJS

(Quelle NASA)

Sternwarte Kreuzlingen erhält neues Teleskop

Die Sternwarte Kreuzlingen, welche im Oktober dieses Jahres ihr 8jähriges Bestehen feiern kann, soll mit einem neuen Teleskop ausgerüstet werden. Es handelt sich dabei um ein Spiegelteleskop vom Typ Ritchey-Crétien mit einem Hauptspiegel von 48 cm Öffnung. Das neue Fernrohr soll anlässlich des 10. Jahrestags der Sternwarteneinweihung der Öffentlichkeit zugänglich werden. Die Kosten für das neue Gerät inklusive Zubehör belaufen sich auf etwa 100 000 Franken. Gebaut wird das Teleskop und die Montierung von E. Aeppli. Die Astronomische Vereinigung Kreuzlingen AVK hat eine Sammelaktion für das neue Teleskop ins Leben gerufen, bereits heute kann mit Genugtuung bemerkt werden, dass die Teleskopfinanzierung gesichert ist. Ein ausführlicher Bericht über das neue Teleskop wird zu gegebener Zeit im ORION publiziert werden. MJS

EN BREF... EN BREF...

Wandel der Problemstellungen und Lösungsmethoden in der Himmelsmechanik während der letzten 400 Jahre

G. BEUTLER

Der vorliegende Aufsatz entstand als Manuskript zu einem Vortrag vor der philosophisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Bern vom 5. Mai 1983. Er ist in 6 Abschnitte unterteilt:

1. Allgemeine Umschreibung der Aufgaben
2. Tycho Brahe und Kepler
3. Beschreibung des Planetensystems von Newton bis Newcomb
4. Kleinplaneten oder die klassische Bahnbestimmung
5. Raumfahrt- und Computerära
6. Beobachtung heute

1. Allgemeine Umschreibung der Aufgaben

Mit Ausnahme von Tycho Brahe haben alle hier auftretenden Akteure ihren Untersuchungen das heliozentrische Weltbild zu Grunde gelegt.

In diesem System müssen wir die Begriffe *Bahn* eines Planeten und *Beobachtung* eines Planeten definieren.

Die Bahn ordnet dem Planeten für jeden Zeitpunkt t genau einen heliozentrischen Ortsvektor $\vec{r}(t)$ zu. Den Ortsvektor des Planeten Erde bezeichnet man normalerweise mit $\vec{R}(t)$ (siehe Figur 1). Unter der *Beobachtung* eines Planeten war bis etwa in die Mitte des 20. Jahrhunderts die Messung der Richtung von einem Beobachter auf der Erde zum Planeten zu einer bestimmten Zeit zu verstehen. Gemessen wurden also die Einheitsvektoren $\vec{e}_p(t)$ (Richtungen Beobachter–Planet) und auch die Einheitsvektoren $\vec{e}_s(t)$ Richtungen Beobachter–Sonne).

Diese Messungen wurden im Laufe der Monate und Jahre immer wieder wiederholt, so dass schliesslich für die Planeten resp. für die Sonne Messreihen folgender Art zur Verfügung standen:

$$\left.\begin{array}{l} t_j, \vec{e}'_{pj}\text{: Messung von } \vec{e}_p(t_j),\ j = 1,2,\ldots,n_{b_p} \\ t_j, \vec{e}'_{sj}\text{: Messung von } \vec{e}_s(t_j),\ j = 1,2,\ldots,n_{b_s} \end{array}\right| \qquad (1)$$

$n_{b_{..}}$ ist dabei die Anzahl der Beobachtungen des betreffenden Himmelskörpers.

In der Himmelsmechanik ging und geht es immer darum, die Bahnen der Himmelskörper unseres Planetensystems zu bestimmen. Bei einer *Bahnbestimmung* geht es offenbar darum, aus den Messreihen (1) die heliozentrische Bahn $\vec{r}(t)$ zu bestimmen: Es muss also ein Algorithmus angegeben werden, der es erlaubt, für beliebige Zeiten t den Ortsvektor $\vec{r}(t)$ des Planeten zu berechnen. Dabei müssen alle in diesem Algorithmus auftretenden Grössen allein aus den Messreihen (1) folgen.

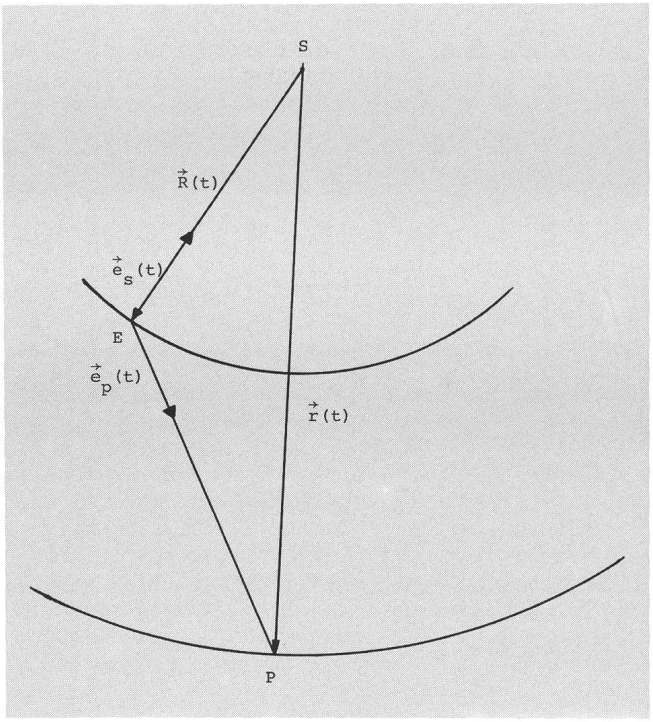


Fig. 1: S : Sonne, E : Erde, P : beobachteter Planet, $\vec{R}(t)$: Ortsvektor von E, $\vec{r}(t)$: Ortsvektor von P, $\vec{e}_p(t)$: beobachteter Einheitsvektor E → P, $\vec{e}_s(t)$: beobachteter Einheitsvektor E → S.

2. Tycho Brahe und Kepler

Diese Epoche lässt sich zeitlich durch die Lebensdaten der Akteure fixieren:

Tycho Brahe (1546–1601)

Johannes Kepler (1571–1630)

Es ist natürlich eine grobe Vereinfachung, diese beiden Wissenschaftler isoliert zu betrachten: Sie hatten ihre Vorgänger und Mitstreiter. Es lässt sich aber nicht übersehen, dass von ihnen die wesentlichen Beiträge zur Beschreibung des Planetensystems jener Zeit ausgingen.

Tycho Brahe hat in der astronomischen Beobachtungstechnik neue Massstäbe gesetzt, und man darf sagen, dass er dem astronomischen Beobachter zu dem hohen Ansehen verhalf, das er noch heute besitzt. Zunächst in Dänemark (1576–1597), anschliessend in Prag (1599–1601), haben er und seine Gehilfen die Planeten und die Sonne mit einer für jene Zeit beispiellosen Genauigkeit beobachtet.

Man darf nun nicht glauben, dass Tycho Brahe diese Beobachtungen als Selbstzweck betrieb. Er hat sie sehr wohl als Entscheidungsgrundlage für die Richtigkeit verschiedener Modelle des Planetensystems betrachtet. Dass ihm eine befriedigende Interpretation der Messreihen nicht gelang, ist bekannt.

Johannes Kepler war vor 1600 als «Landschaftsmathematiker» in Graz tätig. Seine Neigung zur Himmelsmechanik bewies er mit seinem Werk «Mysterium Cosmographicum», in welchem er mit mässigem Erfolg versuchte, die Bahnradien der bekannten Planeten mit In- und Umkugeln der regulären Polyeder in Relation zu bringen. Wichtiger als der Inhalt jenes Werkes ist der Umstand, dass Tycho auf ihn aufmerksam wurde und ihn einlud, in Prag an der Auswertung der Beobachtungen mitzuwirken.

«Auswertung der Beobachtungen» konnte aber nichts anderes heissen, als die Gesetze der Planetenbewegung formulieren. Als schliesslich Kepler im Jahre 1600 dieser Einladung folgte, war er 28jährig und voller Optimismus. Es ist überliefert, dass er eine Wette annahm, der Schwierigkeiten in 8 Tagen Herr zu werden. Er hat die Aufgabe gelöst, allerdings nicht ganz in der vorgesehenen Zeit: die Resultate wurden in der «Astronomia Nova» im Jahre 1609 veröffentlicht.

Dass die Lösung so viel Zeit in Anspruch nahm, ist keineswegs verwunderlich: Kepler darf für sich in Anspruch nehmen, wohl das schwierigste Bahnbestimmungsproblem der Geschichte gelöst zu haben.

Rufen wir uns die Schwierigkeiten in Erinnerung:

- Kepler kannte die Unbekannten der Aufgabe nicht! Heute wissen wir, dass – jedenfalls in guter Näherung – die Bahn eines jeden Planeten durch sechs Grössen, die Bahnelemente, eindeutig bestimmt ist. Kepler kannte weder die Zahl, noch die Art der Unbekannten.
- Kepler hatte die Aufgabe, die Bahn des Planeten Mars aus dessen Beobachtungen zu bestimmen. Da aber diese Beobachtungen von der Erde aus gemacht wurden, deren Bahn um die Sonne damals auch nicht bekannt war, blieb Kepler nichts anderes übrig, als *zusätzlich* die Erdbahn zu bestimmen.

Diese Aufgabe konnte nur dank der 24jährigen Beobachtungsreihen von Mars und Sonne von Tycho Brahe gelöst werden.

Prinzip der Lösungsmethode

Man liest heute hin und wieder, dass Kepler die Bahn des Mars völlig hypothesenfrei bestimmte. Dem ist zu widersprechen: Kepler ging nämlich von der Annahme aus, dass die Bahnkurven der Planeten in dem durch die Fixsterne definierten Raum streng periodisch sind. Heute wissen wir, dass dies nur näherungsweise richtig ist. Für die Genauigkeit der damaligen Beobachtungen und für das von ihm untersuchte Zeitintervall (Beobachtungen über 24 Jahre) war aber diese Annahme gerechtfertigt.

Die Umlaufszeiten von Erde und Mars aber konnte er nicht direkt aus den Beobachtungen bestimmen, sie waren ihm also bekannt. Unter dieser Voraussetzung gelingt Kepler eine von weiteren Hypothesen freie Lösung der Aufgabe.

Die Lösung ist einfach und anschaulich, sie erfolgt in zwei Schritten:

1. Rekonstruktion der Erdbahn aus den Beobachtungen von Sonne und Mars
2. Bestimmung der Marsbahn bei bekannter Erdbahn.

Das Prinzip seiner Analyse sei hier unter der vereinfachenden Annahme erklärt, dass die Bahnebenen von Mars und Erde übereinstimmen:

1. Erdbahn: Aus den Beobachtungen von Sonne und Mars bestimmt Kepler den genauen Zeitpunkt einer Opposition, also den Zeitpunkt, für den $\vec{e}_S(t_O) = -\vec{e}_m(t_O)$ gilt.

Diese Situation ist in Figur 2a wiedergegeben. Diese Figur ist für Kepler insofern nicht realistisch, als dort der Ortsvektor der Erde als bekannt vorausgesetzt wird (der Ortsvektor von Mars darf beibehalten werden; dies definiert den Massstab der Zeichnung).

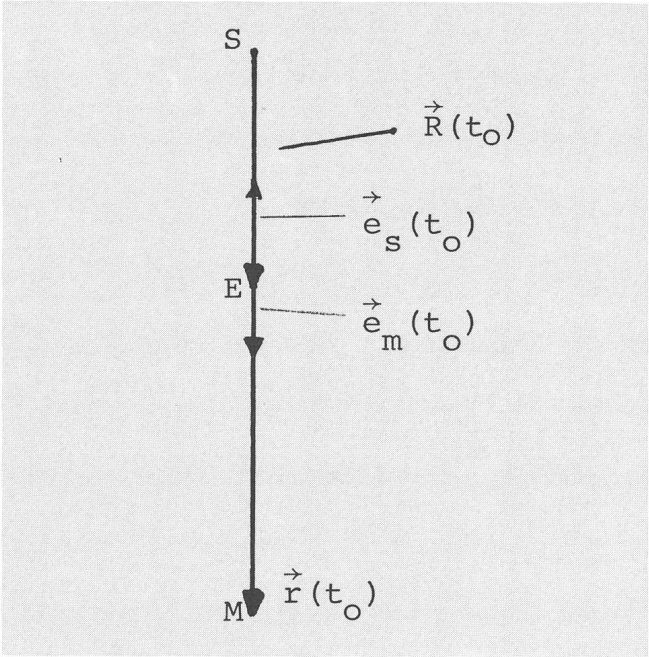


Fig. 2a: Marsopposition zur Zeit t_O. S : Sonne, M : Mars, E : Erde, $\vec{R}(t_O)$: Erdposition z.Z. t_O, $\vec{r}(t_O)$: Marsposition z.Z. t_O, $e_S(t_O)$, $e_m(t_O)$: Einheitsvektor Erde – Sonne resp. Erde – Mars z.Z. der Opposition.

Nun setzt Kepler ja voraus, dass die Bahn von Mars periodisch ist. Er weiss also, dass sich Mars nach

$$U = 687 \text{ Tagen}$$

wieder an genau der gleichen Stelle im Raum befinden wird.

Es gilt also: $\vec{r}(t_O + U) = \vec{r}(t_O)$

Aus den Beobachtungen Tychos nun rekonstruiert Kepler die Richtungen Sonne → Erde $(-\vec{e}_S(t_O + U))$ und Mars → Erde $(-\vec{e}_m(t_O + U))$ zur Zeit $t_O + U$. Der Erdort zu dieser Zeit folgt jetzt einfach als Schnittpunkt der durch S, $-\vec{e}_S(t_O + U)$ und M, $-\vec{e}_m(t_O + U)$ definierten Geraden (siehe Figur 2b).

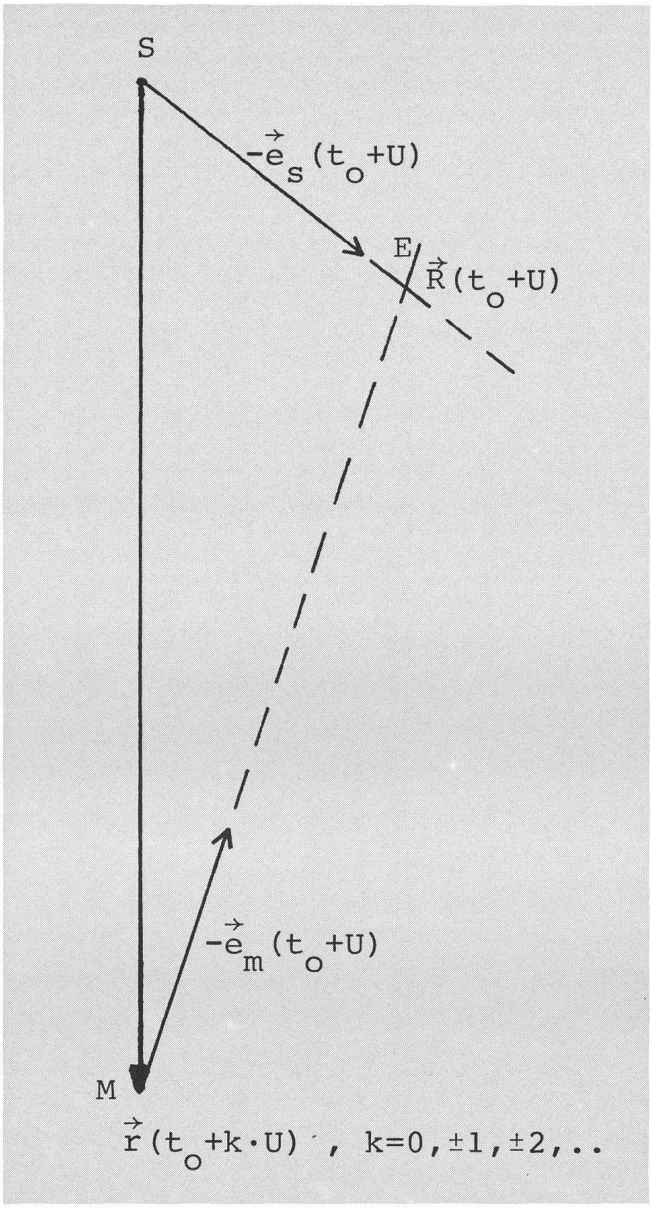


*Fig. 2b: Rekonstruktion der Erdbahn aus Beobachtungen von Sonne und Mars zu den Zeiten $t_k := t_o + k \cdot U$, $k = 1,2,\ldots$, U: siderische Umlaufszeit von Mars, $\vec{e}_m(t_o+U)$: beobachteter Einheitsvektor Erde - Mars *), $\vec{e}_s(t_o+U)$: beobachteter Einheitsvektor Erde - Sonne *), *) z.Z. t_o+U, $\vec{R}(t_o+U)$: Erdposition z.Z. t_o+U.*

Das gleiche Verfahren kann nun sinngemäss für die Zeiten $t_o + k \cdot U$, $k = (1),2,3,\ldots$ gebraucht werden: jedesmal erhält man einen Punkt der Erdbahn.

Das Resultat war einfach: In ausgezeichneter Näherung war die Erdbahn ein Kreis, wobei die Sonne nicht ganz im Zentrum stand. Da auch die Bahn der Erde nach Voraussetzung periodisch ist, konnte Kepler jedem beobachteten Einheitsvektor (Erde–Sonne) den Betrag des Radiusvektors (Erde–Sonne) zuordnen (siehe Figur 2c).

2. Marsbahn

Damit hatte Kepler die Aufgabe auf das reduziert, was man heute unter Bahnbestimmung versteht: Bestimmen von $\vec{r}(t)$ unter der Voraussetzung, dass die Bahn des Beobachters bekannt ist. Kepler wendet im wesentlichen die gleiche Methode wie bei der Erdbahn an: Er geht von einer andern Opposition t_o^* aus. Er weiss, dass $\vec{r}(t_o^*) = \vec{r}(t_o^* + U)$ auf der durch $\vec{R}(t_o^*)$ und $\vec{e}_m(t_o^*)$ definierten Geraden und auf der durch $\vec{R}(t_o^* + U)$ und $\vec{e}_m(t_o^* + U)$ definierten Geraden liegen muss! Auf diese Art kann Kepler für jede Marsopposition genau einen Bahnpunkt von Mars konstruieren (siehe Figur 2c).

Der Rest war einfach und nicht mehr aufzuhalten: Kepler fand seine beiden ersten Gesetze und veröffentlichte sie in dem fundamentalen Werk Astronomia Nova. Das dritte Gesetz, das hier vollständigkeitshalber mit aufgeführt wird, fand er erst wesentlich später (publiziert wurde es 1619):

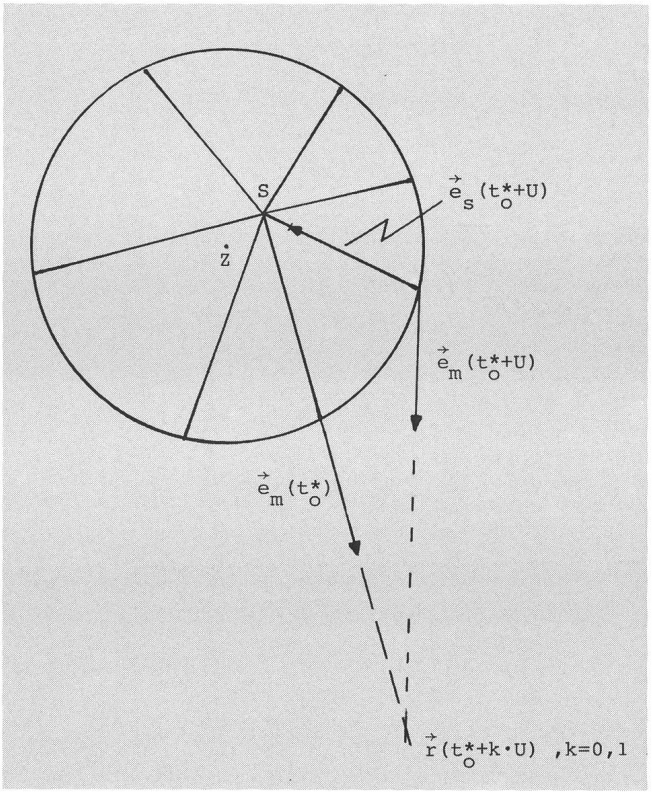


Fig. 2c: S : Sonne, Z : Zentrum des Kreises der Erdbahn, t_o^*: Zeitpunkt einer Marsopposition $t_o^* \neq t_o$.

I: Die Planetenbahnen sind Ellipsen, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht
II: Die Verbindungslinie «Sonne–Planet» überstreicht in gleichen Zeiten gleiche Flächen
III: Die Quadrate der Umlaufzeiten verhalten sich wie die Kuben der grossen Halbachsen, oder: a^3/U^2 = const für jeden Planeten.
(2)

Mit diesen Gesetzen war auch die Parametrisierung der Aufgabe gegeben: Grösse und Form einer Ellipse werden z.B. durch die grosse Halbachse und die numerische Exzentrizität festgelegt, die Stellung der Bahnebene im Raum wird durch zwei Lagewinkel, die Stellung der Ellipse innerhalb der Bahnebene durch einen weiteren Lagewinkel definiert. Kepler hat dann noch gezeigt, dass man durch eine weitere Angabe, die Periheldurchgangszeit, sehr einfache Formeln ange-

ben kann, mit denen man $\vec{r}(t)$ zu beliebigen Zeiten berechnen kann.

3. Beschreibung des Planetensystems von Newton bis Newcomb

Isaak Newton publizierte seine «Philosophiae Naturalis Principia Mathematica» im Jahre 1687. Ihre Bedeutung für die Entwicklung der Physik und Mathematik ist allgemein bekannt und anerkannt, so dass wir uns hier auf einige wenige Bemerkungen beschränken können:

Aus seinen Axiomen der Mechanik, seinem Gesetz der universellen Gravitation und aus dem Superpositionsprinzip der Kräfte folgen auf elementarste Weise die Gleichungen, die die Bewegung der Planeten um die Sonne definieren. In moderner Schreibweise lauten diese:

$$\vec{r}_i^{(2)} = -\gamma \cdot (m_o + m_i) \cdot \frac{\vec{r}_i}{r^3_i} - \gamma \cdot \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{N} m_j \cdot \left(\frac{\vec{r}_i - \vec{r}_j}{|\vec{r}_i - \vec{r}_j|^3} + \frac{\vec{r}_j}{r^3_j} \right)$$

$$i = 1,2,\ldots,N$$

Wobei: N: Anzahl Planeten, γ: Gravitationskonstante
m_o: Sonnenmasse, $m_i, i = 1,2,..,N$: Planetenmassen
$\vec{r}_i(t)$: Ortsvektoren der Planeten, $\vec{r}_i^{(k)}, k = 1,2,\ldots$
deren Ableitungen nach der Zeit ($i = 1,2,..,N$).

Durch die Differentialgleichungen (3) sind die Planetenbahnen noch nicht eindeutig festgelegt. Dies ist erst dann der Fall, wenn zusätzlich die Ortsvektoren $\vec{r}_{oi}$ und die Geschwindigkeitsvektoren $\vec{v}_{oi}$ zu einem Zeitpunkt T_a gegeben sind:

$$\left.\begin{aligned} \vec{r}_i(T_a) &= \vec{r}_{oi} \\ \vec{r}_i^{(1)}(T_a) &= \vec{v}_{oi} \end{aligned}\right| \quad ,i = 1,2,\ldots,N \qquad (3a)$$

Sind nun die rechten Seiten der Gleichungen (3a) sowie alle Massen $m_i, i = 0,1,\ldots,N$ bekannt, können *im Prinzip* die Orts- und die Geschwindigkeitsvektoren der Planeten für jeden beliebigen Zeitpunkt t ohne weitergehende Analysen berechnet werden. Die Technik, die dies leistet, ist die der *Numerischen Integration*.

Die Bahnen der Planeten unseres Planetensystems bestimmen, heisst nach Newton somit offenbar, alle Massen $m_i, i = 1,2,\ldots,N$ sowie alle Orts- und Geschwindigkeitsvektoren auf der rechten Seite von (3a) bestimmen. Es sind also für jeden Planeten insgesamt 7 Grössen zu bestimmen*).

Dass es im Prinzip nicht erlaubt ist, die Bahnen eines Planeten unabhängig von den anderen zu bestimmen, folgt direkt aus der Struktur der Gleichungen (3): Ändert man beispielsweise die Masse des i-ten Planeten, ändern auch die Bahnen aller übrigen Planeten. Gegenüber der Keplerschen Aufgabe ist die «Bahnbestimmung nach Newton» einerseits komplizierter, da alle 7 · N Bahnparameter *simultan* bestimmt werden sollten, sie ist andererseits wesentlich einfacher, da man mit den Methoden von Kepler schon sehr gute Näherungen für die Anfangsbedingungen (3a) angeben konnte. Man konnte sich daher mit Bahnverbesserungsmethoden begnügen, welche die Beobachtungen als lineare Funktionen der Parameter darstellen.

*) Gravitationskonstante und Sonnenmasse können allein aus Richtungsbeobachtungen nicht bestimmt werden.

Newton zeigte übrigens, dass die Keplerschen Gesetze aus seinem Gravitationsgesetz folgen, wenn man im Planetensystem sämtliche Massen mit Ausnahme der Sonnenmasse vernachlässigt. An Stelle von (3) erhält man dann N voneinander unabhängige Differentialgleichungssysteme:

$$\vec{r}_i^{(2)} = -\gamma \cdot m_o \cdot \frac{\vec{r}_i}{r^3_i} \quad , \quad i = 1,2,\ldots,N \qquad (4)$$

Insbesondere konnte er die im 3. Kepler'schen Gesetz auftretende Konstante angeben:

$$a^3/U^2 = 4 \cdot \pi^2 \cdot \gamma \cdot m_o \qquad (5)$$

Dieses Gesetz – das in der Näherung (4) für die Bewegung der Planeten um die Sonne gilt – kann sinngemäss für die Bewegung von Monden um einen Planeten verwendet werden. Da man die linken Seiten von (5) aus den Beobachtungen berechnen kann, hatte Newton damit ein Mittel in der Hand, um die Verhältnisse m_i/m_o für jene Planeten zu berechnen, die bekannte Monde hatten. Die Masse von Jupiter bestimmte Newton nach diesem Verfahren mit einer Genauigkeit von ca. 2% zu

$$m_{jup}/m_o = 1/1033 \text{ (heutiger Wert: } 1/1047).$$

Dass die korrekte Beschreibung (3) des Planetensystems die mit elementaren Funktionen exakt lösbare Näherung (4) besitzt, war sowohl für die Entwicklung der Analysis, als auch für die Entwicklung der Analytischen Mechanik von grösster Bedeutung: Hier sind die Wurzeln der Störungsrechnung zu suchen. Der Zeit weit vorauseilend beschränken wir uns hier darauf, zwei der grössten Triumphe dieser Methode aufzuführen:

- Die Entdeckung von Neptun aus der Analyse von Uranus-Beobachtungen (entdeckt von Galle 1846, auf Grund von Rechnungen von Adams und Leverrier).
- Beschreibung des gesamten Planetensystems durch Simon Newcomb um die Jahrhundertwende 1900.

4. Kleinplaneten oder die klassische Bahnbestimmung

Mit der Entdeckung des ersten Kleinplaneten *Ceres* in der Neujahrsnacht 1800/01 durch Piazza begann ein neuer Abschnitt in der Geschichte der Himmelsmechanik.

Es zeigte sich nämlich bald, dass die verfügbaren, auf Euler und andere zurückgehenden Bahnbestimmungsverfahren nicht imstande waren, die neue Aufgabe zu lösen.

Welches war diese neue Aufgabe?

Piazzi entdeckte die Ceres während der Opposition. Er konnte sie anschliessend nur während 42 Tagen – vom 1. Januar bis zum 11. Februar – insgesamt 19 mal beobachten. Danach liessen die Verhältnisse (Helligkeit der Ceres, Beobachtung in der Dämmerung) keine weiteren Beobachtungen zu. 42 Tage – dies entspricht ca. 1/40 der Umlaufszeit dieses Himmelskörpers um die Sonne! Die zur Verfügung stehende Zeitbasis war also extrem kurz. (Erinnern wir uns der Methode Keplers: diese setzt voraus, dass der Planet in verschiedenen Oppositionen beobachtet wurde.)

Diese kurze Zeitbasis war ein wichtiger Grund für das Versagen der damals bekannten Methoden. Der andere Grund war der, dass jene Verfahren nicht ohne einschneidende Hypothesen auskamen: Bei Kometen wurde meistens angenommen, dass die Bahnkurve eine Parabel war, bei der Berechnung einer ersten Bahn für den 1781 entdeckten Planeten Uranus wurde diese als Kreis angesetzt. Häufig wurde zudem

angenommen, dass die Bahnebene die Ekliptik war.

Solche Voraussetzungen waren physikalisch nicht zu begründen, sie waren – zufälligerweise – im Falle der Ceres bei weitem nicht erfüllt: Ihre Exzentrizität war mit .08 relativ hoch, ihre Neigung gegen die Ekliptik war mit 10°.6 die grösste aller damals bekannten Planeten.

Gauss hat seine auf die Ceres angewandte Bahnbestimmungsmethode in einer *vor* der bekannten, ausgefeilten «Theoria Motus Corporum Coelestium in Sectionibus Conicis Solem Ambientium» entstandenen Arbeit «Summarische Übersicht der zur Bahnbestimmung der beiden neuen Hauptplaneten angewandten Methode» wie folgt charakterisiert: «Die von Kreis- und Parabel-Hypothesen unabhängige Bestimmung der Bahn eines Himmelskörpers aus einer kurzen Reihe von Beobachtungen beruht auf zwei Forderungen:

I. Muss man Mittel haben, die Bahn zu finden, die drei gegebenen Beobachtungen Genüge thut.
II. Muss man die so gefundene Bahn so verbessern können, dass die Differenzen der Rechnung von dem ganzen Vorrath der Beobachtungen so gering als möglich werden.»

Die erste Teilaufgabe ist das, was wir heute als «Gauss'sche Bahnbestimmung» schlechthin bezeichnen, das zweite stellt sich in wesentlichen Zügen als das heraus, was man heute als Methode der kleinsten Quadrate bezeichnet ... .

Als Anekdote sei vermerkt, dass Gauss im konkreten Fall die zweite Teilaufgabe nicht ganz lupenrein gelöst hat; er schreibt nämlich:

«Es lässt sich zwar eine ganz methodische Anweisung geben, diese Werthe durch Rechnung zu finden; allein ein gewisser Tact wird immer ebenso sicher leiten.»

Dass in der Zwischenzeit die Methode der kleinsten Quadrate in allen möglichen Gebieten die bedeutendste Approximationsart ist, braucht nicht besonders betont zu werden.

Wenden wir uns der Lösung der ersten Teilaufgabe zu: Zunächst leuchtet es ohne weiteres ein, dass man für dieses kurze Zeitintervall (42 Tage) die Ceres-Bahn durch ein Differentialgleichungssystem der Art (4) beschreiben kann:

$$\ddot{\vec{r}} = -k^2 \cdot \frac{\vec{r}}{r^3}, \quad k^2 := \gamma \cdot m_0 \qquad (6)$$

k: Gauss'sche Konstante

Als nächstes muss Gauss die Unbekannten der Aufgabe, die Bahnparameter wählen. Hier hat man – wie man sich leicht überzeugt – viele Freiheitsgrade: Beispielsweise könnte man die Komponenten der Orts- und Geschwindigkeitsvektoren zur Zeit T_a [siehe (3a)] zu bestimmen versuchen; man könnte auch direkt die Kepler'schen Bahnelemente einführen).

Gauss geht einen anderen Weg, der es ihm im Endeffekt gestattet, die Zahl der Unbekannten von 6 auf 2 zu reduzieren!

Er formuliert die Aufgabe als Randwertaufgabe: Anstatt den Orts- und den Geschwindigkeitsvektor zu einem Zeitpunkt T_a zu suchen, sucht er die Ortsvektoren zu zwei verschiedenen Zeiten T_1 und T_2.

Über diese Zeiten $T_k, k = 1,2$ verfügt er sodann wie folgt:

$$T_1 := t_1,\ T_2 := t_3,\ t_1, t_3 : \text{1. und 3. Beobachtungszeit} \qquad (6)$$

Gesucht sind somit zwei Ortsvektoren $\vec{r}_1$ und $\vec{r}_3$:

$$\vec{r}(t_1) = \vec{r}_1, \quad \vec{r}(t_3) = \vec{r}_3 \qquad (7)$$

Damit scheint zunächst überhaupt nichts gewonnen: Nach wie vor suchen wir sechs Parameter (z.B. die Komponenten der Vektoren $\vec{r}_k, k = 1, k = 3$ bez. eines Koordinatensystems), wir haben lediglich ein Anfangswert- mit einem Randwertproblem vertauscht. Entscheidend ist aber der Umstand, dass wir die Randvektoren je als Linearkombination des bekannten Ortsvektors des Beobachters zur Beobachtungszeit und des bekannten beobachteten Einheitsvektors schreiben können (vergleiche Figur 3):

$$\vec{r}_k = \vec{R}(t_k) + \Delta_k \cdot \vec{e}_k{}', \ k = 1, k = 3 \qquad (8)$$

In den Gleichungen (8) sind nur die topozentrischen Distanzen Δ_1 und Δ_3 nicht bekannt. Gauss braucht also nur noch diese beiden Parameter so zu variieren, dass auch die mittlere Beobachtung exakt dargestellt wird. Dies könnte er im Prinzip durch Probieren erreichen, er gab jedoch zur Lösung einen unerhört kompakten, häufig verwendeten, jedoch einigermassen undurchsichtigen Iterationsprozess an.

Der Erfolg war total: Mit Hilfe der Gauss'schen Bahn gelang die Wiederentdeckung der Ceres am 7. Dezember 1801.

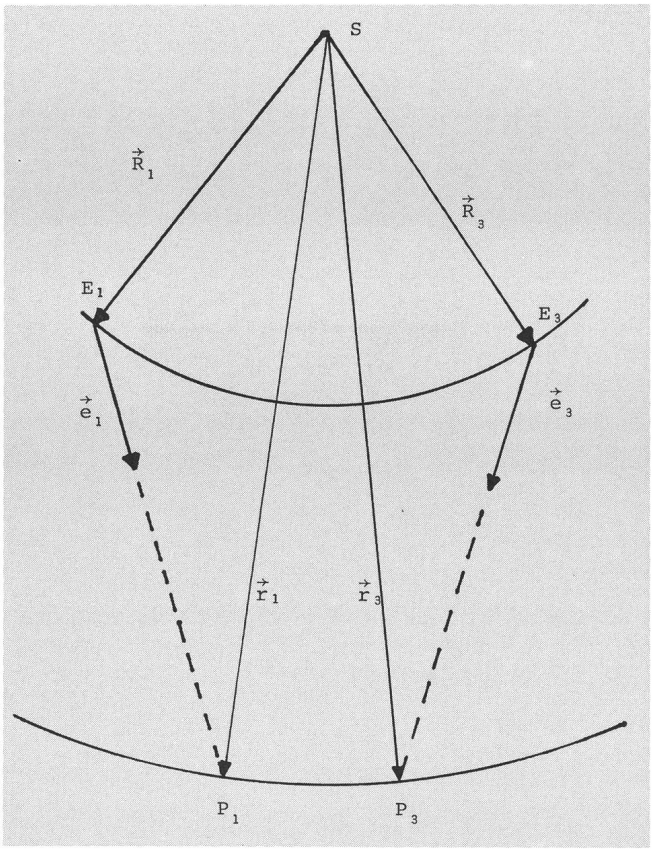


Fig. 3: S : Sonne, E_k, P_k : Erde, Planet z.Z. t_k, $t_k, k = 1,(2),3$: Beobachtungszeiten, $\vec{r}_k := \vec{r}(t_k), k = 1,(2),3$: Ortsvektor des Planeten z.Z. t_k, $\vec{R}_k := \vec{R}(t_k)$: Ortsvektor des Beobachters z.Z. t_k, $\vec{e}_k, k = 1,(2),3$: beobachtete Einheitsvektoren z.Z. t_k, Δ_k : Distanz Beobachter – Planet z.Z. t_k.

$\vec{r}_k = \vec{R}_k + \Delta_k \cdot \vec{e}_k$
$k = 1,2,3.$

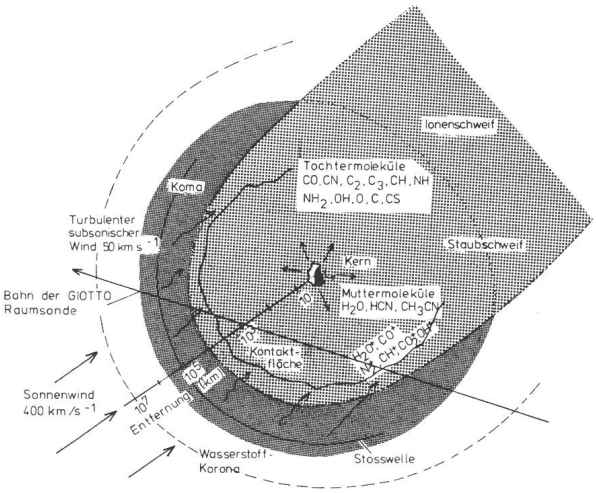
Adresse des Autors:
G. Beutler, Astronomisches Institut, Sidlerstrasse 5, 3012 Bern.

(Fortsetzung in der nächsten Nummer)

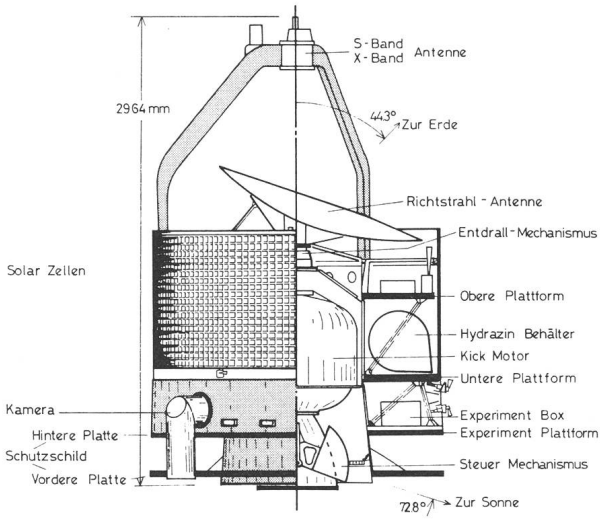
«Countdown» für den Flug zum Halley-Kometen ist angelaufen

M. J. SCHMIDT

Alle 76 Jahre gelangt der Halleysche Komet in Erdnähe und sorgt dabei für Aufsehen bei einem beträchtlichen Teil der Zivilisation unseres Planeten. Letztes Mal besuchte uns dieser Komet im Jahre 1910. Damals waren Katastrophen und Seuchen für die Menschheit vorausgesagt worden. Inzwischen wissen aber die meisten Leute, dass die Kometen harmlose und sehr kleine Himmelskörper sind. Sie bestehen aus einem kleinen, wenige Kilometer messenden Kern, der von einer Mischung aus Schnee und Staub und gefrorenen Gasen umgeben ist.



Schnitt durch den Aufbau eines Kometen.



Aufbau der europäischen Kometensonde Giotto.

Konservierte Urmaterie

Die Wissenschaftler glauben, dass die Kometen einige Antworten auf die vielen Fragen zur Sonnensystementstehung geben können. Es wird angenommen, dass die Materie der «schmutzigen Schneebälle» grösstenteils aus unveränderter Urmaterie besteht. Diese ist in gefrorenem und konserviertem Zustand über Jahrmilliarden erhalten geblieben. Lediglich, wenn ein Komet in Sonnennähe gelangt, wird dabei ein kleiner Teil der Kometenmaterie erwärmt und verdampft in den Weltraum. Wir Erdbewohner können diesen Vorgang dann in Form einer Schweifbildung mitverfolgen. Die Technik hat es in den letzten Jahren ermöglicht, die Gasbestandteile der Kometenschweife zu analysieren. Leider wirkt unsere Lufthülle zum Teil störend auf die Messungen, weshalb die Resultate unvollständig sind.

Raumsonden und Grossteleskope sollen Geheimnisse lüften

Da die meisten Kometen ihr Kommen nicht ankündigen und die meisten dann für immer wieder in die Tiefen des Weltraums verschwinden, können für ihre Untersuchung nicht immer umfangreiche Vorbereitungen zu ihrer Erforschung getroffen werden. Anders ist dies bei den sogenannten wiederkehrenden Kometen, bei denen auch ihre Umlaufbahn genau vermessen ist. Hier kann die Wissenschaft sich in allen Details auf eine solche Begegnung vorbereiten. Dies soll nun auch bei der nächsten Visite des Kometen Halley ausgenützt werden. Halley wird im März 1986 die Erdbahn kreuzen und soll zu diesem Zeitpunkt von nicht weniger als vier Raumsonden erforscht werden. Zum ersten Mal können dann Aufnahmen aus wenigen tausend Kilometern Entfernung gewonnen werden. Neben einer Sonde aus Japan und zwei aus der Sowjetunion wird auch eine europäische mit der Erkundung des Halleyschen Kometen beginnen. Giotto, so der Name des Weltraumspähers, wird gegenwärtig im Auftrage der europäischen Raumfahrtsbehörde ESA (European Space Agency) gebaut und getestet. Sie soll mit einer Ariane-Trägerrakete im Juli 1985 in Richtung Halley geschickt werden. Die Struktur der Sonde wurde von der Schweizer Firma Contraves in Zürich entwickelt. Dieselbe Unternehmung baut auch die Sondenverkleidung, auf welcher die Solarzellen montiert werden. Die Schweizer Wissenschaft ist ebenfalls am Giotto-Projekt beteiligt, und zwar sollen die ausströmenden Kometengase mit einem Ionen- und einem neutralen Massenspektrometer untersucht werden. Geleitet werden die Experimente vom Physikalischen Institut der Uni Bern.

Parallel zu den Raumsondenexperimenten soll Halley auch von grossen Teleskopen im Raum und auf der Erde beobachtet werden. Eines davon ist das deutsche Infrarot-Teleskop GIRL (German Infrared Laboratory) mit einem Spiegeldurchmesser von 40 cm. Es wird mit dem «Space Shuttle» in den Raum getragen und ist im Laderaum der Fähre an einer speziellen Stabilisierungs- und Ausrichtplattform montiert. Zur Zeit wird das Teleskop des Bundesministeriums für Forschung und Technologie (BMFT) von der deutschen Firma

Messerschmitt-Bölkow-Blohm (MBB) entwickelt und gebaut. Ebenfalls wird das grosse Weltraumteleskop für die Beobachtung des Kometen eingesetzt. Der Spiegeldurchmesser dieses Weltraumgiganten beträgt 2,4 Meter, es wird das stärkste optische Teleskop der Welt sein. Dies, weil es im All, frei von der störenden Lufthülle, seine Beobachtungen aufnehmen kann. 1985 wird dieses optische System mit der Raumfähre in eine 500 km hohe Umlaufbahn um die Erde gebracht. Europa ist an diesem Spiegel mit etwa 15% der Kosten beteiligt und kann dementsprechend auch über das Gerät verfügen.

Grossteleskope zur Bahnvermessung

Auch die erdgebundenen Riesenteleskope werden für die Kometenbeobachtungen herangezogen. Seit der Wiederentdekkung im Oktober 1982 wird der Komet periodisch fotografiert, um seine genaue Position feststellen zu können. Dies ist sehr wichtig, da die Raumsonden auf sehr genaue Bahndaten programmiert werden müssen, ansonsten sie möglicherweise am Ziel vorbeiziehen. Kometenbahnen sind durch die gravitationellen Einflüsse im Sonnensystem dauernd kleinen Bahnstörungen ausgesetzt. Weil ihre Masse sehr gering ist, kann zum Beispiel ein naher Jupitervorbeiflug die ursprüngliche Bahn entscheidend beeinflussen. Es wird angenommen, dass alle periodischen Kometen in der Vergangenheit durch die Störungen der Planeten auf ihre heutige Bahn gelenkt wurden. Durch die periodische Überwachung der Kometenbahn können die Bahnabweichungen rechtzeitig erkannt werden und die Raumsonden dementsprechend auf den richtigen Kurs geschossen werden. Erfreulicherweise bewegt sich Halley zur Zeit noch genau auf der vorausberechneten Bahn. Amerikanische Wissenschaftler haben zudem gemeldet, dass der Komet im Augenblick heller ist als erwartet. Dies lässt auch die vielen interessierten Laien in aller Welt aufhorchen, denn so steigen die Chancen, dass der geheimnisvolle Himmelsbote auch von blossem Auge für jedermann sichtbar sein wird.

Adresse des Autors:
Men J. Schmidt, Zürcherstr. 2, 8620 Wetzikon.

Der Komet kommt

K. STÄDELI

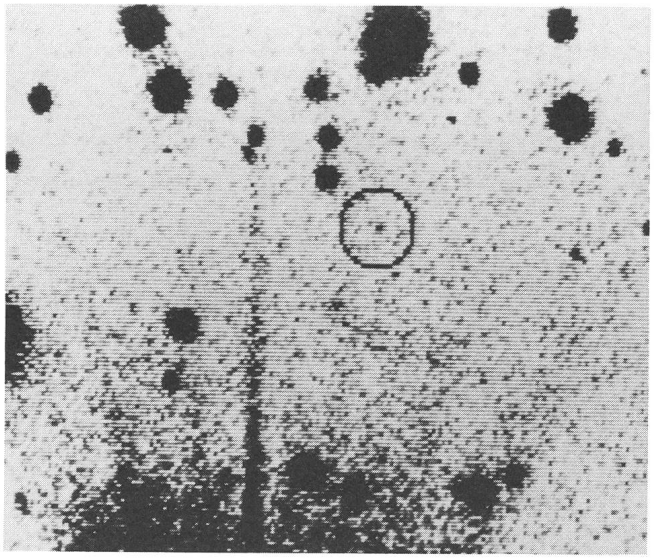
Halley, der 1911 nach seinem letzten Besuch in Erdnähe wieder in die Tiefen des Alls eintauchte, befindet sich auf dem Weg zum zweiten Stelldichein mit der Sonne in diesem Jahrhundert.

Ging es darum, der Wissenschaft einen Dienst zu erweisen, war die Neugierde Antriebsmotor oder das Prestigedenken, den Halleyschen Kometen als erster wiederzuentdecken? Astronomen auf der ganzen Welt lauerten dem wohl berühmtesten Kometen der Geschichte auf und machten sich dabei die stärksten optischen Instrumente zunutzen.

Am frühen Morgen des 16. Oktober 1982 lieferten DAVID C. JEWITT und G. EDWARD DANIELSON vom California Institute of Technology die ersten Photos des entfernten Himmelskörpers – ihre Bemühungen fanden endlich die verdiente Belohnung. Halley stand noch mehr als 1,6 Milliarden Kilometer von der Sonne entfernt, also ausserhalb der Saturnbahn, und liess sich bloss als «Stecknadelköpfchen» der Grösse 24,2 erstaunlich nah der vorausberechneten Stelle in der Milchstrasse des Winterhimmels, etwa 8° nordwestlich des Prokyon im Kleinen Hund, identifizieren. Als neunter im Jahre 1982 entdeckter oder wiederentdeckter Komet erhielt er die Bezeichnung 1982i.

Wie konnte dieses Pünktchen auf der Photoplatte so eindeutig erkannt werden?

Als das Objekt entdeckt wurde, schien es die richtige Flugrichtung und -geschwindigkeit von dreieinhalb Bogensekunden die Stunde zu halten und befand sich innerhalb einer Grenze von 8 Bogensekunden vom durch das Jet Propulsion Laboratory vorausgesagten Ort. Zudem war auch seine Helligkeit «nicht unvernünftig», um beim englischen «Understatement» zu bleiben. Am 19. Oktober wollten es die Fachastronomen genau wissen: sie beobachteten das Firmament aufs neue, und was sie sich heimlich erhofften, trat tatsäch-



Cette petite tête d'épingle (encerclé) est en vérité la fameuse comète de Halley s'apprêtant à nous donner rendez-vous, pour la seconde fois ce siècle, en février 1986.

Am 16. Oktober 1982 wurde der Halleysche Komet mit dem 5-Meter-Spiegel von Mount Palomar wiederentdeckt. Das Foto zeigt den zu diesem Zeitpunkt 11 Astronomische Einheiten (1 AU = 150 Mio. km) von der Erde entfernten Kometen. Der Komet ist mit einem Kreis markiert, die waagrechten Linien stammen vom Monitor, wo das Bild gewonnen wurde. Abb.: Hale Observatories/Archiv SCHMIDT.

lich ein – der Komet hatte seine Position gegenüber dem 16. verändert. Allerdings verunmöglichte die Überstrahlung des schwachen Kometenscheins durch einen Stern in der Milchstrasse «direkten Sichtkontakt». (In dieser Himmelsgegend stellen solche Erscheinungen ein Dauerproblem für das Auffinden von Halley dar.)

Eine Verwechslung mit einem nicht katalogisierten Planetoiden konnte aufgrund der scheinbaren Bewegung mit Sicherheit ausgeschlossen werden. Vom Sonnennordpol aus betrachtet, ziehen alle Asteroiden ihre Bahn im Gegenuhrzeigersinn um das Zentralgestirn. Halleys Bahn war aber eindeutig rückläufig (im Uhrzeigersinn). Ein Kleinplanet hätte also demnach am Himmel eine Flugrichtung gegen Osten eingeschlagen – Halley jedoch wanderte gegen Südwesten.

Eigentlich standen am Morgen jenes 16. Oktober andere Beobachtungen auf dem Programm. Der Primärfokus des 200-Zoll-Hale-Reflektors, bestückt mit einer hochempfindlichen Spezialeinrichtung (charge-coupled device), ermöglichte das Aufspüren von Objekten unterhalb der 25. Grössenklasse. Kurz vor Sonnenaufgang liessen sich in eineinhalb Stunden Photos im Gelb- und Rotlicht aufnehmen. Die Belichtungszeit betrug jeweils 8 Minuten, und jedes einzelne Photo zeigte den Kometen.

Halley scheint also seine vorausberechnete Bahn ziemlich genau einzuhalten. Die Voranalysen der ersten Beobachtungen bei der Wiederentdeckung lassen auf einen Periheldurchgang am 9. Februar 1986 schliessen, also einen halben Tag früher als vorgesehen. Diese Erkenntnis ist ausserordentlich wichtig für die Europäer, Russen und Japaner, deren Vorbereitungen zur Entsendung einer Sonde zum Kometen auf Hochtouren laufen. (Siehe auch Artikel dazu in dieser Nummer).

Ein äusserst zähes Ringen unter den Astronomen um den «ersten Platz» ging dieser Wiederentdeckung voraus. Direkte oder indirekte Anstrengungen, den Kometen der Kometen zu erspähen, schlossen nicht weniger ein als den russischen 6-m-Spiegel von Selentschuk, das 4,5-m-Multiple Mirror Telescope in Arizona, die 4-m-Reflektoren von Arizona, Australien und Südamerika, den 3,6-m-Spiegel auf Hawaii und den 3-m-Spiegel des Lick Observatory.

Die Technik hat seit jener Weihnachtsnacht des Jahres 1758, als der deutsche Bauer und Liebhaberastronom PALITZSCH den zurückerwarteten Kometen Halley als erster wiederentdeckte, riesige Fortschritte verbuchen können. Das Auffinden damals geschah ganze drei Monate vor dem Perihel. Erstaunlich auch, dass beim letzten Durchgang durch die inneren Regionen unseres Sonnensystems, vor sieben Jahrzehnten, sein Entdecker M. WOLF in Heidelberg erst im September 1909, also gut acht Monate vor dem Periheldurchgang, mit der Nachricht an die Öffentlichkeit trat. Diesmal werden die Astronomen verwöhnt; stehen ihnen doch über drei Jahre zur Beobachtung Halleys, der Annäherung und Annahme seiner während Jahrhunderten für viele Völker erschreckenden Gestalt zur Verfügung.

Le second rendez-vous du siècle

K. STÄDELI

La comète de Halley, qui nous quitta en 1911 pour plonger dans les profondeurs de l'univers, se trouve sur le chemin du retour pour tenir son second rendez-vous du siècle avec le Soleil.

Pour des raisons scientifiques, de curiosité ou simplement pour la redécouvrir en premier, les astronomes autour du globe se mirent à la chasse pour la plus fameuse comète de l'histoire, en se servant des instruments optiques des plus puissants qui existent à l'heure actuelle.

Ce fut le 16 octobre 1982 au petit matin, que DAVID C. JEWITT et G. EDWARD DANIELSON du California Institute of Technology obtinrent les premières photos de l'objet lointain, tous les efforts déployés à ces fins se virent rétribués. La comète de Halley se trouvait alors à plus de 1,6 milliards de kilomètres du Soleil, à savoir au delà de la trajectoire de la planète Saturne. Elle se présentait comme petit point de magnitude 24,2 et tout près de sa position prédite, dans la voie lactée hivernale, quelque 8° au nord-ouest de Procyon dans le Petit Chien. Halley étant la neuvième comète découverte ou redécouverte en 1982, le chef de l'International Astronomical Union's clearinghouse for comet reports la désigna 1982i.

Comment ce point minuscule sur la plaque photographique put-il être identifié sans équivoque?

Au moment de la redécouverte, l'objet semblait se diriger dans la bonne direction, à la «vitesse» prédite de 3½ secondes d'arc par heure et se situait à moins de 8 secondes d'arc du lieu prédit par le Jet Propulsion Laboratory. De plus, sa brillance n'était point «déraisonnable», selon le dire des anglophones. Les astronomes de la Californie se mirent à la recherche de la comète le 19 octobre et – ce qu'ils avaient espéré survint – la comète ne fut pas retrouvée à l'endroit du 16 octobre. Cependant, à l'endroit précis, où elle aurait dû se trouver ce jour là, la brillance d'une étoile éclipsait la faible lueur de la comète et empêcha ainsi une confirmation directe. (Dans cette région de la voie lactée, de telles étoiles se révèlent comme problème permanent à la chasse de Halley.)

La possibilité qu'il s'agissait là d'une feinte, d'un astéroïde noncatalogué, put s'exclure à coup sûr, compte tenu du mouvement apparent. Vu du haut du pôle nord de notre Soleil, tous les astéroïdes décrivent des trajectoires autour de l'astre central en sens inverse des aiguilles d'une montre, alors que Halley a une orbite rétrograde (dans le sens des aiguilles d'une montre). Dans le secteur du firmament examiné, un astéroïde se serait dirigé vers l'est – l'objet trouvé, par contre, se dirigait vers le sud-ouest.

Le matin du 16 octobre avait pourtant été réservé à d'autres observations. Un dispositif spécial à très haute sensibilité était monté dans le foyer du grand mirroir de 200″ de diamètre. Ce dispositif arrive à détecter des objets au-dessous de magnitude 25. Durant la période d'une heure et demie, cinq photos dans la lumière jaune et, à la pointe du jour, deux photos dans la lumière rouge, furent prises. Chacune d'elles fut exposée durant huit minutes, et chacune d'elles montra l'image de la comète.

Halley semble assez près de son orbite prédite. Les analyses préliminaires des observations de la redécouverte laissent espérer son arrivée au périhélie, point de son orbite où la distance au Soleil est la plus courte, le 9 février 1986, à savoir moins

d'une demi-journée plus tôt que prévu. Cette information est d'une importance particulière aux Européens, Soviétiques et Japonais qui préparent l'envoi d'une sonde spatiale à la rencontre de la formidable comète (cf. article y relatif dans ce numéro).

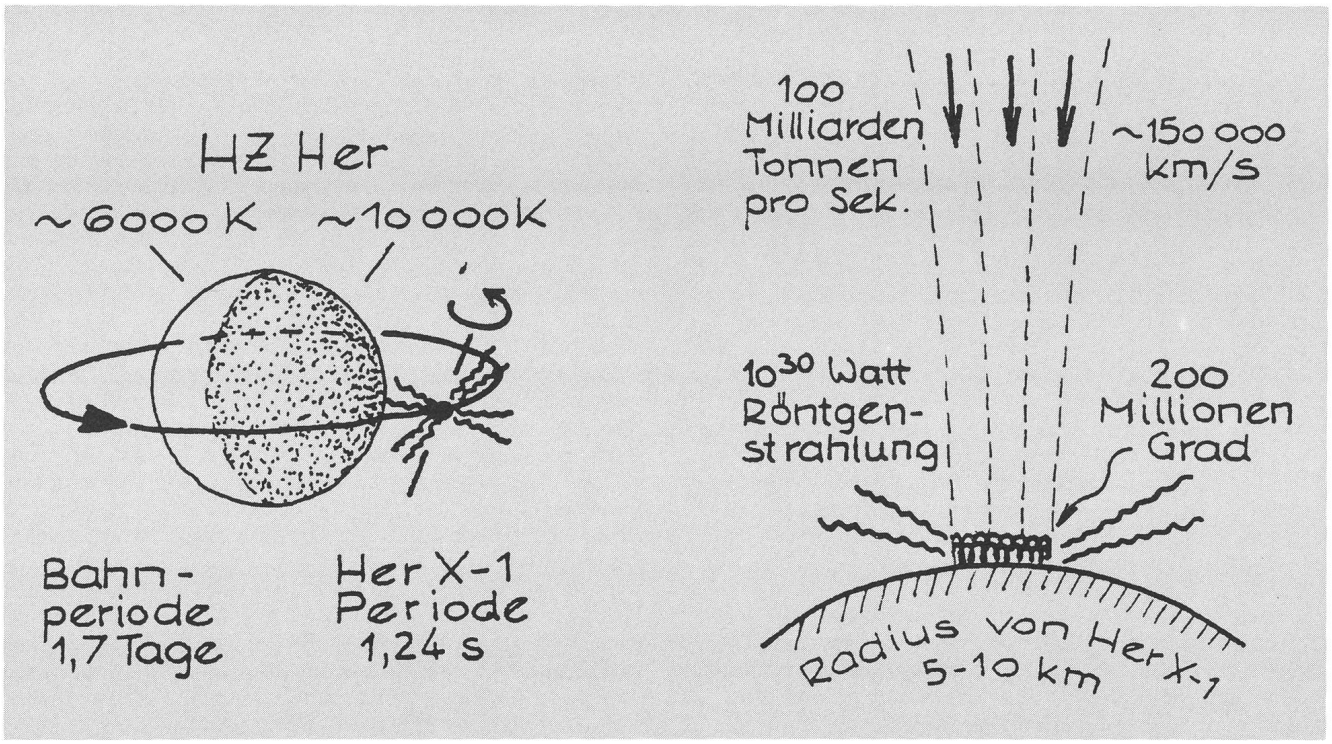
Une compétition très dure au sujet de la première vue de la comète de Halley se manifesta parmi les astronomes. Les efforts déployés visant directement ou indirectement à la recherche de la comète impliquèrent non moins que le réflecteur soviétique de Selentchouk (6 m d'ouverture), le 4,5 m (ouverture effective) du Multiple Mirror Telescope à l'Arizona, les 4 m à l'Arizona, en Australie et en Amérique du sud, le 3,6 m à l'île d'Hawaii et le 3 m du Lick Observatory.

En effet, la technique progressa à pas de géant depuis cette nuit de Noël de l'an 1758 lorsque le paysan allemand et astronome de passion, M. PALITZSCH, redécouvrit en premier la comète de Halley, dont le retour avait été prédit. Ce ne fut à l'époque que trois mois avant son périhélie. A remarquer que, lors de son dernier passage par les régions intérieures de notre système solaire, il y a sept décennies, la redécouverte de la comète par M. M. WOLF à Heidelberg en Allemagne ne fut rendue publique qu'en septembre 1909, soit juste huit mois avant son retour dans la banlieue de la Terre. Cette fois-ci, les astronomes auront eu plus de trois ans à dédier à l'observation de Halley s'approchant du Soleil et prenant son aspect céleste qui terrifiait des peuples pendant des siècles.

Herkules X-1 leuchtet wieder

Eine der stärksten Röntgenquellen am Himmel, Herkules X-1 leuchtet plötzlich wieder: Ebenso überraschend wie sie vor acht Monaten nicht registrierbar waren, zucken seit dem 1. März wieder – auf die hunderttausendstel Sekunde genau – regelmässig alle 1.24 Sekunden scharfe Röntgenblitze auf dem etwa 12 000 Lichtjahre von der Erde entfernten Neutronenstern. Dies zeigten die Beobachtungen durch den ESA-Röntgensatellit EXOSAT, welcher im März an verschiedenen Tagen das betreffende Sternsystem beobachtete. Es wird angenommen, dass eine Materiewolke, die das Sternsystem umgibt zeitweise sich ausdehnt, und somit – von der Erde aus gesehen – die Röntgenblitze abschirmt, so dass sie nicht mehr registriert werden können. MJS

(Quelle: Presseinformation der Max-Planck-Gesellschaft)



Blick in die bizarre Welt eines Röntgensterns: In einem Doppelsternsystem im Sternbild «Hercules» (links) umkreist in 1,7 Tagen ein kleiner, alle 1,2 Sekunden um seine Achse rotierender Neutronenstern (Her X-1) eine normale Sonne (HZ Her). Von ihr strömt Materie in den Anziehungsbereich des Neutronensterns: Pro Sekunde ungefähr 100 Milliarden Tonnen prasseln – von der riesigen Schwerkraft des kompakten Begleiters angezogen und in seinem gigantischen Magnetfeld kanalisiert – auf die Polflächen nieder (rechts). Hier wird die Oberfläche auf 200 Millionen Grad Kelvin (K) aufgeheizt, es entsteht intensive Röntgenstrahlung, die wiederum eine «heisse Wange» von etwa 10 000 Grad Kelvin auf dem Hercules-Zentralstern verursacht, während auf seiner Schattenseite 6000 Grad Kelvin herrschen.

Foto: MPG-Pressebild/Trümper

Mitteilungen / Bulletin / Communicato **3/84**

Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Société Astronomique de Suisse
Società Astronomica Svizzera

SAG · SAS

Redaktion: Andreas Tarnutzer, Hirtenhofstrasse 9, 6005 Luzern

Sternkarte Schweiz – Unser Sternenhimmel im Sommer

Ende Februar, anfangs März gab das Schweizerische Rote Kreuz (SRK) eine Sternkarte heraus, die an alle Haushaltungen der Schweiz verschickt wurde und deren Verkaufserlös für die humanitäre Arbeit des SRK bestimmt ist.

Die Karte, welche in Zusammenarbeit mit der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft entstand, wurde am 17. Februar 1984 im Planetarium des Verkehrshauses in Luzern der Presse vorgestellt.

Von seiten der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft erläuterte Prof. Dr. RINALDO ROGGERO den anwesenden Journalisten die Sternkarte:

Sehr geehrte Damen und Herren, liebe Sternfreunde!

Der grosse Philanthrop Henry Dunant (1828–1910), als er in Solferino, wo die Heere Napoleons III. und Franz Josephs I. aufeinanderstiessen, die Opfer der Schlacht sah (es blieben an jenem 24. Juli 1859 40000 Verwundete und Tote auf dem Schlachtfeld liegen), fasste er den Entschluss, eine humanitäre Organisation zu gründen, um künftig solches Elend so weit als möglich zu beheben.

*Die Idee wurde durch die Konvention über die Kriegsverletzten am 22. August 1864 verwirklicht. So entstand das Rote Kreuz. Zwei Jahre später (1866) wurde durch Bundesrat Jakob Dubs und General Henri Dufour das «**Schweizerische Rote Kreuz**» gegründet. Überlegungen über die Gedankenfolge dieser historischen Momente geben mir die Möglichkeit, diese Sternkarte besser zu interpretieren und zu präsentieren.*

Der Himmel mit dem Mond, der Sonne, den Planeten, den Sternen und allen Gestirnen, Galaxien usw., bis weit, weit in den Kosmos, gehört allen Menschen unserer Erde und allen Wesen des Weltalls. Die sieben Rotkreuzgrundsätze: Menschlichkeit, Unparteilichkeit, Neutralität, Unabhängigkeit, Freiwilligkeit, Einheit und Universalität, sind Grundsätze, von denen jeder Mensch hofft, dass sie sich nicht nur auf dieser Erde realisieren, sondern dass sie sich auch in der Weite des Himmels bestätigen werden.

Seit Jahrtausenden träumt der Mensch davon, das Weltall zu erobern. Die Sagen von den Göttern der Antike, der Flug des Ikarus, die Flüge mit dem Hippogryph auf den Mond, beschrieben in der Dichtung von Ludovico Ariosto (1474–1533), und andere, bezeugen dieses Streben...

*Heute steht der Mensch **am tatsächlichen Beginn dieser Phase**... der Eroberung des Weltalls, der Eroberung der Weite des Himmels; denn die technischen Errungenschaften, die in den letzten Jahrzehnten in dieser Richtung entwickelt wurden, obwohl sie im Verhältnis zum Kosmos einen sehr kleinen Schritt bedeuten, bezeugen trotzdem den Beginn einer neuen Ära. Dabei möchte sicher der Mensch auch den Frieden in die Weite des freien Raumes mitbringen und die obengenannten Rotkreuzgrundsätze walten lassen.*

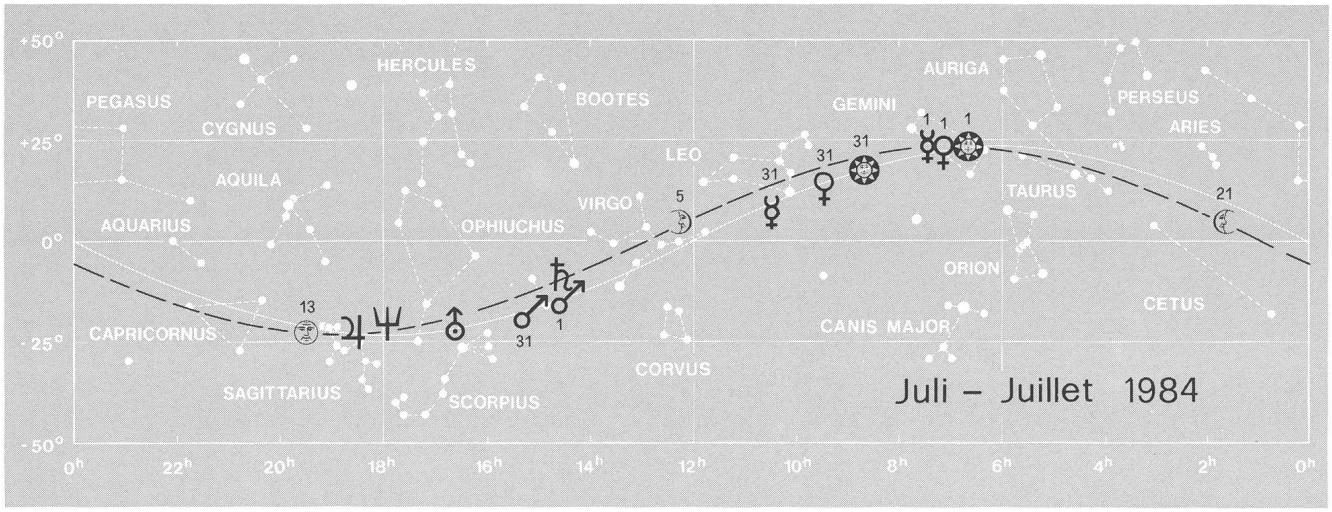
Es ist also ein berechtigtes Anliegen des Schweizerischen Roten Kreuzes, diese Probleme dem Schweizervolk näherbringen zu wollen, und es hat dafür das Mittel einer erklärenden Sternkarte gewählt.

Die vorliegende Sternkarte, für das breite Publikum gedacht, gibt eine sehr gute Möglichkeit, sich mit den Grundgedanken sowohl der Astronomie wie des Roten Kreuzes zu familiarisieren, denn tatsächlich, obwohl diese Karte sehr präzis ist, ist sie leicht verständlich und einfach zu gebrauchen. Sie musste natürlich einfach sein, denn diese Sternkarte, welche in zwei Millionen Exemplaren in 3 Sprachen (deutsch, französisch, italienisch) gedruckt wurde, erreicht praktisch jede Schweizerfamilie!

*Die Sternkarte zeigt auf einer ganzen Seite in einer grossen grafischen Zeichnung **«unseren Sternenhimmel im Sommer»**. Im Zentrum steht die **Milchstrasse** mit dem berühmten **Sommerdreieck**, begrenzt durch die Konstellation des **Schwanes (Hauptstern: Deneb)**, die Konstellation der **Leier (Hauptstern: Wega)** und die Konstellation des **Adlers (Hauptstern: Altair)**. Oben an der Karte stehen der **«Kleine Wagen»** (oder **Kleiner Bär**) mit dem **Polarstern** und der **«Grosse Wagen»** (oder **Grosser Bär**), links steht **Pegasus, das fliegende Ross**, mit **Andromeda**, rechts **Herkules** und **Bootes** mit dem Hauptstern **Arktur**, und unten im Süden steht das Sternbild des **Schützen**. Die anderen Sternbilder mit ihren Hauptsternen, die um die oben genannten Sternbilder liegen, sind auf der Rückseite der Karte beschrieben. Dort sind auch verschiedene Auskünfte über Mond, Sonne, Planeten, Gestirne (andere Sonnen und Galaxien) usw. des Weltalls enthalten.*

*Erlauben Sie mir nun, dass ich einige Worte über unsere Gesellschaft sage, nämlich die «Schweizerische Astronomische Gesellschaft» (SAG); einige ihrer Mitglieder haben auf Wunsch des Schweizerischen Roten Kreuzes mitgeholfen, diese Sternkarte zu realisieren. Die SAG wurde am 27. November 1938 gegründet, und die erste Generalversammlung fand am 30. April 1939 in Bern statt. Sie ist eine Gesellschaft von etwa 3 000 Amateur-Astronomen, aufgeteilt in 29 Tochtergesellschaften (praktisch eine Gesellschaft für jeden Kanton). Die Gesellschaft hat eine grosse Vitalität, denn trotz der Rezession steigt die Mitgliederzahl von Jahr zu Jahr. Die SAG gibt eine eigene **Zeitschrift** heraus, genannt **ORION**, welche zweimonatlich erscheint. Diese Zeitschrift ist durch ihre Abonnenten nicht nur in der Schweiz, sondern in sehr vielen Ländern der ganzen Welt bekannt und meist sehr geschätzt. Einige Tochtergesellschaften publizieren dazu eigene kleinere Zeitschriften. Grundgedanke unserer Gesellschaft ist der Zusammenschluss von Astro-Amateuren, von astronomischen Gruppen und von Berufsastronomen, mit dem Ziel, freundschaftliche und wissenschaftliche Beziehungen herzustellen. Die SAG widmet sich der Verbreitung von Kenntnissen über Astronomie und verwandte Wissenschaf-*

Von seiten der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft haben bei der Erarbeitung der Karte mitgewirkt: Prof. Dr. R. ROGGERO für die italienischsprachige Redaktion; WERNER MAEDER, Genf, für die französischsprachige Redaktion und WERNER LÜTHI, Burgdorf, für die deutschsprachige Fassung, welche auch für die entsprechenden Übersetzungen diente.



ten und fördert die Beobachtungstätigkeit ihrer Mitglieder. Sie verfolgt kein gewinnbringendes Ziel und ist politisch und konfessionell neutral.

Eine Haupttätigkeit unserer Gesellschaft ist natürlich, die astronomischen Ereignisse festzustellen und die astronomischen Gesetzmässigkeiten als solche allen Menschen, die sich interessieren, zur Kenntnis zu bringen und das Fachwissen zu verbreiten.

Wir legen sehr viel Wert auf den Doppelbegriff ***Astronomie und Schule****, damit unsere Jugend, die in diese neue Epoche mit dem Beginn der Eroberung des Weltalls durch den Menschen hineinwächst, eine klare und friedliche Vision (wenigstens hoffen wir das) der Zukunft bekommen kann.*

Prof. Dr. R. ROGGERO

Rapport annuel du secrétaire central 1984

J'ai le plaisir de vous annoncer que le nombre des membres a augmenté de 103. Notre effectif a donc de nouveau dépassé le cap des 3000.

Membres de la SAS	*1.1.84*		*1.1.83*
Membres individuels en Suisse	589	=	589
Membres individuels à l'étranger	251	-2	253
Total membres individuels	840	- 2	842
Membres de section	2 255	+ 105	2 150
Total membres de la SAS	**3 095**	+ 103	**2 992**

Nous constatons également que la diminution du nombre des membres individuels à l'étranger s'est presque arrêté.

Je répète mon appel de l'année passée à recruter des membres. Il est très important, non seulement pour notre société mais aussi pour chacun, de réunir au sein de la SAS autant d'astrophiles que possible, et si possible des membres actifs. Dans ce sens je fais appel à certaines sections de s'engager plus fortement à recruter des membres pour la SAS. Il n'est pas vrai, comme on me dit de temps en temps, que la qualité de membre de la SAS sans ORION ne sert à rien. L'avantage n'est possiblement pas visible au premier coup d'oeil. Mais n'oubliez pas: Sans SAS il n'y aurait pas d'ORION, pas de congrès comme l'Assemblée Générale avec ses conférences, pas d'Astrotagung, pas de service d'information central auquel des intéressés peuvent se diriger et qui, au cours de l'année, amène beaucoup de nouveaux membres aux sections, pas non plus de voyages aux éclipses de soleil! Le contact entre des sociétés locales isolées et entre leurs membres serait bien difficile.

Pour ORION, les chiffres sont les suivants:

Abonnements à ORION	*1.1.84*		*1.1.83*
Membres individuels	840	- 2	842
Membres de section	1 428	+ 41	1 387
Total membres avec ORION	2 268	+ 39	2 229
Abonnés non membres	43	- 17	60
Total Abonnements ORION	**2 311**	+ 22	**2 289**

L'augmentation du nombre des abonnés compense donc tout juste la perte de l'année précédente.

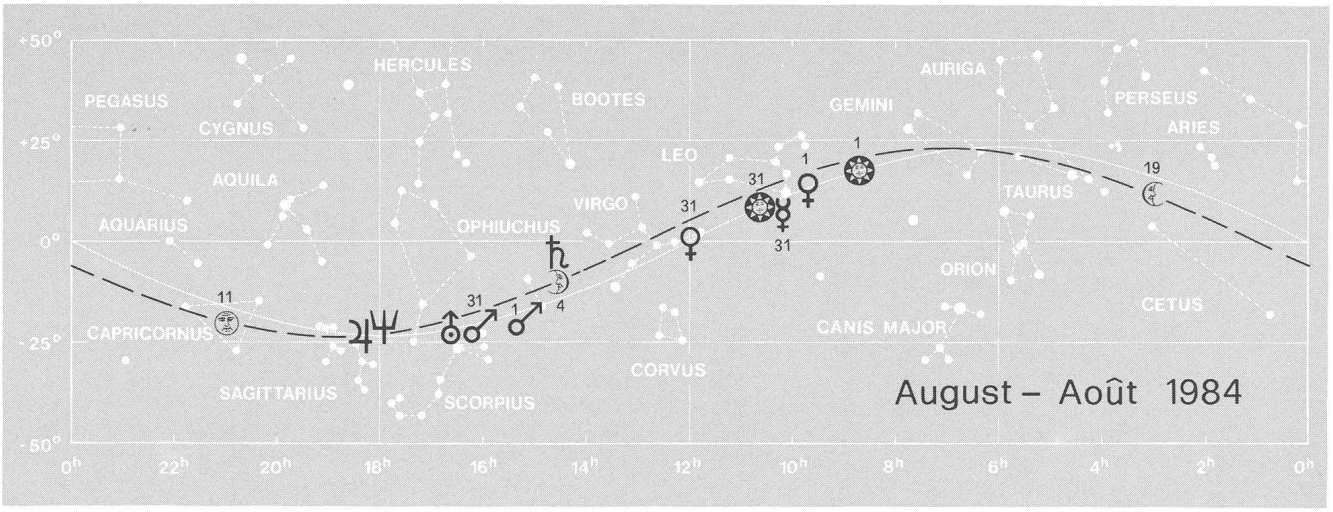
Ici aussi, je vous prie instamment de recruter des abonnés! 100 abonnements en plus compenseraient l'augmentation du coût d'impression d'ORION, et nous n'aurions pas besoin de discuter cette année une augmentation du prix de l'abonnement. Vous voyez donc l'importance de chaque abonnement. Avec plus d'abonnements nous pourrions améliorer l'ORION, par exemple avec plus de texte en français ou même en italien. Je répète ma demande à nos membres d'envoyer plus d'articles en ces langues à la rédaction, puisque nous en avons reçu dernièrement que très peu.

Des articles solides dans ORION sont considérés aussi par les astronomes professionnels. ORION est parmi les revues surveillées par des organisations importantes, par exemple par l'Astronomisches Recheninstitut à Heidelberg, qui fait paraître des résumés très courts dans son livre «Astronomy and Astrophysics Abstracts» édité deux fois par an. L'Académie russe des Sciences à Moscou édite un livre similaire. Il fait parti des services rendus par le secrétaire central d'envoyer aux auteurs mentionnés des copies de ces résumés.

Cette année, nous avons fait revivre l'insigne de la SAS, d'abord l'insigne à boutonnière et, après une hésitation, un nouvel insigne brodé qui peut être cousu par exemple au veston ou à l'anorak. Vous pouvez vous procurer ces insignes au bureau du congrès.

A notre regrèt, aucune nouvelle section s'est affiliée à la SAS.

Ta



La coupole

Un lundi treize, à quatorze heures précises,
Sous le soleil de février, par forte bise,
Un évènement quelque peu insolite...
La pose de la coupole à heure dite!

Du Mouret escortée par les Frères Vial,
Dont l'Entreprise vient à bout «du spécial»,
Cette coupole, un chef-d'oeuvre d'artisans,
Concertés ils se sont, que tout soit élégant!

Aux nues on l'élève, que de délicatesse...
Un bras d'acier la dirige avec justesse,
Elle se balance dans le ciel azuré
Pour, ensuite, élégamment se poser.

Sa réalisation en est fort belle,
Majestueuse . . . pour un temps éternel...
Tout de bois est sont armature,
De feuilles d'aluman, sa couverture...

De son piédestal, en cette heure, scintille,
Telle une planète qui dans le ciel brille,
De couleur blanche elle sera enduite,
Chassant la chaleur, par le soleil produite.

Sous la coupole, d'aucuns seront à l'abri,
Ça n'est, bien sûr, point celle de Paris...
Initiés seront-ils, au ciel étoilé,
Le mystère du cosmos leur sera révélé.

Le 25 février 1984 Françoise de Perrot

Fondation Robert A. Naef

Samedi, le 19 mai 1984, en présence de nombreux représentants de l'administration publique et invités, fut solennellement inauguré le premier observatoire public du canton de Fribourg au Petit-Ependes, près Fribourg. La coupole abrite un réfracteur de 160 mm, l'instrument de ROBERT A. NAEF, membre fondateur de la SAS et rédacteur d'ORION pendant de longues années.

Le prochain numéro d'ORION consacrera un article à la fondation.

Stiftung Robert A. Naef

In Gegenwart zahlreicher Behördenvertreter und Gäste ist am Samstag, dem 19. Mai 1984, in Petit-Ependes bei Freiburg die erste öffentliche Sternwarte des Kantons Freiburg feierlich eingeweiht worden. Die jetzt erstellte Kuppel schützt den lichtstarken 160-mm-Refraktor ROBERT A. NAEFS, Gründungsmitglied der SAG und langjähriger ORION-Redaktor.

Ein eingehender Artikel über die Stiftung erscheint im nächsten ORION.

Bibliographie

WILHELMINE BURGAT: *Der Sternenhimmel 1984,* 44e année, Edition Sauerländer, Aarau.

Il faut féliciter et remercier l'auteur de cet annuaire astronomique, fondé, comme on le sait, par ROBERT A. NAEF en 1941, de s'efforcer chaque année d'améliorer et de compléter cet ouvrage. Cette fois-ci, elle a songé aux lecteurs de langue française, en résumant certains textes dans cette langue, notamment ceux concernant la présentation des planètes, de même que, dans la liste des objets intéressants à observer, le nom de la constellation a été donné à la fois en latin, en allemand et en français.

Nous est-il permis de lui suggérer, pour l'édition de l'année prochaine, d'aller encore un peu plus loin dans ce sens, et de résumer en français les «Zeichen und Abkürzungen», c'est-à-dire les signes et abréviations, ce qui faciliterait grandement la lecture de l'annuaire aux personnes connaissant mal l'allemand?

Quant au contenu, il est toujours aussi complet et détaillé, fournissant toutes les données nécessaires aux amateurs pour l'observation des objets célestes. Nous remarquerons que 1984 ne sera pas favorable en ce qui concerne les éclipses de Soleil ou de Lune: une seule éclipse totale de Soleil, mais visible seulement dans le Pacifique sud, et aucune éclipse totale de Lune.

Mais nous pourrons nous consoler avec les autres phénomènes énumérés. Les planètes, notamment, seront toutes visibles en même temps le matin au début de l'année, et (sauf Mercure) le soir à la fin. Mars sera en opposition le 11 mai, c'est-à-dire à une époque relativement favorable pour son observation, et son diamètre atteindra 17,6″.

De très belles photos de l'occultation de Jupiter par la Lune le 12 septembre 1983 sont présentées en hors texte. Bref, un livre absolument indispensable à tous les membres de la Société astronomique de Suisse, aux pédagogues et aux amis de la nature en général.

E. ANTONINI

Mars in Opposition

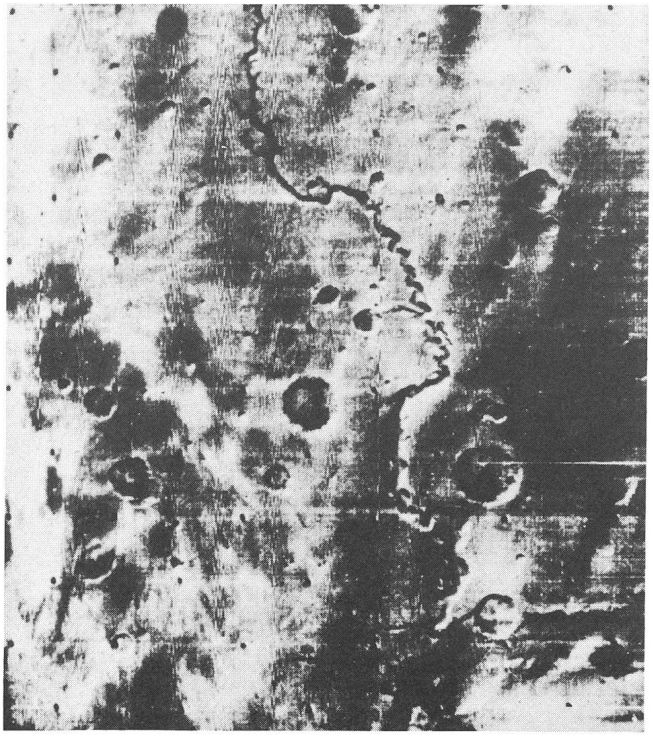
Der rote Planet steht wieder einmal in Erdnähe. Dies ist ein Grund, das Teleskop wieder auf den Nachbarplaneten zu richten, weil bei der diesjährigen Opposition der Abstand Erde-Mars relativ gering ist. In Aphel-Oppositionen befindet sich Mars über 100 Millionen Kilometer von der Erde entfernt und selbst Grossteleskope haben Mühe, Einzelheiten auf dem winzigen Marsscheibchen zu erkennen. Hingegen befindet sich bekanntlich Mars bei den Perihel-Oppositionen etwa 56 Millionen Kilometer nahe an der Erde. Dadurch kann auch mit kleinen Fernrohren bereits erfolgversprechend Mars beobachtet werden. Was sieht man nun auf Mars? Wenn man einige Zeit das Planetenscheibchen betrachtet, kann man auf der Oberfläche helle und dunkle Flecken erkennen. Auch ist meistens eine der beiden Polkappen deutlich erkennbar. Während der Opposition von 1982 war uns die Nordhalbkugel zugekehrt, bei der diesjährigen Opposition sind beide Halbkugeln etwa gleich gut sichtbar. Zu den Gebieten, welche am leichtesten gefunden werden können, gehören die Grosse Syrte, Meridianii Sinus, Solis Lacus, Tharsis und Hellas. Marsbeobachter können sich einmal zur Aufgabe machen, die genaue Rotationszeit des roten Planeten zu bestimmen. Dabei sollte man mit einem Fadenkreuzokular beobachten. Der genaue Rotationswert sei hier schon verraten: 24 Std. 37 Min. 23 Sek. Gelegentlich werden Äusserungen laut, es hätte keinen Sinn mehr, sich mit mühsamen Marsbeobachtungen zu beschäftigen, seit unser Nachbarplanet durch die Mariner und Viking-Raumsonden kartographiert und während zwei Jahren permanent überwacht wurde. Dazu ist zu bemerken, dass diese Aussage nur bedingt richtig ist. Irdische Beobachtungen über Jahre sind auch heute im Zeitalter der Raumfahrt immer noch erwünscht. Die Raumsonden sind nämlich nicht in der Lage, langfristige Beobachtungen zum Beispiel über das Mars-Wetter vorzunehmen, was aber ein aufmerksamer Teleskopbeobachter auf der Erde sicher tun kann.

Bei Beobachtungen der Apheloppositionen ist schon früher aufgefallen, dass zu dieser Zeit weit weniger Staubstürme auf Mars vorkommen als bei den Periheloppositionen. Die Wissenschaftler nehmen an, dass dies auf die grössere Sonneneinstrahlung während eines Marsperihels zurückzuführen ist.

MEN J. SCHMIDT

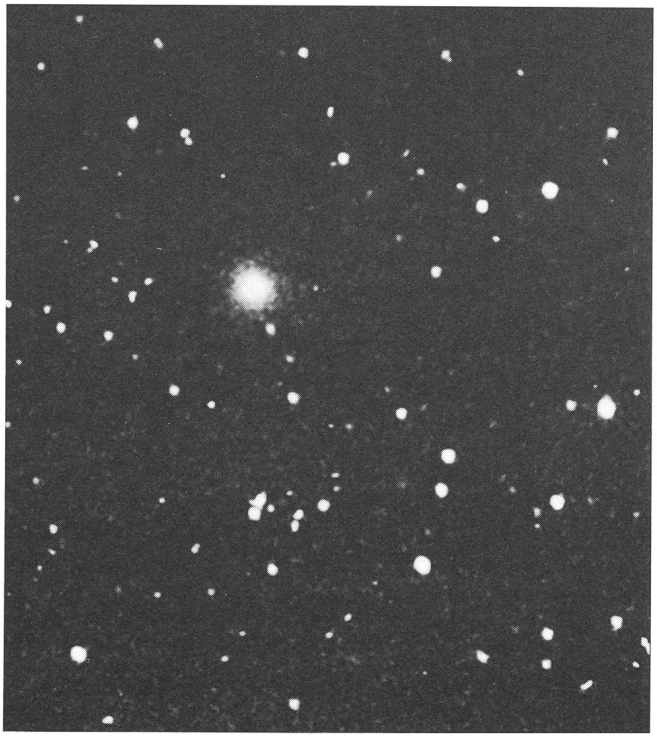
Mariner 9, eine amerikanische Raumsonde, welche am 13. 11. 1971 in eine Marsumlaufbahn eingebremst wurde, kartographierte erstmals den gesamten roten Planeten. Ende Januar 1972 übermittelte die Sonde unter anderem dieses Bild eines ausgetrockneten Flussbettes, das eine Länge von 400 Kilometern aufweist. Das Zentrum des Bildes liegt bei 29°S und 40°W. Die Breite des Flussbettes beträgt an den meisten Stellen etwa 5 bis 6 Kilometer.

(Bild NASA/Archiv SCHMIDT)



La comète périodique Crommelin (1983n)

Sur son orbite longue de 28 ans, la comète périodique Crommelin est passée par le périhélie le 20 février 1984. Comme sa grande soeur la comète Halley, elle ne porte pas non plus le nom de l'astronome qui l'a découverte le premier. Lorsque Jean-Louis Pons l'a vue en 1818, ses observations n'étaient pas suffisantes pour reconnaître la vraie nature de cette comète. En 1873, c'était au tour de Coggia et de Winnecke de revoir la comète. Bien qu'on la supçonnait être une comète avec

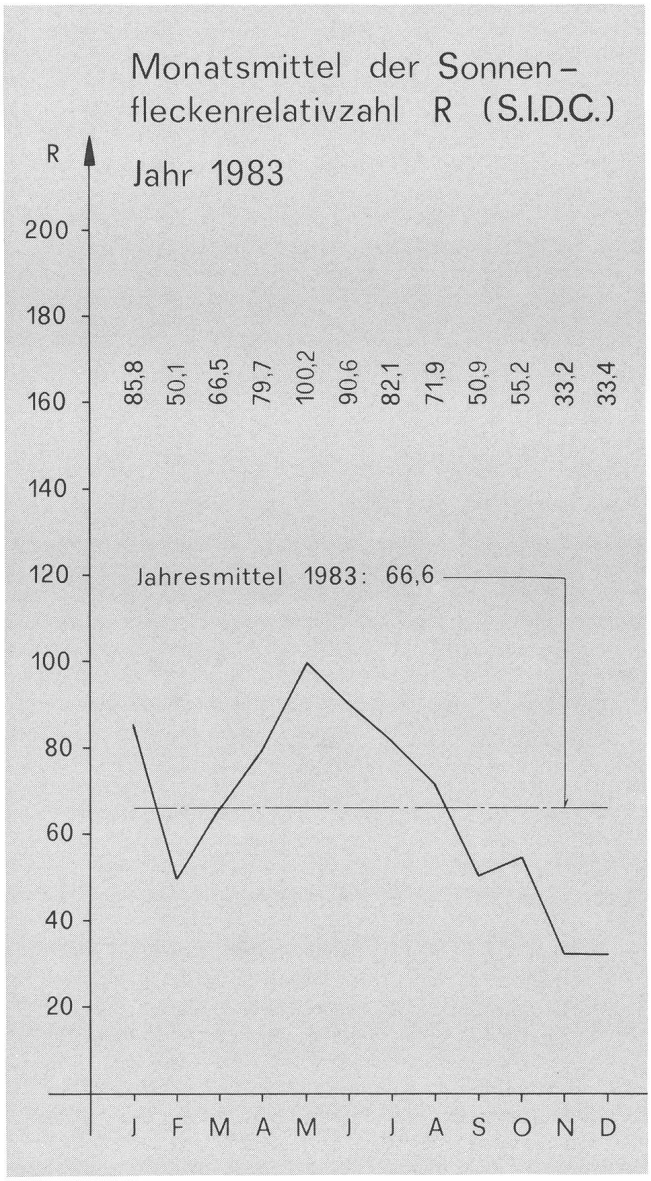


une période d'une durée de 56 ans, ce fait ne pouvait alors être prouvé.

En 1928, plus de 100 ans après la première découverte, Forbes a revu une comète qui semblait être identique à celles de 1818 et 1873. L'astronome Crommelin s'est alors penché sur les dates des comètes et il a pu prouver qu'il s'agissait en réalité d'une comète périodique avec une orbite longue de 28 ans. En 1845 et 1901, elle n'a pas été observée parce qu'elle se trouvait dans une situation défavorable par rapport à la Terre. Depuis lors, elle porte le nom de Crommelin.

Les conditions météorologiques défavorables de ce début d'année n'ont guère permi l'observation de la comète Crommelin, de même que celle de la comète périodique Encke qui se trouvait en même temps dans la même région du ciel. Heureusement, M. U. STRAUMANN de Bâle a pu obtenir de la comète Crommelin la photo ci-contre.

Détails techniques de la photo:
Comète Crommelin (1983n) - 5.3.84 - 1850 TU - Position $2^h25.1$ / -5°50′. Exposition 5 min. sur Kodak TP 2415 hypersens. - Copie sur Agfaortho - Agrandissement sur papier Kodak TPP5. WERNER MAEDER



In Zukunft sollen im ORION wieder regelmässig die Sonnenfleckenrelativzahlen R des S.I.D.C. (Uccle/Belgien) publiziert werden. Jeweils in der Februarnummer erscheint auch eine Zusammenfassung der Monatsmittel des vergangenen Jahres als Übersicht über die Sonnenfleckentätigkeit in Kurvenform, sowie das Jahresmittel (Addition der Monatsmittel, dividiert durch 12) gemäss Abbildung für das Jahr 1983.
HANS BODMER

Adresse des Autors:
HANS BODMER, Postfach 1070, CH-8606 Greifensee,
Tel. 01/940 20 46

Sonnenfleckenrelativzahlen des S.I.D.C.

Januar 1984 (Mittelwert 57,6)

Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
R	10	16	17	18	26	29	37	36	50	44	
Tag	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
R	48	51	45	46	44	46	51	49	51	69	
Tag	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
R	76	69	70	70	99	98	105	106	118	110	82

Februar 1984 (Mittelwert 84,5)

Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R	110	82	61	61	66	76	79	84	110	120
Tag	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
R	118	108	82	77	80	53	51	50	57	54
Tag	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
R	76	100	121	113	117	101	78	78	88	

März 1984 (Mittelwert 83,6)

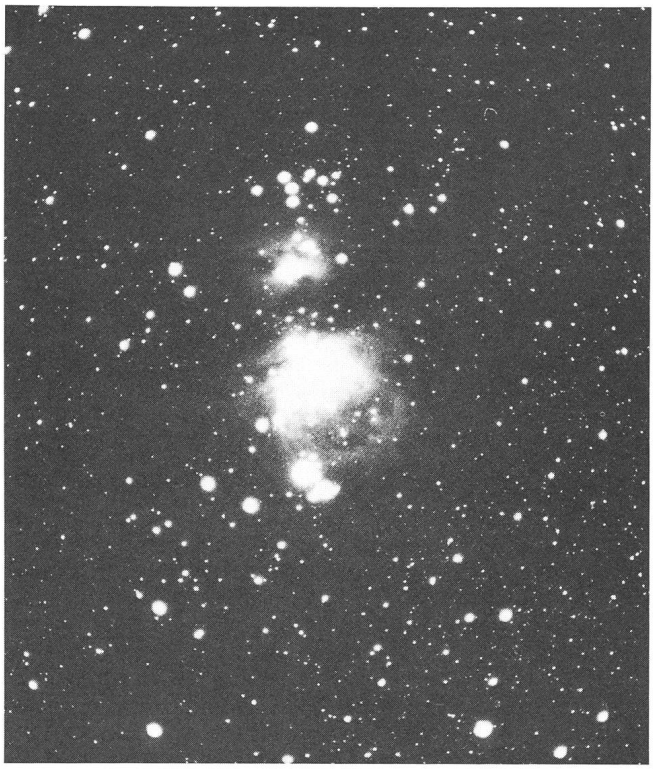
Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
R	74	78	66	54	65	46	51	64	60	42	
Tag	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
R	61	72	79	98	112	117	105	92	90	103	
Tag	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
R	98	97	89	80	97	101	90	98	92	107	113

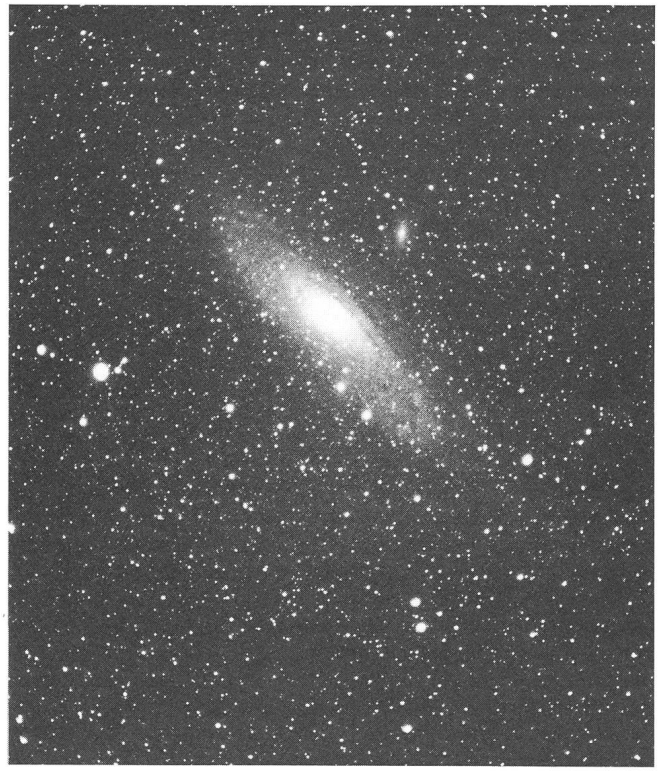
Astrofoto mit einfachen Mitteln

Wir haben schon mehrmals erwähnt, dass keine kostspieligen Einrichtungen notwendig sind, um schöne Astrofotos zu machen. Als Beispiel dienen diese beiden Fotos, die mit einem Teleobjektiv 4.5/300 mm von B. FANKHAUSER aus Bern gemacht wurden. Zur Nachführung diente ein Celestron C8-Fernrohr. Die Belichtung betrug 15 Minuten für M42 (links) und 25 Minuten für M31 (rechts). Film Tri-X-Pan. W. M.

Astrophotographie avec des moyens simples

A plusieures reprises, nous avons dit qu'il n'est nullement besoin de disposer d'une installation compliquée pour réussir de très belles astrophotos. Comme exemple, voici deux photos obtenues avec un simple téléobjectif de 4.5/300 mm par B. FANKHAUSER de Berne. Comme moyen de guidage, il s'est servi d'un télescope Celestron C8. L'exposition était de 15 minutes pour M42 (à gauche) et de 25 minutes pour M31 (à droite) sur film Tri-X-Pan.





Bibliographie

JACK NEWTON – PHILIP TEECE. *The Cambridge Deep-Sky Album.* Cambridge University Press. 126 Pages/Seiten. Format 19,5 x 25 cm. ISBN 0 521 25668 2. Prix/Preis £ 9.95.

Cet ouvrage est en réalité un album des objets de Messier présentés dans leur ordre de numérotation. Il est complété par une cinquantaine d'autres objets qui ne figurent pas au catalogue de Messier et qui sont présentés à la suite de l'objet se trouvant au voisinage.

La plupart des objets présentés ont été photographiés au moyen d'un télescope de 40 cm (f/5) de diamètre, construit par Jack Newton, et d'une caméra réfrigérée (cold camera). Toutes les 126 photos en couleurs sont reproduites à la même échelle d'environ 1° x 1° ce qui permet à l'amateur de savoir exactement ce qu'il peut obtenir avec son propre instrument. Chaque objet est accompagné d'une description détaillée.

Il est dommage que le fond du ciel apparaisse sur les photos d'une couleur violette très foncée. Les nébuleuses et galaxies, presque de la même couleur, ne sont alors guère reconnaissables.

Bei diesem Buch handelt es sich um ein Messier-Album, angeordnet in der Reihenfolge der Messier-Nummern. Dazu kommen noch ungefähr 50 weitere Objekte, die nicht in diesem Katalog figurieren. Sie folgen in der Regel dem Messier-Objekt, das sich in seiner Nähe befindet. Die meisten der Objekte wurden mittels eines selbstgebauten Reflektors von 40 cm Durchmesser fotografiert, unter Verwendung einer Cold-Camera. Alle 126 Farbbilder wurden im gleichen Massstab von 1° x 1° abgebildet, so dass der Amateur einen bequemen Vergleich hat und damit weiss, was er aus seinem eigenen Instrument herausholen kann. Jede Tafel ist zudem noch mit einer ausführlichen Beschreibung des Objektes versehen.

Für die Aufnahmen wurde Ektachrome 400 Dia-Farbfilm verwendet; die Belichtungszeit betrug ca. 14 Minuten. Leider erscheint der Himmelshintergrund auf den meisten Farbtafeln dunkelrot bis dunkelviolett. Die Nebel und Galaxien, die meistens eine ähnliche Farbe aufweisen, sind oft kaum zu erkennen. WERNER MAEDER

Ein einfacher Stereokomparator

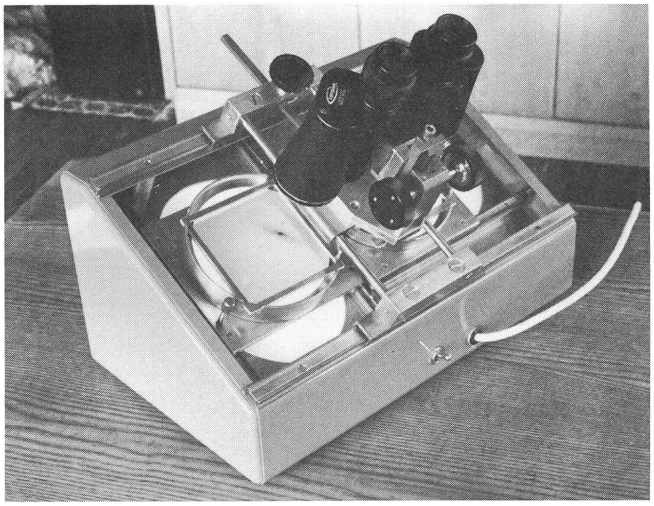
G. Klaus

Komparatoren sind Auswertgeräte, in denen fotografische Aufnahmen miteinander verglichen werden können. Solche Instrumente sind ausser in der Astronomie auch noch in vielen anderen Gebieten im Gebrauch, z.B. in der Forstwirtschaft oder in der Augenheilkunde. Das angewandte Prinzip ist immer dasselbe: Man will auf zwei Aufnahmen desselben Objekts, die zu verschiedenen Zeiten gemacht wurden, eventuelle in der Zwischenzeit geschehene Veränderungen feststellen. In der Astronomie will man also etwa das Bild einer Nova, eines Kometen oder eines Veränderlichen finden. Das ist durch einfaches Vergleichen nebeneinander liegender Aufnahmen wohl möglich, aber sehr mühsam. Man kann natürlich einfach zwei Negative übereinander legen und sie so durch eine Lupe gemeinsam studieren. Im Komparator geschieht nun dieses Zur-Deckung-Bringen nicht reell, sondern nur optisch, man projiziert also die beiden Bilder aufeinander und vergleicht sie so. Damit man nun leicht erkennen kann, ob auf einem Bild eine Veränderung vorhanden ist, wechselt man im Blinkkomparator die Beleuchtung oder den Durchblick zu ihnen rhythmisch ab. Dies bedingt also eine mechanische oder elektrische Blinkeinrichtung. Ein Kleinplanet etwa, der infolge seiner Eigenbewegung auf den zu vergleichenden Aufnahmen an verschiedenen Stellen steht, scheint im Blinker rhythmisch hin und her zu springen, wodurch er dem Betrachter unter Tausenden von Sternen sofort auffällt. Im wesentlich einfacher aufgebauten Stereokomparator geschieht die Vereinigung der zwei Teilbilder sogar erst im Gehirn des Betrachters. Jedes unserer zwei Augen sieht also nur eines der beiden Teilbilder, aber weil diese sich ja zum grössten Teil entsprechen, funktioniert das einwandfrei. Der Kleinplanet des obigen Beispiels aber scheint nun wegen des Stereoeffekts vor oder hinter der Aufnahme zu liegen und das ist ebenso auffällig wie das Herumspringen im Blinker. Andere Unterschiede, etwa ein Veränderlicher, der nur auf einem der Bilder steht, fallen dadurch auf, dass an dieser Stelle der Betrachter seltsam störend irritiert wird, als ob er schielen würde: ein Hinweis, dass da etwas los ist und dass man diese Stelle genauer studieren soll, etwa indem man mal kurz abwechselnd mit den beiden Augen blinzelt.

Für kleinere Formate, etwa bis zum Kleinbild, genügen für solche Stereovergleiche zwei starke Lupen, die man nebeneinander auf einen Leuchtkasten stellt, oder einfach zwei parallel montierte Diabetrachter. Für grössere Formate, wo der Augenabstand kleiner als der Bilderabstand ist, kann man sich damit helfen, dass man die Aufnahmen in einem umgebauten Feldstecher betrachtet. Dazu setzt man einfach vor seine Objektive je eine Vorsatzlinse. Wenn deren Brennweiten ca. 10 cm messen, erhält man einen günstigen Arbeitsabstand und eine vernünftige Gesamtvergrösserung. Etwas komplizierter wird der mechanische Aufbau. Ein Beispiel ist in unserer Abbildung gezeigt. Es müssen folgende Einstellbewegungen möglich sein:

1. Zur Scharfstellung muss der Feldstecher rechtwinklig zu den Bildern verschoben werden können. In unserem Beispiel sitzt er auf einem Grobtrieb eines Mikroskops. Solche sind einzeln im Fachhandel erhältlich.

2. Der Feldstecher muss in horizontaler und vertikaler Richtung über die Bilder geführt werden können. Die horizontale Verschiebung läuft im abgebildeten Gerät auf Schubladenschienen, wie sie im Möbelbau üblich sind. Zur vertikalen Bewegung wurde ein Schaffhauser Okularschlitten umfunktioniert.



3. Eines der Bilder muss ebenfalls horizontal und das andere vertikal verschoben werden können, um sie zur Deckung zu bringen. Auch dies ist mit Möbelschienen erreichbar.

4. Eines oder besser beide Bilder müssen um ihren Mittelpunkt drehbar sein, damit sie parallel gerichtet werden können. Man legt sie z.B. in kreisförmige Rahmen, die lose in entsprechende Löcher gesteckt werden können. Als Beleuchtungseinrichtung dienen zwei kleine Leuchtstoffröhren unter einer Opalglasscheibe. Gewöhnliche Glühlampen sind unangenehm, weil sie das ganze Gerät stark aufheizen. Das alles ist in einem pultförmigen Metallgehäuse eingebaut, wie sie für elektronische Apparate gebraucht werden. So bekommt man einen bequemen Schrägeinblick und eine angenehme Arbeitsposition.

Zur Durchmusterung zweier Aufnahmen richtet man zuerst das Gerät auf die Mitte der Bilder und bringt diese zur Deckung. Sehr empfindlich ist dabei die vertikale Einstellung, sie muss ganz genau stimmen, sonst sieht man immer Doppelbilder. In der Horizontalen gleichen die Augen einen Einstellfehler eher aus. Aber hier besteht die Gefahr, dass man durch Schielen rasch ermüdet. Eine einfache Kontrolle ergibt sich wieder durch abwechslungsweises Blinzeln. Man sieht dann leicht, ob die Sterne hin und her tanzen.

Nun geht man zum Rand, oder gegebenenfalls in eine Ecke der Bilder. Durch Drehen derselben bringt man sie auch hier zur Deckung. Vielleicht muss man in einem zweiten Durchgang das Ganze nochmals durchspielen.

Dann aber macht das Absuchen Spass. Neben vielen Staubkörnchen und Emulsionsfehlern erkennt man sehr leicht Veränderliche und Planetoiden. Flugzeug- und Satellitenspuren, eventuelle hochfliegende Wetterballone sind mit Vorsicht zu geniessen. Sehr schön und eindrücklich sind Paare von Farbdias, weil das zweiäugige Sehen die Anschaulichkeit steigert. Ein Höhepunkt ist das Betrachten zweier kurz hintereinander geschossenen Kometenaufnahmen. Federleicht schwebt der Komet mit seinem Schweif im Raum vor den Hintergrundssternen. Für ernsthafte Überwachungsarbeiten sind dann aber noch viele Literaturunterlagen nötig, wie Atlanten und Kataloge oder Schnellnachrichten von Neuentdeckungen. Aber das ist dann ein anderes Kapitel.

Adresse des Autors:
Gerhart Klaus, Waldeggstr. 10, 2540 Grenchen.

Eine optoelektronische Nachführung für die Langzeitastrofotografie

H. BLIKISDORF

Eine optoelektronische Nachführeinrichtung ist ein Zusatzgerät für die Astrofotografie, welche das Teleskop oder die Astrokamera automatisch einem Leitstern nachführt[1]). Wie beim visuellen Nachführen wird ein Leitrohr benötigt, bei dem aber ein «elektronisches Auge» den Platz des Fadenkreuzokulares einnimmt. Für die Astrofotografie bietet eine solche Einrichtung folgende Vorteile:

- Das «elektronische Auge» ermüdet nicht und greift bei einem aufkommenden Nachführfehler sofort ein. Stundenlanges Fotografieren mit hoher Präzision ist möglich.
- Die Entlastung von der Nachführaufgabe schafft Zeit für andere Tätigkeiten wie Beobachten des Himmels, Aufnahmen entwickeln, ausruhen.
- Kein Frieren mehr in kalten Winternächten! Der Astrofotograf kann sich in der Zwischenzeit an die Wärme zurückziehen.

Fehler im Stundenantrieb und in der Poljustierung werden durch die elektronische Einrichtung schnell erkannt und mittels elektrischer Korrektursignale zur Rektaszensions- und Deklinationsverstellung der Fernrohrmontierung korrigiert. Dies verlangt eine elektrische Verstellbarkeit der Drehzahl beim Stundenantrieb (der Frequenz beim Synchronmotor oder der Spannung beim DC-Motor) und eine feinfühlige elektrische Verstellbarkeit der Deklinationsachse mittels DC-Getriebemotor.

Als hochempfindlicher lichtelektrischer Wandler stand lange Zeit die Fotomultiplier-Röhre (Sekundärelektronenvervielfacher) im Vordergrund. Die Fortschritte der Halbleiterelektronik haben aber auch bei den optoelektronischen Sensoren empfindlichere Komponenten hervorgebracht. Seit einigen Jahren sind hochsensible Halbleiterfotodioden erhältlich, deren Grenzempfindlichkeit (Verhältnis von Nutzsignal zu Rauschsignal) fast an jene von Fotomultiplier-Röhren herankommen. Für Nachführzwecke eignen sie sich daher ausgezeichnet. Abgesehen vom wesentlich günstigeren Preis und vereinfachten Schaltungsaufbau ist auch das Volumen der Fotodiode um den Faktor 10^3 kleiner, weshalb konstruktiv einfachere und kompaktere Lösungen möglich sind.

Vor 2 Jahren baute ich eine solche Nachführeinrichtung mittels Fotodiode. Seither werden meine Astroaufnahmen alle mit diesem Gerät nachgeführt. Als Leitrohr dient mein 15 cm-Newtonteleskop, welches die Nachführung mit Leitsternen bis zur Grössenklasse 7.5 m gestattet. Interessant ist für transportable, batteriebetriebene Instrumente auch der bescheidene Stromverbrauch dieser Nachführeinrichtung von 80 mA bei 12 V – gleich viel wie für die Hellfeldbeleuchtung des Fadenkreuzokulares beim visuellen Nachführen!

Un montage optoélectronique de guidage pour l'astrophotographie

L'article suivant traite du guidage automatique du télescope. Il décrit un montage du guidage réalisé au moyen de diodes photographiques qui utilisent du courant alternatif. Selon cette méthode, à la focale de la lunette de guidage est placé un diaphragme rotatif de 180°. Si la lumière de l'étoile-repaire tombe sur le diaphragme, elle est modulée par sa rotation et crée dans le diode placé derrière un signal en courant alternatif.

Les irrégularités du courant continu dans le préamplificateur du diode sont sans effet sur la mise en valeur du signal ce qui se répercute favorablement sur la limite accessible de grandeur de l'étoile-repaire.

A partir de la position des phases et de l'amplitude du signal sont obtenus les signaux de correction de l'ascension droite et de la déclinaison.

L'article décrit en outre la construction de diaphragmes rotatifs, de préamplificateur de diode photographique, la mise en valeur des signaux et aborde également les aspects techniques du réglage.

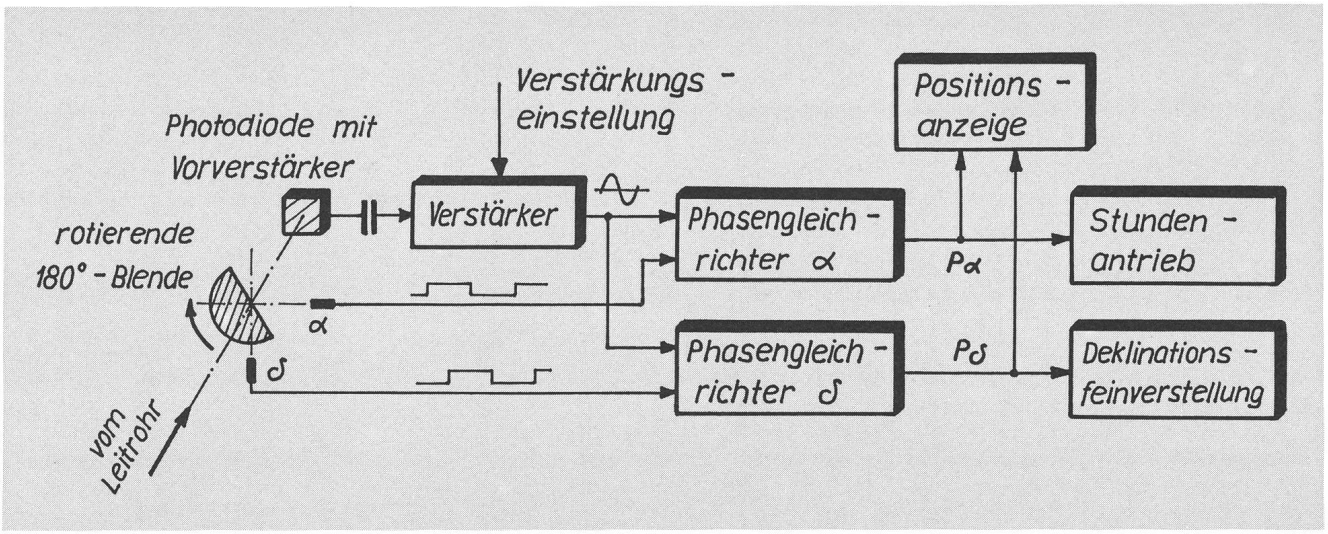


Abb. 1: Blockschaltbild Wechselstrommethode.

Die nachfolgenden Ausführungen befassen sich mit der Wirkungsweise und dem Bau des Gerätes. Ich muss aber auch gleich vorwegnehmen, dass der Selbstbau Kenntnisse der Elektronik und Mechanik voraussetzt und nur dem Fachmann oder versierten Bastler zu empfehlen ist.

Wirkungsweise

Das Gerät arbeitet nach der sogenannten Wechselstrommethode[2]). Abb. 1 zeigt das Blockschaltbild. Im Fokus des Leitrohres rotiert eine 180°-Blende, deren Kante durch die Rotationsachse geht. Unmittelbar hinter der Blende ist die Fotodiode angebracht. Eine Verschiebung des Leitsternes aus der Blendenachse lässt in der Fotodiode wegen der Modulation des Sternlichtes durch die Blende ein Wechselstromsignal entstehen. Da nur dieses Wechselstromsignal als Informationsträger weiterverarbeitet wird, ist die Methode schon vom Prinzip her völlig unempfindlich auf Drifterscheinungen im Vorverstärker, was sich günstig auf die erreichbare Grenzgrösse des Leitsternes auswirkt. Bei geringer Leitsternabweichung verhält sich die Wechselstromamplitude proportional zur Abweichung. Die Abweichrichtung bestimmt die Phasenlage des Wechselstromsignales. Um die Richtungskomponenten in Rektaszension α und Deklination δ bestimmen zu können, tasten zwei um 90° versetzt angeordnete Reflexlichtschranken die Blendenstellung ab. Diese beiden Abtastsignale α und δ steuern zwei Phasengleichrichter, welche aus dem verstärkten Wechselstromsignal die beiden Richtungskomponenten gewinnen, eben die Positionssignale Pα und Pδ. Je ein Tiefpassfilter mit 1s Zeitkonstante bildet den Mittelwert aus diesen phasenbewerteten Signalen. Pα gelangt direkt als Korrektursignal zum Stundenantrieb und Pδ zur Deklinationsfeinverstellung, womit die Regelkreise in Rektaszension und Deklination geschlossen sind.

Der aktive Positionsbereich, innerhalb dem sich das Positionssignal proportional zur Leitsternabweichung verhält, ist eng um die Blendenachse begrenzt und weist einen Radius von nur 30 µm auf, exakte Fokussierung des Leitsternes auf die Blende und geringe Luftunruhe vorausgesetzt. An den Aktivbereich grenzt der Fangbereich, der mit der Fotodiodenfläche identisch ist. Für die verwendete Fotodiode beträgt diese 1 mm². Siehe Abb. 2.

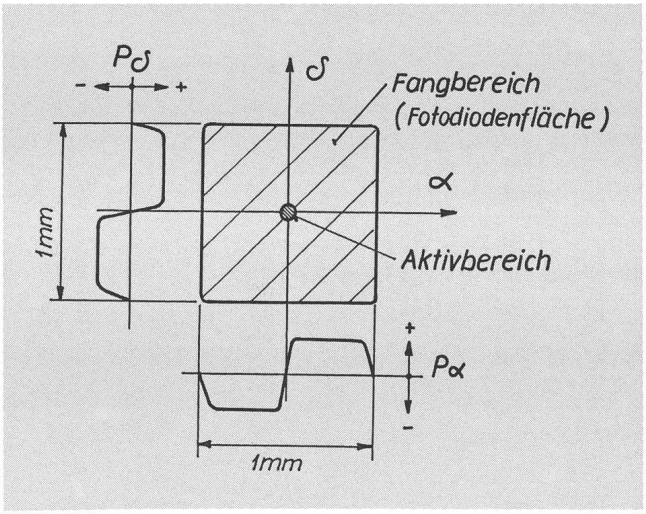


Abb. 2: Positionsebene.

Die Positionsanzeige überwacht die Positionssignale und gibt mittels Leuchtdioden die Stellung des Leitsternes in beiden Achsen der Positionsebene an. Rote Leuchtdiode bedeutet: Leitstern am Rand des Aktivbereiches oder im Fangbereich. Grüne Leuchtdiode bedeutet: Leitstern zentriert. Damit die Empfindlichkeit des Gerätes in einem Bereich von 7 Grössenklassen an unterschiedlich helle Leitsterne angepasst werden kann, ist die Gesamtverstärkung von Vorverstärker und Verstärker im Verhältnis von 1:1000 einstellbar. Die Einstellung erfolgt derart, dass am Verstärkerausgang bei dezentriertem Leitstern ein definierter Signalpegel auftritt; denn dieser bestimmt die Verstärkung in den Regelkreisen direkt mit. Die roten Leuchtdioden der Positionsanzeige funktionieren bei der Einstellung als Schwellwertanzeiger.

Nachführkopf

Der Nachführkopf ist jener Teil des Nachführgerätes, der am Okularauszug des Leitrohres befestigt wird. Er enthält das Einstellokular, die rotierende Blende mit Reflexlichtschran-

ken und die Fotodiode mit Vorverstärker. Der Aufbau ist aus Abb. 3 und Abb. 4 ersichtlich.

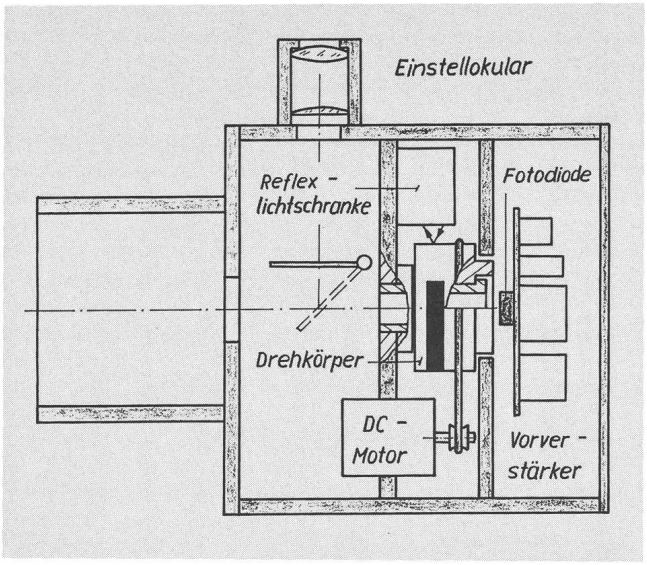


Abb. 3: Nachführkopf.

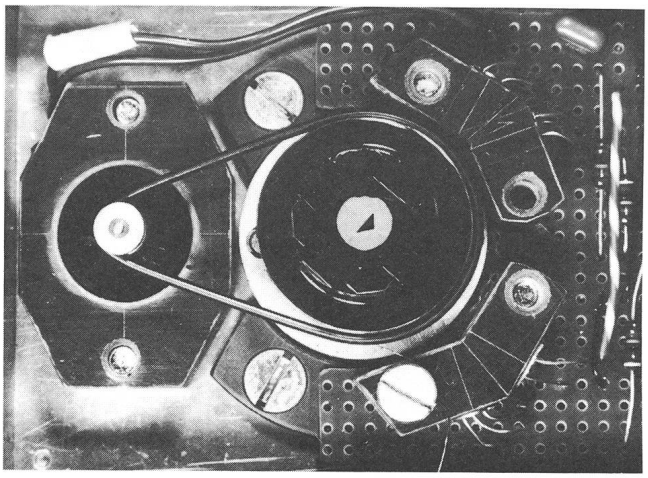


Abb. 4: Drehblende mit Reflexlichtschranken und Antriebsmotor.

Der Drehkörper, welcher die 180°-Blende trägt, wurde mit grosser Sorgfalt angefertigt, wird doch die Genauigkeit der Nachführeinrichtung von diesem Teil direkt mitbestimmt. Die Schwierigkeit bestand darin, einen Drehkörper zu realisieren, der auf einer hohlen Achse (Lichtdurchtritt!) sowohl radial wie achsial spielfrei gelagert ist und trotzdem leicht läuft. Der Drehkörper besteht aus Antikorodal-Alu und läuft direkt auf einer polierten Stahlachse, deren Laufflächen zur Verbesserung der Gleiteigenschaften mit Öl benetzt sind. Die Drehzahl beträgt 10 U/Sek. Der Antrieb geschieht mittels Mikro-Gleichstrommotor und Gummiband. Um den Drehkörper herum sind die beiden um 90° versetzten Infrarotreflexlichtschranken angebracht. Da Aluminium im Infraroten sehr gute Reflexeigenschaften besitzt, musste zur Erzeugung des 180°-Abtastsignales lediglich der Umfang des Drehkörpers auf der halben Länge mit schwarzer Farbe abgedeckt werden. Damit kein Infrarotlicht zur Fotodiode gelangen kann, ragt der Drehkörper auf der Stirnseite abgesetzt durch die Öffnung der Trennwand zur Fotodiode. Dieser Bereich ist mit mattschwarzer Farbe ausgelegt. Die 180°-Blende selber ist ein Stück Alufolie mit scharfer Kante, welches auf der Stirnseite des abgesetzten Drehkörpers angebracht ist. Der exakte Schnittpunkt der Kante mit der Drehachse wurde beim Befestigen der Folie durch Drehen des Drehkörpers unter einem Mikroskop kontrolliert und eingestellt.

Direkt hinter der Drehblende ist die Fotodiode angebracht. Damit die Nachthimmelshelligkeit kein störendes Wechselstromsignal erzeugen kann, geht die Drehachse durch die Flächenmitte der quadratischen Fotodiode. Wegen der hohen elektrischen Empfindlichkeit gegenüber Störeinstreuung sind Fotodiode und Vorverstärker zu einer kompakten Einheit zusammengebaut und ringsum metallisch abgeschirmt. Abb. 5 zeigt die Schaltung des Fotodioden-Vorverstärkers[3]).

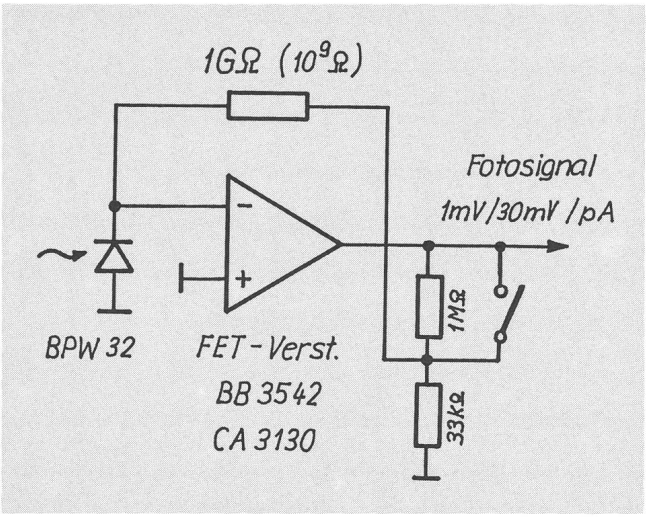


Abb. 5: Schaltung Fotodioden – Vorverstärker.

Dieser arbeitet als Strom/Spannungswandler. Weil wegen der AC-Kopplung des Fotosignales die DC-Komponente nicht stört, genügen als FET-Verstärker preisgünstige, nicht driftarme Typen mit Eingangsströmen kleiner als etwa $20 \cdot 10^{-12}$A bei Raumtemperatur. Ebenso erübrigt sich ein Offset-Abgleich. Mit dem Schalter am Ausgang des Vorverstärkers ist die Empfindlichkeit um den Faktor 30 umschaltbar. Damit erfolgt die erste grobe Anpassung an stark unterschiedlich helle Leitsterne. Der Rauschbeitrag des hochohmigen Rückführwiderstandes beträgt bei Raumtemperatur und 1kHz Bandbreite $0{,}1 \cdot 10^{-12}$A. In dieser Grösse bewegt sich auch die Nachweisgrenze für Leitsterne. Die Fotodiode hat eine Empfindlichkeit von 10^{-8} A/lx. Für einen Stern der 0-ten Grössenklasse (Beleuchtungsstärke $B = 2 \cdot 10^{-6}$ lx) und ein Leitrohr mit 150 mm Spiegeldurchmesser beträgt der Fotostrom I:

$$I = 10^{-8}\frac{A}{lx\,mm^2} \cdot 2 \cdot 10^{-6}lx \cdot 150^2 \cdot 0{,}78\,mm^2 = 350 \cdot 10^{-12}A$$

Für jede schwächere Grössenklasse nimmt der Fotostrom um den Faktor 2,512 ab. Für einen Stern der Grössenklasse 8.5 m beträgt der Fotostrom theoretisch noch $0{,}1 \cdot 10^{-12}$A.

Die Fotodiode hat ihr spektrales Empfindlichkeitsmaximum im nahen Infrarot bei $\lambda = 850$ nm. Für grünes Licht λ

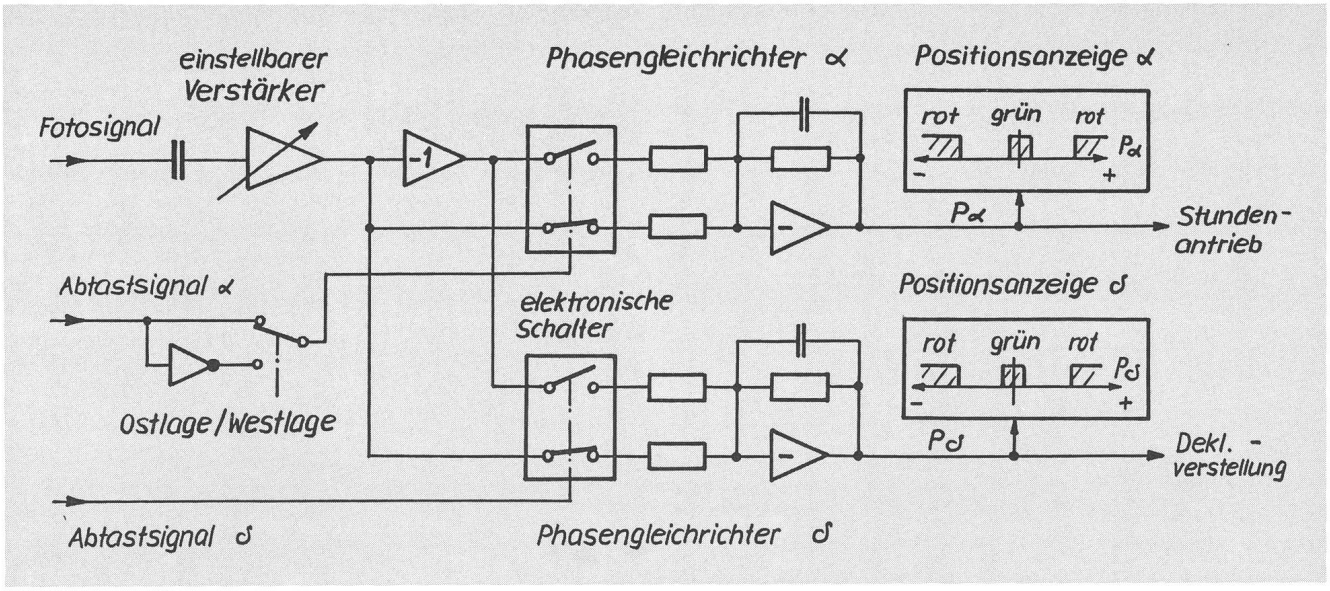


Abb. 6: Schaltungsprinzip, Auswertegerät.

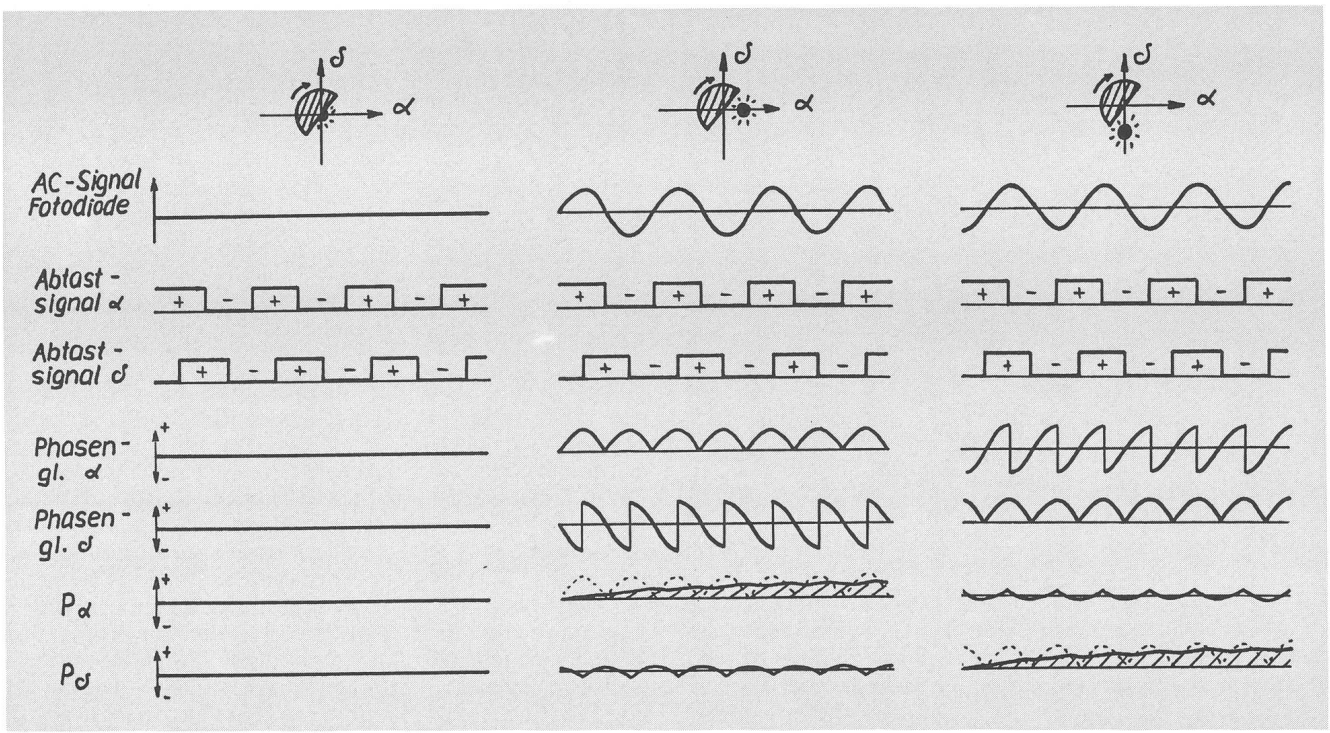


Abb. 7: Impulsdiagramm.

= 550 nm beträgt die relative Empfindlichkeit noch die Hälfte und für blaues Licht noch etwa 20%. Deshalb reagiert die Fotodiode besser auf rötliche als blaue Sterne.

Bei den ersten Versuchen wies der Vorverstärker ein starkes Störsignal auf, welches synchron zur Blendendrehzahl verlief. Es stellte sich heraus, dass der Drehkörper durch das Antriebsband statisch aufgeladen wurde. Die Störungen verschwanden aber vollständig, nachdem dieser mittels eines schleifenden Drahtes mit dem Gehäuse geerdet wurde.

Ein Fadenkreuzokular gestattet die Fokussierung und Einstellung des Leitsternes auf die Blendenmitte. Dazu wird wie bei einer Spiegelreflexkamera ein Klappspiegel in den Strahlengang gebracht. Nach erfolgter Einstellung wird der Klappspiegel wieder weggedreht.

Auswertegerät

Die übrigen Schaltungsteile für die Signalauswertung, nämlich der lineare Verstärker mit einstellbarer Verstärkung, die

beiden Phasengleichrichter und die Leitstern-Positionsanzeige bilden ein separates Gerät. Abb. 6 zeigt das Schaltungsprinzip.

Die Wechselstromkopplung des Fotosignales verhindert bei hoher Verstärkungseinstellung eine Übersteuerung des Verstärkers durch das Ruhesignal des Fotodioden-Vorverstärkers. Beim Umschlagen des Teleskopes von der Ostlage in die Westlage ändert der Wirkungssinn im Rektaszensionsregelkreis. Durch Invertieren des Abtastsignales α wird dieser wieder richtiggestellt. Aus dem Impulsdiagramm in Abb. 7 ist der Signalverlauf bei zentriertem und dezentriertem Stern ersichtlich. Maximales Pα bewirkt im Stundenantrieb eine Drehzahländerung von 10% und maximales Pδ eine Deklinationsverstellung von 2″/Sek.

Für die Signalauswertung ist die Blendendrehzahl und damit Signalfrequenz nicht von Bedeutung. Bei hoher Drehzahl werden die raschen Helligkeitsschwankungen des Leitsternes infolge atmosphärischer Scintillation allerdings schlechter

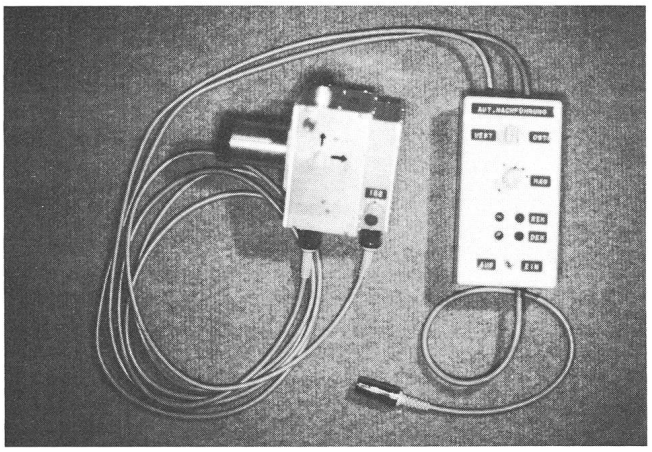


Abb. 8: Nachführkopf mit Auswertegerät.

Abb. 10: Galaxie M33 im Sternbild Dreieck, aufgenommen am 8. Aug. 1983 mit Maksutow-Kamera f500/3,1. 45 Min. belichtet auf TP 2415 H_2-hypersensibilisiert. Ausschnittvergrösserung: 1° ≙ 109 mm.

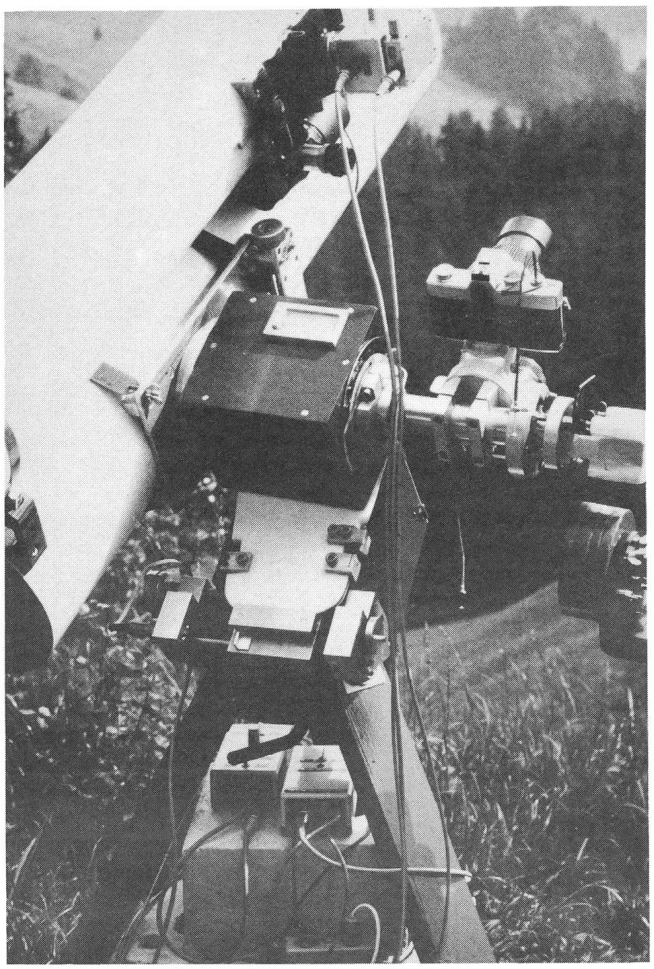


Abb. 9: Maksutow-Kamera mit 15 cm-Leitteleskop und beschriebener Nachführeinrichtung.

unterdrückt als bei tiefer Drehzahl, was Anlass zu unruhiger Regelung geben kann. Tiefe Drehzahl meidet diesen Nachteil, dafür wird die Regelung langsamer. Praktische Werte liegen bei 5–10 U/Sek.

Die Genauigkeit der Nachführregelung ist von verschiedenen Faktoren abhängig wie der Brennweite des Leitrohres, der Leitsternfokussierung auf die Blende, der Regelkreisverstärkung und natürlich vom mechanischen Gang des Stundenantriebes. Bewirkt zum Beispiel eine Leitsternabweichung von 2″ eine Drehzahländerung des Stundenantriebes von 5%, so wird umgekehrt ein durch mechanische Unregelmässigkeiten hervorgerufener Bewegungsfehler derselben Grösse zur Bildung des Korrektursignales eben auch eine Leitsternauslenkung von 2″ bedingen. In einem Proportionalregelkreis steht der resultierende Nachführfehler (Regelabweichung) in einem festen Verhältnis zum verursachenden mechanischen Bewegungsfehler. Eine Erhöhung der Regelkreisverstärkung verringert zwar den Nachführfehler, lässt sich aber nicht beliebig weit treiben, weil sonst die Nachführregelung zu schwingen beginnt. Bei einem Amateurteleskop mit gutem Stundenantrieb kann mit einem maximalen Nachführfehler von 1..2″ gerechnet werden.

Anmerkungen

1) PIERRE CAMPICHE: un système de guidage automatique pour l'astrophotographie, ORION 163, 1977.
2) PETER HÖBEL: Photoelektronische Nachführsysteme, S+W 1973/7/8.
3) Bauelemente Fotodioden-Vorverstärker: Fotodiode BPW 32: Siemens-Albis Zürich. FET-Verstärker CA3130 (RCA): Distrelec Zürich. Rückführwiderstand 1GΩ: Distrelec Zürich.

Adresse des Autors:
Hugo Blikisdorf, Alte Poststrasse 8, CH-5417 Untersiggenthal.

Buchbesprechung

WOLPERT, ROBERT C. und GENET, RUSSEL M., *Advances in Photoelectric Photometry, Volume 1.* Verlag Fairborn Observatory, 1247 Folk Road, Fairborn, Ohio 45324 USA. 13,6 x 21,6 cm, broschiert. 102 Figuren und 19 Tabellen, 237 Seiten. Erhältlich durch Belmont Observatory, 144 Neptune Avenue, North Babylon, New York 11704 USA. US $ 23.95.

Immer mehr Amateure gehen dazu über, Helligkeitsmessungen mit photoelektrischer Ausrüstung vorzunehmen. Das Arbeitsgebiet ist so gross, dass die Fachastronomen nicht mehr alles bewältigen können. Die Zeitzuteilung bei den wenigen grossen Instrumenten ist recht knapp geworden, während Amateure ihre Instrumente voll und jederzeit zur Verfügung haben. Amateurinstrumente von bis zu 40 cm Durchmesser sind zudem heute keine Seltenheit mehr.

Das vorliegende Buch wendet sich an den seriösen Amateur, der nützliche Arbeit leisten will. Es ist in drei Hauptabschnitte unterteilt. Der erste beschreibt die Entwicklung der photoelektrischen Photometrie und zeigt, auf welchen Gebieten am wirkungsvollsten gearbeitet werden kann: Bedeckungsveränderliche, RS CVn und mikrovariable Sterne, Be-Sterne, Epsilon Aurigae-Sterne, Bedeckungen etc. Ein besonders wertvolles Kapitel zeigt auch, dass die Sternwarte des Amateurs nicht unbedingt auf dem Gipfel eines hohen Berges mit maximal guten Beobachtungsbedingungen aufgestellt sein muss, sondern dass auch «unterprivilegierte Sternwarten» in niedriger Meereshöhe, grossem Dunst und Streulicht von Städten durchaus wertvolle Beobachtungen machen können.

Der zweite Abschnitt beschreibt die Entwicklung der Ausrüstung, die in den letzten Jahren durch die rasante Verbilligung der Mikroelektronik und die immer mehr eingesetzten Mikrocomputer immer rascher voranschreitet. Immer mehr automatisieren die Amateure ihre Instrumente, nicht nur um bequemer arbeiten zu können, sondern auch um bei Vergleichsmessungen den zeitlichen Abstand der Messungen des Objekts und des Vergleichsterns so klein wie möglich zu halten und so den Einfluss von Änderungen der Extinktion durch von Auge nicht bemerkbare Wolkenschwaden zu verringern, das heisst um die Messungen genauer zu machen.

Der dritte Abschnitt behandelt einige bestimmte Sternwarten, deren meist selbst hergestellte Ausrüstung wie Photometerköpfe und elektronische Ausrüstung, die Beobachtungsprogramme und einige Resultate.

Jedes Kapitel endet mit einem wertvollen, zum Teil recht umfangreichen Literaturhinweis. Etwas erschwert wird die Lektüre allerdings durch den ziemlich kleinen Druck. Das Buch ist sehr nützlich für den ernsthaften Amateur, der sich in das Gebiet der photoelektrischen Helligkeitsmessung einarbeiten will und enthält viele praktische Hinweise. Wir können es bestens empfehlen.

ANDREAS TARNUTZER

FRAGEN · QUESTIONS

Filme für die Astrofotografie

Dans cet article nous vous présentons brièvement quelques films appropriés à l'astrophotographie avec leurs propriétés particulières. La tabelle et le texte donnent des indications sur les temps de pose opportuns. En fin d'article se trouve une petite nomenclature de livres traîtant d'astrophotographie.

Frage:
Ich möchte mit Astrofotografie anfangen. Welche Filme eignen sich dazu?

Antwort:
Im ORION wurden schon verschiedentlich Artikel zu dieser Frage publiziert.[1]) Auf dem Markt erscheinen ab und zu neue Filme, die sich für Himmelsaufnahmen gut eignen, weshalb ältere Publikationen in dieser Beziehung möglicherweise nicht vollständig und nicht mehr aktuell sind. HUGO BLIKISDORF, ein erfahrener Astrofotograf, hat im vergangenen Jahr während längerer Zeit mit verschiedenen Filmen gearbeitet. In der nachfolgenden Antwort berichtet er von seinen Erfahrungen:

«Infolge der meist geringen Helligkeit bei Himmelsobjekten (Mond und Planeten ausgenommen) eignen sich nicht alle Filme gleich gut für deren Fotografie. Wegen dem Schwarzschildeffekt nimmt bekanntlich die Lichtempfindlichkeit des Films mit abnehmender Beleuchtungsstärke ebenfalls ab, so dass die Belichtungszeit überproportional verlängert werden muss. Bei der Fotografie von Flächenobjekten, wie Reflexions- und Emissionsnebeln, oder bei Sternwolken hat zudem die Lichtstärke (Öffnungsverhältnis im Quadrat) des Objektivs einen entscheidenden Einfluss, weil sie die Beleuchtungsstärke auf dem Film bestimmt. Generell kann man sagen, dass «normale», handelsübliche Schwarzweiss- und Farbfilme mittlerer bis hoher Empfindlichkeit für diesen Zweck geeignet sind, solange das Objektiv ein Öffnungsverhältnis von mindestens 1:2,8, besser 1:1,7 aufweist. Bei lichtschwächeren Objektiven versagen diese Filme aber wegen ihrem meist ausgeprägten Schwarzschildeffekt, denn diese sind nun einmal für Tageslicht optimiert.

Besser geeignet sind Filme mit geringem Schwarzschildeffekt. Zu den empfindlichsten Emulsionen gehören zweifellos die spektroskopischen Filme 103a von Kodak, die auch bei mittleren Öffnungsverhältnissen noch kurze Belichtungszeiten erlauben. Sie sind für bestimmte Spektralbereiche sensibilisiert und lassen sich deshalb entsprechend der «Farbe» des Aufnahmeobjektes gezielt einsetzen. Der 103a-E ist der einzige mir bekannte Film, der im roten Spektralbereich (H alpha) eine so hohe Empfindlichkeit aufweist. Er ist daher für die Fotografie von Emissionsnebeln hervorragend geeignet. Der einzige Nachteil dieser Filme ist das relativ grobe Korn, welches die Detailwiedergabe einschränkt. Die hohe Empfindlichkeit dieser Filme macht sie besonders auch für langbrennweitige, lichtschwächere Objektive geeignet.

In den letzten Jahren viel von sich reden gemacht hat der Film «Technical Pan 2415» von Kodak in Verbindung mit der Gas-Hypersensibilisierung. Es handelt sich um einen panchromatischen Film mit erweiterter Rotempfindlichkeit. Das hervorstechendste Merkmal ist seine Feinkörnigkeit bei gleichzeitig guter Allgemeinempfindlichkeit, welche es erlaubt, mit dem Film das volle Auflösungsvermögen der Optik zu erreichen und auszunützen. Nach meinen bisherigen Erfahrungen mit diesem Film liegt seine Empfindlichkeit aber deutlich hinter jener der spektroskopischen Filme 103a zurück, was im Widerspruch zur Aussage verschiedener Veröffentlichungen im Zusammenhang mit der Gas-Sensibilisierung dieses Filmes steht. Zudem macht sich der Schwarzschildeffekt noch störend bemerkbar. Für die Fotografie von schwach leuchtenden Flächenobjekten der Milchstrasse eignet er sich nach meinen Erfahrungen vor allem in Verbindung mit lichtstärkeren Objektiven heller als 1:3. Diese Betrachtung gilt natürlich nicht für die Abbildung punktförmiger Sterne. Möglicherweise ist meine Art der Gasbehandlung noch nicht optimal (Wasserstoffgas bei Raumtemperatur 20 Grad Celsius während 5 Tagen). Ein Hinweis darauf findet sich in einem Beitrag von JACK B. MARLING (Astrophoto IV, Feb. 81, Orange County Astronomers, 2215 Martha Avenue, Orange, Ca. 92667, U.S.A.), wo ausdrücklich erwähnt wird, dass Gassensibilisierung bei 50 Grad Celsius zu wesentlich höherer Filmempfindlichkeit führt, als bei 20 Grad Celsius. Wörtlich steht dort: «Es ist interessant, dass gut sensibilisierter TP 2415 (8% Forming gas, 50 Grad Celsius, 1 psig Druck, 1 Tag) nachweisbar empfindlicher zu sein scheint als normaler 103a-E und a-F. Unvollkommene Sensibilisierung macht den TP 2415 aber weniger empfindlich als die 103a-Spektroscopic-Filme.» Hier liegt offenbar noch viel «Experimentierpotential».

In der beigefügten Tabelle sind die Belichtungszeiten für die Sternfeldfotografie für einige von mir erprobten Filme aufgeführt. Die Zeiten gelten für streulichtfreien dunklen Himmel und für Entwicklung der Schwarzweissfilme in D 19 während 5 Minuten bei 20 Grad Celsius, Diafilme normal entwickelt.»

H. BLIKISDORF

Literatur zum Thema Astrofotografie
Als Abschluss seien hier noch einige gut brauchbare Schriften genannt, ergänzt mit Hinweisen auf deren Besonderheiten:

- KARKOSCHKA/MERZ/TREUTNER: Astrofotografie / Geräte, Verfahren, Objekte. Kosmos Stuttgart 1980. ISBN 3-440-04865-9.
  Besonders gut beschrieben ist die Sonnenfotografie. Hinweise für die Arbeit in der Dunkelkammer, auf Filme und deren Entwicklung.
- GRIESSER MARKUS: Himmelsfotografie / Technik und Hilfsmittel der Astrofotografie. Hallwag Taschenbuch 108.
  Ein preiswertes Büchlein, das sich speziell an den Anfänger wendet.
- BOURGE/DRAGESCO/DARGERY: La photographie astronomique d'amateur. Paul Montel Paris, 1979.
  Von allen erwähnten Schriften am praxisnahesten und am ausführlichsten. Man spürt den reichen Erfahrungsschatz der Autoren!
- KNAPP/HAHN: Astrofotografie als Hobby. Eine Anleitung für Amateur-Astronomen.
  Ein Blick ins Inhaltsverzeichnis zeigt die Vielfalt des Buches, welche eine gute Übersicht vermittelt, aber offensichtlich weniger aus der Praxis entstanden ist als andere Werke:
  Jeder Astrofotograf findet seinen Himmel / Nicht immer sind Sterne Punkte / Astro-Fernrohre / Die Reichweite

Einige Filme und Belichtungszeiten für die Sternfeldfotografie

Filme	Belichtungszeiten bei einem Öffnungsverhältnis von			Schwarzschild-effekt
	1:1,7	1:2,8	1:3,5	
103a-O	3 Min.	7 Min.	10 Min.	sehr gering
103a-E mit Rotfilter	10 Min.	25 Min.	40 Min.	sehr gering
TP 2415	8 Min.	25 Min.	60 Min.	gering – mittel
H2-hypersens. ohne Filter				
Ektachrome 400 und Fujichrome 100 (doppelt fein-körnig)	10 Min.	30 Min.	60 Min.*)	ausgeprägt (Farbbalance und Empfindlichkeit stark vom Entwicklungslabor abhängig
3 M 1000	2 Min.	5 Min.		

*) nur helle Flächenobjekte!

H. BLIKISDORF

von Astro-Aufnahmen / Unser Mond / Die Fotografie der Sonne / Planeten-Fotografie / Kometen-Fotografie / Sternschnuppen / Sternspektroskopie / Veränderliche Sterne / Koordinatenbestimmung aus einer Himmelsaufnahme / Fotografie von Gasnebeln und Galaxien / Fotografie künstlicher Erdsatelliten / Filme und Filter / Krönung der Astrofotografie im eigenen Fotolabor / Sachregister.

- PATRICK MARTINEZ: Astrophotographie. Les Techniques de l'Amateur.
  Das neuste und vollständigste Buch über Astrofotografie in französischer Sprache. (Siehe dazu Besprechung von W. MAEDER).

Anmerkungen:

1) In ORION Nr. 188 (Febr. 1982) findet sich auf S. 29 ein Verzeichnis von Artikeln aus den Jahren 1956 – 1981. Später wurden in unserer Zeitschrift folgende Beiträge publiziert, die sich direkt oder indirekt mit dem Thema befassen:
   - Nr. 189: Neue Filme für die Astrofotografie.
   - Nr. 190: Jenseits von Rot.
   - Nr. 193: ORION – König des Winterhimmels.
   - Nr. 195: Milchstrassenpanorama.
   - Nr. 198: 1000 ASA – dazu noch in Farbe.
   - Nr. 200: Neue Verfahren beim Entwickeln von Astrofilmen.
   - Nr. 201: Schon wieder ein Super-Farbfilm von 1000 ASA!

Computer-Fans sind angesprochen!

Aus der Bundesrepublik Deutschland erreicht uns ein Schreiben, mit dem Kontakte gesucht werden zu Astro-Amateuren, die sich auch mit Computern beschäftigen. Wir zitieren daraus die wichtigsten Stellen:

«Wir möchten Sie von der Gründung unseres 'Computer-Clubs für Amateur-Astronomen' (CCAA) unterrichten, der hier in der BRD eine echte Novität darstellt. Der CCAA ist ein überregionaler Verein, der sich derzeit in der sicherlich nicht ganz einfachen «konstituierenden Phase» seiner Vereinsgeschichte befindet. Gerade in dieser Zeit halten wir es für sehr wichtig, konstruktive Kontakte mit Vereinigung im In- und Ausland zu knüpfen und zu festigen, die eine künftige und langfristige Zusammenarbeit erwarten lassen.

Wir möchten Sie heute freundlich darum bitten, uns baldmöglichst die nachfolgenden Fragen zu beantworten:

1. Sehen Sie die grundsätzliche Möglichkeit, innerhalb der SAG einen Computer-Club zu gründen, der sich unserer Organisation anschliessen möchte?
2. Wie hoch stufen Sie das Interesse dieser Initiative bei den Mitgliedern der SAG ein? Sollte dazu eine Umfrage durchgeführt werden?
3. Sind Ihnen Mitglieder der SAG bekannt, die für «fachliche Führungsaufgaben» des CCAA (z.B. Erstellung astronomischer Programme etc.) kompetent und verfügbar wären?

Wir wären Ihnen dankbar, wenn Sie bereit wären, auf unsere Vorschläge einzugehen und danken Ihnen dafür.
Mit freundlichen Grüssen: Stefan Böhle, Danziger Strasse 4, D-7928 Giengen (B.R.D.).»

Aus der Schweiz sind bisher keine derartigen Anregungen gemacht worden, obschon recht viele Mitglieder «Computer-Astronomie» betreiben. Ob wohl der Anstoss aus dem Ausland auch bei uns eine ähnliche Bewegung auslösen könnte? – Wer sich angesprochen fühlt, soll sich bitte mit uns oder auch direkt mit Herrn BÖHLE in Verbindung setzen. Alle bis Ende Juni bei uns eintreffenden Antworten würden wir gesammelt nach Deutschland weiterleiten und über vorhandene Interessen bei unsern Mitgliedern in einer späteren ORION-Nummer berichten.

In diesem Zusammenhang verweisen wir nochmals auf die Idee der «Programm-Börse» (ORION Nr. 196, Juni 1983, S. 104), die allerdings bisher kaum benutzt wurde. Ich meine: Computer-Fans sollten auch mit Gleichgesinnten kommunizieren und nicht nur mit ihrer Maschine!

Adresse des Autors:
E. LAAGER, Schlüchtern 9, 3150 Schwarzenburg.

Meteore und Meteoriten

Welche Amateurastronomen beschäftigen sich heute bereits mit der Meteorbeobachtung oder welche Mitglieder möchten sich vermehrt mit diesem Beobachtungsgebiet befassen? Gibt es Leser, die sich für Meteoriten interessieren oder sogar selber Meteoriten sammeln?

Die Meteorbeobachtung ist heute noch ein Gebiet, auf dem der Amateurastronom die Möglichkeit hat, wissenschaftlich wertvolle Arbeit zu leisten. Die Wissenschaft interessiert sich für die Herkunft und die physikalische Beschaffenheit der Meteore. Die Bestimmung der räumlichen Bahn des Meteors und die Beschreibung des Leuchtvorganges bei einem Meteorfall helfen dabei mit, diese Fragen zu beantworten. Für die Bestimmung der Flugbahn eines Meteors müssen aber mindestens zwei unabhängige Beobachtungen vorliegen. Meteore können visuell, photographisch, radioastronomisch, spektroskopisch und mit fernsehtechnischen Apparaturen beobachtet werden.

Die Redaktion möchte in den nächsten Ausgaben unserer Zeitschrift auf die einzelnen Beobachtungsmöglichkeiten eingehen. Dabei würde sie gerne auch über Erfahrungen berichten, die Leser unserer Zeitschrift gemacht haben. Bitte senden Sie Ihre Erfahrungsberichte an W. LÜTHI, Eymatt 19, 3400 Burgdorf.

«Feuerball» vom 25. März 1984

Am Abend des 25. März 1984, 20.53 MESZ, beobachteten Daniel und Christa Steiner aus Luzern einen aussergewöhnlich hellen Meteor. Sie schätzten die Helligkeit auf -4^m. Der Meteor erschien gelblich und bildete einen ca. 2° langen «Schweif». Sie beobachteten den langsam fallenden Meteor westlich α Hydra über o CMa nach ε Lep. Das Verlöschen des Meteors konnten sie wegen zu hohem Horizont nicht mehr beobachten.

Haben weitere Beobachter die Meteorerscheinung beobachtet? Meldungen über weitere Beobachtungen nimmt die Redaktion «Meteore/Meteorite» (W. LÜTHI, Burgdorf) entgegen.

Zwei helle Meteor-Spuren im Sternbild der Leier. Die Aufnahme entstand am 12. August 1974 zwischen 22.45 bis 22.55 Uhr MEZ. Das Bild entstand im Rahmen einer Jugendgruppenarbeit mit einer EXA 500 Kamera. Objektiv 1:2.8 auf Ilford HP 4 (Foto: Astronomische Vereinigung Albstadt e. V.). Red.: In einer der nächsten Ausgaben werden wir speziell auf die Fotografie von Meteoren eingehen und dem Beobachter einige Hinweise geben, wie Meteoraufnahmen gezielt gemacht werden können.

Buchbesprechung

Das Himmelsjahr 1984, Sonne, Mond und Sterne im Jahreslauf von H. U. KELLER unter Mitarbeit von ERICH KARKOSCHKA. 1983, 157 Seiten, 140 Schwarzweissabbildungen, kartoniert, DM 9.80, Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.

Das sicher vielen Amateurastronomen bekannte Jahrbuch der Franckh'schen Verlagshandlung informiert über alle wichtigen astronomischen Ereignisse, interessanten Konstellationen und beobachtungswerten Himmelserscheinungen. In zwölf Monatsübersichten kann sich der Leser über den Sonnen- und Mondlauf (Auf- und Untergänge, Mittagshöhen der Sonne, Mondphasen usw.), die Sichtbarkeiten der Planeten und der Sternbilder des Fixsternhimmels unterrichten.

Besonders interessant macht das Jahrbuch die ständigen «Themen des Monats». In diesen werden interessante Kapitel aus der Himmelskunde besprochen wie: «Sind wir allein im Weltraum?», «Was sind Schwarze Löcher?», «Ist das Weltall offen?», «Wir beobachten Mars», «Der Polarstern» oder «Der grosse Nebel im Sternbild Orion».

So ist das Himmelsjahr eine zuverlässige Informationsquelle und ebenso ein anschaulich und allgemeinverständlich geschriebenes Jahrbuch, das jedem Sternfreund bestens empfohlen werden kann.

W. LÜTHI

In der nächsten Nummer:

Fernrohre in der Schweiz: Auswertung
Télescopes en Suisse: Evaluation

Sonnenuhrenmodelle auf dem Riesenglobus

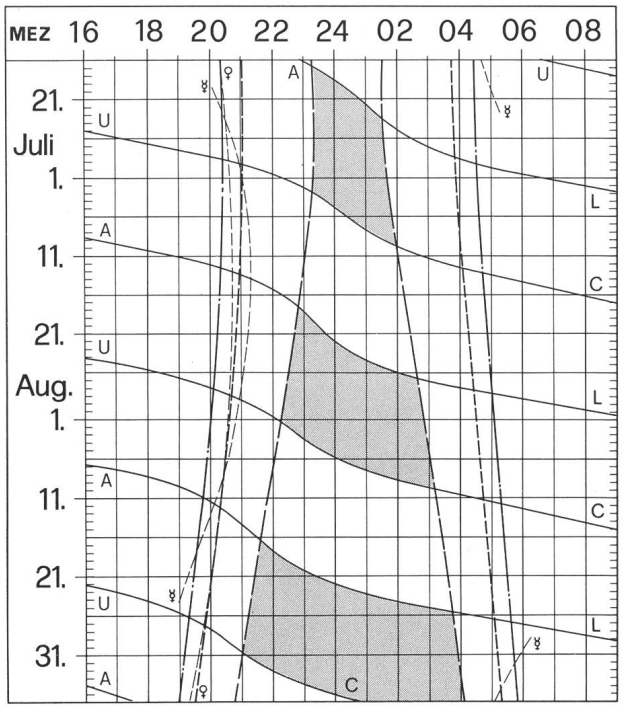
Pour un observatoire de vacances en Valais: construction des deux chambres de Schmidt

Gestirne nie im Osten?

Wandel der Problemstellungen und Lösungsmethoden in der Himmelsmechanik während der letzten 400 Jahre *(Schluss)*

und viele weitere aktuelle Berichte aus dem Bereich der Amateurastronomie.

Sonne, Mond und innere Planeten



Soleil, Lune et planètes intérieures

Aus dieser Grafik können Auf- und Untergangszeiten von Sonne, Mond, Merkur und Venus abgelesen werden.

Die Daten am linken Rand gelten für die Zeiten vor Mitternacht. Auf derselben waagrechten Linie ist nach 00 Uhr der Beginn des nächsten Tages aufgezeichnet. Die Zeiten (MEZ) gelten für 47° nördl. Breite und 8°30′ östl. Länge.

Bei Beginn der bürgerlichen Dämmerung am Abend sind erst die hellsten Sterne — bestenfalls bis etwa 2. Grösse — von blossem Auge sichtbar. Nur zwischen Ende und Beginn der astronomischen Dämmerung wird der Himmel von der Sonne nicht mehr aufgehellt.

Les heures du lever et du coucher du soleil, de la lune, de Mercure et de Vénus peuvent être lues directement du graphique.

Les dates indiquées au bord gauche sont valables pour les heures avant minuit. Sur la même ligne horizontale est indiqué, après minuit, le début du prochain jour. Les heures indiquées (HEC) sont valables pour 47° de latitude nord et 8°30′ de longitude est.

Au début du crépuscule civil, le soir, les premières étoiles claires — dans le meilleur des cas jusqu'à la magnitude 2 — sont visibles à l'œil nu. C'est seulement entre le début et la fin du crépuscule astronomique que le ciel n'est plus éclairé par le soleil.

Sonnenaufgang und Sonnenuntergang
Lever et coucher du soleil
Bürgerliche Dämmerung (Sonnenhöhe —6°)
Crépuscule civil (hauteur du soleil —6°)
Astronomische Dämmerung (Sonnenhöhe —18°)
Crépuscule astronomique (hauteur du soleil —18°)

A L
Mondaufgang / Lever de la lune
U C
Monduntergang / Coucher de la lune

Kein Mondschein, Himmel vollständig dunkel
Pas de clair de lune, ciel totalement sombre

Mitteilung / Communication

Die bekannte englische Zeitschrift NATURE, die immer mehr Artikel, Leserbriefe und Mitteilungen über Astronomie und Astrophysik bringt, offeriert den Mitgliedern der SAG einen besonders ermässigten Abonnementspreis. Dieser beträgt £ 82.50 und ist somit um £ 37.50 niedriger als der volle Preis.

Sollten Sie an dieser Spezial-Offerte interessiert sein, so senden Sie entweder einen persönlichen Check über £ 82.50 oder die Angaben Ihrer Kreditkarte mit der Kontrollnummer an untenstehende Adresse.

Nehmen Sie im Begleitbrief bitte Bezug auf diese Offerte an die SAG.

La fameuse revue anglaise NATURE, qui publie de plus en plus des articles, des lettres et des communications au sujet de l'astronomie et de l'astrophysique, offre aux membres de la SAS un abonnement à un prix spécialement réduit. Celui se monte à £ 82.50, représentant une réduction de £ 37.50 par rapport au prix d'abonnement normal.

Si cette offre vous intéresse, NATURE vous prie de bien vouloir envoyer ou un cheque personnel montant à £ 82.50 ou les détails de votre carte de crédit avec le numéro de contrôle à:

Felicity Parker,
Macmillan Journals Ltd.,
Nature,
Brunel Road,
Houndmills,
Basingstoke,
Hampshire, RG21 2XS
England

Nous vous prions de vous référer à cette offre à la SAS dans votre lettre d'accompagnement. A. T.

Zu verkaufen

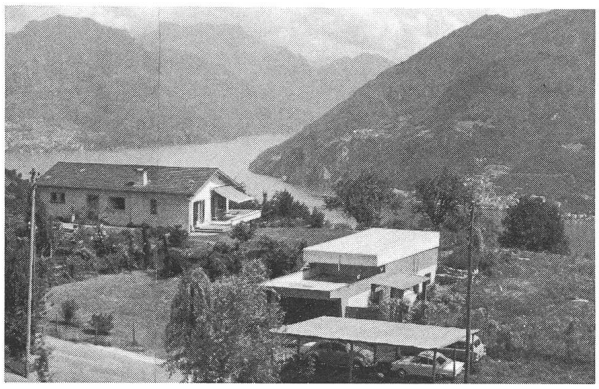
15 cm **Newton-Teleskop** auf Stativ mit Nachlauf. 2jährig, Optik in gutem Zustand. Auskunft: Tel. 064/81 26 78, Di. und Do. ab 19.00 Uhr, Thomas Lienhard, Ruedstrasse 393, 5040 Schöftland.

Astro-Bilderdienst
Astro Picture-Centre
Service de Astrophotographies
Patronat:
Schweiz. Astronomische Gesellschaft

Auf Wunsch stellen wir Ihnen die jeweils neuesten Preislisten zu.

Verlag und Buchhandlung
Michael Kühnle
Surseestrasse 18, Postfach 181
CH - 6206 Neuenkirch
Switzerland
Tel. 041 98 24 59

Feriensternwarte CALINA CARONA



Calina verfügt über folgende Beobachtungsinstrumente:

Newton-Teleskop ∅ 30 cm
Schmidt-Kamera ∅ 30 cm
Sonnen-Teleskop

Den Gästen stehen eine Anzahl Einzel- und Doppelzimmer mit Küchenanteil zur Verfügung. Daten der Einführungs-Astrophotokurse und Kolloquium werden frühzeitig bekanntgegeben. Technischer Leiter: Hr. E. Greuter, Herisau.

Neuer Besitzer: **Gemeinde Carona**

Anmeldungen an Frau M. Kofler,
6914 Carona, Postfach 30.

An- und Verkauf / Achat et vente

Jahresdiagramm 1984 Sonne, Mond und Planeten. Das Diagramm ist solange Vorrat noch zum reduzierten Preis erhältlich, Preis Fr. 12.— + Porto/Versand.
Bestellungen bei: Hans Bodmer, Postfach 1070, CH-8606 Greifensee, Tel. 01/940 20 46 abends.

- **Sternuhren** beschrieben in ORION April 84.
- **Programm «Sternzeit»** für Rechner Ti 58/59.
- **Siderischer Kalender** computerberechnet für Ihren Längengrad. (Bei Bestellung bitte angeben).

Gratis Unterlagen anfordern bei: M. Martinides, Flurlingerweg 38, 8212 Neuhausen, Tel. 053/2 11 89, abends.

«Die Expansion des Kosmos» - «Die Expansion der Erde» von J. Ehrensperger. (Fr. 9.50), Verlag W. Vogel, Winterthur.

Infolge Domizilwechsel zu verkaufen: kleine **astronom. Beobachtungsstation:** Holzhüttli 2,5 x 3 m, m. abschiebb. Dach, m. Newton 200/1200, m. mot. Nachführung auf Badener Montierung, Preis nach Vereinbarung. Evtl. Einzelverkauf. Ernst Küng, 6142 Gettnau. Tel. 045/81 13 53.

Zu verkaufen infolge nur geringen Gebrauchs: **Blinkkomparator** nach Ing. A. Schnitzer mit elektronischer Blinkeinrichtung, für Formate bis zu 9 x 12 cm. In bestem Zustand. Fr. 3 200.—. Anfragen an Manuel Zeller, Gotenstr. 20, 4125 Riehen.

Gesucht: **Parallaktische Montierung**, mit oder ohne Stativ, für Newton-Teleskop (∅ 12,5 cm). Wenn möglich unter Fr. 500.—, da für Lehrling. Peter Balmer, Lochäckerstr. 23, 8302 Kloten, Tel. 01/813 26 53.

CELESTRON®

PRECISION OPTICS

Generalvertretung CELESTRON

CHRISTENER AG

CH-3014 Bern/Schweiz
Wylerfeldstr. 7, Tel. 031/42 85 85